

VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DI FUNGICIDI ISDH NEL CONTENIMENTO DELLA TICCHIOLATURA DEL MELO (*VENTURIA INAEQUALIS*)

R. BUGIANI¹, G. PRADOLESI², G. DONATI²

¹ Servizio Fitosanitario – Regione Emilia-Romagna – Via Saliceto, 81 – 40128 Bologna

² Terremerse Soc. Coop., Via Cà del Vento, 21 - 48012 Bagnacavallo (RA)
RBugiani@regione.emilia-romagna.it

RIASSUNTO

Vengono presentati i risultati di due prove di campo effettuate in Emilia Romagna negli anni 2014 e 2015, per valutare l'efficacia contro la ticchiolatura del melo (*Venturia inaequalis*) di tre recenti fungicidi (fluopyram, penthyopyrad e fluxapyroxad) appartenenti alla famiglia degli inibitori della succinato deidrogenasi. I trattamenti sono stati eseguiti a intervalli variabili di 5-8 giorni in funzione della pressione infettiva con applicazioni in due differenti epoche (da punte verdi a inizio-fine fioritura e da metà-fine fioritura sino al termine delle infezioni primarie). Le due prove, condotte nel medesimo impianto, in condizioni di elevata pressione di malattia, hanno messo in luce la buona attività di questi recenti fungicidi ISDH, sia su foglie sia sui frutti.

Parole chiave: difesa, fluopyram, penthyopyrad, fluxapyroxad

SUMMARY

EFFICACY EVALUATION OF SDHI FUNGICIDES AGAINST APPLE SCAB (*VENTURIA INAEQUALIS*)

Two field trials were carried out in Emilia-Romagna region in the years 2014 and 2015 in order to evaluate the efficacy of recent fungicides belonging to succinate dehydrogenase inhibitors (SDHI) against apple scab (*Venturia inaequalis*). The fungicide applications were carried out every 5-8 days according to climatic conditions, during two different periods (from beginning of bud break to start-end flowering and from mid-end flowering to the end of primary infections). The trials, carried out in the same orchard and with high disease pressure, showed the excellent activity of these recent fungicides, both on leaves and fruits.

Keywords: control, fluopyram, penthyopyrad, fluxapyroxad

INTRODUZIONE

La ticchiolatura (*Venturia inaequalis* Cooke Wint.) è la principale avversità fungina del melo. In Emilia-Romagna la malattia trova condizioni climatiche particolarmente favorevoli al suo sviluppo e la sua gestione richiede un elevato numero di interventi. La difesa si basa essenzialmente sulla prevenzione delle infezioni primarie così da evitare la progressione della malattia e la compromissione della produzione con le infezioni secondarie. Solitamente i trattamenti prendono avvio alla ripresa vegetativa (punte verdi) e, se nel frutteto non sono stati rilevati sintomi della malattia, si interrompono dopo la fase di frutto noce quando i frutti non sono più suscettibili all'infezione.

I limiti di efficacia di alcuni fungicidi comunemente utilizzati nelle strategie di difesa (Bugiani *et al.*, 2006), l'esigenza di rimpiazzare la disponibilità di fungicidi su melo a causa delle restrizioni d'uso di alcuni prodotti disponibili (es. i ditiocarbammati) e la recente comparsa di popolazioni di *V. inaequalis* resistenti ad alcune famiglie chimiche, come strobilurine e anilino-pirimidine (Fiaccadori *et al.*, 2010), rende necessario individuare nuove soluzioni fitoiatriche. In tale contesto si inserisce questo biennio di verifiche per valutare l'efficacia delle più recenti sostanze attive appartenenti alla famiglia degli inibitori della succinato deidrogenasi (FRAC Gruppo 7 - SDHI), una delle più interessanti classi di fungicidi

in ambito agricolo. Questi fungicidi agiscono inibendo succinato-ubichinone ossido-riduttasi (complesso II), bloccando la respirazione delle cellule fungine a livello mitocondriale, con conseguente inibizione della germinazione delle spore e dell'accrescimento delle ife fungine (Milanesi *et al.*, 2012).

MATERIALI E METODI

Le prove sono state condotte nel biennio 2014-2015 in una tipica area di coltivazione del melo (*Malus domestica*) in Emilia Romagna, nella provincia di Ravenna.

I campi sperimentali erano situati nel medesimo impianto specializzato di 20 anni nel biennio, con portinnesto MM106, allevato a palmetta con sesto di impianto di 4x2 metri. Nel 2014 si è lavorato su cv. Stayman Red mentre nel 2015 su cv. Red Chief, entrambe molto sensibili alla ticchiolatura. Le caratteristiche dei campi prova sono riportate nella tabella 1. I trattamenti sono stati eseguiti a turni variabili da 5 a 8 giorni, in funzione dell'andamento meteorologico, dalla fase di punte verdi fino al termine delle infezioni primarie (fase di frutto noce).

Il periodo di prova è stato suddiviso in due fasi: da inizio germogliamento fino a inizio-fine fioritura e da metà-fine fioritura fino al termine del volo ascosporico. I fungicidi ISDH sono stati impiegati nelle due diverse fasi, preceduti o seguiti dal medesimo fungicida (ditianon) e confrontati sempre con ditianon, utilizzato da inizio alla fine del periodo delle infezioni primarie. Le informazioni sui fungicidi utilizzati sono riportate nella tabella 2.

La durata del periodo delle infezioni primarie è stata valutata monitorando il volo ascosporico con un captaspore volumetrico (Lanzoni VPPS 2000), mentre per valutare la maturazione degli pseudotecii e la dinamica di emissione delle ascospore nel periodo di infezione primaria si è impiegato il modello di simulazione A-SCAB della Regione Emilia-Romagna (vedi tabelle 3 e 6). Nella prova eseguita nel 2015 si è preferito utilizzare una miscela estemporanea di fluxapiroxad+ditianon secondo quanto indicato dalle linee guida del FRAC col fine di ridurre al minimo il rischio di indorgenza di resistenze (FRAC info 2015).

In tutte le prove è stato adottato uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni. I trattamenti sono stati eseguiti con nebulizzatore a spalla (Stihl SR 430) distribuendo un volume di soluzione pari a 1500 L/ha, garantendo così una buona e uniforme bagnatura della vegetazione.

Per i rilievi si è operato secondo la direttive OEPP/EPPO, 2004 - PP 1/5(3) - Efficacy evaluation of fungicides: *Venturia inaequalis* e *V. pirina*. Nei rilievi è stata valutata la percentuale di foglie colpite esaminando 20 rosette per parcella alla comparsa dei primi sintomi, 20 getti e 100 frutti per parcella al termine delle infezioni primarie, determinando in entrambi gli anni la percentuale di foglie e di con sintomi di ticchiolatura, e solo nel 2015 anche l'intensità di malattia.

I risultati sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) e al test di Student-Newman-Keuls (con $p \leq 0,05$), previa opportuna trasformazione dei dati qualora necessaria. Il grado di azione è stato calcolato secondo la formula di Abbott.

Tabella 1. Caratteristiche dei campi prova

| | | |
|----------------------------|--|--|
| Anno | 2014 | 2015 |
| Località | Ravenna | Ravenna |
| Varietà | Stayman Red | Red Chief |
| Sesto | 4 m tra le file, 1 m sulla fila (2.500 piante/ha) | 4 m tra le file, 1 m sulla fila (2.500 piante/ha) |
| Anni d'impianto | 1995 | 1995 |
| Parcelle (m ²) | 20 | 24 |

Tabella 2. Prodotti saggiati nelle diverse prove

| p.a. e concentrazione del formulato | Formulato | Formulazione | Anno di prova |
|--|-----------------|--------------|---------------|
| Fluopyram 500 g/L | Luna Privilege | SC | 2014 |
| Penthyopyrad 200 g/L | Fontelis | SC | 2014-2015 |
| Fluxapyroxad 300 g/L | Xemium | SC | 2014 |
| Ditianon 70% | Delan 70 WG | WG | 2014-2015 |
| P ₂ O ₅ 30% + K ₂ O 20% | Phosfik PK | L | 2014 |
| Fluopyram 200 g/L + tebuconazolo 200 g/L | Luna Experience | SC | 2015 |
| Captano 80% | Merpan 80 WDG | WG | 2015 |

RISULTATI

Anno 2014

L'andamento climatico durante la prova è stato caratterizzato da temperature sopra la norma e cospicui eventi piovosi (figura 1). La fase delle infezioni primarie è durata due mesi, dalla fine di febbraio fino alla prima settimana di maggio. Le prime infezioni di ticchiolatura hanno avuto luogo a inizio aprile e i primi sintomi sulle foglie sono apparsi nella seconda decade di aprile (tabella 3). La successiva pioggia del 19 aprile ha favorito sia l'infezione primaria che la secondaria (visto le macchie precedentemente uscite sulle foglie delle rosette). Un ulteriore grave periodo di infezioni primarie è avvenuto alla fine di aprile, coinvolgendo principalmente i frutti.

Tutte le tesi hanno ridotto significativamente il livello di danno rispetto il testimone non trattato. Per quanto concerne i trattamenti con fungicidi ISDH eseguiti fino al termine della fioritura contro tre periodi di infezioni primarie, questi hanno raggiunto valori di efficacia, se non sempre statisticamente, almeno numericamente superiore al trattamento con solo ditianon (tabelle 4).

I trattamenti eseguiti con ISDH dalla fine della fioritura al termine delle prime infezioni ascosporiche, periodo nel quale si sono verificate altre quattro infezioni primarie e diverse secondarie, hanno mostrato una maggiore attività rispetto al ditianon da solo, pareggiando il grado di efficacia con le tesi in cui si era trattato con questi fungicidi solo sino a fine fioritura (tabella 5). È pur vero che la tesi che vedeva il solo impiego di ditianon è stata caratterizzata da una certa variabilità che ha determinato, fin dalla prima epoca, una significativa maggiore presenza di ticchiolatura su foglie rispetto alle altre tesi trattate fino a quel momento con lo stesso principio attivo.

Nel complesso non sono emerse differenze significative tra i diversi fungicidi appartenenti alla famiglia dei ISDH.

Figura 1. Condizioni climatiche e infezioni di ticchiolatura nella fase delle infezioni primarie del 2015

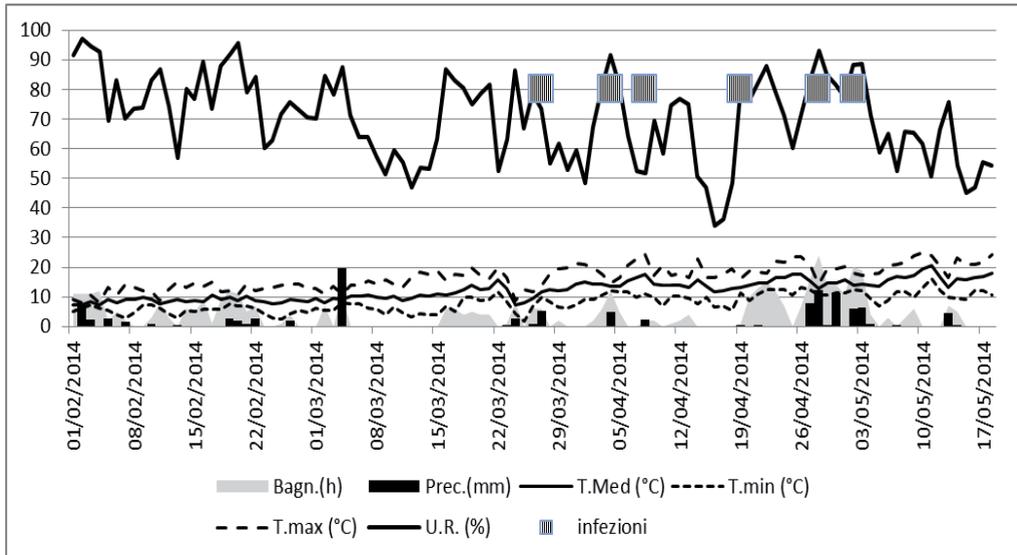


Tabella 3. Infezioni calcolate e relativo periodo di comparsa dei sintomi nella fase delle infezioni primarie del 2014

| Data | Bagnatura (ore) | Temperatura media (°C) | Tipo di infezione | Periodo di evasione |
|-------------|-----------------|------------------------|-------------------|---------------------|
| 26 febbraio | 15 | 7,1 | Nulla | 4/3 |
| 4 marzo | 31 | 9 | Grave | |
| 24 marzo | 25 | 6,14 | Nulla | 5-10/4 |
| 26 marzo | 11 | 8,26 | Nulla | |
| 27 marzo | 15 | 10,4 | Leggera | 12-19/4 |
| 4 aprile | 26 | 13,1 | Grave | 17-22/4 |
| 8 aprile | 13 | 14,3 | Media | 20-27/4 |
| 19 aprile | 19 | 11,6 | Media | 2-9/5 |
| 28 aprile | 49 | 12,6 | Grave | 12-19/5 |
| 30 aprile | 16 | 12,3 | Media | 15-20/5 |
| 2 maggio | 27 | 13,8 | Grave | 16-22/5 |

Tabella 4. Prova 2014: diffusione della malattia su foglia (rosetta) nel primo rilievo (23/4)

| Tesi | Principio attivo (trattamenti) | Dosi p.f./ha (L-kg) | Diffusione su foglie (%) |
|------|--|---------------------|--------------------------|
| 1 | Testimone non trattato | - | 44,7 a* |
| 2 | Fluopyram (ABCD) | 0,75 | 0,5 de (99,0) |
| 3 | Penthyopyrad (ABCD) | 1,125 | 0,6 de (98,7) |
| 4 | Fluxapyroxad (ABCD) | 0,3 | 0,1 e (99,7) |
| 5 | Ditianon (ABCD) | 1,5 | 2,4 cd (94,7) |
| 6 | Ditianon (ABCD) | 1,5 | 3,2 cd (92,9) |
| 7 | Ditianon (ABCD) | 1,5 | 2,6 cd (94,2) |
| 8 | Ditianon (ABCD) | 1,5 | 9,1 b (79,6) |
| 9 | Ditianon + (P ₂ O ₅ + K ₂ O) (ABCD) | 0,45 + 2 | 4,3 c (90,4) |

Date delle applicazioni: 20/3 (A), 27/3 (B), 3/4 (C), 11/4 (D)

*Valori seguiti da lettere diverse nella stessa colonna differiscono significativamente tra loro per P ≤ 0,05 (Test di S-N-K). (in parentesi il grado d'azione % calcolato secondo la formula di Abbott sui dati medi)

Tabella 5. Prova 2014: diffusione della malattia su foglie (germoglio) e frutti nel secondo rilievo (13/5)

| Tesi | Principio attivo (trattamenti) | Dosi p.f./ha (L-kg) | Diffusione foglie (%) | Diffusione frutti (%) |
|------|--|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | Testimone non trattato | - | 21,7 a* | 70,0 a |
| 2 | Fluopyram (ABCD) | 0,75 | 1,1 d | 20,5 c |
| | Ditianon (EFG) | 1,5 | (94,8) | (70,7) |
| 3 | Penthyopyrad (ABCD) | 1,125 | 2,0 d | 18,0 c |
| | Ditianon (EFG) | 1,5 | (90,8) | (74,3) |
| 4 | Fluxapyroxad (ABCD) | 0,3 | 3,4 cd | 23,5 c |
| | Ditianon (EFG) | 1,5 | (84,4) | (66,4) |
| 5 | Ditianon (ABCD) | 1,5 | 1,4 d | 14,5 c |
| | Fluopyram (EFG) | 0,75 | (93,6) | (79,3) |
| 6 | Ditianon (ABCD) | 1,5 | 2,4 d | 17,5 c |
| | Penthyopyrad (EFG) | 1,125 | (89,0) | (75,0) |
| 7 | Ditianon (ABCD) | 1,5 | 1,0 d | 16,0 c |
| | Fluxapyroxad (EFG) | 0,3 | (95,4) | (77,1) |
| 8 | Ditianon (ABCD) | 1,5 | 11,6 b | 19,5 c |
| | Ditianon (EFG) | 1,5 | (46,2) | (72,1) |
| 9 | Ditianon + (P ₂ O ₅ + K ₂ O) (ABCD) | 0,45 + 2 | 5,9 c | 41,5 b |
| | Ditianon + (P ₂ O ₅ + K ₂ O) (EFG) | 0,45 + 2 | (72,8) | (40,7) |

Date delle applicazioni: 20/3 (A), 27/3 (B), 3/4 (C), 11/4 (D), 18/4 (E), 24/4 (F), 1/5 (G)

* Vedi tabella 3

(in parentesi il grado d'azione % calcolato secondo la formula di Abbott sui dati medi)

Anno 2015

Il decorso climatico del 2015 è stato simile a quello dell'anno precedente con uno sviluppo della malattia posticipato di circa tre settimane (figura 2).

Per quanto concerne la prima finestra di trattamenti (fino a inizio fioritura), non si sono verificate condizioni molto favorevoli per lo sviluppo delle infezioni ascosporiche (del 4-5 aprile). Le successive infezioni del 17, 18 e poi del 28 aprile, hanno causato i primi sintomi sulle foglie (tabella 6). Le tesi che prevedevano l'impiego dei fungicidi appartenenti alla famiglia degli ISDH nella seconda fase (da metà fioritura), quindi quando si sono verificate le prime infezioni, hanno fornito una maggiore protezione rispetto a quelle che in questo periodo vedevano l'utilizzo di ditianon o captano. Con le successive piogge dal 20 al 23 maggio, anche grazie allo sviluppo di infezioni secondarie, si sono manifestati i sintomi anche nei frutti. I trattamenti con ISDH nella seconda fase hanno continuato a mostrare una maggiore attività su foglie rispetto sia a quelli dove i nuovi fungicidi erano stati utilizzati solo nella prima fase, sia alle tesi con solo ditianon o captano (tabella 7). Per quanto concerne la protezione dei frutti, non sono emerse particolari differenze in termini di diffusione della malattia, ma come severità tutte le tesi con ISDH applicati nella seconda fase, captano e fluxapyroxad + ditianon hanno mostrato una riduzione significativa del livello di malattia rispetto al testimone non trattato. Come osservato nella precedente verifica, non sono emerse differenze significative nel confronto dei diversi fungicidi appartenenti alla famiglia degli ISDH (tabella 8).

Figura 2. Condizioni climatiche e infezioni di ticchiolatura nella fase primaria del 2015

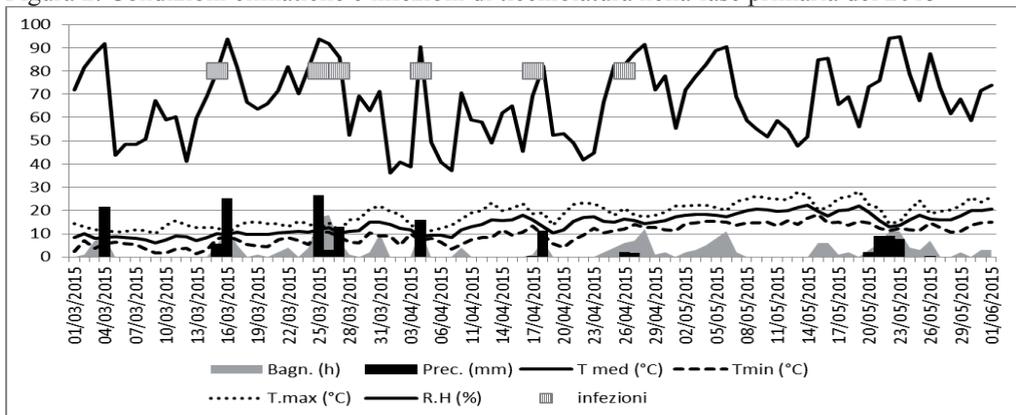


Tabella 6. Infezioni calcolate e relativo periodo di comparsa dei sintomi nella fase primaria del 2015

| Data | Bagnatura (ore) | Temperatura media (°C) | Tipo di infezione | Periodo di evasione |
|----------------|-----------------|------------------------|-------------------|---------------------|
| 15-16-17 marzo | 42 | 9,9 | Grave | 31 marzo |
| 25-26 marzo | 47 | 11,9 | Grave | 9-13 aprile |
| 27-28 marzo | 27 | 9,6 | Media | 9-13 aprile |
| 4-5 aprile | 29 | 8,4 | Media | 18 aprile |
| 17 aprile | 4 | 14,5 | Nulla | |
| 18 aprile | 15 | 9,3 | Leggera | 3 maggio |
| 26 aprile | 18 | 15,2 | Media | 8 maggio |
| 27-29 aprile | 41 | 14,3 | Grave | 14 maggio |

Tabella 7. Prova 2015: diffusione e intensità della malattia su foglia (germoglio) nel primo rilievo (11/5)

| Tesi | Principio attivo (trattamenti) | Dosi p.f./ha (L-kg) | Diffusione (%) | Intensità (%) |
|------|--------------------------------|---------------------|----------------|---------------|
| 1 | Testimone non trattato | - | 9,5 a * | 0,65 a |
| 2 | Fluopyram + tebuconazolo (ABC) | 0,75 | 2,8 b | 0,22 b |
| | Ditianon (DE) | 1,5 | (71,1) | (66,22) |
| 3 | Penthyopyrad (ABC) | 1,125 | 3,8 b | 0,19 b |
| | Ditianon (DE) | 1,5 | (60,5) | (70,4) |
| 4 | Fluxapyroxad + ditianon (ABC) | 0,3+0,5 | 4,0 b | 0,30 b |
| | Ditianon (DE) | 1,5 | (57,9) | (53,8) |
| 5 | Ditianon (ABC) | 1,5 | 0,3 c | 0,01 c |
| | Fluopyram + tebuconazolo (DE) | 0,75 | (97,4) | (99,2) |
| 6 | Ditianon (ABC) | 1,5 | 0,1 c | 0,003 c |
| | Penthyopyrad (DE) | 1,125 | (98,7) | (99,6) |
| 7 | Ditianon (ABC) | 1,5 | 0,3 c | 0,01 c |
| | Fluxapyroxad + ditianon (DE) | 0,3+0,5 | (97,4) | (98,5) |
| 8 | Ditianon (ABC) | 1,5 | 3,4 b | 0,20 b |
| | Ditianon (DE) | 1,5 | (64,5) | (68,8) |
| 9 | Captano (ABC) | 2,4 | 3,4 b | 0,17 b |
| | Captano (DE) | 2,4 | (64,5) | (73,5) |

Date delle applicazioni: 1/4 (A), 7/4 (B), 15/4 (C), 22/4 (D), 29/4 (E)

* Vedi tabella 3

(In parentesi il grado d'azione % calcolato secondo la formula di Abbott sui dati medi)

Tabella 8. Prova 2015: diffusione e intensità della malattia su foglie (germoglio) e frutti nel secondo rilievo (8/6)

| Principio attivo (trattamenti) | Dosi p.f./ha (L-kg) | Foglie | | Frutti | |
|----------------------------------|---------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | | Diffusione (%) | Intensità (%) | Diffusione (%) | Intensità (%) |
| Testimone non trattato | - | 26,0 a * | 3,92 a | 16,0 a | 0,630 a |
| Fluopyram + tebuconazolo (ABC) | 0,75 | 14,4 b | 1,33 b | 8,5 ab | 0,37 ab |
| | Ditianon (DEFGH) | 1,5 | (44,7) | (66,2) | (46,9) |
| Penthyopyrad (ABC) | 1,125 | 10,3 b | 0,94 b | 5,0 ab | 0,26 abc |
| | Ditianon (DEFGH) | 1,5 | (60,6) | (76,2) | (68,8) |
| Fluxapyroxad + ditianon (ABC) | 0,3+0,5 | 12,8 b | 1,24 b | 3,5 b | 0,08 c |
| | Ditianon (DEFGH) | 1,5 | (51,0) | (68,5) | (78,1) |
| Ditianon (ABC) | 1,5 | 1,8 c | 0,07 c | 5,0 ab | 0,11 bc |
| Fluopyram + tebuconazolo (DEFGH) | 0,75 | (93,3) | (98,2) | (68,8) | (83,3) |
| Ditianon (ABC) | 1,5 | 3,0 c | 0,14 c | 6,5 ab | 0,18 bc |
| Penthyopyrad (DEFGH) | 1,125 | (88,5) | (96,4) | (59,4) | (71,4) |
| Ditianon (ABC) | 1,5 | 3,5 c | 0,14 c | 3,5 b | 0,13 bc |
| Fluxapyroxad + ditianon (DEFGH) | 0,3+0,5 | (86,5) | (96,6) | (78,1) | (79,4) |
| Ditianon (ABC) | 1,5 | 14,8 b | 1,28 b | 6,5 ab | 0,21 abc |
| Ditianon (DEFGH) | 1,5 | (43,3) | (67,4) | (59,4) | (67,5) |
| Captano (ABC) | 2,4 | 10,5 b | 0,81 b | 8,0 ab | 0,17 bc |
| Captano (DEFGH) | 2,4 | (59,6) | (79,4) | (50,0) | (73,0) |

Date delle applicazioni: 1/4 (A), 7/4 (B), 15/4 (C), 22/4 (D), 29/4 (E), 6/5 (F), 14/5 (G), 19/5 (H)

*Vedi tabella 3 (In parentesi il grado d'azione % calcolato secondo la formula di Abbott sui dati medi)

CONCLUSIONI

I dati ottenuti nelle prove eseguite hanno evidenziato un'ottima attività dei fungicidi appartenenti alla famiglia degli inibitori della succinato deidrogenasi nei confronti della ticchiolatura del melo (*V. inaequalis*). I differenti tempi di applicazione non hanno evidenziato un periodo ottimale d'impiego, tranne mostrare che quando sono applicati nel periodo di maggiore pressione infettiva consentono di ottenere un elevato grado d'azione, talvolta superiore a quello fornito dagli standard di riferimento impiegati, sia sulle foglie che sui frutti. Essendo i fungicidi ISDH, appartenenti ad una nuova famiglia chimica e dotati di una buona efficacia per il contenimento della ticchiolatura del melo, sarebbe buona norma impiegarli in miscela con partner a diverso meccanismo di azione. Ciò, al fine di attuare una strategia anti-resistenza e salvaguardare nel tempo la loro efficacia.

LAVORI CITATI

- Bugiani R., Franceschelli F., Bevilacqua T., Antoniaci L., Rossi R., 2006. Confronto di efficacia di alcuni fungicidi impiegati nella lotta alla ticchiolatura del melo. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 77-84.
- Fiaccadori R., Cicognani E., Alberoni G., Collina M., Brunelli A., 2010. Evoluzione della sensibilità di *Venturia inaequalis* alle strobilurine ed anilinopirimidine in diverse aree melicole dell'Italia settentrionale. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 147-154.
- FRAC Succinate Dehydrogenase Inhibitor (SDHI) Working Group 8 th Meeting on December 3, 2014 *Protocol of the discussions and use recommendations of the SDHI Working Group of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC)*
- Milanesi L., Pirovano C., Audisio M., Rasera R., Pasquini S., 2012. Penthiopyrad (Fontelis®) nuovo fungicida ad ampio spettro per fruttiferi ed orticole: caratteristiche generali ed efficacia sulle principali malattie fungine delle pomacee. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 187-194.