

VALUTAZIONE DELL'ATTIVITÀ DI ACIDO BORICO CONTRO LA TICCHIOLATURA DEL MELO IN SEMICAMPO E CAMPO

R. BUGIANI¹, G. DONATI², M. CAPRIOTTI², G. PRADOLESI², F. CAVAZZA³,
F. FRANCESCHELLI³, M. PRETI³

¹Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna, via A. da Formigine 3, 40129 Bologna

²Centro di Saggio Terremerse Soc. Coop, via Cà Del Vento 21, 48012 Bagnacavallo (RA)

³Astra Innovazione e Sviluppo Centro di Saggio, via Tebano 45, 48018 Faenza (RA)
riccardo.bugiani@regione.emilia-romagna.it gdonati@terremerse.it

RIASSUNTO

Vengono riportati i risultati di prove in semi-campo e campo effettuate nel 2017 e nel 2019 per verificare l'attività preventiva e curativa di acido borico nel contenimento delle infezioni primarie e secondarie di *Venturia inaequalis* su melo a confronto con standard di sintesi. Le prove in semi-campo sono state realizzate su piante cv Fuji allevate in vaso ed esposte in campo per ricevere l'inoculo naturale di *V. inaequalis*, eseguendo interventi preventivi o curativi sulla singola infezione, quindi rilevando l'efficacia dei prodotti in serra. Una prova di campo è stata realizzata nel 2017 in un impianto cv Hi Early, applicando i prodotti in forma preventiva con turni settimanali. In tutte le prove l'acido borico è risultato efficace nel contenere la malattia: in semi-campo ha dimostrato una buona attività preventiva e curativa (> 70%) su foglie, con un'efficacia analoga al difenoconazolo. La prova in campo sulle infezioni primarie ha dimostrato un'efficacia prossima al 70% anche sui frutti, statisticamente simile a quella fornita da una linea a base di dithianon. Non è stato rilevato alcun effetto fitotossico su melo alla dose saggiata.

Parole chiave: boro, efficacia, controllo, *Malus domestica*, *Venturia inaequalis*

SUMMARY

EVALUATION OF BORIC ACID ACTIVITY AGAINST APPLE SCAB (*VENTURIA INAEQUALIS*) IN SEMI-FIELD AND FIELD TRIALS

Semi-field and field trials were carried out in 2017-2019 to verify the preventive and curative activity of boric acid for the control of primary and secondary infections of *Venturia inaequalis* on apple. The semi-field trials were carried out on potted apple plants cv Fuji exposed in the field to receive the natural inoculum of *V. inaequalis*, performing a preventive or curative application on a single infection, then evaluating the efficacy of the products in greenhouse. A field trial was carried out in 2017 in an apple orchard cv Hi Early, comparing boric acid with an untreated check and a reference standard, applying the products preventatively at weekly intervals. In all the trials boric acid was statistically superior to the untreated check. The results of the semi-field trials demonstrated a good preventive and curative activity of boric acid (> 70%) on leaves, with an efficacy level similar to that provided by difenoconazole, used as reference standard. The field trial on the primary infections of apple scab showed an efficacy level close to 70% also on the fruits, statistically similar to that provided by the reference dithianon. No phytotoxicity was observed on the treated crop.

Keywords: boron, efficacy, control, *Malus domestica*

INTRODUZIONE

Il boro è tra i micronutrienti essenziali quello i cui effetti sulla crescita e sullo sviluppo della pianta sono i meno indagati e conosciuti. Allo stesso tempo la sua carenza nel terreno è frequente e, tra i microelementi, è quella più diffusa nel mondo (Brown et al., 2002). Il boro ha una

funzione diretta nella struttura e stabilità della parete cellulare vegetale ed ha un effetto benefico sulla riduzione della gravità di alcune malattie (Bellaloui et al., 2012). Tuttavia, fra tutti i micronutrienti essenziali per le piante, la funzione del boro nella resistenza o tolleranza alle malattie è la meno compresa. La funzione che il boro ha nel ridurre la suscettibilità alle malattie potrebbe essere imputabile al suo ruolo: 1) nella struttura della parete cellulare; 2) nella permeabilità, stabilità o funzione della membrana cellulare; 3) nel metabolismo dei fenoli o della lignina (Brown et al., 2002). Il boro promuove la stabilità e la rigidità della struttura della parete cellulare e quindi supporta la forma e la forza della cellula vegetale (Brown et al., 2002). Inoltre, è probabilmente coinvolto nell'integrità della membrana plasmatica (Brown et al., 2002; Dordas and Brown, 2005). Sul mercato sono presenti diverse formulazioni di fertilizzanti fogliari contenenti boro, tuttavia oltre al puro ruolo nutrizionale in letteratura ci sono anche evidenze della sua azione nei confronti di diverse fitopatologie.

È stato dimostrato che il boro riduce le infezioni causate da *Plasmodiophora brassicae* (Woron.) nelle crucifere, da *Fusarium solani* (Mart.) (Sacc.) nel fagiolo, da *Verticillium albo-atrum* (Reinke & Ormeggio) in pomodoro e cotone, da *TMV* (Tobacco Mosaic Virus) nel fagiolo, da *TYLCV* (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) nel pomodoro, da *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) (Graham and Webb, 1991) e *Blumeria graminis* (D.C.) (Speer) nel grano.

Il boro, in diverse forme, è attivo contro diversi funghi di decomposizione del legno (Schultz et al., 1992), e quindi è utilizzato nell'industria del legno per proteggere il legname da termiti e funghi (Tondi et al., 2012) e nella silvicoltura per prevenire le infezioni di *Trametes versicolor* e *P. ostreatus* (Lesar e Humar, 2008). Rolshausen e Gubler (2005) hanno dimostrato che l'acido borico applicato al 17,5% è in grado di contenere l'eutipiosi, causata da *Eutypa lata*, facente parte del complesso delle malattie del legno della vite. Gli stessi autori hanno anche saggiato due diverse formulazioni: in pasta (8,75 mg a.i./mL) e abbinato ad una sospensione di spore di *Cladosporium herbarum*. Rispetto al controllo non trattato entrambi i prodotti hanno ridotto significativamente l'incidenza della malattia, sia negli studi *in vitro* che nelle prove di campo.

Trattamenti ammendanti di boro e zinco sono stati in grado di ridurre gli attacchi di *Fusarium oxysporum* su pomodoro (Guerra e Anderson, 1985). Più recentemente è stata inoltre dimostrata l'attività del boro nel ridurre gli attacchi di *Phytophthora infestans* su pomodoro e patata (Frenkela et al., 2010), di *Botrytis cinerea* su vite (Guozheng et al., 2012), sulle malattie fogliari e sulla resa di riso (Liew et al., 2012), sull'oidio della gerbera (Moyer e Peres, 2008), su *Septoria tritici* del frumento (Rathore et al., 2019).

Questo è il primo studio con il quale si è voluto valutare l'efficacia diretta dell'acido borico applicato in vegetazione sulle infezioni primarie e secondarie di ticchiolatura del melo causate da *Venturia inaequalis*.

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato svolto sia attraverso prove di semicampo che in prove di pieno campo, impiegando inoculo naturale di *V. inaequalis*.

Prove di semi-campo

Le prove sono state eseguite nel 2017 e 2019 utilizzando piante in vaso di melo della varietà Fuji di 5 anni di età, particolarmente sensibili alla ticchiolatura. Le piante, ipotizzando e prevedendo un evento infettivo della malattia mediante il modello previsionale A-Scab, sono state trattate (ovviamente solo quelle che prevedevano l'applicazione preventiva) e posizionate in un meletto caratterizzato da un'elevata pressione del patogeno, vicino a piante non trattate. Dopo l'evento infettivo sono state trattate le tesi che prevedevano l'applicazione post-infettiva e, successivamente, tutte le piante in prova sono state immerse in serra per poter

completare, in condizioni favorevoli, il periodo di incubazione fino all'evasione dei sintomi e procedere poi all'esecuzione dei rilievi. Per le infezioni primarie (ascosporiche), i voli delle ascospore sono stati monitorati mediante captaspore volumetrico, modello VPPS 2010 (Lanzoni Srl), installato in campo ad inizio stagione, mentre per le prove effettuate sulle infezioni secondarie (conidiche) le piante in vaso sono state posizionate in prossimità di piante non trattate con conclamata presenza su foglie di macchie di *V. inaequalis* già sporulante. Temperature, umidità e piogge sono state registrate in modalità oraria utilizzando la stazione meteo sita nel campo prova a Ravenna, successivamente questi dati sono stati elaborati dal modello previsionale per definire l'effettiva pericolosità dell'infezione in esame. Incrociando i dati del volo ascosporico e dei dati orari della temperatura è stata calcolata la sommatoria in gradi ora dall'inizio dell'evento infettivo al trattamento. Il trattamento con acido borico è stato eseguito utilizzando acido borico puro. Non essendoci parametri di riferimento è stato deciso arbitrariamente di adottare la dose di 200 mg/hL (concentrazione 2‰).

Il disegno sperimentale adottato è quello fattoriale (2 vie: fungicida e tempo) a blocchi randomizzati con 3 ripetizioni per tesi (1 pianta per ripetizione), con un testimone per ogni tempo di applicazione. I prodotti impiegati e le loro caratteristiche sono riportati in tabella 1. Le applicazioni sono state eseguite utilizzando un nebulizzatore spalleggiato motorizzato, mod. Stihl SR 430, distribuendo un volume simulato di 1000 L/ha, considerando il dosaggio ad ettaro dei vari prodotti saggiati (le piante sono state considerate con il medesimo sesto di campo nel meletto ospitante, ossia 1 m x 4 m). I rilievi sono stati eseguiti alla comparsa evidente dei sintomi della malattia sulle foglie. Sono state esaminate 10 rosette per pianta, ognuna costituita da 6 foglie, per un totale di 60 foglie per ripetizione, valutando la percentuale di area colpita (severità della malattia), nonché il numero di foglie sintomatiche (incidenza percentuale). I risultati, espressi come incidenza e severità di ticchiolatura, sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova), e successivamente al test di Duncan ($p \leq 0,05$) per la separazione delle medie, previa opportuna trasformazione dei dati. Il grado di azione percentuale dei trattamenti è stato calcolato secondo la formula di Abbott sui dati medi.

Tabella 1. Caratteristiche dei formulati utilizzati nelle prove di semi-campo nel 2017 e 2019

Formulato	Sostanza attiva	Concentrazione	Formulazione	Dosaggio
Acido borico	Acido borico	$\geq 98,5\%$	WP	200 g/hL
Score 25 EC	Difenoconazolo	250 g/L	EC	22,5 mL/hL

Prova di campo

Nel 2017 una prova di campo è stata realizzata a Bagnacavallo (RA) in un meletto commerciale cv Hi Early di 32 anni di età, allevato a palmetta con sesto d'impianto 2,5 m x 4 m. È stato adottato il disegno sperimentale a blocchi randomizzati con 4 repliche e 4 piante per parcella (160 m² a tesi), effettuando le applicazioni con nebulizzatore spalleggiato motorizzato mod. Stihl SR 420 e distribuendo un volume di bagnatura simulato di 1000 L/ha. Gli interventi sono stati eseguiti a cadenza settimanale. Le tesi in prova sono riportate in tabella 2. I rilievi sono stati realizzati sia su foglie che frutti (osservando 200 foglie e 50 mele/parcella), registrando l'incidenza della malattia e per le foglie anche la severità, espressa secondo le seguenti classi di danno: 0 = assenza di sintomo; 1 = 0.1-5% di area infetta; 2 = 6-15% di area infetta; 3 = 16-40% di area infetta; 4 = 41-70% di area infetta; 5 = 71-100% di area infetta. I risultati delle prove sono stati elaborati statisticamente mediante l'analisi della varianza (Anova) e successivo Test SNK per la separazione delle medie ($p \leq 0,05$) e l'efficacia è stata calcolata secondo la formula di Abbott rispetto al testimone non trattato utilizzando i dati medi. Il valore riportato

riguardante l'incidenza e la severità della malattia è la media dei singoli valori medi delle classi di danno.

Tabella 2. Caratteristiche dei formulati utilizzati nella prova di campo nel 2017

Formulato	Sostanza attiva	Concentrazione	Formulazione	Dosaggio
Acido borico	Acido borico	≥ 98,5%	WP	200 g/hL
Delan 70 WG	Dithianon	70%	WG	50 g/hL

RISULTATI

Prova di semi-campo anno 2017

Nell'annata 2017 le piantine in vaso sono state trasportate in campo il 24/3, in previsione delle piogge previste dal 25/3 al 27/3. Il trattamento preventivo (A) è stato effettuato il 24/3 alle ore 14,30, quando la coltura si trovava nella fase fenologica BBCH 57 (ovvero mazzetti visibili e petali appena visibili). In tabella 3 sono indicate le caratteristiche dell'evento infettivo preso in considerazione e dei trattamenti eseguiti post-infezione (B, C). I risultati del rilievo efficacia realizzato il 12/5 sono riportati in tabella 4 come percentuale di area fogliare colpita da *V. inaequalis* su 60 foglie per piantina.

Tabella 3. Caratteristiche dell'evento infettivo oggetto di prova registrato il 25/3/2017

Trattamento	Rilascio e ora di inizio del rilascio	Pioggia mm	N° ore da inizio infezione	∑ gradi ora da inizio infezione a trattamento	N. ascospore da inizio infezione a trattamento	Livello di rischio da modello
B 27/3 ore 9	25/3/2017 ore 22	3,68	34	380,42	301	medio
C 28/3 ore 14,30	-	-	63	658,73	-	medio

Tabella 4. Risultati della prova di semi-campo 2017 (rilievo su foglia del 12/5/17)

Tesi/Sostanza attiva	Dose f.c./hL	Epoca	Incidenza (%)	Severità (%)
Testimone non trattato	-	-	5 a ⁽¹⁾	0,23 a
Acido borico	200 g	A	0,56 b (88,8) ⁽²⁾	0,03 a (87)
Difenoconazolo	22,5 m	A	1,11 b (77,8)	0,05 a (78,3)
Acido borico	200 g	B	1,11 b(77,8)	0,12 a (47,8)
Difenoconazolo	22,5 mL	B	1,11 b (77,8)	0,05 a (78,3)
Acido borico	200 g	C	1,67 ab (66,6)	0,2 a (13)
Difenoconazolo	22,5 mL	C	1,11 b (77,8)	0,03 a (87)

⁽¹⁾ Valori della stessa colonna seguiti dalla stessa lettera non differiscono statisticamente al test di Duncan per $p \leq 0,05$

⁽²⁾ Grado d'azione espresso come efficacia Abbott percentuale

Dall'analisi dei risultati emerge come entrambi i prodotti in prova hanno ridotto l'incidenza della malattia rispetto al testimone non trattato, con un grado di efficacia che va dal 66,6%

all'88,8%. Difenoconazolo e acido borico hanno mostrato statisticamente la medesima efficacia, anche se numericamente quest'ultimo ha dimostrato una buona attività nei confronti del patogeno, sia in applicazioni preventive sia in quelle post-infezionali. Riguardo i tre differenti tempi di applicazione, mentre il difenoconazolo non mostra significative differenze tra le epoche di applicazione, per l'acido borico gli esiti sono risultati leggermente peggiori nell'applicazione a 60 ore dall'rispetto a quella a 30 ore dall'infezione. Nessun sintomo di fitotossicità è stato osservato nelle piante trattate.

Prove di semi-campo anno 2019

Nell'annata 2019 sono stati eseguiti due saggi in semi-campo: uno nei confronti di un'infezione primaria (ascosporica) e uno su una infezione secondaria (conidica).

1° prova – Infezione primaria

Le piante in vaso sono state posizionate in campo il 10/4, in previsione delle piogge previste dell'11/4. Il trattamento preventivo (A) è stato effettuato il 10/4 alle ore 11, quando la coltura si trovava nella fase fenologica BBCH 65 (ovvero piena fioritura-caduta dei primi petali); il trattamento post-infezione è stato effettuato il 12/4 alle ore 10. In tabella 5 sono indicate le caratteristiche dell'evento infettivo preso in considerazione e del trattamento eseguito in post-infezione (B).

I primi sintomi su foglie si sono osservati il 27/4, a 15 giorni dall'evento infettivo ed il rilievo efficacia è stato effettuato il 2/5 (tabella 6).

Tabella 5. Caratteristiche dell'evento infettivo oggetto di prova registrato l'11/4/2019 (prova su infezione primaria)

Trattamento	Rilascio e ora di inizio del rilascio	Pioggia mm	N° ore da inizio infezione	∑ gradi ora da inizio infezione a trattamento	N. ascospore da inizio infezione a trattamento	Livello di rischio da modello
B 12/4 ore 10	11/4 ore 22	5,75	20	250	159	elevato

Tabella 6. Risultati della prova di semi-campo 2019 sull'infezione primaria (rilievo su foglia del 2/5/19)

Tesi/Sostanza attiva	Dose f. c./hL	Epoca	Incidenza (%)	Severità (%)
Testimone non trattato	-	-	10 a ⁽¹⁾	0,21 a
Acido borico	200 g	A	3,3 b (67) ⁽²⁾	0,06 a (71,4)
Difenoconazolo	22,5 mL	A	2,8 b (72)	0,05 a (76,2)
Acido borico	200 g	B	2,2 b (78)	0,03 a (85,7)
Difenoconazolo	22,5 mL	B	2,8 b (72)	0,08 a (61,9)

⁽¹⁾ Valori della stessa colonna seguiti dalla stessa lettera non differiscono statisticamente al test di Duncan per $p \leq 0,05$

⁽²⁾ Grado d'azione espresso come efficacia Abbott percentuale

Dall'analisi dei risultati emerge come tutte le tesi trattate hanno statisticamente ridotto l'incidenza delle foglie colpite rispetto al testimone non trattato, con un spettro di efficacia che va dal 67% al 78%. Sulla severità, pur non rilevandosi differenze significative, le riduzioni sono state analoghe. In quest'annata tra le tesi trattate non si sono osservate particolari differenze significative. Analoghi risultati si sono riscontrati anche per quanto riguarda i tempi di applicazione. Nessun sintomo di fitotossicità è stato osservato nelle piante trattate.

2° prova – Infezioni secondarie

Le piante in vaso, prive di malattia, sono state movimentate in campo il 10/5, in previsione delle piogge ipotizzate per il 12-13/5 e posizionate accanto a testimoni non trattati con evidenti macchie di ticchiolatura abbondantemente evase. Il trattamento preventivo (A) è stato effettuato il 10/5 alle ore 12,30, quando la coltura si trovava nella fase fenologica BBCH 71 (fine fioritura-tutti i petali caduti), mentre il trattamento curativo o post-infezione è stato effettuato il 13/5 alle ore 10. In tabella 7 sono indicate le caratteristiche della pioggia che ha provocato l'infezione secondaria e del trattamento eseguito post-infezione (B). I risultati del rilievo efficacia sulla ticchiolatura del melo su foglia realizzato il 30/5 sono riportati in tabella 8.

Tabella 7. Caratteristiche dell'evento infettivo oggetto di prova registrato il 13/5/2019 (prova su infezione secondaria)

Trattamento	Pioggia mm	N° ore da inizio infezione	Σ gradi ora da inizio infezione a trattamento
B 13/5 ore 10	34,5	22	274

Tabella 8. Risultati della prova di semi-campo 2019 sull'infezione secondaria (rilievo su foglia del 30/5/19)

Tesi/Sostanza attiva	Dose f.c./hL	Epoca	Incidenza (%)	Severità (%)
Testimone non trattato	-	-	53,3 a ⁽¹⁾	6,08 a
Acido borico	200 g	A	17,1 b (67,9) ⁽²⁾	2,21 b (63,7)
Difenoconazolo	22,5 mL	A	8,6 b (83,9)	0,76 b (87,5)
Acido borico	200 g	B	7,6 b (85,7)	0,64 b (89,5)
Difenoconazolo	22,5 mL	B	9,1 b (82,9)	0,61 b (90)

⁽¹⁾ Valori della stessa colonna seguiti dalla stessa lettera non differiscono statisticamente al test di Duncan per $p \leq 0,05$

⁽²⁾ Grado d'azione espresso come efficacia Abbott percentuale

Dall'analisi dei risultati emerge come tutte le tesi trattate hanno statisticamente ridotto la malattia rispetto al testimone non trattato, con un intervallo di efficacia che va dal 67,9% al 85,7% sull'incidenza e dal 63,7% al 89,5% sulla gravità. Anche nei confronti dell'infezione secondaria non si sono evidenziate differenze significative tra i prodotti saggiati ai due tempi di intervento. Nessun sintomo di fitotossicità è stato osservato nelle piante trattate.

Prova di campo anno 2017

La prova di campo è stata realizzata durante la primavera 2017. I trattamenti sperimentali sono stati effettuati con turni settimanali il: 23/3, 30/3, 4/4, 11/4, 20/4, 28/4, 8/5, 17/5, 31/5 e 9/6. Il rilievo dell'efficacia sulle foglie è stato realizzato il 24/5, mentre sui frutti il 9/5. I risultati sono riportati in tabella 9.

Nel meleto in prova i primi sintomi fogliari sono stati osservati il 5/5. La comparsa tardiva della malattia può essere spiegata dalle condizioni ambientali primaverili (caldo e asciutto) registrate nel sito di prova. Durante la prima metà di maggio frequenti eventi piovosi hanno quindi favorito lo sviluppo della malattia e il 24/5, alla fine delle infezioni primarie, il testimone non trattato presentava in media il 47% delle foglie sintomatiche, con oltre il 4% della superficie fogliare colpita. Nel rilievo di inizio giugno anche i frutti mostravano un evidente attacco di *V. inaequalis*, che nel testimone ha interessato oltre il 37% delle mele osservate. Dall'analisi statistica, considerando la variabilità di campo in particolare sulle foglie (espressa in tabella 9 in termini di deviazione standard), non emergono differenze significative su incidenza e severità della malattia su foglie; tuttavia, a livello numerico, l'acido borico riduce la gravità della malattia di oltre un 50%, mentre lo standard chimico di oltre un 76%. Per quanto riguarda l'attacco sui frutti, le due tesi trattate differiscono statisticamente dal testimone ma non tra loro, con un'efficacia superiore al 70% (72% per acido borico e 88% per il chimico di riferimento). Nessun sintomo di fitotossicità è stato osservato nelle parcelle trattate.

Tabella 9. Risultati della prova di campo 2017 sulle infezioni primarie (rilievo su foglia del 24/5 e frutti del 9/6) (media \pm deviazione standard)

Tesi/Sostanza attiva	Dose f.c. (kg o L/ha)	Foglie		Frutti
		Incidenza (%)	Severità (%)	Incidenza (%)
Testimone non trattato	-	47,4 \pm 23,2 a ⁽¹⁾	4,3 \pm 2,8 a	37,5 \pm 18,5 a
Acido borico	0,2%	35,4 \pm 5,4 a (25,3) ⁽²⁾	2,1 \pm 0,4 a (51)	10,5 \pm 5,3 b (72)
Dithianon	0,5 kg/ha	23,1 \pm 8,2 a (8,2)	1 \pm 0,5 a (76,1)	4,5 \pm 2,5 b (88)

⁽¹⁾ Valori della stessa colonna seguiti dalla stessa lettera non differiscono statisticamente al test SNK per $p \leq 0,05$

⁽²⁾ Grado d'azione espresso come efficacia Abbott percentuale

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

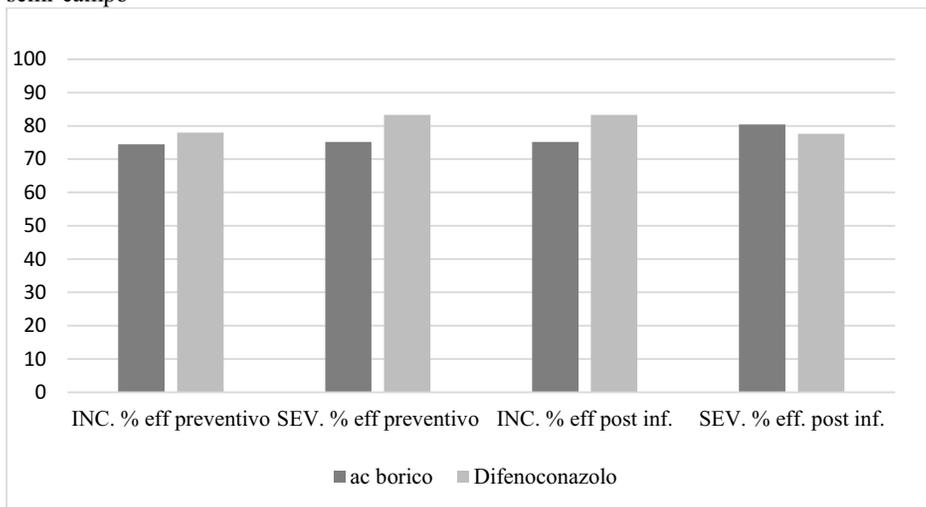
Le prove di semi-campo hanno permesso di ottenere indicazioni utili sull'attività di acido borico nel ridurre i sintomi fogliari di *V. inaequalis*. I risultati medi delle tre prove di semi-campo sono riportati nel grafico 1.

Come si evince sia dalle tabelle che dal grafico riassuntivo, l'acido borico applicato al 2‰ ha avuto un grado d'azione comparabile con lo standard difenoconazolo, mostrando un'efficacia sempre prossima o superiore al 70% sia quando applicato in forma preventiva che curativa.

La prova di campo ha permesso di confermare le indicazioni ottenute in semi-campo, estendendo l'indagine anche alla protezione dei frutti. Infatti, l'acido borico applicato al 2‰ è in grado di contenere i sintomi della malattia su mele con un grado d'azione superiore al 70% e non differente dallo standard chimico di riferimento (p.a. dithianon) applicato a parità di

condizioni. Nella prova di campo, considerando la variabilità riscontrata, su foglie non sono emerse differenze tra le tesi.

Grafico 1. Grado di efficacia medio espresso in percentuale sull'incidenza (INC) e sulla severità (SEV) della malattia espletato dai trattamenti eseguiti prima e dopo l'infezione nelle prove di semi-campo



L'acido borico, applicato in queste condizioni operative, sia su piante in vaso (cv Fuji) che in un impianto produttivo (cv Hi Early), non ha causato problemi di selettività culturale su melo, né su foglie né su frutti.

In conclusione, in questo studio l'acido borico si è dimostrato essere potenzialmente interessante per contenere i sintomi di *V. inaequalis* su melo, sia su foglie che su frutti, senza causare problemi di selettività culturale. Ulteriori indagini potranno confermare questi primi buoni risultati ottenuti con acido borico applicato al 2‰ per il controllo della ticchiolatura del melo, eventualmente valutando anche altri dosaggi di utilizzo e l'applicazione in miscela con altri fungicidi (Li et al., 2014).

LAVORI CITATI

- Bellaloui N., Mengistu A., Zobiole L. H. S., Shier W. T., 2012. Resistance to toxin-mediated fungal infection: role of lignins, isoflavones, other seed phenolics, sugars, and boron in the mechanism of resistance to charcoal rot disease in soybean. *Toxin Reviews*, 31(1-2): 16-26.
- Brown P.H., Bellaloui N., Wimmer M.A., Bassil E.S., Ruiz J., Hu H., Pfeiffer H., Dannel F., Romheld V. 2002. Boron in plant biology, *Plant Biol.* 4, 205–223.
- Dordas C., Brown PH. (2005) Boron deficiency affects cell viability, phenolic leakage and oxidative burst in rose cell cultures, *Plant Soil*, 268, 293–301.
- Frenkela O., Yermiyahub U., Forbesc G. A., Fryd W. E., Shtienberga D., 2010. Restriction of potato and tomato late blight development by sub-phytotoxic concentrations of boron. *Plant Pathology*, 59, 626–633.

- Graham D.R., Webb M.J. (1991) Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants, in: Mortvedt J.J., Cox F.R., Shuman L.M., Welch R.M. (Eds.), *Micronutrients in Agriculture*, 2nd ed., Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA, pp. 329–370.
- Guerra D., Anderson A.J., 1985. The effect of iron and boron amendments on infection of bean by *Fusarium solani*. *Phytopathology*, 75, 989-991.
- Guozheng Q, Yuanyuan Z., Qiling C., Donglai H., Shiping T. 2012. Inhibitory effect of boron against *Botrytis cinerea* on table grapes and its possible mechanisms of action. *International Journal of Food Microbiology*, 138, 145–150.
- Lesar B., Humar M., 2009. Re-evaluation of fungicidal properties of boric acid. *Eur. J. Wood Prod.* 67: 483–484.
- Li N., Li Z.L., Wang H., Yang S.Y., 2014. Recent advances in inhibition mechanism of boron on plant diseases. *Zhiwu Shengli Xuebao. Plant Physiology Journal* 50(1):7-11.
- Liew Y. A., Syed Omar S. R., Husni M. H. A., Zainal A. M. A., Nur Ashikin P. A., Muhamad H. 2012. Effects of Foliar Applied Copper and Boron on Fungal Diseases and Rice Yield on Cultivar MR219. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 35 (2): 149 – 160.
- Moyer C., Peres N.A., 2008. Evaluation of Biofungicides for Control of Powdery Mildew of Gerbera Daisy. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 121:389–394.
- Rathore D.S., Dooley H., Doyle D., Kildea S., 2019. Controlling *Septoria tritici* blotch (STB) in wheat through micronutrient management and fungicide applications. National Tillage Conference, Ireland. Poster. DOI: 10.13140/RG.2.2.25507.71207.
- Rolshausen, P. E., Gubler, W. D. 2005. Use of boron for the control of *Eutypa* dieback of grapevines. *Plant Dis.* 89:734-738.
- Schultz ME, Parmeter JR, Slaughter GW (1992) Long-term effect of treating true fir stumps with sodium tetraborate to control losses from *Heterobasium annosum*. *West J Appl For* 7:29–31.
- Tondi G., Wieland S., Lemenager L., Petutschnigg A., Pizzi A., Thevenon M.F. 2012. Fungal and termite resistance. *Bioresources* , 7, (1), 1238-1252.

