

## AGGIORNAMENTI SUL COMPORTAMENTO DI FUNGICIDI NEL CONTENIMENTO DELLA PERONOSPORA DEL POMODORO IN PUGLIA

C. DONGIOVANNI<sup>1</sup>, M. DI CAROLO<sup>1</sup>, G. FUMAROLA<sup>1</sup>, F. FARETRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro di Ricerca, Sperimentazione e Formazione in Agricoltura “Basile Caramia” – Via Cisternino, 281, 70010 Locorotondo (Bari)

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti Sezione Patologia Vegetale, Università degli Studi di Bari “Aldo Moro” – Via Amendola 165/A, 70126 Bari

enzadongiovanni@crsfa.it

### RIASSUNTO

Nel 2013-2014 sono state condotte quattro prove di campo per valutare l'efficacia di differenti fungicidi (cymoxanil+zoxamide; fenamidone+propamocarb; propineb; rame ossicloruro+cymoxanil+fosetyl-alluminio) verso la peronospora del pomodoro a confronto con formulati d'impiego consolidato. Nelle condizioni sperimentali di elevata pressione della malattia, tutti i fungicidi saggiati hanno garantito ottimi livelli di protezione dalla peronospora sia su foglie sia su bacche.

**Parole chiave:** *Phytophthora infestans*, cymoxanil + zoxamide; fenamidone + propamocarb; propineb; rame ossicloruro + cymoxanil + fosetyl-alluminio

### SUMMARY

#### UPDATES ON THE BEHAVIOUR OF FUNGICIDES IN THE CONTROL OF DOWNY MILDEW ON TOMATO IN APULIA

In 2013-2014, four field trials were carried out to evaluate the effectiveness of different fungicides (cymoxanil+zoxamide; fenamidone+propamocarb; propineb; copper oxychloride+cymoxanil+fosetyl-alluminium) against downy mildew on tomato in comparison with commonly used products. Under the experimental conditions of high disease pressure, all the tested fungicides ensured high levels of protection from downy mildew on leaves as well as on fruits.

**Keywords:** *Phytophthora infestans*, cymoxanil + zoxamide, fenamidone + propamocarb, propineb, rame ossicloruro + cymoxanil + fosetyl-alluminio

### INTRODUZIONE

*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary è il patogeno fungino più pericoloso delle solanacee. Su pomodoro è in grado d'infettare tutti gli organi aerei della pianta determinando il disseccamento delle foglie e compromettendo la commerciabilità dei frutti. In annate particolarmente umide e piovose, in appezzamenti non adeguatamente protetti, si possono osservare sviluppi rapidi ed improvvisi della malattia, con effetti particolarmente violenti e vistosi soprattutto sulle piantine nelle fasi immediatamente successive al trapianto e su piante adulte nelle fasi antecedenti la raccolta con conseguenti ingenti perdite produttive.

Un ampio ventaglio di fungicidi antiperonosporici, dotati di differenti capacità di penetrazione nella pianta, persistenza e meccanismo d'azione sono disponibili per il contenimento della malattia. Non sempre la gestione della malattia è semplice a causa del diffondersi di nuovi genotipi del patogeno particolarmente aggressivi o di isolati resistenti a fungicidi (es., Brunelli *et al.*, 2005). A riguardo, è fondamentale l'alternanza tra molecole con diverso meccanismo d'azione per prevenire fenomeni di

resistenza, l'esecuzione di interventi preventivi, soprattutto in areali e annate predisponenti la malattia, al fine di evitare l'insediamento della malattia in campo, che altrimenti risulta poi difficile da contenere.

Di seguito si riportano i risultati di quattro prove condotte in Puglia, a prosieguo ed integrazione di precedenti esperienze (Dongiovanni *et al.*, 2006; Giampaolo *et al.*, 2009), mirate a valutare l'efficacia di nuovi fungicidi e puntualizzare e ridefinire il comportamento di fungicidi disponibili da tempo.

## MATERIALI E METODI

Le attività sperimentali sono state condotte nel 2013 (prove A e B) e nel 2014 (prove C e D) in appezzamenti in cui gli attacchi di *P. infestans* su pomodoro hanno sempre destato preoccupazioni, eseguendo i trapianti in estate inoltrata al fine di eseguire le prove nella stagione autunnale, quando le condizioni meteorologiche umide e piovose sono particolarmente favorevoli alle infezioni di *P. infestans*. Tutte le prove sono state condotte adottando lo schema statistico dei blocchi randomizzati con quattro repliche. I dettagli relativi alle singole prove sono riportati in tabella 1 e i fungicidi impiegati in tabella 2. I trattamenti sono stati effettuati impiegando pompe a zaino a motore eroganti volumi di distribuzione variabili da 800 a 1.500 L/ha in relazione allo sviluppo vegetativo della coltura.

Nella prova A è stata valutata l'efficacia delle miscele rame ossicloruro + cymoxanil + fosetyl alluminio e cymoxanil + zoxamide, impiegate esclusivamente in sei applicazioni o in alternanza tra loro, con tre trattamenti iniziali con la prima miscela e tre applicazioni finali con la seconda, a confronto con un programma di protezione che ha previsto tre applicazioni di metalaxyl-M +mancozeb seguite da tre applicazioni con mandipropamid+rame ossicloruro (tabella 3). Nella prova D sono state valutate le stesse tesi previste nella prova A, ad eccezione dell'impiego esclusivo di rame ossicloruro+cymoxanil+fosetyl-alluminio; una nuova formulazione in sospensione concentrata di cymoxanil+zoxamide è stata posta a confronto con la miscela in granuli idrodispersibili; per entrambi i formulati è stato aggiunto un coadiuvante acido (Ph One, fino al raggiungimento pH=6,5) (tabelle 6, 7). Nelle prove B e C è stata saggiata la nuova miscela fenamidone+propamocarb a confronto con un tradizionale composto di copertura, il propineb, e due differenti miscele di riferimento: dimethomorph+pyraclostrobin e metalaxyl-M+rame solfato tribasico per la prova B; dimethomorph+pyraclostrobin e mandipropamid+ossicloruro di rame per la prova C (tabelle 4 e 5). Per tutte le prove i trattamenti sono stati iniziati 10-20 giorni dopo il trapianto e sono stati proseguiti ad intervalli di 7-8 giorni per le prove A e C e di 7-12 giorni per le prove B e D, in dipendenza delle condizioni meteorologiche e della pressione di malattia.

I rilievi dei sintomi sono stati eseguiti su foglie e bacche. Per le foglie è stata valutata la percentuale di superficie infetta di 100 foglie ben sviluppate, selezionate a caso, per parcella. I rilievi sulle bacche sono stati condotti valutando la percentuale di superficie infetta di tutte le bacche presenti in ciascuna parcella. I dati rilevati sono stati utilizzati per determinare la percentuale di foglie o bacche infette e la percentuale di superficie infetta sulle foglie e sulle bacche infette. I dati ottenuti, quando necessario trasformati in valori angolari, sono stati sottoposti all'analisi della varianza e le medie sono state separate con il test di Duncan (Duncan, 1955).

Tabella 1. Caratteristiche riassuntive delle quattro prove

	Prova A (2013)	Prova B (2013)	Prova C (2014)	Prova D (2014)
Località	Monopoli (BA)	Borgo Cervaro (FG)	Borgo Cervaro (FG)	Fasano (BR)
Cultivar	Ulisse	Ulisse	Messapico	Ulisse
Durata della prova	ottobre - dicembre	settembre - novembre	agosto - ottobre	agosto - novembre
Data trapianto	12 ottobre	2 settembre	11 agosto	30 agosto
Superficie parcella (m <sup>2</sup> )	15,0	10,4	20,8	13,5
Date inizio dei trattamenti	30 ottobre	11 settembre	1 settembre	15 settembre

Tabella 2. Fungicidi impiegati

Sostanze attive (concentrazione)	Formulati commerciali (formulazioni)	Società	Dosi (g o mL/ha)
Cimoxanil (29,4 g/L)+zoxamide (37,6 g/L)	Lieto SC (SC)	Sipcam Italia SpA	4.500
Cimoxanil (33%) + zoxamide (33%)	Lieto (WG)	Sipcam Italia SpA	450
Dimethomorph (3,8%) + pyraclostrobin (6,9%)	Cabrio Duo (EC)	Basf Italia	2.000
Fenamidone (75 g/L) + propamocarb (375 g/L)	Consento (SC)	Bayer CropScience	2.000
Rame ossicloruro (16%) + cymoxanil (2,85%) + fosetyl alluminio (30%)	Vitene Triplo R (WG)	Sipcam Italia SpA	4.500
Mandipropamid (2,5 g/L) + rame ossicloruro (13,95 g/L)	Pergado R (WG)	Syngenta Crop Protection	5.000
Metalaxyl-M (3,9 g/L) + mancozeb (64 g/L)	Ridomil Gold MZ pepite (WG)	Syngenta Crop Protection	2.500
Metalaxyl-M (1,85%) + rame solfato tribasico (15,5%)	Ridomil Gold R Liquido (SC)	Syngenta Crop Protection	4.000
Propineb (70%)	Antracol WG 70 (WG)	Bayer CropScience	2.000

## RISULTATI

### Prova A

I primi sintomi di peronospora sono stati osservati un mese dopo il trapianto esclusivamente sulle foglie delle parcella non trattate con valori d'infezione trascurabili, pari al 4,5% di foglie infette e 4% di superficie fogliare infetta. In seguito, la malattia è evoluta rapidamente a causa del verificarsi di frequenti e ripetuti eventi piovosi (figura 1). Una settimana dopo, il 21 novembre, la malattia era diffusa sul 97% delle foglie delle piante non trattate, con un valore medio di superficie fogliare infetta pari al 76,4% (tabella 3). In tali condizioni, tutti i fungicidi saggiati hanno contenuto la malattia, dando luogo a valori d'infezione significativamente ( $P=0,01$ ) inferiori rispetto a quelli osservati sul testimone non trattato, mentre nessuna differenza statisticamente

significativa è stata evidenziata fra le tesi trattate (tabella 3). In seguito, la pressione di malattia è aumentata ulteriormente e il 9 dicembre, 5 giorni dopo l'ultimo trattamento, le piante del testimone non trattato mostravano gravi sintomi su foglie, piccoli fogliari e fusti. I valori d'infezione per tutte le tesi trattate erano significativamente inferiori rispetto al testimone non trattato; in particolare i migliori risultati, sia in termini di diffusione che di percentuale di superficie fogliare infetta, sono stati ottenuti dalla tesi in cui erano state eseguite tre applicazioni con rame ossicloruro+cymoxanil+fosetyl alluminio seguite da tre applicazioni con cymoxanil+zoxamide (tabella 3). Nel corso della prova, non è stato possibile eseguire rilievi sulle bacche a causa della scarsa produzione.

Figura 1. Condizioni meteorologiche occorse durante la prova A (2013) (fonte: Rete Agrometeorologica della regione Puglia)

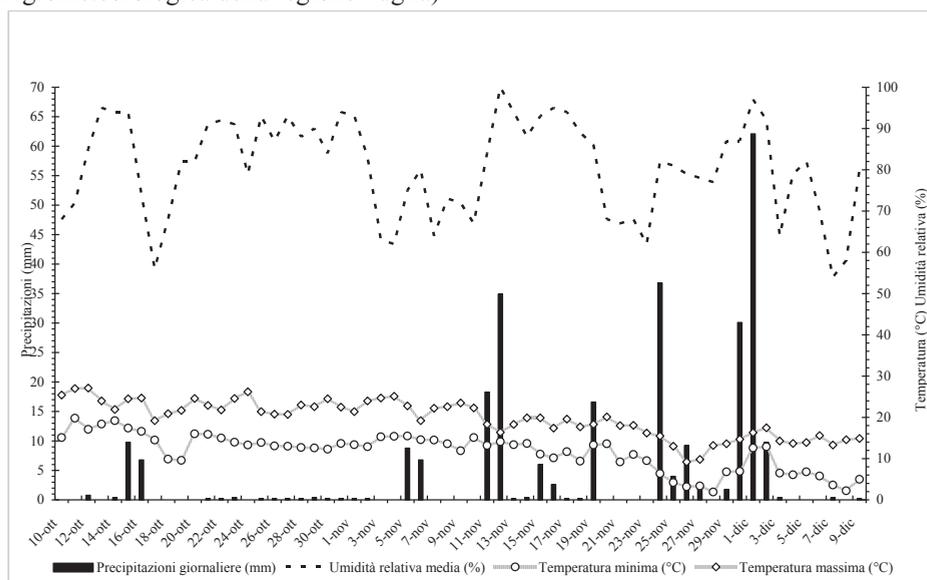


Tabella 3. Prova A – Dati di infezione rilevati su foglie

Tesi	Diffusione (%)	Superficie fogliare infetta (%)	Diffusione (%)	
			21 novembre	9 dicembre
Testimone non trattato	97,0 a A*	76,4 a A	100 a A	100 a A
Rame ossicloruro+cymoxanil+fosetyl Al <sup>ab</sup>	1,0 b B	3,8 b B	4,0 bc B	13,0 bc B
Cymoxanil+zoxamide <sup>ab</sup>	3,5 b B	5,2 b B	4,0 bc B	6,2 c BC
Rame ossicloruro+cymoxanil+fosetyl Al <sup>a</sup>				
Cymoxanil+zoxamide <sup>b</sup>	0,8 b B	1,3 b B	0,8 c B	1,3 d C
Metalaxyl-M+mancozeb <sup>a</sup>				
Mandipropamid+rame ossicloruro <sup>b</sup>	0,3 b B	2,5 b B	5,5 b B	15,7 b B

Date dei trattamenti: <sup>a</sup> 30 ottobre, 6 e 13 novembre; <sup>b</sup> 20 e 27 novembre, 4 dicembre.

\*I valori medi non seguiti da lettere uguali sulla colonna sono differenziabili statisticamente al test di Duncan con  $P \leq 0,05$  (minuscole) o  $P \leq 0,01$  (maiuscole)

## Prova B

Dalle fasi successive al trapianto (2 settembre) fino ad oltre due mesi dopo si sono verificati sporadici eventi piovosi di debole intensità e bassi valori di umidità relativa (figura 2). Durante il primo rilievo (23 ottobre), dopo quattro trattamenti, i sintomi sono stati osservati sul 12,7% delle foglie del testimone non trattato con il 17% di superficie fogliare infetta. A tale epoca, quando erano state effettuate 4 applicazioni, quasi tutti i prodotti saggiati, ad eccezione della miscela metalaxyl-M+rame da solfato tribasico, hanno dato luogo a valori di infezione significativamente inferiori rispetto al testimone non trattato. In particolare, i sintomi erano del tutto assenti sulle piante trattate con fenamidone+propamocarb o propineb (tabella 4). Nelle due settimane successive, a seguito dell'incremento dell'umidità relativa e del verificarsi di un ulteriore evento piovoso (figura 2), si è avuta una rapida progressione delle infezioni ed il 6 novembre la malattia era diffusa sul 73% delle foglie delle piante non trattate, con una percentuale media di superficie fogliare infetta del 68% (dati non riportati). In seguito, al momento dell'ultimo rilievo (15 novembre, nove giorni dopo l'ultimo trattamento) la percentuale di foglie infette nel testimone non trattato è rimasta sostanzialmente invariata, mentre è stato osservato un incremento della percentuale di superficie fogliare infetta che ha raggiunto un valore medio del 96,3% (tabella 4). In condizioni di così elevata pressione di malattia, tutti i fungicidi saggiati hanno efficacemente contenuto le infezioni, dando luogo a valori significativamente inferiori ( $P=0,01$ ) rispetto a quelli osservati sul testimone non trattato ma statisticamente non differenziabili tra loro, mantenendo la percentuale di foglie infette sempre inferiore al 19% (uso esclusivo di propineb) (tabella 4). Anche in questa prova non è stato possibile eseguire rilievi sulle bacche a causa della scarsa produzione.

Tabella 4. Prova B – Dati di infezione rilevati su foglie

Tesi	Diffusione (%)	Superficie fogliare infetta (%)	Diffusione (%)	Superficie fogliare infetta (%)
	23 ottobre		15 novembre	
Testimone non trattato	12,7 a A*	17,0 a A	73,4 a A	96,3 a A
Fenamidone+propamocarb	0 b A	0 c B	13,7 b B	66,1 b B
Propineb	0 b A	0 c B	18,8 b B	68,5 b B
Dimethomorph+pyraclostrobin	0,7 b A	3,3 bc B	13,6 b B	70,4 b B
Metalaxyl-M+rame da solfato tribasico	3 ab A	8,0 ab AB	15,5 b B	72,1 b B

Date dei trattamenti: 11, 20 settembre; 2, 11, 23 30 ottobre; 6 novembre.

\*Vedi tabella 3



sintomi sono stati riscontrati anche sui frutti di tutte le tesi trattate, con valori di infezione significativamente inferiori ( $P=0,01$ ) rispetto al testimone non trattato, ma non differenziabili tra loro (tabella 5).

Figura 3. Condizioni meteorologiche occorse durante le prova C (2014) (fonte: Rete Agrometeorologica della regione Puglia)

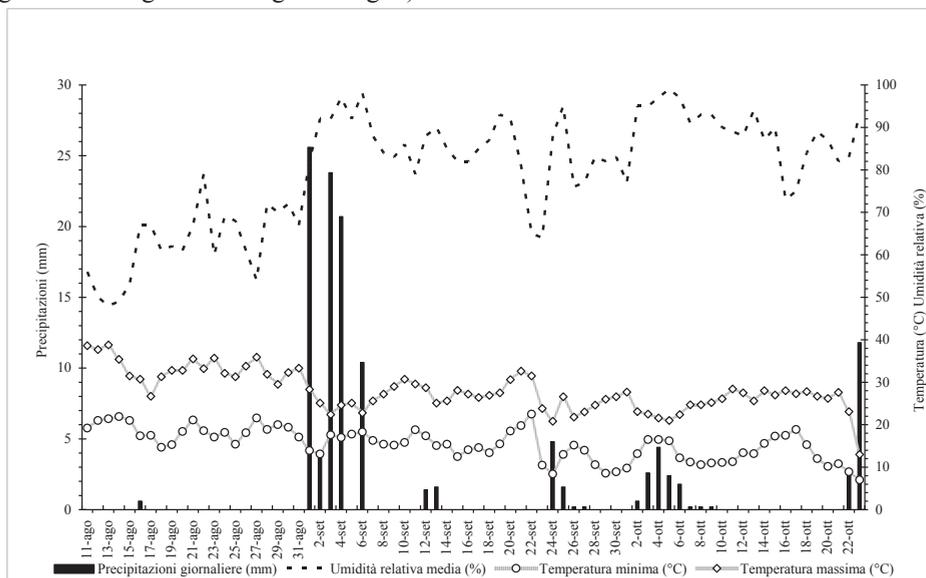


Tabella 5. Prova C – Dati di infezione rilevati su foglie e bacche

Tesi	Foglie			
	Diffusione (%)	Superficie fogliare infetta (%)	Diffusione (%)	Superficie fogliare infetta (%)
	9 ottobre		23 ottobre	
Testimone non trattato	74,0 a A*	56,5 a A	100,0 a A	100,0 a A
Fenamidone+propamocarb	22,5 b B	45,8 a A	50,0 c C	25,9 c C
Propineb	14,4 b B	56,2 a A	86,5 b B	53,5 b B
Dimethomorph+pyraclostrobin	27,8 b B	56,4 a A	54,3 c C	29,2 c C
Mandipropamid+rame ossicloruro	12,5 b B	55,9 a A	62,3 c C	31,8 c C
	Bacche			
	Diffusione (%)	Superficie bacche infetta (%)	Diffusione (%)	Superficie bacche infetta (%)
	9 ottobre		23 ottobre	
Testimone non trattato	22,7 a A	42,5 a A	92,5 a A	88,8 a A
Fenamidone+propamocarb	0 b B	0 b B	17,9 b B	48,1 b B
Propineb	0 b B	0 b B	29,4 b B	52,0 b B
Dimethomorph+pyraclostrobin	0 b B	0 b B	21,5 b B	51,4 b B
Mandipropamid+rame ossicloruro	0 b B	0 b B	30,9 b B	56,5 b B

Date dei trattamenti: 1, 9, 17, 25 settembre; 2, 9, 17 ottobre.

\*Vedi tabella 3

## Prova D

Nonostante le temperature favorevoli (12-26°C), diversi eventi piovosi, anche intensi, ed umidità relativa elevata (figura 4) i primi sintomi sono stati osservati sulle foglie solo due mesi dopo il trapianto. Il 30 ottobre, in occasione del primo rilievo, sintomi sono stati rilevati sul 51,5% delle foglie con una percentuale di superficie infetta del 7,3% nelle parcelle non trattate. Nessun sintomo o sintomi sporadici sono stati osservati nelle parcelle trattate (tabella 6). Durante il secondo rilievo, 7 giorni dopo l'ultimo trattamento, quasi tutte le foglie del testimone non trattato erano disseccate. Tutte le strategie di protezione hanno ridotto le infezioni rispetto al testimone non trattato con valori di diffusione inferiori al 30% e di percentuale media di superficie infetta inferiore al 22% (cymoxanil+zoxamide WG+Ph One). Nessuna differenza significativa ( $P=0,01$ ) è emersa fra le tesi trattate (tabella 6). Durante quest'ultimo rilievo, quasi tutti i frutti del testimone non trattato sono risultati infetti con una percentuale di superficie infetta del 68,9%. Tutte le tesi trattate si sono discostate significativamente rispetto al testimone non trattato ( $P=0,01$ ) con una percentuale di frutti infetti inferiore al 6% (cymoxanil+zoxamide WG+Ph One), senza differenze significative fra loro (tabella 7).

Figura 4. Condizioni meteorologiche occorse durante le prova D (2014) (fonte: Rete Agrometeorologica della regione Puglia)

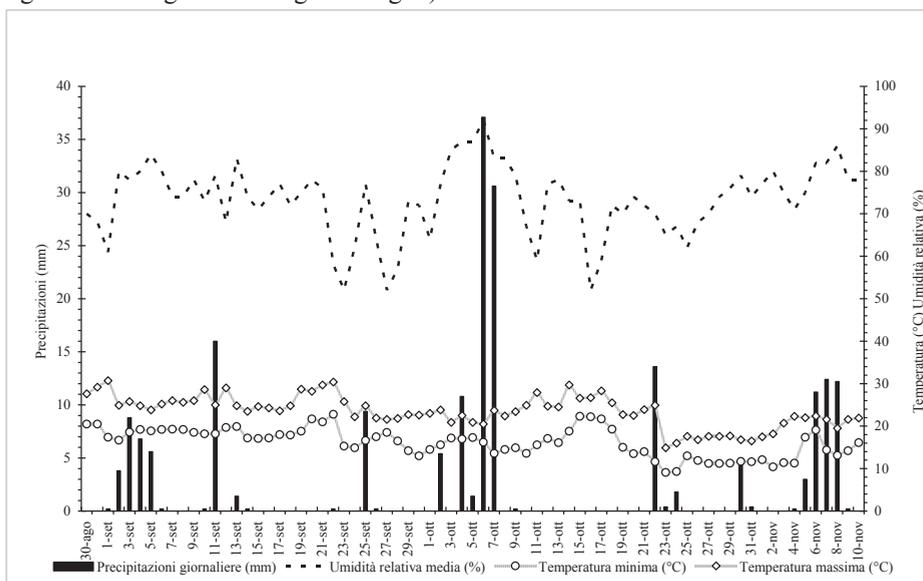


Tabella 6. Prova D – Dati d’infezione rilevati su foglie

Tesi	Diffusione (%)	Superficie fogliare infetta (%)	Diffusione (%)	Superficie fogliare infetta (%)
	30 ottobre		10 novembre	
Testimone non trattato	51,5 a A*	7,3 a A	99,5 a A	94,1 a A
Cymoxanil+zoxamide SC+Ph One <sup>ab</sup>	0 b B	0 b B	20,8 bc B	10,1 b B
Cymoxanil+zoxamide WG+Ph One <sup>ab</sup>	0,3 b B	1,3 b B	29,0 b B	21,7 b B
Rame ossicloruro+cymoxanil+fosetyl alluminio <sup>a</sup>	0,3 b B	1,3 b B	24,3 bc B	19,1 b B
Cymoxanil+zoxamide WG <sup>b</sup>				
Metalaxyl-M+mancozeb <sup>a</sup>	0 b B	0 b B	12,0 c B	15,8 b B
Mandipropamid+rame ossicloruro <sup>b</sup>				

Date dei trattamenti: <sup>a</sup> 15 e 24 settembre, 3 ottobre; <sup>b</sup> 13 e 21 ottobre, 3 novembre.

\*Vedi tabella 3

Tabella 7. Prova D – Dati d’infezione rilevati sulle bacche il 10 novembre

Tesi	Diffusione (%)	Superficie bacche infetta (%)
Testimone non trattato	98,0 a A*	68,9 a A
Cymoxanil+zoxamide SC+Ph One <sup>ab</sup>	2,5 b B	34,5 ab A
Cymoxanil+zoxamide WG+Ph One <sup>ab</sup>	5,8 b B	28,8 b A
Rame ossicloruro+cymoxanil+fosetyl alluminio <sup>a</sup>	3,0 b B	30,6 b A
Cymoxanil+zoxamide WG <sup>b</sup>		
Metalaxyl-M+mancozeb <sup>a</sup>	3,0 b B	24,6 b A
Mandipropamid+rame ossicloruro <sup>b</sup>		

Date dei trattamenti: <sup>a</sup> 15 e 24 settembre, 3 ottobre; <sup>b</sup> 13 e 21 ottobre, 3 novembre.

\*Vedi tabella 3

## CONCLUSIONI

Nelle condizioni sperimentali di elevata pressione di malattia e con andamenti meteorologici particolarmente favorevoli alla peronospora è stato possibile evidenziare al meglio le caratteristiche dei fungicidi saggianti. Il propineb, prodotto tradizionale di copertura ad azione multisito, formulato in granuli idrodispersibili, ha garantito buoni livelli di protezione, generalmente paragonabili a quelli conseguiti con gli altri fungicidi ad azione endoterapica saggianti anche adottando gli stessi intervalli tra le applicazioni, confermando quanto già evidenziato in precedenza in altri areali in cui la molecola era stata impiegata nella tradizionale formulazione in polvere bagnabile (Gengotti *et al.*, 2008, Gengotti *et al.*, 2011). Tali promettenti risultati sono particolarmente utili se si considera che il mancozeb, il fungicida più frequentemente impiegato tra i ditiocarbammati, è stato recentemente escluso dai disciplinari di protezione integrata creando un vuoto nella gestione della coltura, che potrebbe essere colmato dal propineb.

La zoxamide in miscela con cymoxanil, saggiana in due formulazioni (WG ed SC) ed a due dosaggi (450 g/ha e 4.500 mL/ha), impiegata in modo esclusivo o dopo rame ossicloruro+cymoxanil+fosetyl alluminio e la miscela fenamidone+propamocarb, hanno garantito in tutte le prove un’elevata protezione di foglie e bacche per tutto il

ciclo vegetativo del pomodoro fornendo risultati paragonabili ai comuni standard di riferimento impiegati (dimethomorph+pyraclostrobin; mandipropamid+rame ossicloruro; metalaxyl-M+mancozeb; metalaxyl-M+rame da solfato). In particolare, le miscele cymoxanil+zoxamide e fenamidone+propamocarb, dotate di elevata affinità con le cere epicuticolari e con soli tre giorni di intervallo di sicurezza, potrebbero essere utili nella protezione dei frutti nelle fasi fenologiche comprese fra allegagione e raccolta. In ogni caso si ritiene opportuno rimarcare la necessità di rispettare le limitazioni all'impiego riportate in etichetta o nei disciplinari di protezione regionali al fine di preservare nel tempo la durata dei prodotti. Si precisa all'uopo che l'impiego ripetuto dei fungicidi nelle prove è stato eseguito solo per finalità sperimentali e non è da trasferire alle strategie di protezione della coltura in pratica.

#### LAVORI CITATI

- Brunelli A., Collina M., Alberoni G., Fiaccadori R., Cicognani E., Galletti B., 2005. Resistenza ai fungicidi, un rischio da conoscere e gestire. *L'Informatore Agrario*, 48, 69-75.
- Dongiovanni C., Tauro G., Giampaolo C., Lepore A., Lops F., Mucci M., Frisullo S., Santomauro A., Faretra F., 2006. Nuovi fungicidi per la protezione del pomodoro dalla peronospora. *L'Informatore Agrario*, 11, 57-61.
- Duncan D.B., 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42.
- Gengotti S., Sbrighi C., Antoniaci L., 2008. Valutazione di diversi fungicidi di copertura nei confronti della peronospora (*Phytophthora infestans*) su pomodoro in pieno campo in Emilia-Romagna. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 405-408.
- Gengotti S., Sbrighi C., Antoniaci L., Bugiani R., 2011. Prodotti di copertura efficaci contro la peronospora. *L'Informatore Agrario*, 10, 41-44.
- Giampaolo C., Di Carolo M., Dongiovanni C., Palmisano D., Santomauro A., Lops F., Faretra F., 2009. Fluopicolide+propamocarb, efficacia contro la peronospora del pomodoro. *Terra e Vita*, 19 (Suppl.), 42-45.