

---

## CONFRONTO FRA STRATEGIE DI DIFESA DALLA CERCOSPORIOSI BASATE SULL'ALTERNANZA DI DIVERSI PRINCIPI ATTIVI

G. BELTRAMI<sup>1</sup>, G. MAINES<sup>1</sup>, M. PIAZZI<sup>1</sup>, V. ROSSI<sup>2</sup>

*1 Beta S.C.a.r.l., Via Conca 75, Malborghetto (FE), Italy*

*2 Istituto di Entomologia e Patologia vegetale, Università Cattolica S. Cuore,  
Via E. Parmense, 84, 29100 Piacenza, Italy*

### ABSTRACT

La malattia fungina di gran lunga più importante e pericolosa in Italia nella coltura di barbabietola da zucchero è la *Cercospora beticola* Sac che è presente in gran parte dei nostri comprensori bieticoli ed in particolar modo in quelli della valle Padana.

Il controllo di questa fitopatia avviene sia con l'ausilio di prodotti fungicidi che con l'adozione di varietà tolleranti. Quest'ultimo aspetto della lotta alla malattia in questi ultimi anni ha subito un sensibile calo di importanza per la ormai scarsa presenza di materiali genetici a buona tolleranza al patogeno.

E' noto che *Cercospora beticola* è in grado di evolvere popolazioni a ridotta sensibilità nei confronti di diverse classi di fungicidi comunemente utilizzate nella difesa.

Da questa situazione ne è derivata la necessità di approfondire lo studio sui mezzi tecnici a disposizione nel nostro paese e sulle migliori strategie di impiego degli stessi, con particolare riguardo verso la potenziale minaccia di insorgenza di ceppi resistenti alle più comuni famiglie chimiche, gli SBI ed i Qol.

In questa ricerca si è voluto indagare sui metodi di controllo della malattia evitando, per quanto possibile, situazioni che possono favorire l'insorgenza di ceppi resistenti come l'utilizzo dei formulati a bassi dosaggi e la ripetitività dell'impiego del prodotto.

Sono stati posti a confronto sia prodotti ripetuti per più trattamenti per lo studio di efficacia del formulato, sia programmi di applicazione fungicida impiegati secondo il concetto dell'alternanza, altamente affidabili per efficacia biologica sul fungo. Si è inoltre avviata una nuova esperienza riguardante un differente intervallo di programmi di controllo per sondare la possibilità di sfruttare al massimo l'efficacia della miscela in base al canopy della coltura al momento del trattamento. Da questi studi è emerso in modo chiaro, per quanto riguarda i formulati, che la maggior efficacia biologica è da attribuire ai fungicidi Qol (Strobilurine) sia impiegati da soli che in miscela con i triazoli. A livello di strategie si è notato un particolare contenimento della malattia con l'avvio della lotta alla comparsa dei primi sintomi, adottando in maniera decisa l'alternanza dei prodotti e cercando di utilizzare comunque delle strobilurine come partner principale nella miscela.

---

## INTRODUZIONE

La maggior parte dei prodotti fungicidi impiegati contro *Cercospora beticola* contengono principi attivi facenti capo a due famiglie chimiche, gli SBI (suddivisi in inibitori della demetilazione degli steroli – DMI e in inibitori della sintesi degli steroli - Morfoline) e l'altra di più recente introduzione, i Qol (inibitori della respirazione mitocondriale) (Siegel, 1981 – Dekker, 1976).

Lo studio esposto si basa su un triennio di prove effettuate in Italia in diverse località della pianura Padana, dove sono state saggiate numerose combinazioni di miscele e strategie per il controllo della malattia (Beltrami et al., 2004). Inoltre, in collaborazione con l'istituto di Patologia Vegetale dell'Università S. Cuore di Piacenza, le indagini sono proseguite con studi sulle popolazioni e ceppi del fungo presenti nei siti di prova (Languasco et al., 2004-2006).

I principali scopi della presente ricerca sono :

- stabilire quali possono essere le migliori strategie per il contenimento della malattia;
- individuare se in certe aree di coltivazione vi sono rischi di insorgenza di resistenza incrociata positiva fra i componenti delle due famiglie chimiche sopradette, spesso presenti nelle miscele.

## MATERIALI E METODI

Negli anni 2003, 2004 e 2005 sono stati allestiti in Emilia Romagna 6 campi sperimentali di barbabietola da zucchero (Fig.2). I comprensori bieticoli italiani sono stati suddivisi, sulla base di esperienze dirette condotte da vari enti di ricerca nazionali, in aree geograficamente distinte per gravità della malattia (area 1 – area 6) (Byford, 1996), (Meriggi et al. 2003), (Beltrami et al., 2005) Fig.1.

Fig. 1 – Suddivisione in aree italiane a diverso rischio epidemico ed indicazione sull'inizio e sul numero di trattamenti in funzione del periodo di raccolta.



Area e livello di rischio	Inizio dei trattamenti	Epoca di raccolta e numero di trattamenti		
		Inizio campagna - 20 agosto	20 agosto - 10 settembre	10 settembre - fine campagna
1	18 - 25/6	2	3	4
2	22 - 29/6	2	3	4
3	26/6 - 03/7	1 - 2	2 - 3	3
4	30/6 - 07/7	1	2	3
5	4 - 12/7	1	2	3
6	8 - 15/7	1	2	2

Nel 2003 una delle due prove é stata condotta a Lavezzola (RA), su varietà Ornella (sensibile alla cercosporiosi) in area rischio 3 (intermedio), in un'azienda in cui da diversi anni venivano impiegati prodotti a base di SBI e solo recentemente a base di Qol. La stessa prova è stata allestita anche a Passo Segni (BO), area a maggiore rischio (rischio 2), (Tab.1).

Tab. 1 – Tesi sperimentali biennio 2003 – 2004 su cv Ornella.

Tesi	Avvio trattamenti	1° trattamento	2° trattamento	3° trattamento
1	Test	-	-	-
2	a calendario	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha
3	"	Difenoconazolo 70 g/Ha + Fenpropidin 262 g/Ha	Azoxystrobin 125 g/Ha + Difenoconazolo 62,5 g/Ha	Azoxystrobin 125 g/Ha + Difenoconazolo 62,5 g/Ha
4	"	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 100 g/Ha
5	"	Trifloxystrobin 150 g/Ha + Ciproconazolo 64 g/Ha	Trifloxystrobin 150 g/Ha + Ciproconazolo 64 g/Ha	Tetraconazolo 100 g/Ha
6	"	Tetraconazolo 100 g/Ha	Azoxystrobin 250 g/Ha	Azoxystrobin 250 g/Ha

Nel 2004 i campi sperimentali sono stati allestiti ancora a Passo Segni (BO) ed a Fiumazzo (RA), area a rischio 3, sempre su varietà Ornella, utilizzando gli stessi schemi, miscele e strategie per entrambe le località (Tab.1).

Nel 2005 i campi sperimentali sono stati allestiti a Passo Segni (BO) e a Massafiscaglia (FE) area a rischio 1. In entrambe le località la varietà impiegata è stata GEA, mediamente sensibile alla malattia.

Tab. 2 – Tesi sperimentali campo "prodotti" 2005 su cv Gea .

Tesi	Principio attivo	g/Ha
1	Tetraconazolo + Clortalonil	80 750
2	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64
3	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5
4	Azoxystrobin + Tetraconazolo	125 44
5	Azoxystrobin + Flutriafol	125 29,5
6	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
7	Tetraconazolo	100
8	Difenoconazolo	75
9	Epossiconazolo	93,7
10	Azoxystrobin + Epossiconazolo	125 75
11	Flutriafol	41,3
12	Prochloraz + Propiconazolo	600 135
13	Test	-

Tab. 3 – Tesi sperimentali campo “strategie” 2005 su cv. *Gea*.

Tesi	1° tratt.	g/Ha	2° tratt.	g/Ha	3° tratt.	g/Ha
1	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
2	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5	Trifloxystrobin + Ciproconazolo (+ 10 gg)	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin (+ 25 gg)	70 262,6
3	Epossiconazolo + Azoxystrobin	75 + 125	Epossiconazolo + Azoxystrobin	75 + 125	Epossiconazolo	93,7
4	Tetraconazolo + Clorotalonil	80 750	Tetraconazolo + Clorotalonil	80 750	Tetraconazolo	100
5	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
6	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5
7	Tetraconazolo + Clorotalonil	80 750	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
8	Test		Test		Test	

Rispetto agli anni precedenti le sperimentazioni sono state suddivise in 2 serie:

- la prova “prodotti” con lo scopo di verificare l’efficacia nei confronti di *C. beticola* dei più diffusi formulati appartenenti ai gruppi SBI e QOI e di individuare, ripetendo i trattamenti con gli stessi prodotti, eventuali cali di efficacia nel controllo della malattia (Tab.2);
- la prova “strategie” con lo scopo di individuare il miglior programma di trattamenti per il controllo di *C. beticola* applicando il concetto di alternanza dei principi attivi nelle varie miscele (Tab.3).

In questa prova è stata inserita una tesi (2) dove tra il 1° ed il 2° trattamento intercorrono 10 gg. e tra il 2° ed il 3° ne intercorrono 25 rispetto ai 18-20 gg. tradizionali.

Tutte le prove sono state seminate tra i mesi di febbraio e marzo e raccolte in epoca tardiva (fine settembre-inizio ottobre). È stato utilizzato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni e parcelle di 6.75 m<sup>2</sup>. Al fine di ridurre al massimo gli effetti di deriva dei trattamenti e la possibilità di passaggio degli isolati fungini fra una parcella e l’altra, sono stati lasciati ampi bordi (Karaoglanidis et al. 2002). I trattamenti anticercosporici sono stati pianificati adottando un calendario a intervalli fissi di 18-20 giorni. I rilievi epidemiologici sono stati effettuati valutando periodicamente l’intensità delle infezioni di *C.beticola*. come Area Fogliare Ammalata (A.F.A.%) (Rossi et al., 2000). I campioni di radici prelevati per ogni singola parcella sono stati analizzati al fine di determinare i principali parametri quanti-qualitativi (Resa radici, Polarizzazione, Saccarosio grezzo, Purezza dei sughi, Produzione Lorda Vendibile). I dati raccolti sono stati sottoposti ad un’analisi della varianza per testare la significatività delle tesi ed al test LSD (con P=0.05) per il confronto fra le medie (Student-Newman-Keuls test).

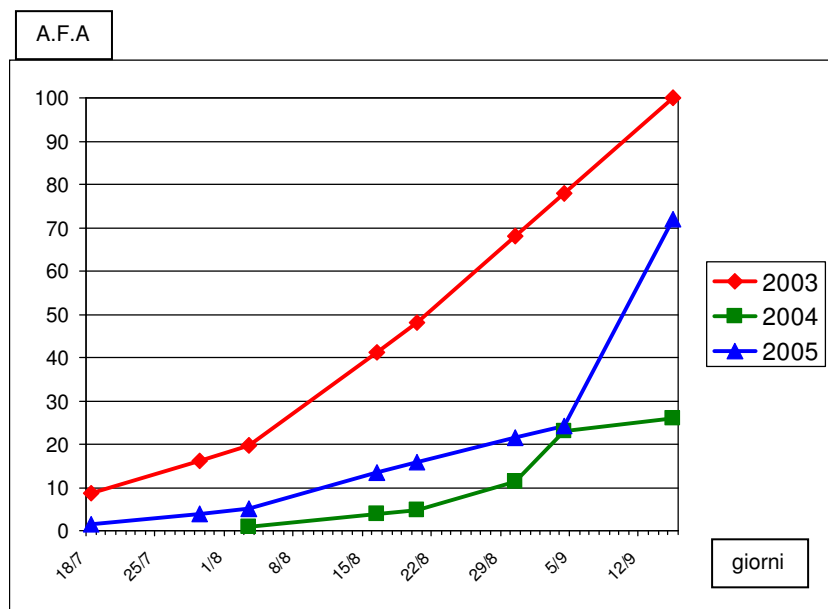
Fig. 2 - Ubicazione prove sperimentali 2003-2005.



## RISULTATI

L'evoluzione della malattia nel triennio 2003/05 è raffigurata in Figura 3 riferita ai testimoni non trattati con fungicidi.

Fig. 3 - Andamento delle epidemie di *C.beticola*. (test non trattato) in alcune località di prova del triennio 2003 – 2005 su varietà non tolleranti o scarsamente tolleranti.



Nel 2003 la malattia ha avuto un andamento epidemiologico regolare con notevoli incrementi nel mese di agosto. Nel 2004, la malattia è stata caratterizzata da scarsa pressione, mentre nel 2005 si è verificato un ritardo nella fase epidemica rispetto a quanto si verifica normalmente.

Nel 2003 (Tab.4) la tesi che prevedeva i primi 2 interventi con trifloxystrobin + cyproconazolo ed il terzo con tetraconazolo (tesi 5) è stata quella che ha consentito i migliori risultati produttivi, seguita da quella con l'azoxystrobin e il tetraconazolo a metà dose per i primi due trattamenti e tetraconazolo a dose piena come 3° trattamento (tesi 4). L'incremento percentuale della P.L.V. è stato rispettivamente del 34,5% e 30% sul test non trattato. Da segnalare che il contenimento della malattia non sempre è stato proporzionale ai vantaggi produttivi rilevati alla raccolta (vedi tesi 4). In virtù dei livelli di efficacia dei trattamenti e delle conseguenti risposte produttive, si può ritenere che non si siano verificate riduzioni di attività dei principi attivi tali da presupporre l'insorgenza di popolazioni fungine resistenti.

Nel 2004 (Tab.5) non si sono evidenziati forti differenze fra le tesi né per sintomatologia né per produzione, verosimilmente a causa della scarsa incidenza della malattia, peraltro del tutto inusuale. Le combinazioni migliori, come ad esempio quella che prevedeva il tetraconazolo al primo intervento ed i restanti 2 con azoxystrobin (tesi 6), ha riportato un gap positivo alla raccolta del solo 7,3% rispetto al test non trattato, differenza, comunque, non statisticamente significativa.

Tab. 4 - Parametri tecnico-produttivi. Media 2 località. Anno 2003. Valori espressi in % sul Test non trattato \*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).

Tesi	A.F.A. %	Radici	Pol.	Sacc. grezzo	PSD	PLV
1	97,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	26,3	113,0	107,9	122,5	101,0	128,9
3	25,5	114,0	107,9	123,6	101,1	129,8
4	44,1	115,8	106,3	124,5	100,8	130,0
5	26,7	121,3	105,7	129,2	100,7	134,5
6	23,6	111,0	104,6	115,9	100,4	119,1
<b>AOV</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>
<b>Val. assoluti Test</b>	<b>97,4</b>	<b>58,5</b>	<b>15,1</b>	<b>8,7</b>	<b>91,5</b>	<b>2282</b>
<b>DMS 0,05</b>	<b>6,10</b>	<b>10,76</b>	<b>3,50</b>	<b>11,41</b>	<b>0,53</b>	<b>12,49</b>

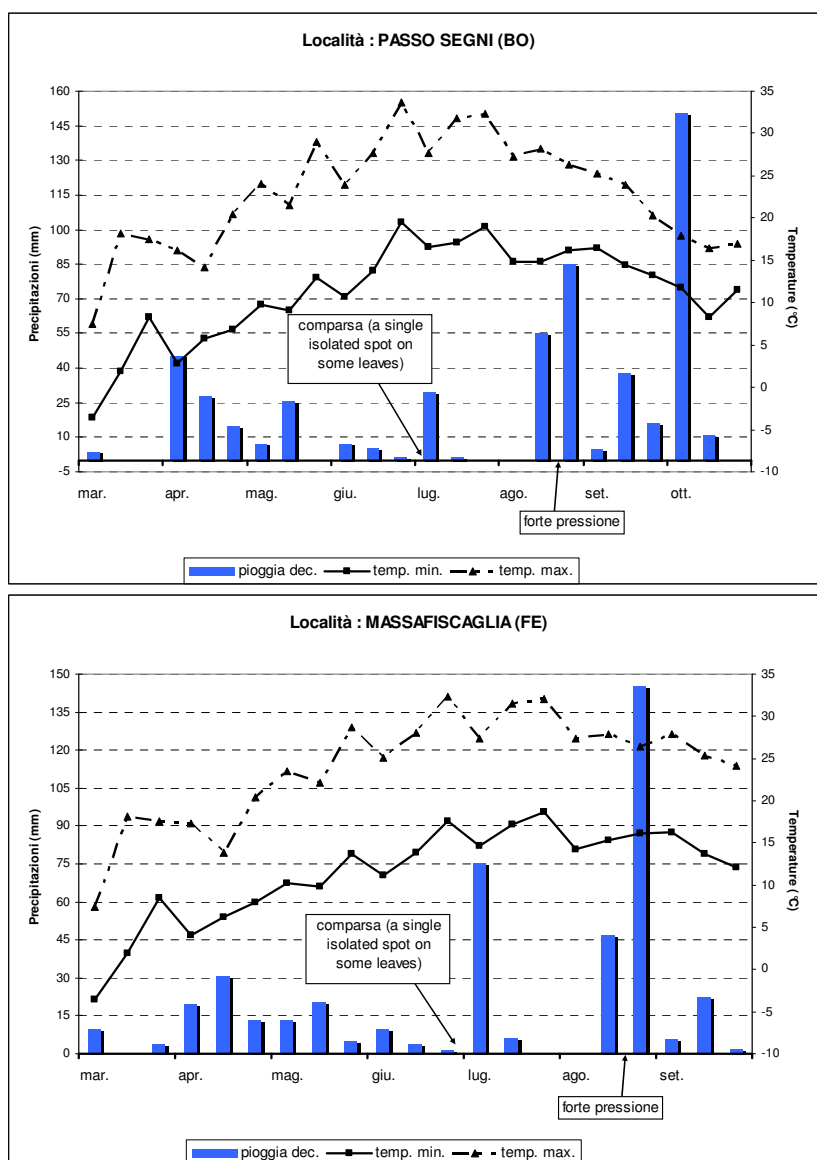
Tab. 5 - Parametri tecnico-produttivi. Media 2 località. Anno 2004. Valori espressi in % sul Test non trattato. Ns non significativo (Student-Newman-Keuls test).

Tesi	A.F.A. %	Radici	Pol.	Sacc. grezzo	PSD	PLV
1	34,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	2,4	96,3	101,6	97,4	100,7	98,1
3	2,1	94,7	100,1	94,3	99,9	94,0
4	3,9	96,5	100,5	96,3	99,9	96,1
5	2,3	97,0	102,7	100,1	100,7	102,1
6	14,3	105,6	100,4	106,6	100,0	107,3
AOV	3,74	ns	ns	ns	ns	ns
Val. assoluti Test	34,2	84,0	14,7	12,2	90,5	3582

Nel 2005 la malattia è comparsa in entrambe le località all'inizio di luglio ed ha fatto registrare un forte incremento nel mese di agosto (Fig.4).

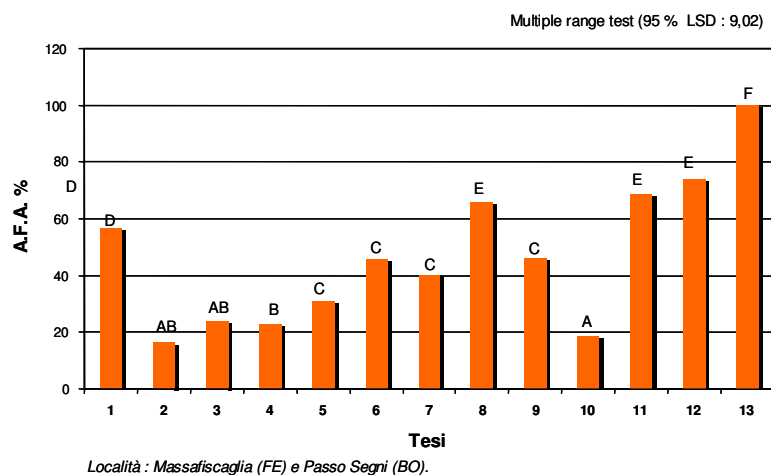


Fig. 4 - Decorso meteorologico e momento di comparsa della malattia nelle 2 località di prova. Anno 2005.



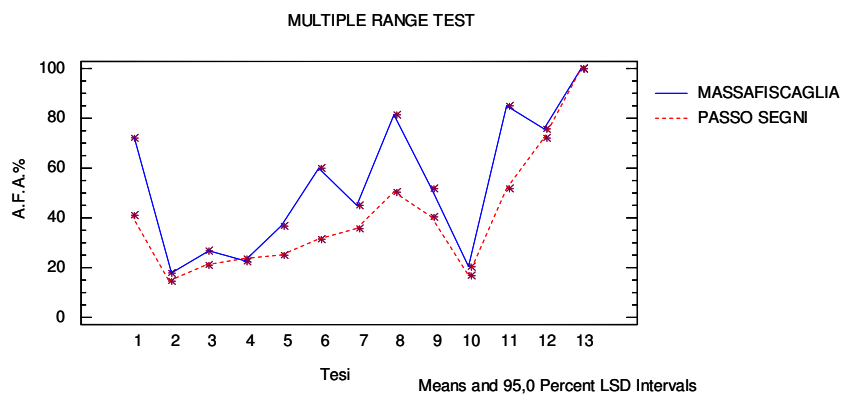
E' stato rilevato un elevato controllo da parte del trifloxystrobin in miscela preconstituita con il ciproconazolo (tesi 2) e a seguire l'eppossiconazolo + azoxystrobin (tesi 10) con il 16,3% e 18,5% di A.F.A. rispettivamente (Fig.5). Fra le miscele migliori vi sono comunque anche altre combinazioni che presentano al loro interno le strobilurine (tesi 3, 4 e 5). Fra i triazoli si può notare un certo calo di efficacia del difenoconazolo (tesi 8) da solo (A.F.A. 65,9%), rispetto alle miscele precedentemente descritte.

Fig. 5 - Prova prodotti 2005. Rappresentazione grafica dell' A.F.A nelle 2 località in prova. Con lettere in comune non c'è differenziazione statistica a  $P=0.05$  (Student-Newman-Keuls test).



Il comportamento delle diverse tesi non si è differenziato significativamente nelle due località (Fig.6).

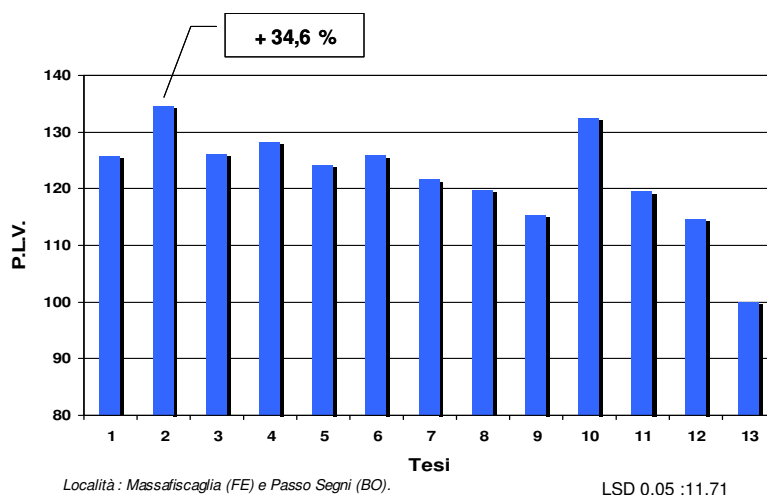
Fig. 6 – Prova prodotti 2005. Interazione localita' x prodotti. L'incidenza statistica è del 6.9%.



I dati produttivi (Fig.7), indicano che il trifloxystrobin con il ciproconazolo (tesi 2) e l'eossiconazolo + azoxystrobin (tesi 10) con incrementi del 34,6% e del 32% rispettivamente, in comparazione al test non trattato, sono risultati i migliori fra le tesi a confronto per quanto concerne la PLV. Bene si sono comunque comportati anche il tetraconazolo + azoxyostrobin (tesi 4) (+28%), l'azoxystrobin + difenoconazolo (tesi 3) (+26%) e il difenoconazolo + fenpropidin (tesi 6) (+25,8%).

Minore efficacia è stata rilevata con l'impiego dell'epossiconazolo (tesi 9) e del difenoconazolo (tesi 8) da soli (+15,4% e +19,6%, rispettivamente). Il parametro qualitativo PSD non ha evidenziato differenze significative fra le tesi a confronto.

Fig.7 - Prova prodotti 2005. P.L.V. espressa in % sul test non trattato. Media delle 2 località in prova. \*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).



Nelle prove sulle strategie d'impiego dei fungicidi (Fig.8), i migliori risultati sono stati ottenuti con la tesi 5 (trifloxystrobin + ciproconazolo nei primi 2 trattamenti e difenoconazolo nel 3°) e con la tesi 7 (chorothalonil + tetraconazolo al 1° trattamento, trifloxystrobin + ciproconazolo al 2° ed infine al 3° difenoconazolo + fenpropidin) con A.F.A. 18,3% e 23,9% rispettivamente.

La tesi 1, che prevedeva l'impiego di azoxystrobin + difenoconazolo al 1° trattamento, seguito dal 2° con trifloxystrobin e ciproconazolo e nel 3° difenoconazolo + fenpropidin a turni fissi (18-20 gg), è risultata di buon livello (A.F.A. 26%). La stessa sequenza (tesi 2), ma con intervallo ravvicinato (10 gg) per il 2° intervento e allungato (25 gg) per il 3°, il contenimento della malattia è risultato inferiore (A.F.A. 37,9%).

Anche in questo caso la località della prova non ha avuto un effetto significativo (Fig. 9).

Fig. 8 - Prova strategie 2005. Rappresentazione grafica dell' A.F.A. nelle 2 località in prova. Con lettere in comune non c'è differenziazione statistica a  $P=0.05$  (Student-Newman-Keuls test).

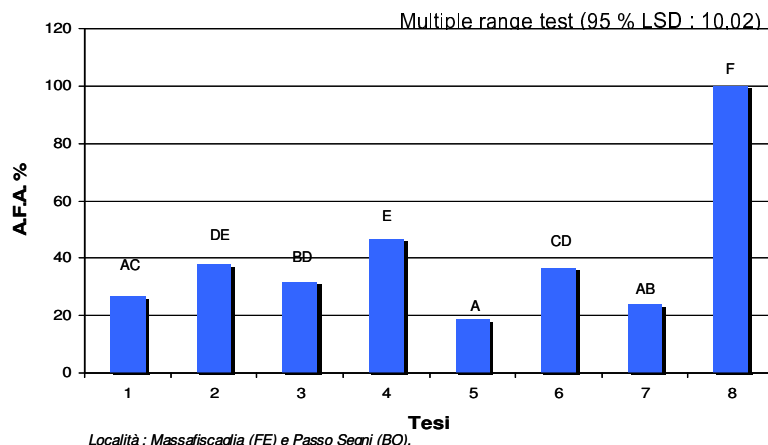
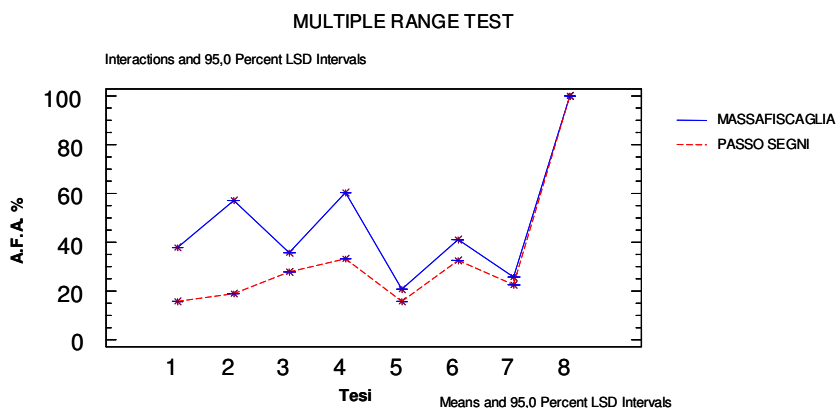
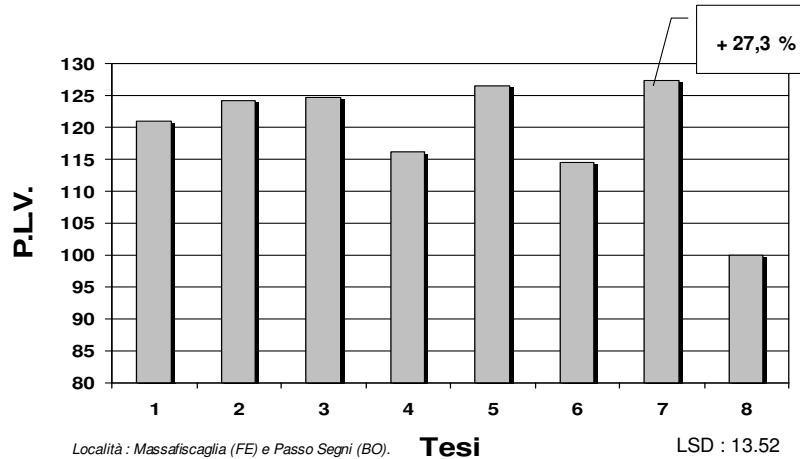


Fig. 9 – Prova strategie 2005. Interazione: località x strategia. L'incidenza statistica è del 7.8%



Per quanto concerne la PLV (Fig. 10) le tesi 7 (+27,3%rispetto al test non trattato), 5 (+26,5%) e 3 (+24,7%) hanno registrato ottimi livelli produttivi. Il confronto tra un intervallo tradizionale e ravvicinato tra i trattamenti (tesi 1 e 2) non ha evidenziato differenze produttive significative a causa, probabilmente, di un ritardo nella fase epidemiologica della cercosporiosi. Le tesi in cui erano assenti le strobilurine o dove erano impiegate con partner non eccellenti non hanno fornito risultati produttivi soddisfacenti. Il parametro qualitativo PSD, fra quelli di maggior interesse per l'industria saccarifera, non ha evidenziato differenze significative.

Fig. 10 - Prova strategie. P.L.V. espressa in % sul test non trattato. Media delle 2 località in prova. \*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).



## CONCLUSIONI

Nella maggioranza dei comprensori della valle Padana l'incidenza della Cercosporiosi è rilevante, determinando nelle colture di barbabietola da zucchero non sufficientemente protette, gravi perdite di produzione e reddito. Un miglioramento quanti-qualitativo è conseguibile solo da una corretta applicazione della difesa.

Per ciò che riguarda il panorama varietale impiegato nel nostro Paese, negli ultimi anni la sperimentazione ha evidenziato un progressivo abbassamento generale del livello di resistenza genetica alla cercosporiosi a favore della produttività. Pertanto è giustificato l'impegno profuso nella individuazione di principi attivi e di strategie per un efficace controllo della malattia.

L'attività sperimentale del triennio 2003-2005 è stata caratterizzata sia da prove sulle strategie di controllo di *C.beticola* mediante programmi articolati alternando i p.a., sia studi sulla efficacia degli stessi indipendentemente dal loro impiego in programmi diversificati. Queste esperienze hanno evidenziato la forte affidabilità degli agrofarmaci a base di Qol (strobilurine), come il trifloxystrobin e l'azoxystrobin, che in condizioni di elevata infezione garantiscono, sia da soli a dose piena che in miscela a metà dose, un elevato grado di controllo della malattia. Partner di buon livello, come alcuni triazoli (SBI) quali il ciproconazolo e il tetraconazolo, hanno contribuito positivamente al contenimento del patogeno. Alcuni SBI hanno controllato meno efficacemente la malattia. Tuttavia è prematuro pensare al calo di efficacia di questi inibitori come conseguenza diretta dell'insorgenza di popolazioni fungine a ridotta sensibilità. In ogni caso l'alternanza dei principi attivi nelle diverse miscele dovrebbe ridurre il rischio di insorgenza di ceppi fungini a ridotta sensibilità e nel contempo consentire di controllare efficacemente la malattia con vantaggi produttivi rilevanti. Inoltre l'impiego di

---

principi attivi ad azione preventiva come il Clorthalonil, unica molecola con un meccanismo d'azione "di tipo multisito", può contribuire a ridurre il rischio di resistenza. Per un efficace controllo, questo fungicida, come evidenziato nella recente sperimentazione, va indirizzato insieme ad efficaci prodotti triazolici e posizionato prima o all'inizio della comparsa di *Cercospora b.* a cui devono far seguito miscele contenenti strobilurine ed endoterapici di alta valenza tecnica.

Per quanto attiene alla prova prodotti, considerando che i principi attivi sono stati utilizzati alla massima dose permessa e ripetuti in 2 situazioni ambientali con forte presenza della malattia, i migliori risultati si sono riscontrati sempre con le strobilurine. Questa famiglia chimica riesce attualmente a valorizzare qualsiasi partner appartenente alla famiglia dei triazoli. L'impiego di alcuni SBI da soli evidenzia flessioni produttive e di contenimento della malattia.

In presenza di apparati fogliari troppo rigogliosi, a parità di dose irrorata per ettaro, si può determinare una diminuzione della concentrazione fogliare dei fungicidi e quindi una minor efficacia (Rossi et al.). Questo è il motivo per cui è stata impostata una tesi per verificare se, quando il canopy fogliare è al massimo livello, accorciando i tempi di intervento e quindi aumentando la concentrazione del P.A. nella pianta, si può avere un miglior controllo della malattia. Il fatto di non aver osservato vantaggi significativi sul controllo della malattia tra questa soluzione e quella tradizionale può essere attribuito al ritardo nell'insorgenza della Cercosporiosi verificatosi nel 2005. Ciò può aver impedito di sfruttare al meglio la maggior concentrazione del prodotto nella pianta. Sarà, certamente necessario ripetere in futuro questa esperienza spostando l'intervallo tra i primi due trattamenti ravvicinati in coincidenza del maggior sviluppo epidemico di *C.beticola*.

*Si ringrazia per la cortese collaborazione: Bayer cropscience, BASF, Isagro Italia, Sipcam, Syngenta crop Protection.*

## REFERENCES

- SIEGEL M.R., Sterol-inhibiting fungicides: effects on sterol biosynthesis and sites of action. *Plant Disease*, 65, 986-989, 1981
- DEKKER, J. Acquired resistance to fungicides. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 14: 405-428, 1976
- BELTRAMI G., ZAVANELLA M. Strategie di lotta anticercosporica *L'Informatore Agrario*. 23, 71, 2004
- L. LANGUASCO, F. MOGGI, V. ROSSI, G. BELTRAMI, P. MERIGGI - Influenza dell'alternanza dei fungicidi sul livello di sensibilità in popolazioni di *Cercospora b.*. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2006, in stampa.
- LANGUASCO L., MERIGGI P., ROSSI V., GIOSUE' S., Sensibilità verso fungicidi IBS in popolazioni di *Cercospora beticola* raccolte in Val Padana. *Atti Giornate Fitopatologiche*, Montesilvano (Pescara) 4-6 maggio 2004, 2, 283-288., 2004

- 
- BELTRAMI G., ZAVANELLA M. Poche novità nella lotta a cercospora e oidio su bietola . L'informatore Agrario 22: 57 – 59, 2005
  - BYFORD W.J. A survey of foliar diseases of sugar beet and their control in Europe. In : Proceeding of the 59<sup>th</sup> Congress of international Institute for beet research, Bruxelles, Belgium: 1-10, 1996
  - MERIGGI P., ROSSI V., PAGANINI U., Cercospora leaf spot: integrated control in northern Italy. In proceeding of the 1st joint IIRB – ASSBT Congress, S. Antonio (USA): 333 – 350, 2003
  - KARAOGLANIDIS G.S., IOANNIDIS P.M., THANASSOULOPOULOS C.C., Changes in sensitivity of *Cercospora beticola* populations to sterol-demethylation.inhibiting fungicides during a 4-year period in northern Greece. *Plant Pathology*, 51, 55-62., 2002
  - ROSSI V., MERIGGI P., BIANCARDI E., ROSSO F. Effect of Cercospora leaf spot on sugar beet growth, yield and qualità. *Advances in Sugar Beet Research, IIRB*, vol. 2: 49 – 76, 2000

---

## COMPARISON BETWEEN RESISTANCE- MANAGEMENT STRATEGIES FOR CONTROLLING CERCOSPORA LEAF SPOT ON SUGAR BEET

G. BELTRAMI<sup>1</sup>, G. MAINES<sup>1</sup>, M. PIAZZI<sup>1</sup>, V. ROSSI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Beta S.C.a.r.l., Via Conca 75, Malborghetto (FE), Italy

<sup>2</sup> Istituto di Entomologia e Patologia vegetale, Università Cattolica S. Cuore,  
Via E. Parmense, 84, 29100 Piacenza, Italy

### ABSTRACT

By far the most important and dangerous fungal disease in Italy for sugar beet production is *Cercospora beticola* sac (CLS). which is present in most of our sugar beet production areas and especially in the Po valley.

The use of fungicides together with adoption of tolerant varieties help to control this disease. However in recent years control using tolerant varieties has become less important as there are no longer varieties which are *Cercospora* tolerant.

It is well known that CLS can develop populations showing reduced sensitivity to the fungicides commonly used in disease management. This has lead to the need to study agronomical alternatives available in our country and the best way of using them, paying particular attention to the potential creation of strains resistant to the most common chemical groups: SBI and QoI.

In this paper we wanted to investigate control methods for the disease avoiding, where possible, situations which could encourage resistant strains using low dose fungicides and repeated use of the product. A comparison has been made between repetitive products used for more than one treatment to study the efficiency of that product and between fungicide programmes using the alternation concept, both of which work efficiently on the biology of the fungus. We have also experimented the use of different interval times between treatments to verify the use of the products in the best possible way when the sugar beet canopy is at its maximum state of development. Our tests have shown very clearly, in relation to products, that the greatest effect is obtained by QoI (Azoxy or trifloxy-strobin), whether used on its own or together with triazole classes. At the strategic level we noted an important reduction of the disease when treatment started at the outset of the first symptoms, utilizing decisively alternation of products and however seeking to utilize strobin as the main component in the mixture.

### ABRÉGÉ

La maladie cryptogamique largement plus importante et dangereuse en Italie dans la culture de la betterave sucrière est le *Cercospora beticola* Sac



---

qui est présente dans une grande partie des zones betteravières et spécialement dans la plaine du Po.

Le control de cette maladie est fait avec l'aide de produits anticryptogamiques et à travers l'utilisation de variétés génétiquement tolérantes la maladie. Ce dernier aspect de la lutte à la maladie dans ces dernières années a perdu sensiblement d'importance à cause de l'actuelle faible présence de matériels génétiques avec une bonne tolérance au pathogène.

Il est bien connu que *C.beticola* est capable d'évoluer des populations qui ont une réduite sensibilité vers des différentes classes de fongicides que normalement on utilise dans la lutte.

De cette situation en est sorti la nécessité d'approfondir l'étude de moyens techniques à disposition dans notre pays et des stratégies meilleures sur leur emploi, particulièrement vis-à-vis de la possibilité de menace potentielle qu'il y ai l'apparition de souches résistantes aux plus connues matières chimiques actives : les SBI et les QoI.

Avec cette recherche on a voulu étudier les méthodes de contrôle de la maladie en évitant, en tant que possible, des situations qui peuvent favoriser la formation de souches résistantes comme l'utilisation de formulations à bas dosages ou la répétition de plusieurs traitements avec la même matière active.

On a mis en comparaison soit des produits utilisés pour plusieurs traitements pour étudier l'efficacité de la formulation, soit des programmes d'application du fongicide suivant le principe de l'alternance, mais qui présentaient une grande fiabilité dans l'efficacité biologique sur le champignon. On a, en outre, commencé un nouvel étude sur le différent intervalle des programmes de contrôle pour observer la possibilité de maîtriser au maximum l'efficacité du mélange sur la base du « canopy » de la culture au moment du traitement. Ces études ont montré très clairement , pour ce qui concerne les formules, que la plus grande efficacité biologique est à attribuer aux fongicides QoI (Strobilurines) soit employés seuls qu'en mélange avec les triazoles. Au niveau des stratégies de lutte on a remarqué que la maladie est plus contrastée : si on commence les traitements è l'apparition des premiers symptômes, si on choisit avec décision d'alterner les produits et si on utilise toujours des strobilurines comme composant principal du mélange.

## **KURZFASSUNG**

Die in Italien bei weitem wichtigste und gefährlichste Pilzkrankheit für den Zuckerrübenanbau ist die *Cercospora beticola* Sac. Sie ist in einem großen Teil unserer Zuckerrübengebiete präsent, vor allem in der Poebene.

Die Bekämpfung dieser Pflanzenkrankheit erfolgt sowohl durch den Einsatz von Pilzbekämpfungsprodukten als auch durch Einsatz von toleranten Arten. Die Bedeutung der letztgenannten Bekämpfungsart hat weitgehend deshalb an Bedeutung verloren, da effektiv krankheitstolerante Materialien heute kaum noch vorhanden sind.

---

Es ist bekannt, daß die *Cercospora beticola* Bevölkerungen mit einer reduzierten Sensibilität gegenüber den normalerweise zur Bekämpfung eingesetzten Fungiziden entwickeln kann.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die hierzulande verfügbaren technischen Mittel und die geeignetsten Einsatzmethoden derselben näher zu untersuchen, besonders im Hinblick auf das potentiell bedrohliche Aufkommen von Stöcken, die gegen die gängigsten Chemikalien resistent sind wie: SBI und Qol.

Bei dieser Untersuchung ist man besonders auf die Bekämpfungsmethoden eingegangen. Dabei wurden, soweit dies möglich war, Situationen vermieden, die das Aufkommen resistenter Stöcke begünstigen können, wie dies bei Einsatz von Formeln mit niedriger Dosierung oder wiederholtem Einsatz des Produkts der Fall ist.

Miteinander verglichen wurden sowohl für mehrere Behandlungen wiederholte Produkte, um die Wirkkraft der jeweiligen Formel zu überprüfen, also auch Programme zur Anwendung von Fungiziden nach dem Prinzip der Alternanz, deren biologische Wirkung auf die Pilzkrankheit in hohem Maße zuverlässig sind. Es wurde außerdem die Anwendung verschiedener Zeitintervalle ausprobiert, um die Möglichkeit, eine auf die angebaute Kanope basierende Mischung zum Beginn der Behandlung maximal auszuschöpfen. Diese Tests zeigten mit aller Deutlichkeit, daß – was die Formeln betrifft – Qol-Fungizide (Strobilurine) biologisch maximal wirksam sind, und zwar sowohl bei ausschließlichem Einsatz als auch in Verbindung mit Triazolen. Strategisch gesehen, bemerkten wir eine wesentliche Reduktion der Krankheit, wenn die Bekämpfung bei Auftreten erster Symptome durchgeführt wurde, durch entschiedenes Einsetzen der Produktalternanz und durch Einsetzen von Strobilurin als Hauptpartner der Mischung.

## INTRODUCTION

Most products used against CLS contain fungicides from two groups, the SBI (divided into sterol demetilation inhibitor – DMI and Sterol Biosynthesis Inhibitor - Morfoline), and the more recently introduced Qol (mitochondrial inhibitor respiration) (Siegel, 1981 – Dekker, 1976). The present paper is based on a three year series of trials carried out in various localities in the Po valley in Italy, where numerous combinations of mixtures and strategies for control of the disease were tried out (Beltrami et al., 2004). Furthermore, in collaboration with the Vegetal Pathology Institute Sacro Cuore of Piacenza University, the tests continued with studies on the populations and strains of fungus present in the test areas (Languasco et al., 2004-2006).

The main scope of the present research is:

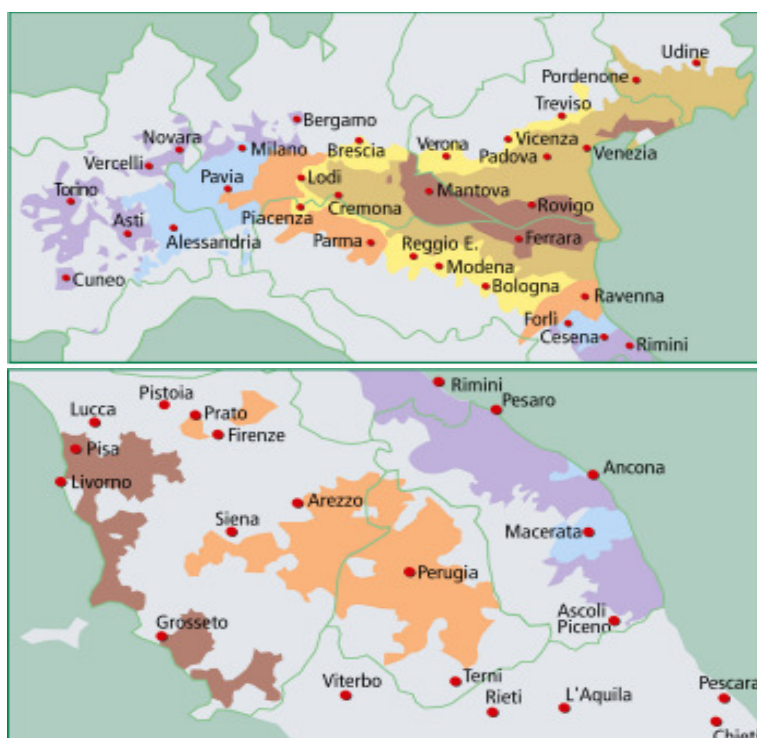
- To establish which could be the best strategies to contain the disease;
- To individuate whether in certain cultivation areas there could be risks of appearance of positive cross resistance between the two chemical groups cited above, often present in the mixtures.

---

## MATERIALS AND METHODS

In 2003, 2004 and 2005 6 experimental trials of sugar beet were sown in Emilia Romagna (Fig.2). The sugar beet growing areas in Italy were subdivided into distinct geographical areas according to the intensity of disease (areas 1-6), (Byford, 1996), (Meriggi et al., 2003), (Beltrami et al., 2005) Fig.1.

*Fig. 1 – Subdivision in Italian areas with different epidemic risk and indication about the beginning and the number of treatments in connection with the harvesting.*



Areas and levels of risk	beginning of treatments	Harvesting time and number of treatments		
		Begginig of harvesting - 20 August	20 August - 10 september	10 September - end of harvesting
1	18 - 25/6	2	3	4
2	22 - 29/6	2	3	4
3	26/6 - 03/7	1 - 2	2 - 3	3
4	30/6 - 07/7	1	2	3
5	4 - 12/7	1	2	3
6	8 - 15/7	1	2	2

In 2003 one of the two trials was carried out at Lavezzola (RA), on Ornella variety (sensible to CLS), in risk area 3 (intermediate), on a farm where SBI had been used for several years but only recently Qol.

The same combination was also utilized at Passo Segni (BO), area with bigger risk (risk 2), (Tab.1).

Tab. 1 – Experimental plots 2003 – 2004 with Ornella variety.

Plots	Beggining of treatments	First treatm.	Second treatm.	Third treatm.
1	Test untreated	-	-	-
2	program of fixed intervals	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha
3	"	Difenoconazolo 70 g/Ha + Fenpropidin 262 g/Ha	Azoxystrobin 125 g/Ha + Difenoconazolo 62,5 g/Ha	Azoxystrobin 125 g/Ha + Difenoconazolo 62,5 g/Ha
4	"	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 100 g/Ha
5	"	Trifloxystrobin 150 g/Ha + Ciproconazolo 64 g/Ha	Trifloxystrobin 150 g/Ha + Ciproconazolo 64 g/Ha	Tetraconazolo 100 g/Ha
6	"	Tetraconazolo 100 g/Ha	Azoxystrobin 250 g/Ha	Azoxystrobin 250 g/Ha

In 2004 experimental fields were again sown at Passo Segni (BO) and Fiumazzo (RA) (area risk 3), using always Ornella, utilizing the same schemes, mixtures and strategies for both localities (Tab.1).

In 2005 experimental fields were sown at Passo Segni (BO) and Massafiscaglia (FE) (area risk 1), In both localities GEA variety, with little tolerance, was used.

Tab. 2 – Experimental plots field “products” 2005 with cv Gea.

Plots	Active substance	g/Ha
1	Tetraconazolo + Clortalonil	80 750
2	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64
3	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5
4	Azoxystrobin + Tetraconazolo	125 44
5	Azoxystrobin + Flutriafol	125 29,5
6	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
7	Tetraconazolo	100
8	Difenoconazolo	75
9	Epossiconazolo	93,7
10	Azoxystrobin + Epossiconazolo	125 75
11	Flutriafol	41,3
12	Prochloraz + Propiconazolo	600 135
13	Test untreated	-

Tab. 3 – Experimental plots field “strategies” 2005 with cv Gea

Plots	First treatm.	g/Ha	Second treatm.	g/Ha	Third treatm.	g/Ha
1	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
2	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5	Trifloxystrobin + Ciproconazolo (+ 10 gg)	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin (+ 25 gg)	70 262,6
3	Epossiconazolo + Azoxystrobin	75 + 125	Epossiconazolo + Azoxystrobin	75 + 125	Epossiconazolo	93,7
4	Tetraconazolo + Clorotalonil	80 750	Tetraconazolo + Clorotalonil	80 750	Tetraconazolo	100
5	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
6	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5
7	Tetraconazolo + Clorotalonil	80 750	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
8	Test untreated		Test untreated		Test untreated	

Unlike previous years the trials were subdivided into 2 series:

- The test “products” to verify the efficiency of SBI and QoI against CLS, and to pinpoint eventual reduction of efficacy of the disease control, repeating treatments using the same products (Tab.2).
- The test “strategies” to chose the best program of treatment to control CLS applying the concept of alternating fungicides in the various mixtures (Tab.3).

In these trials a plot (2) was added in which there was an interval of ten days between the first and second treatment and 25 days between the second and third compared to the traditional interval of eighteen days.

The test crops were sown from February to March and harvested from late September to early October.

An experimental design in random blocks with 4 repetitions and plots of 6.75 m<sup>2</sup> were used. In order to reduce as much as possible the effect of spraying on neighbouring land, wide borders were left (Karaoglanidis *et al.* 2002).

The treatments for CLS were scheduled with a program of fixed intervals (every 18-20 days).

Visits to assess the presence and extent of the disease on the affected leaf area (A.F.A. %), (Rossi *et al.*, 2000) were carried out periodically.

The samples of sugar beet taken from each plot were analysed in order to establish the principal quantitative-qualitative parameters (Root yield, Sugar content, gross sugar yield in tons, pureness of dense juice (PSD), gross income (PLV). This data was elaborated with AOV to test the significant differences into the plots and to the test LSD (P=0,05 for the comparison of the average) (Student-Newman-Keuls test).

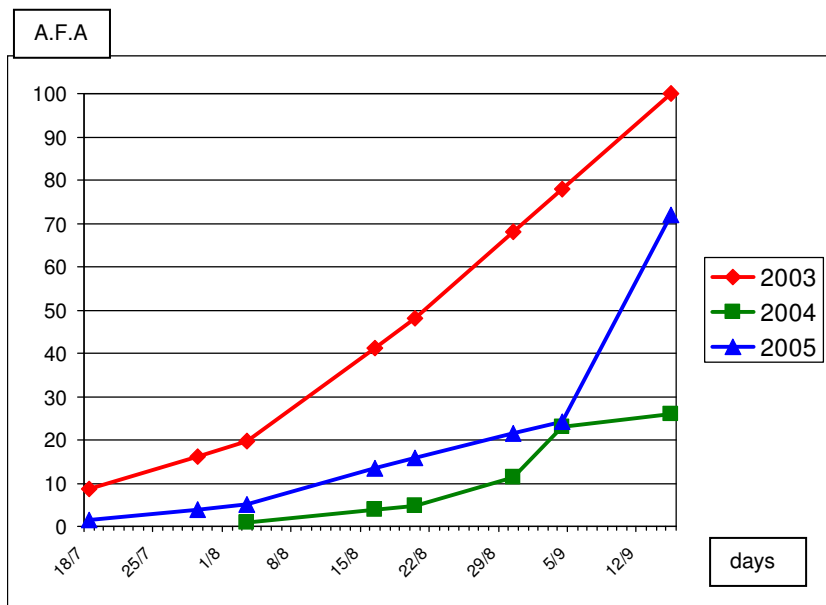
Fig. 2 – Location of trials 2003-2005.



**RESULTS**

The evolution of the disease in the period 2003/05 is represented in Fig.3 reported to tests without fungicides.

Fig. 3 – Evolution of epidemiological development of *Cercospora b* (test not treated) in some localities 2003 – 2005 with not or little tolerant varieties .



In 2003 there was regular but decisive epidemiological development of the disease with the important phase of growth in mid August. In comparison 2004 was characterized by low incidence of the disease up to harvesting time while in 2005 there has been late of the fungus but with the most aggressive phase of the disease coming later, in comparison with that usually happens.

In 2003 (tab.4) the plot which used trifloxystrobin + cyproconazolo in the first 2 treatments and tetraconazolo (plot 5) in the third was the best, followed by the one with azoxystrobin and tetraconazolo using half doses for the first 2 treatments and the normal dose of tetraconazolo for the third treatment (plot 4).

The percentage increase of gross income was 34.5% and 30% respectively for the untreated plot.

As a result of the high level of efficiency of the treatments and resulting production levels, we can suppose that there were no reductions in the efficiency of fungicides which could presume the existence of resistant strains.

In 2004 there were no differences between the plots regarding either symptomatology of the disease or for results of production, no doubt owing to the low incidence of the disease which led to one of the lowest levels in recent years.

The best combination, that of tetraconazolo in the first treatment and azoxystrobin for the remaining 2 (plot 6), showed a positive gap of only 7,3% at harvesting compared to the untreated plot, a difference which was not however statistically important.

*Tab. 4 - Principal quantitative-qualitative parameters Average of 2 localities. Year 2003. Results expounded en % to the untreated plot.*

*\*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).*

Plots	A.F.A. %	Root yield	Sugar content	Gross sugar yield	PSD	PLV
1	97,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	26,3	113,0	107,9	122,5	101,0	128,9
3	25,5	114,0	107,9	123,6	101,1	129,8
4	44,1	115,8	106,3	124,5	100,8	130,0
5	26,7	121,3	105,7	129,2	100,7	134,5
6	23,6	111,0	104,6	115,9	100,4	119,1
<b>AOV</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>
<b>Res.Test Untreated</b>	<b>97,4</b>	<b>58,5</b>	<b>15,1</b>	<b>8,7</b>	<b>91,5</b>	<b>2282</b>
<b>DMS 0,05</b>	<b>6,10</b>	<b>10,76</b>	<b>3,50</b>	<b>11,41</b>	<b>0,53</b>	<b>12,49</b>

Tab. 5 - Principal quantitative-qualitative parameters. Average of 2 localities. Year 2004. Results expounded en % to the untreated plot.

\*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).

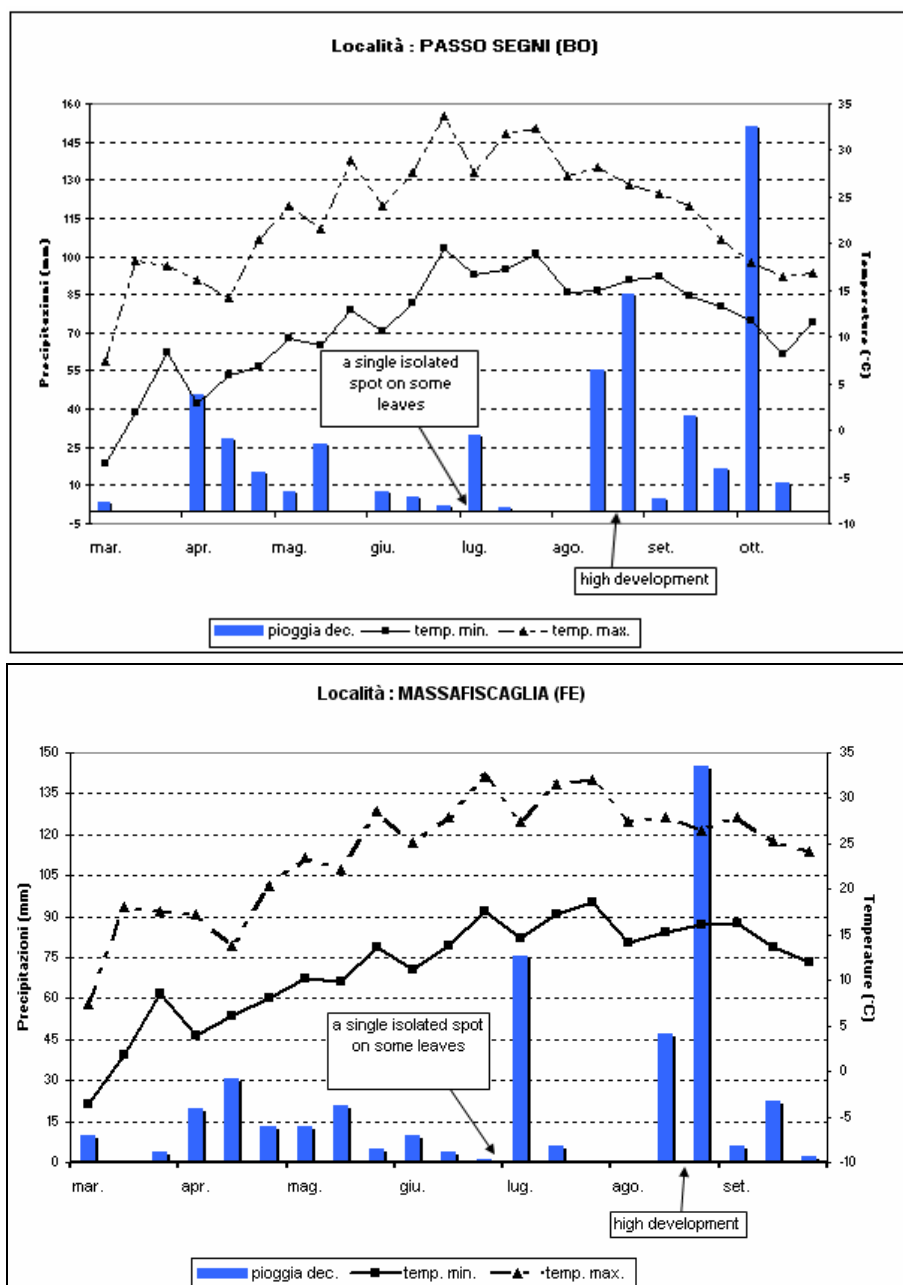
Plots	A.F.A. %	Root yield	Sugar content	Gross sugar yield	PSD	PLV
1	34,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	2,4	96,3	101,6	97,4	100,7	98,1
3	2,1	94,7	100,1	94,3	99,9	94,0
4	3,9	96,5	100,5	96,3	99,9	96,1
5	2,3	97,0	102,7	100,1	100,7	102,1
6	14,3	105,6	100,4	106,6	100,0	107,3

AOV	3,74	ns	ns	ns	ns	ns
Res.Test Untreated	34,2	84,0	14,7	12,2	90,5	3582

In 2005 the disease appeared in the 2 localities at the beginning of July and it shown a great increase in the month of August(Fig.4).



Fig. 4 – Growing season and development of the disease in 2 localities. Year 2005.

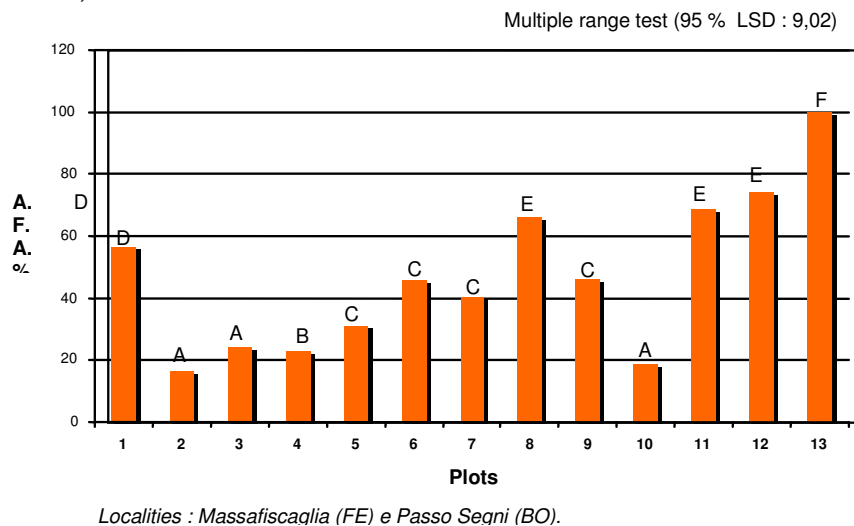


We can see the high level of control by trifloxystrobin mixed with ciproconazolo (plot 2) followed by epossiconazolo + azoxystrobin (plot 10) with 16,3% and 18,5% of A.F.A. respectively (Fig.5).

Among the best mixtures there are however also other combinations containing strobilurine (plots 3, 4 e 5)

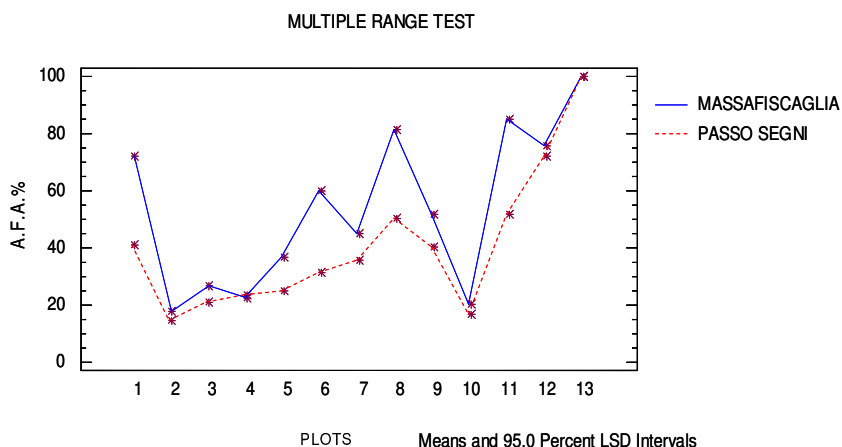
In the triazoles we can note a certain reduction in efficiency when only difenoconazolo (plot 8) (A.F.A. 65,9%) is used (A.F.A. 65,9%), compared to the other mixtures previously described.

Fig. 5 – Trial “products” 2005. Graphic representation of A.F.A in 2 localities. The same letter are not significantly different at P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).



The trend of the plots is not significantly different in the 2 localities(Fig 6).

Fig. 6 – Trial “products” 2005. Interaction localities x products. Statistic incidence is 6.9%.



Production results (Fig.7) indicate that trifloxystrobin with ciproconazolo (plot 2) and epossiconazolo + azoxystrobin (plot 10), with increases of 34,6% and

---

32% respectively, compared to the untreated test, were the best among the plots regarding gross income (PLV).

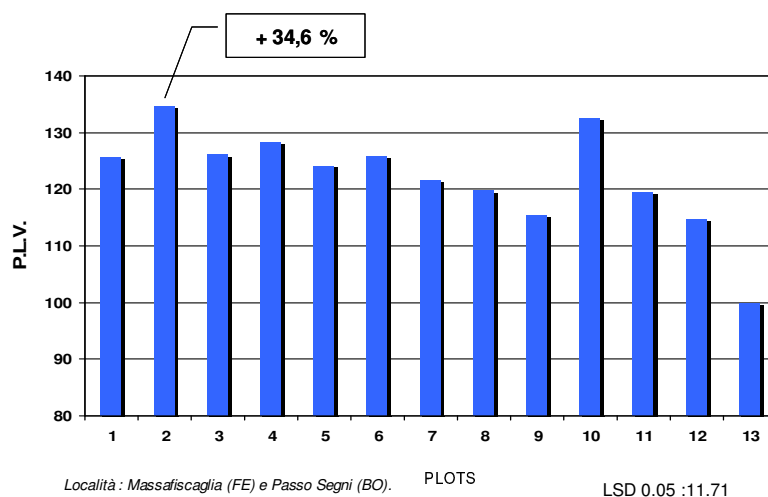
Tetraconazolo + azoxystrobin (plot 4) +28%), l'azoxystrobin + difenoconazolo (plot 3) (+26%) and difenoconazolo + fenpropidin (plot 6) (+25,8%) also gave good results.

The use of epossiconazolo (plot 9) and difenoconazolo (plot 8) on their own (+15,4% e +19,6%, respectively) gave less efficient results.

The qualitative parameter (purity of dense juice - PSD) showed no significant differences between the plots

Fig.7 - Trial "products" 2005. Payment to producer (P.L.V.) expounded en % to the untreated plot. Average of 2 localities.

\*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).



In the trials on strategies of use of fungicides (Fig.8), the best results were obtained with plot 5 (trifloxystrobin + ciproconazolo in the first 2 treatments and difenoconazolo in the 3<sup>rd</sup>) and plot 7 (chorothalonil + tetraconazolo in the first treatment, trifloxystrobin + ciproconazolo in the 2<sup>nd</sup> and in the 3<sup>rd</sup> difenoconazolo + fenpropidin) with A.F.A. 18,3% e 23,9% respectively.

Plot 1, which used azoxystrobin + difenoconazolo in the first treatment, followed by the 2<sup>nd</sup> with trifloxystrobin and ciproconazolo and difenoconazolo + fenpropidin in the 3<sup>rd</sup> in fixed rota (18-20 days), reached a good level (A.F.A 26%).

The same sequence (plot 2), but with shorter intervals (10 days) for the 2<sup>nd</sup> treatment and longer intervals (25 days) for the 3<sup>rd</sup>, control of the disease was inferior (A.F.A. 37,9%).

Also in this case the trial locality had no significant effect (Fig.9).

Fig. 8 - Trial "strategies" 2005. Graphic representation of A.F.A in 2 localities. The same letter are not significantly different at  $P=0.05$  (Student-Newman-Keuls test).

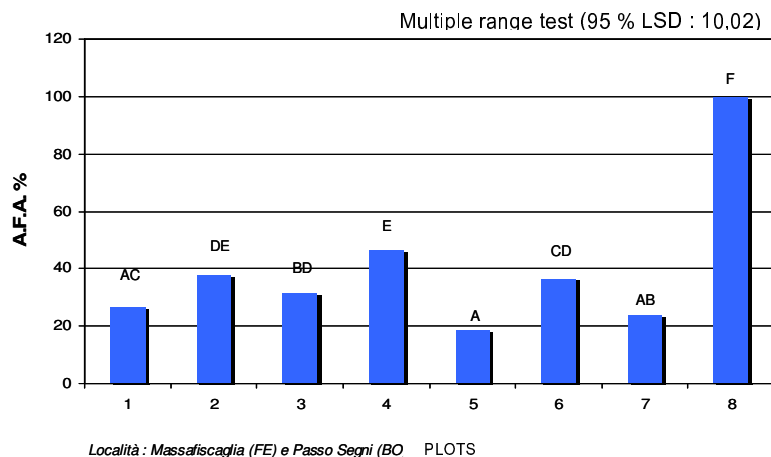
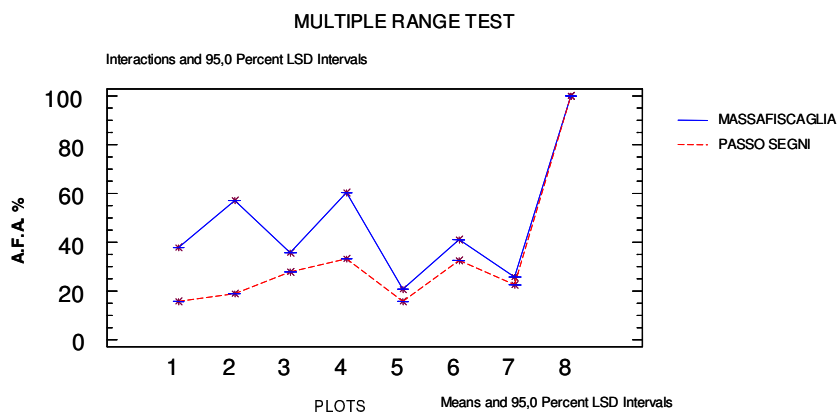


Fig. 9 – Trials "strategies" 2005. Interaction localities x products. Statistic incidence is 7,8%



As far as the gross income (PLV) (Fig.10) is concerned plot 7 (+27,3% compared to untreated test), 5 (+26,5%) and 3 (+24,7%) reached optimal levels of production.

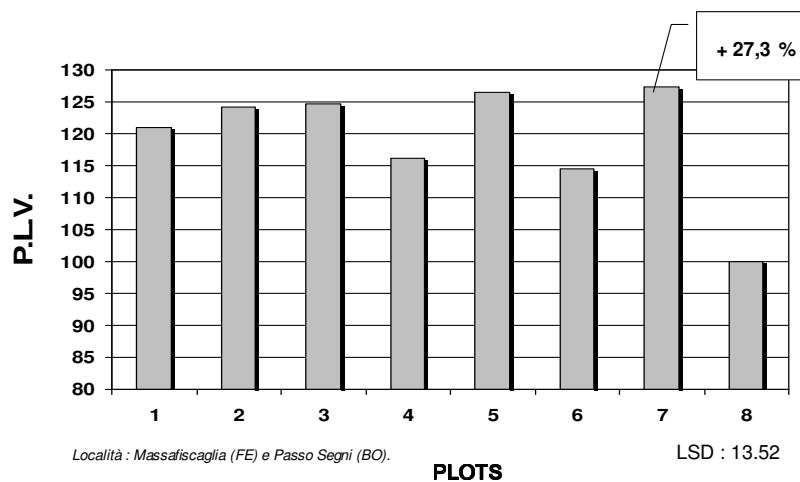
Comparison between a traditional and a shorter interval between treatments (plot 1 and 2) did not show any significant production differences probably due to delay in the epidemiological phase of the disease.

The plots in which strobilurine were absent or where they were used with less efficient partners produced no satisfactory production results.

The qualitative parameter (pureness of dense juice - PSD), of greatest interest to industry, showed no significant differences between the plots.

Fig. 10 - Trial "strategies" 2005. Payment to producer (P.L.V.) expounded en % to the untreated plot. Average of 2 localities.

\*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).



## CONCLUSION

In most areas of the Po valley, the incidence of CLS is high, causing great losses in production and income, for sugar beet crops which are not sufficiently protected.

A better quantitative-qualitative results can only be obtained by correct fungus control.

Regarding seed varieties available in our country, in recent years, ours trials have shown a progressive general lowering of the genetic resistance to CLS in favour of production parameters

For these reasons we can justify our great concern in individuating chemical products and strategies for efficient control of the disease.

Trials in the period 2003-2005 were characterized both by trials of strategies for control of CLS using programs which alternate the active substances, and by studies to test the efficiency of the same products, independently of their use in diversified programs.

This experience has underlined the great efficiency of chemical products based on Qol (strobilurine), that is trifloxystrobin and azoxystrobin, which in the presence of extensive infection guarantee a very high level of disease control, whether using the maximum dose permitted only or mixed with other products and using half the recommended dose.

Valid partners, such as several triazoles (SBI), cyproconazole and tetraconazole, have made a positive contribution to reduction of the disease. Some SBI have controlled the disease in a less efficient way.

However it is premature to consider the loss in efficiency of these inhibitors as a direct consequence of the appearance of fungus with reduced sensibility.

---

In any case the alternation of the active substances in the various mixtures should reduce the risk of development of fungus strains with reduced sensibility and at the same time to permit efficient control of the disease with important productive advantages.

Moreover the use of active substances with preventive action, like Clorthalonil, the only molecule with a biological “multiplace type action”, can contribute to reduce risk of resistance.

For efficient control, this fungicide, as shown in recent trials, should be used together with valid triazoles and must be used before or at the onset of CLS which must be followed by mixtures containing strobilurines and endotherapeutic products of high technical level.

Regarding the trial products, considering that the active substances were used with maximum dose permitted and repeated in 2 localities with extensive presence of the disease, the best results were always obtained with strobilurines.

This chemical family at the moment succeeds in improving any partner of the family triazoles.

The use of some SBI on their own shows productive losses and losses in control of the disease.

Where the leaf system is too vigorous, with equal sprayings per hectare, a reduction of the leaf concentration of the fungicides and thus a minor efficiency can be seen. (Rossi et al.)

This is the reason why a plot has been programmed to verify whether, when the leaf canopy is at its maximum level, by shortening the period of the treatment and thus increasing the concentration of the active substance in the sugar beet, there could be a better control of the disease.

The fact of not having observed significant advantages regarding control of the disease between this method and the traditional one may be attributed to delay in the appearance of CLS in 2005.

This may have impeded the best exploitation of the greatest concentration of the fungicides in sugar beet.

It will no doubt be necessary to repeat this experience in the future moving the interval between the first 2 close treatments to coincide with the major epidemic development of CLS.

*We wish to thank Bayer cropscience, BASF, Isagro Italia, Sipcam, Syngenta crop Protection for their generous collaboration.*

## REFERENCES

- SIEGEL M.R., Sterol-inhibiting fungicides: effects on sterol biosynthesis and sites of action. *Plant Disease*, 65, 986-989, 1981
- DEKKER, J. Acquired resistance to fungicides. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 14: 405-428, 1976
- BELTRAMI G., ZAVANELLA M. Strategie di lotta anticercosporica *L'Informatore Agrario*. 23, 71, 2004

- 
- L. LANGUASCO, F. MOGGI, V. ROSSI, G. BELTRAMI, P. MERIGGI - Influenza dell'alternanza dei fungicidi sul livello di sensibilità in popolazioni di *Cercospora b.*. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2006, in stampa.
  - LANGUASCO L., MERIGGI P., ROSSI V., GIOSUE' S., Sensibilità verso fungicidi IBS in popolazioni di *Cercospora beticola* raccolte in Val Padana. *Atti Giornate Fitopatologiche*, Montesilvano (Pescara) 4-6 maggio 2004, 2, 283-288., 2004
  - BELTRAMI G., ZAVANELLA M. Poche novità nella lotta a cercospora e oidio su bietola . *L'informatore Agrario* 22: 57 – 59, 2005
  - BYFORD W.J. A survey of foliar diseases of sugar beet and their control in Europe. In : *Proceeding of the 59<sup>th</sup> Congress of international Institute for beet research*, Bruxelles, Belgium: 1-10, 1996
  - MERIGGI P., ROSSI V., PAGANINI U., *Cercospora* leaf spot: integrated control in northern Italy. In *proceeding of the 1st joint IIRB – ASSBT Congress*, S. Antonio (USA): 333 – 350, 2003
  - KARAOGLANIDIS G.S., IOANNIDIS P.M., THANASSOULOPOULOS C.C., Changes in sensitivity of *Cercospora beticola* populations to sterol-demethylation.inhibiting fungicides during a 4-year period in northern Greece. *Plant Pathology*, 51, 55-62., 2002
  - ROSSI V., MERIGGI P., BIANCARDI E., ROSSO F. Effect of *Cercospora* leaf spot on sugar beet growth, yield and qualità. *Advances in Sugar Beet Research*, IIRB, vol. 2: 49 – 76, 2000

---

# Comparaison parmi les stratégies de défense contre *Cercospora b.* basées sur l'alternance de différentes matières actives

G. BELTRAMI<sup>1</sup>, G. MAINES<sup>1</sup>, M. PIAZZI<sup>1</sup>, V. ROSSI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Beta S.C.a.r.l., Via Conca 75, Malborghetto (FE), Italy

<sup>2</sup> Istituto di Entomologia e Patologia vegetale, Università Cattolica S. Cuore, Via E. Parmense, 84, 29100 Piacenza, Italy

## ABRÉGÉ

La maladie cryptogamique largement plus importante et dangereuse en Italie dans la culture de la betterave sucrière est le *Cercospora beticola* Sac qui est présente dans une grande partie des zones betteravières et spécialement dans la plaine du Po.

Le control de cette maladie est fait avec l'aide de produits anticryptogamiques et à travers l'utilisation de variétés génétiquement tolérantes la maladie. Ce dernier aspect de la lutte à la maladie dans ces dernières années a perdu sensiblement d'importance à cause de l'actuelle faible présence de matériels génétiques avec une bonne tolérance au pathogène.

Il est bien connu que *C.beticola* est capable d'évoluer des populations qui ont une réduite sensibilité vers des différentes classes de fongicides que normalement on utilise dans la lutte.

De cette situation en est sorti la nécessité d'approfondir l'étude de moyens techniques à disposition dans notre pays et des stratégies meilleures sur leur emploi, particulièrement vis-à-vis de la possibilité de menace potentielle qu'il y ait l'apparition de souches résistantes aux plus connues matières chimiques actives : les SBI et les QoI.

Avec cette recherche on a voulu étudier les méthodes de contrôle de la maladie en évitant, en tant que possible, des situations qui peuvent favoriser la formation de souches résistantes comme l'utilisation de formulations à bas dosages ou la répétition de plusieurs traitements avec la même matière active.

On a mis en comparaison soit des produits utilisés pour plusieurs traitements pour étudier l'efficacité de la formulation, soit des programmes d'application du fongicide suivant le principe de l'alternance, mais qui présentaient une grande fiabilité dans l'efficacité biologique sur le champignon. On a, en outre, commencé un nouvel étude sur le différent intervalle des programmes de contrôle pour observer la possibilité de maîtriser au maximum l'efficacité du mélange sur la base du « canopy » de la culture au moment du traitement. Ces études ont montré très clairement, pour ce qui concerne les formules, que la plus grande efficacité biologique est à attribuer aux fongicides QoI (Strobilurines) soit employés seuls qu'en mélange avec les triazoles. Au niveau des stratégies de lutte on a remarqué



---

que la maladie est plus contrastée : si on commence les traitements à l'apparition des premiers symptômes, si on choisit avec décision d'alterner les produits et si on utilise toujours des strobilurines comme composant principal du mélange.

## **ABSTRACT**

By far the most important and dangerous fungal disease in Italy for sugar beet production is *Cercospora beticola* sac. which is present in most of our sugar beet production areas and especially in the Po valley.

The use of fungicides together with adoption of tolerant varieties help to control this disease. However in recent years control using tolerant varieties has become less important as there are no longer varieties which are *Cercospora* tolerant.

It is well known that *Cercospora beticola* can develop populations showing reduced sensitivity to the fungicides commonly used in disease management. This has led to the need to study agronomical alternatives available in our country and the best way of using them, paying particular attention to the potential creation of strains resistant to the most common chemical groups: SBI and Qol.

In this paper we wanted to investigate control methods for the disease avoiding, where possible, situations which could encourage resistant strains using low dose fungicides and repeated use of the product. A comparison has been made between repetitive products used for more than one treatment to study the efficiency of that product and between fungicide programmes using the alternation concept, both of which work efficiently on the biology of the fungus. We have also experimented the use of different interval times between treatments to verify the use of the products in the best possible way when the sugar beet canopy is at its maximum state of development. Our tests have shown very clearly, in relation to products, that the greatest effect is obtained by Qol (Azoxy or trifloxy-strobin), whether used on its own or together with triazole classes. At the strategic level we noted an important reduction of the disease when treatment started at the outset of the first symptoms, utilizing decisively alternation of products and however seeking to utilize strobin as the main component in the mixture.

## **KURZFASSUNG**

Die in Italien bei weitem wichtigste und gefährlichste Pilzkrankheit für den Zuckerrübenanbau ist die *Cercospora beticola* Sac. Sie ist in einem großen Teil unserer Zuckerrübengebiete präsent, vor allem in der Poebene.

Die Bekämpfung dieser Pflanzenkrankheit erfolgt sowohl durch den Einsatz von Pilzbekämpfungsprodukten als auch durch Einsatz von toleranten Arten. Die Bedeutung der letztgenannten Bekämpfungsart hat weitgehend deshalb an Bedeutung verloren, da effektiv krankheitstolerante Materialien heute kaum noch vorhanden sind.

Es ist bekannt, daß die *Cercospora beticola* Bevölkerungen mit einer reduzierten Sensibilität gegenüber den normalerweise zur Bekämpfung eingesetzten Fungiziden entwickeln kann.

---

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die hierzulande verfügbaren technischen Mittel und die geeignetsten Einsatzmethoden derselben näher zu untersuchen, besonders im Hinblick auf das potentiell bedrohliche Aufkommen von Stöcken, die gegen die gängigsten Chemikalien resistent sind wie: SBI und QoI.

Bei dieser Untersuchung ist man besonders auf die Bekämpfungsmethoden eingegangen. Dabei wurden, soweit dies möglich war, Situationen vermieden, die das Aufkommen resistenter Stöcke begünstigen können, wie dies bei Einsatz von Formeln mit niedriger Dosierung oder wiederholtem Einsatz des Produkts der Fall ist.

Miteinander verglichen wurden sowohl für mehrere Behandlungen wiederholte Produkte, um die Wirkkraft der jeweiligen Formel zu überprüfen, also auch Programme zur Anwendung von Fungiziden nach dem Prinzip der Alternanz, deren biologische Wirkung auf die Pilzkrankheit in hohem Maße zuverlässig sind. Es wurde außerdem die Anwendung verschiedener Zeitintervalle ausprobiert, um die Möglichkeit, eine auf die angebaute Kanope basierende Mischung zum Beginn der Behandlung maximal auszuschöpfen. Diese Tests zeigten mit aller Deutlichkeit, daß – was die Formeln betrifft – QoI-Fungizide (Strobilurine) biologisch maximal wirksam sind, und zwar sowohl bei ausschließlichem Einsatz als auch in Verbindung mit Triazolen. Strategisch gesehen, bemerkten wir eine wesentliche Reduktion der Krankheit, wenn die Bekämpfung bei Auftreten erster Symptome durchgeführt wurde, durch entschiedenes Einsetzen der Produkialternanz und durch Einsetzen von Strobilurin als Hauptpartner der Mischung.

## INTRODUCTION

La plus grande partie des produits fongicides employés pour lutter contre *Cercospora beticola* sont à base de matières actives appartenantes à deux groupes chimiques, les SBI ( divisés en inhibiteurs de la demethilisation des Steroles – DMI et inhibiteurs de la synthèse des steroles - Morfoline) et l'autre de plus récente introduction, les QoI (inhibiteurs de la respiration mitochondriale) (Siegel, 1981 – Dekker, 1976).

L'étude exposé est le résultat de trois ans d'essais effectués en Italie et en différentes localités de la plaine du Po, ou on a essayé plusieurs combinaisons de mélanges et stratégies pour le contrôle de la maladie (Beltrami et autres, 2004). En autre, en collaboration avec l'institut de Pathologie Végétale de l'Université Sacre Cœur de Plaisance, les recherches sont poursuivies en étudiant les populations et les souches du champignon qui étaient présents dans les lieux d'essai (Languasco et al., 2004-2006).

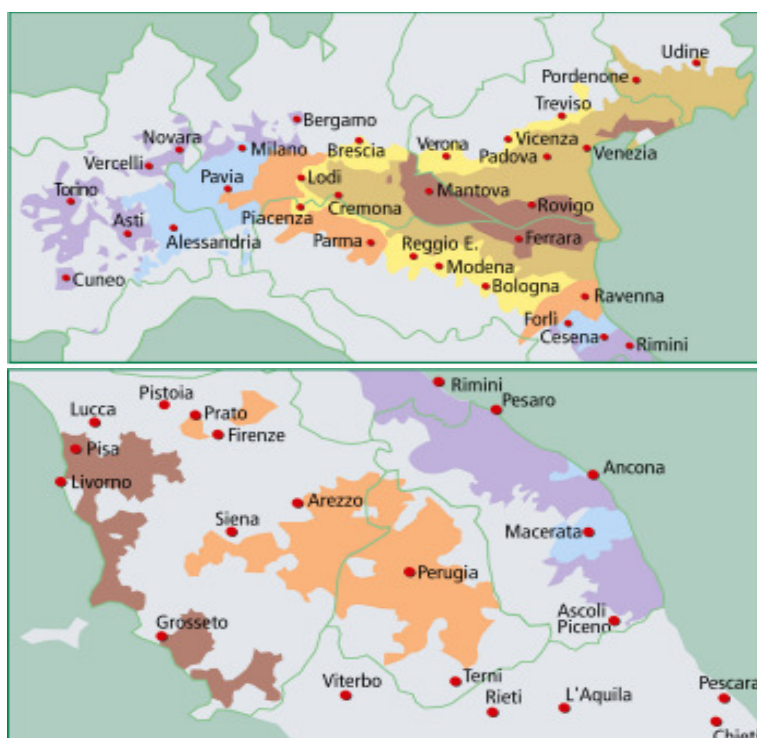
Les principaux buts de cette recherche sont :

- Etablir quelles peuvent être les meilleures stratégies pour combattre la maladie
- Etablir si dans certaines lieux de culture il y a des risques de retrouver de la résistance croisée positive parmi les composants des deux familles chimiques dont on a parlé plus haut et fréquemment présents dans les mélanges.

## MATERIELS ET METHODES

Dans les années 2003, 2004 e 2005 on a mis en place en Emilie Romagne 6 champs d'essais de betterave sucrière (Fig.2). Les zones betteravières italiennes on les a divisées, sur la base d'expériences directes conduites par différents organismes de recherche nationales, en lieux géographiquement bien distincts selon la gravité de la maladie ( aire 1 – aire 6) (Byford, 1996),(Meriggi et autres, 2003), (Beltrami et autres, 2005) Fig.1.

Fig. 1 – Subdivision des zones italiennes a différent risque de la maladie et indication du début et du numéro des traitements en fonction de la récolte.



Zones à différent niveau de risque	Debut des traitements	Periode de récolte et numéro des traitements		
		Debut récolte - 20 aout	20 aout - 10 septembre	10 septembre - fin de la récolte
1	18 - 25/6	2	3	4
2	22 - 29/6	2	3	4
3	26/6 - 03/7	1 - 2	2 - 3	3
4	30/6 - 07/7	1	2	3
5	4 - 12/7	1	2	3
6	8 - 15/7	1	2	2

En 2003, un des deux essais à été conduit à Lavezzola (RA), sur la variété Ornella (sensible a *C.beticola*) en aire de risque 3 (intermédiaire), dans une

ferme dans laquelle pour plusieurs années on employait des produits à base de SBI et seulement récemment à base de Qol. Le même essais a été expérimenté à Passo Segni (BO), aire a plus grand risque (risque 2),(Tab. 1).

Tab. 1 – Objets experimentals 2003 – 2004 avec cv Ornella.

Objets	Debut traitements	1° traitement	2° traitement	2° traitement
1	Temoin	-	-	-
2	calendrier	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha
3	"	Difenoconazolo 70 g/Ha + Fenpropidin 262 g/Ha	Azoxystrobin 125 g/Ha + Difenoconazolo 62,5 g/Ha	Azoxystrobin 125 g/Ha + Difenoconazolo 62,5 g/Ha
4	"	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 50 g/Ha + Azoxystrobin 125 g/Ha	Tetraconazolo 100 g/Ha
5	"	Trifloxystrobin 150 g/Ha + Ciproconazolo 64 g/Ha	Trifloxystrobin 150 g/Ha + Ciproconazolo 64 g/Ha	Tetraconazolo 100 g/Ha
6	"	Tetraconazolo 100 g/Ha	Azoxystrobin 250 g/Ha	Azoxystrobin 250 g/Ha

En 2004 les champs d'essais ont été placés encore à PassoSegni et à Fiumazzo (RA) (aire à risque 3), toujours sur variété Ornella, en utilisant les mêmes schémas, mélanges et stratégies pour toutes les deux localités (Tab 1). En 2005 les champs d'expérimentation on les a emblavés à Passo Segni (BO) et à Massafiscaglia (FE) (aire à risque 1). Dans toutes les deux localités la variété employée a été GEA, moyennement sensible a la maladie.

Tab. 2 – Objets expérimentales champ « produits » 2005 avec cv. Gea.

Objets	Matières actives	g/Ha
1	Tetraconazolo + Clortalonil	80 750
2	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64
3	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5
4	Azoxystrobin + Tetraconazolo	125 44
5	Azoxystrobin + Flutriafol	125 29,5
6	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
7	Tetraconazolo	100
8	Difenoconazolo	75
9	Epossiconazolo	93,7
10	Azoxystrobin + Epossiconazolo	125 75
11	Flutriafol	41,3
12	Prochloraz + Propiconazolo	600 135
13	Temoin	-

Tab. 3 – Objets expérimentales champ « stratégies » 2005 avec cv.Gea.

Objets	1° tratt.	g/Ha	2° tratt.	g/Ha	3° tratt.	g/Ha
1	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
2	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5	Trifloxystrobin + Ciproconazolo (+ 10 gg)	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin (+ 25 gg)	70 262,6
3	Eposiconazolo + Azoxystrobin	75 + 125	Eposiconazolo + Azoxystrobin	75 + 125	Eposiconazolo	93,7
4	Tetraconazolo + Clortalonil	80 750	Tetraconazolo + Clortalonil	80 750	Tetraconazolo	100
5	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
6	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5	Azoxystrobin + Difenoconazolo	125 62,5
7	Tetraconazolo + Clortalonil	80 750	Trifloxystrobin + Ciproconazolo	150 64	Difenoconazolo + Fenpropidin	70 262,5
8	Temoin		Temoin		Temoin	

Par rapport aux ans précédents les essais on les a divisés en deux séries :

- L'essai « produits » avec le but de vérifier l'efficacité vers *C.beticola* des plus importantes formulations qui appartiennent aux groupes SBI et Qol et vérifier, en répétant les traitements avec les mêmes produits, s'il y avait des diminutions de la efficacité du degré de contrôle de la maladie (Tab.2).
- L'essai « stratégie » avec le but de rechercher le meilleur programme de traitements pour le contrôle de *C.beticola* en appliquant le principe de l'alternance des matières actives dans les différents mélanges (Tab.3).

Dans ce essai on a inclus la thèse (2) ou parmi le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>em</sup> traitements il y a un délai de 10 jours et parmi le 2<sup>em</sup> et le 3<sup>em</sup> en passent 25 jours contrairement à la règle des 18-20 jours.

Tous les essais ont été semés entre les mois de février et de mars et récoltés en époque tardive (fin septembre- début octobre). On a utilisé un schéma expérimental à blocs randomisés à quatre répétitions et des parcelles de 6,75 m carrés. Au but de réduire au maximum les effets de la dérive des traitements et la possibilité de passage des champignons d'une parcelle à l'autre, on a laissé des grandes bordures (Karaoglanidis et autres, 2002). Les traitements contre *C.beticola* a on les a programmés en adoptant un calendrier à intervalles fixes de 18-20 jours. Les notations épidémiologiques on les a faites évaluant périodiquement l'intensité des infections de *C.beticola* comme « Aire Foliaire Malade » (A.F.A. %), (Rossi et autres, 2002). Les échantillons des racines prélevés pour chaque parcelle on les a analysés au but de déterminer les principaux paramètres quantitatifs (Rendement Racines, Polarisation, Sucre Brut, Pureté des jus (PSD), Production Brute Vendable (P.L.V). Les données recueillies on les a élaborés avec l'analyse de la variance pour tester la signification des thèses et au test LSD (avec P=0,05) pour la comparaison entre les moyennes (Student-Newman-Keuls test).

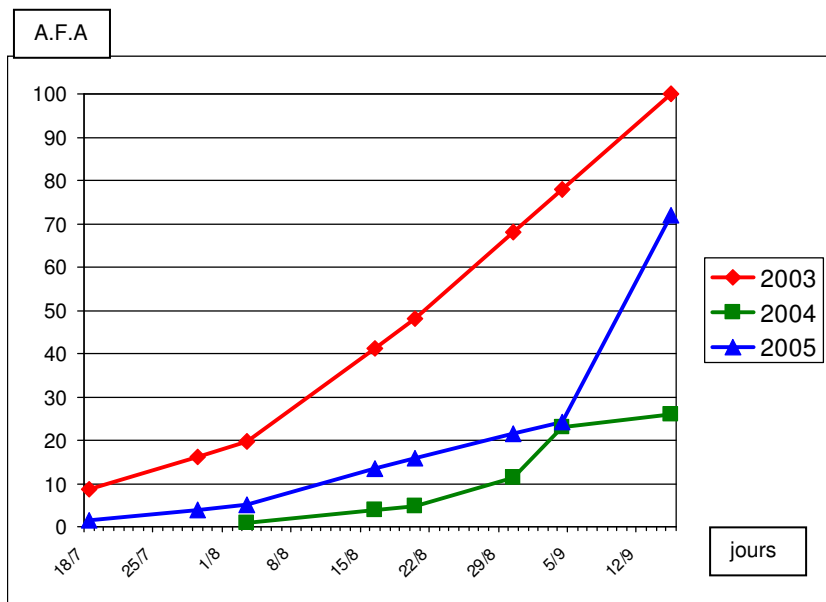
Fig. 2 – Champs d'essais 2003-2005.



## RISULTATI E DISCUSSION

L'évolution de la maladie dans le triennat 2003/05 est indiquée en Fig. 3 référée aux témoins pas traités avec fongicides.

Fig. 3 – Cours de *C.beticola* (témoins pas traité) dans les localités expérimentales 2003 – 2005 et sur variété sans tolérance ou avec une petite tolérance.



En 2003 la maladie a eu une allure épidémiologique régulière, avec remarquables développements vers la moitié du mois d'août. En 2004, la maladie a été caractérisé par une faible pression, tandis que en 2005 on a vérifié un retard dans la phase épidémique à l'égard de la manifestation normal de la maladie.

En 2003 (Tab.4) la thèse qui prévoyait les premières deux traitements avec trifloxystrobin + cyproconazole et le troisième avec tetraconazole (thèse 5) à été celle qui a permis les meilleurs résultats productifs, suivie par la thèse avec l'azoxystrobin et le tetraconazole à moitié dose pour les premiers deux traitements et tetraconazole à dose pleine dans le troisième traitement (thèse 4).

L'augmentation en % de la P.L.V. a été respectivement de 34,5% et 30% par rapport au témoin non traité. Il faut signaler que la contenance de la maladie pas toujours a été conforme aux avantages productives remarqués a la récolte (voir thèse 4). Grace à les niveaux d'efficace des traitements et aux conséquentes réponses productives, on peut dire que il n'existe pas des réductions d'activité des matières actives qui pouvaient faire penser à la présence de populations résistantes du champignon.

En 2004(Tab.5) on n'a pas mis en évidence des fortes différences entre les thèses ni en symptomatologie ni productives, probablement à cause de la trop faible virulence de la maladie pas inhabituelle. Les combinaisons meilleures, comme pour exemple celle qui prévoyait le tetraconazole au premier traitement et les restants deux avec azoxystrobin (thèse 6), a montré un gap positif à la récolte du 7,3% par rapport au témoin non traité, différence, en tous cas, non statistiquement significative.

*Tab. 4 - Paramètres quanti-qualitatifs. Moyenne 2 localités 2003. Paramètres exprimés en % sur le témoin non traité. \*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).*

Objets	A.F.A. %	R.Racines	Pol.	Sucre brut	PSD	PLV
1	97,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	26,3	113,0	107,9	122,5	101,0	128,9
3	25,5	114,0	107,9	123,6	101,1	129,8
4	44,1	115,8	106,3	124,5	100,8	130,0
5	26,7	121,3	105,7	129,2	100,7	134,5
6	23,6	111,0	104,6	115,9	100,4	119,1
<b>AOV</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>
<b>Val. absolu du Témoin</b>	<b>97,4</b>	<b>58,5</b>	<b>15,1</b>	<b>8,7</b>	<b>91,5</b>	<b>2282</b>
<b>DMS 0,05</b>	<b>6,10</b>	<b>10,76</b>	<b>3,50</b>	<b>11,41</b>	<b>0,53</b>	<b>12,49</b>

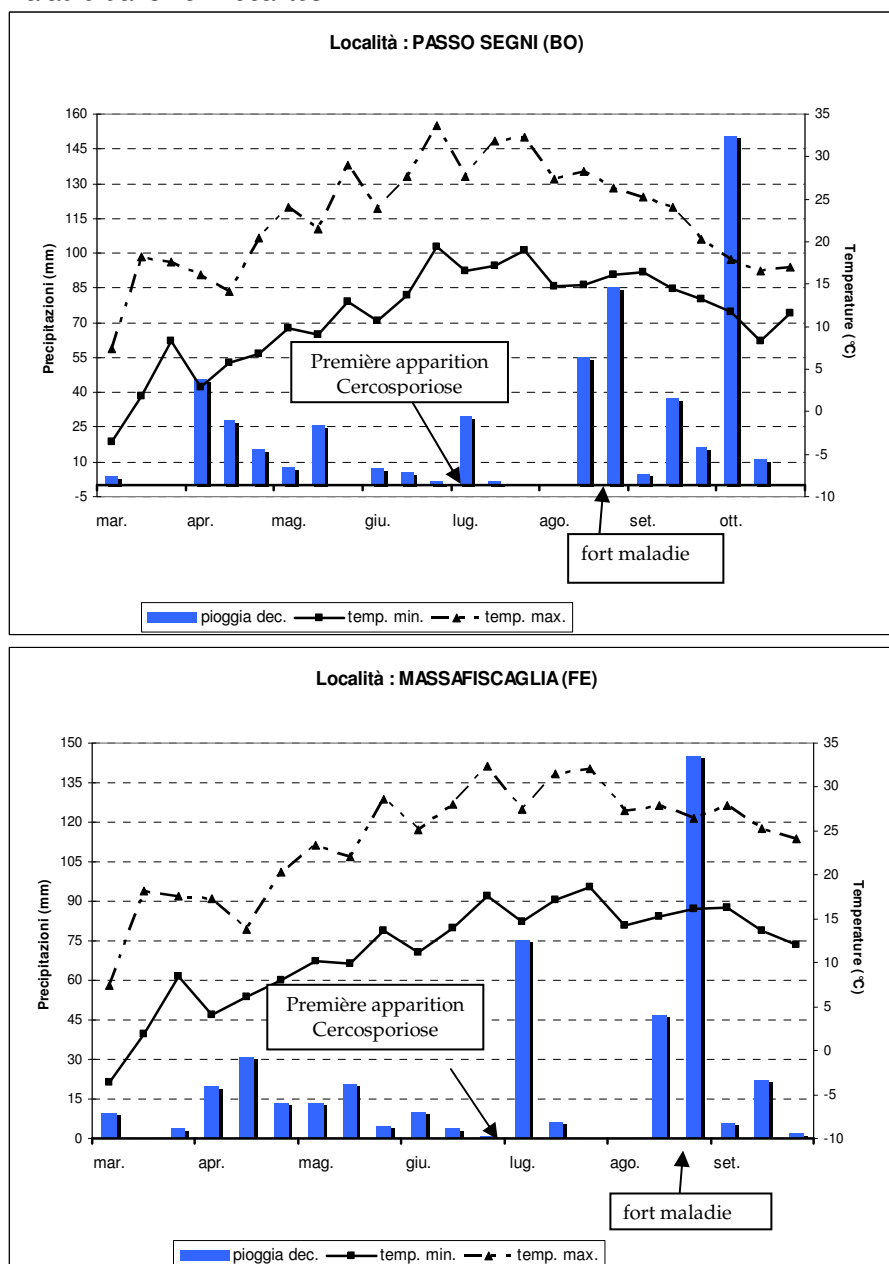
Tab. 5 - Paramètres quanti-qualitatifs. Moyenne 2 localités 2004. Paramètres exprimés en % sur le témoin non traité. Ns non significatif (Student-Newman-Keuls test).

Objets	A.F.A. %	R.Racines	Pol.	Sucre brut	PSD	PLV
1	34,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	2,4	96,3	101,6	97,4	100,7	98,1
3	2,1	94,7	100,1	94,3	99,9	94,0
4	3,9	96,5	100,5	96,3	99,9	96,1
5	2,3	97,0	102,7	100,1	100,7	102,1
6	14,3	105,6	100,4	106,6	100,0	107,3
AOV	3,74	ns	ns	ns	ns	ns
Val. absolu du Témoin	34,2	84,0	14,7	12,2	90,5	3582

En 2005 la maladie s'est manifestée en toutes les deux localités dans le début de juillet et a eu un fort développement dans le mois de aout (Fig.4).



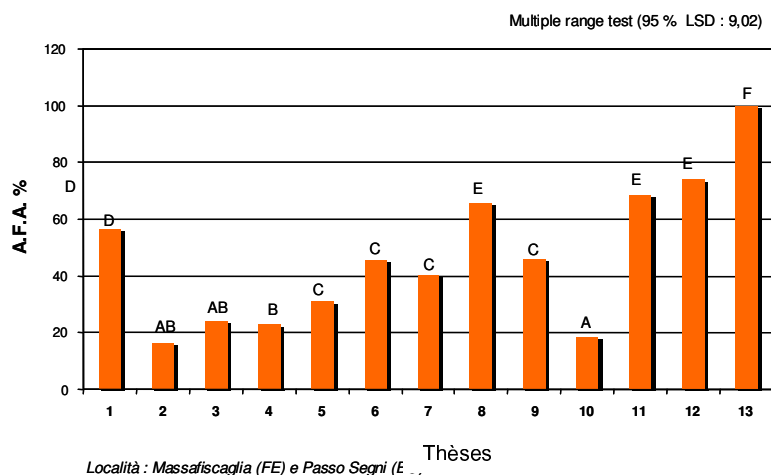
Fig. 4 – 2005. Cours météorologique et moment de l'apparition de la maladie dans le 2 localités.



On a mis on évidence une contrôle élevé obtenu par le trifloxystrobin en mélange avec le ciproconazole (thèse 2) et à suivre avec l'eossiconazole + azoxystrobin (thèse 10) avec le 16,3% et le 18,5% de A.F.A. respectivement (Fig.5). Parmi les mélanges meilleurs il y a en tous cas même les combinaisons qui contiennent les strobilurines (thèses 3,4 et 5). Parmi les triazoles on peut regarder un certaine diminution d'efficacité du difeconazole

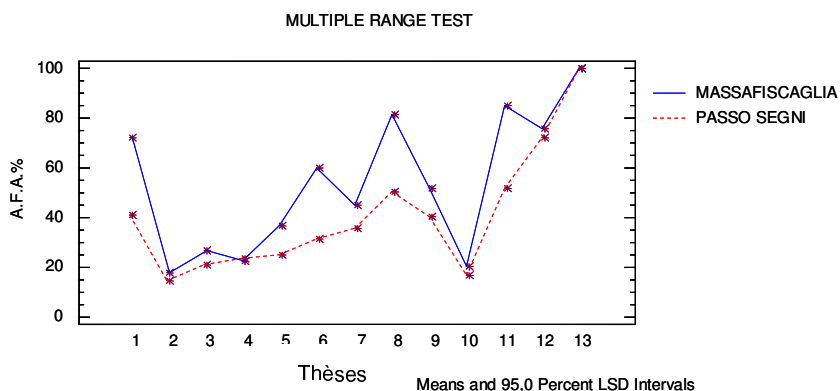
(thèse 8) seul (A.F.A. 65,9%), par rapport aux mélanges qu'on a décrit précédemment.

Fig. 5 - Champ "produits" 2005. Représentation graphique de l'A.F.A. dans les 2 localités. La même lettre il n'y a pas différent significatif à P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).



Le procédé des différentes thèses n'a pas été statistiquement différent dans les deux localités (Fig.6).

Fig. 6 - Champ "produits" 2005. Interaction localité - produits. Incidence statistique de 6,9%.



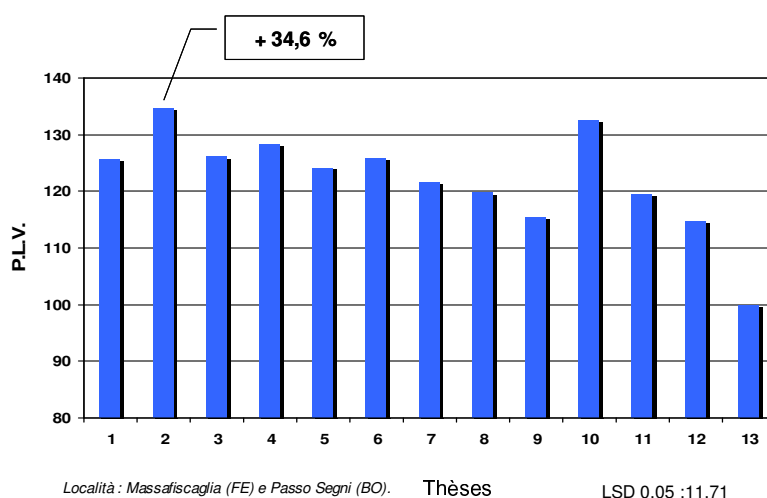
Les données productifs (Fig.7) nous disent que le trifloxystrobin avec le ciproconazole (thèse 2) et l'époxiconazole + azoxystrobin (thèse 10) avec développements du 34,6% et du 32% respectivement, par rapport au témoin non traité, sont les résultats meilleurs parmi les thèses en comparaison à l'égard de la PLV. Ils ont eu un bon comportement en tous

cas même le tetraconazole + azoxystrobin (thèse 4) (+28%), le azoxystrobin + difeconazole (thèse 3) (+26%) et le difenoconazole + fenpropidin (thèse 6) (+25,8%).

Diminutions d'efficacité on les a remarquées en employant de l'eossiconazole (thèse 9) et du difeconazole (thèse 8) seuls (+15,4% et +19,6% respectivement).

Le paramètre qualitatif PSD n'a pas mis en évidence des différences significatives entre le thèses.

Fig. 7 - Champ "produits" 2005. P.L.V. exprimé en % sur le témoin non traité. Moyenne 2 localités. \*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).



Dans les essais sur les « Stratégies » d'emploi des fongicides (Fig.8), les meilleurs résultats ont été avec la thèse 5 (trifloxystrobin + cyproconazole dans les premiers deux traitements et difeconazole dans le troisième) et la thèse 7 (chorothalonil + tetraconazole au premier traitement, trifloxystrobin + cyproconazole au deuxième et enfin au troisième difeconazole + fenpropidin) avec A.F.A. 18,3% et 23,9% respectivement.

La thèse 1, qui prévoyait l'emploi de azoxystrobin + difeconazole au premier traitement, suivi par un deuxième avec trifloxystrobin et cyproconazole et dans le troisième difeconazole + fenpropidin à tours fixes (18-20 jours), est apparue de bon niveau (A.F.A. 26%). La même séquence (thèse 2), mais avec un intervalle avoisiné (10 jours) pour le deuxième traitement et allongé (25 jours) pour le troisième, la défense sur la maladie a été inférieure (A.F.A. 37,9%).

Même dans ce cas la localité de l'essais n'a pas eu un effet significatif (Fig.9).

Fig.8 - Champ "stratégies" 2005. Représentation graphique de l'A.F.A.dans le 2 localités. La même lettre il n'y a pas différent significatif à P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).

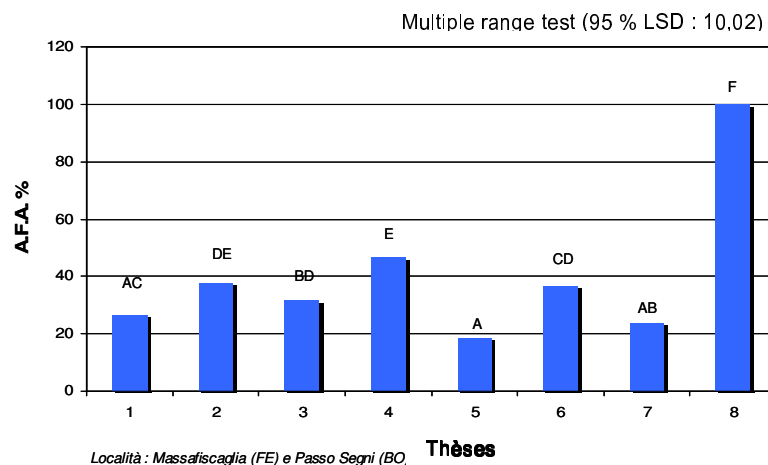
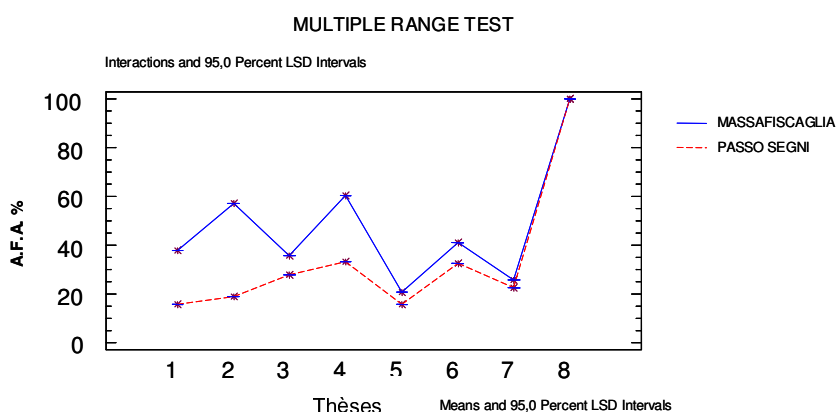


Fig. 9 – Champ "stratégies" 2005. Interaction localité - stratégies. . Incidence statistique de 7,8%

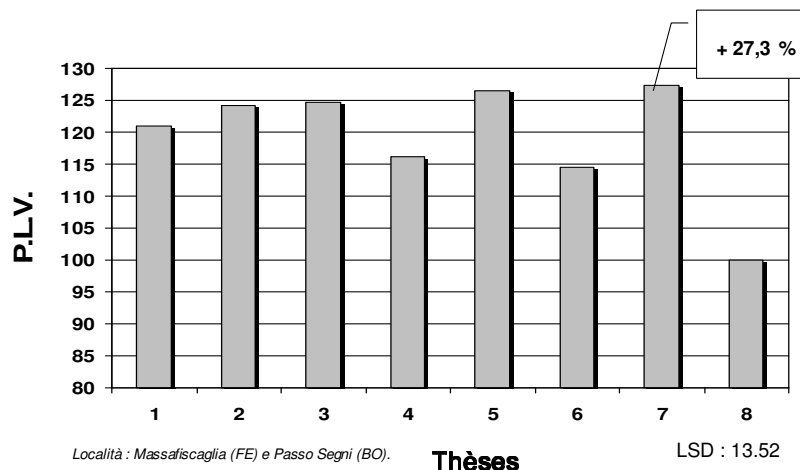


A l'égard de la PLV (Fig.10) les thèses 7 (+27,3% en comparaison du test pas traité), 5 (+26,5%) et 3 (+24,7%) ont enregistré des très bons niveaux productifs. La comparaison parmi un intervalle traditionnel et avoisiné entre les traitements (thèse 1 et 2) n'a pas mis en évidence des différences productives significatives à cause, probablement, d'un retard dans la phase épidémiologique de la cercosporiose. Les thèses dans lesquelles étaient absentes les strobilurines ou ils étaient employées avec des partner non excellents n'ont pas fourni des résultats productifs satisfaisants.

---

Le paramètre qualitatif PSD, parmi ceux de grand intérêt pour l'industrie sucrière, n'a pas mis en évidence des différences significatives.

Fig. 10 – Champs "stratégies". P.L.V. exprimé en % sur le témoin non traité. Moyenne 2 localités. \*\*P=0.05 (Student-Newman-Keuls test).



## CONCLUSIONS

Dans la majorité des régions de la vallée du Po, l'incidence de la cercosporiose est importante, causant dans la culture de la betterave sucrière non suffisamment protégée, des graves pertes de production et de revenu. Une amélioration quanti-qualitative on peut l'obtenir seulement avec une application correcte de la défense de la culture.

Pour ce qui concerne le panorama variétal utilisé dans notre Pays, dans les derniers ans les essais ont mis en évidence une progressive et générale baisse du niveau de résistance génétique au *C.beticola* en faveur de la productivité, en rendant moins intéressante une différenciation des programmes de défense différenciés. Par conséquent on comprend l'important activité mise dans l'individuation de matières actives et stratégies pour une efficace contrôle de la maladie

L'activité expérimentale du triennat 2003-2005 à été caractérisé soit par des stratégies de contrôle de *C.beticola* à travers des programmes de lutte articulés en alternant les m.a., soit par des études sur l'efficace des mêmes indépendamment de leur emploi dans des programmes diversifiés. Ces expériences ont mis en évidence la grande fiabilité des produits de traitements à base de QoI (strobilurines), comme le trifloxystrobin et l'azoxystrobin, qu'en cas d'infection élevée garantissent soit seuls a dose pleine qu'en mélange à moitié dose, un degré élevé du control de la maladie. Des partner de bon niveau comme certains triazoles (SBI) : cyproconazole et le tetraconazole, ont contribué positivement à contenir le pathogène. Certains SBI ont contrôlé moins efficacement la maladie.

---

Toutefois il est prématuré penser à la diminution d'efficacité de ces inhibiteurs comme conséquence directe de l'apparition des populations de *C.beticola* à réduite sensibilité. En tous cas en appliquant en général le principe de l'alternance des différentes matières actives dans les différents mélanges on peut réussir à éloigner le danger de l'apparition de souches résistantes à réduite sensibilité et au même temps on contrôle efficacement la maladie et on obtient des résultats productifs importants. En plus l'utilisation de matières actives avec une action préventive comme le Clorthalonil, qui est l'unique produit à présenter un mécanisme d'action « de type multi site », peut diminuer ce danger. Pour un efficace contrôle de la maladie, ce fongicide, comme démontré dans la dernière expérimentation, il doit être utilisé avant l'apparition ou le début de *Cercospora b.* et les mélanges des traitements successifs doivent inclure des strobilurines et des intrathérapeutiques de bonne qualité.

Pour ce qui concerne l'essai « produits » en tenant compte que les matières actives on les a utilisées au top des doses permises et répétées en deux situations de milieux avec forte présence de la maladie, les meilleurs résultats on les a trouvés toujours quand on avait la présence des strobilurines. Cette famille chimique, pour maintenant, a la capacité de valoriser quelque soit le partenaire appartenant à la famille des triazoles. L'emploi de certains SBI seuls peut comporter des diminutions productives et de contrôle de la maladie.

En présence de bouquets foliaires trop abondants, à parité de dose distribuée par hectare, on peut avoir une diminution de la concentration foliaire des fongicides et donc une moindre efficacité (Rossi et autres). C'est le motif qui nous a amenés à mettre en place une thèse pour vérifier si, quand le canopy foliaire est au maximum, on raccourcit les temps d'intervention et donc en augmentant la concentration de la m.a. dans la plante, on peut obtenir un contrôle plus efficace de la maladie.

En évidence qu'il n'y a pas des différences significatives sur le contrôle de la maladie entre cette solution et la normale on peut expliquer, probablement, au retard de la sortie de la cercosporiose dans le 2005. Ça a empêché d'utiliser au mieux la plus grande concentration du produit dans la plante. Sera, certainement utile répéter à l'avenir cette expérience en déplaçant l'intervalle entre les deux traitements avoisinés au moment de la plus grande expansion épidémiologique de *Cercospora b.*

## **REMERCIEMENTS**

*On remercie pour la courtoise collaboration : Bayer cropscience, BASF, Isagro Italia, Sipcam, Syngenta crop Protection.*

---

## REFERENCES

- SIEGEL M.R., Sterol-inhibiting fungicides: effects on sterol biosynthesis and sites of action. *Plant Disease*, 65, 986-989, 1981
- DEKKER , J. Acquired resistance to fungicides. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 14: 405-428, 1976
- BELTRAMI G., ZAVANELLA M. Strategie di lotta anticercosporica *L'Informatore Agrario*. 23, 71, 2004
- L. LANGUASCO, F. MOGGI, V. ROSSI, G. BELTRAMI, P. MERIGGI - Influenza dell'alternanza dei fungicidi sul livello di sensibilità in popolazioni di *Cercospora b.* *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2006, in stampa.
- LANGUASCO L., MERIGGI P., ROSSI V., GIOSUE' S., Sensibilità verso fungicidi IBS in popolazioni di *Cercospora beticola* raccolte in Val Padana. *Atti Giornate Fitopatologiche*, Montesilvano (Pescara) 4-6 maggio 2004, 2, 283-288., 2004
- BELTRAMI G., ZAVANELLA M. Poche novità nella lotta a cercospora e oidio su bietola . *L'informatore Agrario* 22: 57 – 59, 2005
- BYFORD W.J. A survey of foliar diseases of sugar beet and their control in Europe. In : *Proceeding of the 59<sup>th</sup> Congress of international Institute for beet research*, Bruxelles, Belgium: 1-10, 1996
- MERIGGI P., ROSSI V., PAGANINI U., *Cercospora* leaf spot: integrated control in northern Italy. In *proceeding of the 1st joint IIRB – ASSBT Congress*, S. Antonio (USA): 333 – 350, 2003
- KARAOGLANIDIS G.S., IOANNIDIS P.M., THANASSOULOPOULOS C.C., Changes in sensitivity of *Cercospora beticola* populations to sterol-demethylation.inhibiting fungicides during a 4-year period in northern Greece. *Plant Pathology*, 51, 55-62., 2002
- ROSSI V., MERIGGI P., BIANCARDI E., ROSSO F. Effect of *Cercospora* leaf spot on sugar beet growth, yield and qualità. *Advances in Sugar Beet Research*, IIRB, vol. 2: 49 – 76, 2000