



Resultados preliminares do efeito de indutores de resistência no controle da cercosporiose em beterraba

Neumann Silva, V.^{1*}; Do Amaral, J. C.¹, Martinelli, V.¹, Cigel, C.¹; Wordell Filho, J. A.²

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó, Santa Catarina, Brasil,

*vanessa.neumann@uffs.edu.br

² Empresa Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, EPAGRI, Chapecó, Santa Catarina, Brasil.

Recibido: 25/09/2017

Aceptado: 14/11/2017

RESUMO

Neumann Silva, V.; Do Amaral, J. C.; Martinelli, V., Cigel, C.; Wordell Filho, J. A. 2017. Resultados preliminares do efeito de indutores de resistência no controle da cercosporiose em beterraba. Horticultura Argentina 36 (91): 86 - 95.

A cercosporiose é considerada a doença mais destrutiva de beterraba no mundo. O controle é realizado com cultivares resistentes e aplicação de fungicidas, contudo, novas alternativas são fundamentais para a sustentabilidade. O objetivo desta pesquisa foi verificar se fosfito de potássio, fosfito de manganês e silício podem induzir resistência à cercosporiose em beterraba. O experimento foi realizado na Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó, Brasil, em delineamento experimental blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4 (cultivares x indutores de resistência). As cultivares utilizadas foram: Early Wonder Tall Top e Vermelha Comprida. foram: silício, fosfito de potássio, fosfito de

manganês e água (controle). As avaliações dos sintomas foram realizadas a cada sete dias, dos 30 aos 70 dias após o transplante (DAT) de mudas, de acordo com escala diagramática de sete níveis. Aos 75 DAT foi realizada a colheita e determinada a produtividade. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias (Scott Knott $p < 0,05$). Nas condições em que foram realizados o ensaio o fosfito de potássio pode induzir a resistência de plantas de beterraba à cercosporiose na fase inicial do ciclo da cultura; o fosfito de manganês incrementou a produtividade, e o silício não só induziu a resistência na fase inicial e final do ciclo, mas também incrementou a produtividade de beterraba. Novas repetições destes estudos em anos sucessivos poderão permitir a confirmação, com maior rigor estatístico, dos resultados observados.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*, *Cercospora beticola*, fosfitos, silício.

ABSTRACT

Neumann Silva, V.; Do Amaral, J. C.; Martinelli, V., Cigel, C.; Wordell Filho, J. A. 2017. Preliminary results of inducers resistance effects in beet Cercosporiose control. Horticulture Argentina 36 (91): 86 - 95.

Cercosporiosis is considered the most destructive beet disease in the world. Control is carried out with resistant cultivars and application of fungicides; however, new alternatives are fundamental for sustainability. The objective of this research paper was to verify if potassium phosphite, manganese phosphite and silicon (Si) can induce resistance to cercosporiosis in beets. The experiment was carried out at the Federal University of the Southern Frontier, Chapecó campus, Brazil, in a randomized block experimental design, in a 2 x 4 factorial scheme (cultivars x resistance inducers). The cultivars used were: Early Wonder Tall Top and Vermelha Comprida. The resistance inducers were: Silicon

monoxide, potassium phosphite, manganese phosphite and water (control). Symptom assessments were performed every seven days, from 30 to 70 days after transplantation (DAT) of seedlings, according to a diagrammatic scale. At 75 DAT the harvest was performed and the productivity determined. The results were submitted to analysis of variance and comparison of means (Scott Knott $p < 0.05$). Under the conditions under which the test was carried out, potassium phosphite may induce resistance of beet plants to cercosporiosis at the initial stage of the crop cycle; manganese phosphite increased productivity, and silicon not only induced resistance at the beginning and end of the cycle but also increased beet productivity. New repetitions of these studies in successive years may allow the confirmation, with greater statistical accuracy, of the observed results.

Additional keywords: *Beta vulgaris*, *Cercosporabeticola*, phosphites, silicone.

1. Introdução

A cercosporiose ou mancha das folhas é a principal doença fúngica da beterraba (*Beta vulgaris*) no Brasil. A ocorrência generalizada desta doença pode representar uma redução na produtividade de 15% a 45% (Tiveli *et al.*, 2011). O agente causal é o fungo *Cercospora beticola*, considerado o patógeno mais destrutivo de área foliar de beterraba no mundo (Weiland & Kock, 2004). A planta infectada pelo fungo, diminui a sua capacidade fotossintética e repõe as folhas a partir das reservas da raiz, diminuindo assim, a produção (Pittner *et al.*, 2016).

O controle dessa doença usualmente é realizado com uso de cultivares resistentes e tratamento da parte aérea da planta com fungicidas. Porém, em trabalho realizado por Marcuzzo *et al.* (2015) não foi encontrada resistência à cercosporiose entre os principais genótipos de beterraba comercializados no Brasil. Em relação ao tratamento químico, essa técnica se restringe aos sistemas de produção convencionais, não sendo permitido seu uso em produção orgânica. Com a busca cada vez maior dos consumidores por alimentos mais saudáveis e com maior segurança alimentar, surge a necessidade do estudo de métodos de controle alternativo de doenças, que causem menor impacto ambiental.

Neste contexto, o uso de indutores de resistência pode contribuir para o controle de patógenos de uma forma mais sustentável. Segundo Alexandersson *et al.* (2016) indutores de resistência em plantas são agentes que levam ao aumento da proteção contra ataque de patógenos pela indução dos próprios mecanismos de defesa das plantas, chamado de resistência induzida; esses podem também ser chamados de ativadores e elicitores.

A indução da resistência pode ocorrer por tratamentos com compostos orgânicos ou inorgânicos, microorganismos e por extratos de plantas (Burketova *et al.*, 2015). O emprego de vários compostos inorgânicos, como sais, tem demonstrado efeitos na indução à resistência de patógenos em plantas. Dentre esses compostos, os fosfitos se destacam como agentes eficientes para controle de doenças, como por exemplo a cercosporiose em cafeeiro (Ribeiro Junior, 2008). O fosfito provavelmente entra nas células via transportadores de fosfato e consequentemente interfere nos mecanismos de sinalização do fosfato, o que potencialmente pode levar a uma indução indireta de resistência (Berkowitz *et al.*, 2013).

Em plantas de café (*Coffea* sp.) verificou-se que os fosfitos de manganês, potássio e zinco proporcionaram índices de controle superiores ao do fungicida, menor número de lesões por folha e menor incidência de cercosporiose em plantas em casa de vegetação (Ribeiro Junior, 2008), contudo, segundo Marcuzzo *et al.* (2016), não se conhece o efeito deste tipo de tratamento para a cercosporiose da beterraba.

Outro composto que foi relatado na literatura como um dos elementos associados à indução da resistência em plantas é o silício (Barros *et al.*, 2010). O silício age como um sinalizador e torna a defesa natural da planta por aumentar a atividade de enzimas como peroxidases, quitinases e polifenoloxidasas, ou por aumentar a liberação de compostos fenólicos, fitoalexinas, compostos antimicrobianos e sinalização sistêmica para estresse (ácido salicílico, ácido jasmônico e etileno) (Kaur *et al.*, 2016).

A forma de deposição do Si na parede celular de plantas gerou a hipótese de uma possível barreira física, dificultando a penetração do patógeno. No entanto, o aumento da atividade de compostos fenólicos, polifenoloxidasas e peroxidases em plantas tratadas com Si demonstrou o envolvimento deste elemento na indução de reações de defesa da planta (Pozza *et al.*, 2015). Pesquisas realizadas com diversas culturas confirmaram o potencial do silício na redução da intensidade e severidade de doenças para várias espécies de plantas e patógenos, como para controle de cretamento gomoso do caule de melancia (*Citrullus lanatus*) causado pelo patógeno *Didymella bryoniae* (Santos *et al.*, 2010), mancha parda em arroz (*Oryza sativa*) causada por *Bipolaris oryzae* (Zanão Júnior *et al.*, 2009), murcha bacteriana no tomateiro (*Solanum lycopersicum*) causada por *Ralstonia solanacearum* (Kirika *et al.* 2013), míldio em roseira (*Rosa* sp) causada por *Podosphaera pannosa* (Shetty *et al.*, 2012). Entretanto, são escassos os estudos sobre uso de silício para indução à resistência à cercosporiose em beterraba.

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi verificar o efeito de aplicações de fosfito de potássio, fosfito de manganês e silício na indução de resistência à cercosporiose em beterraba.

2. Material e métodos

O experimento foi realizado na área didática da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó (27°6'22"S 52°36'58"W), estado de Santa Catarina, Brasil, nos anos de 2016 e 2017. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, esquema fatorial 2 x 4 (cultivares x indutores de resistência). As cultivares utilizadas foram: Early Wonder Tall Top e Vermelha Comprida. Os tratamentos consistiram de aplicações de silício (Supa sílica®, Agrichem, 20% de SiO₂; 1 L ha⁻¹), fosfito de potássio (125 ml.100 L⁻¹ água), fosfito de manganês (100 ml.100 L⁻¹ água) e água (controle). As parcelas foram de 3 m², com 30 plantas, distribuídas em 3 linhas, espaçadas de 0,3 m, avaliando-se a linha principal (Marcuzzo *et al.*, 2017) e desconsiderando as demais (efeito de bordadura). Foram utilizadas mudas produzidas em bandejas de 128 células, com substrato, as quais foram transplantadas aproximadamente 30 dias após a semeadura, adotando-se o espaçamento de 0,10 m entre plantas. O solo foi previamente analisado e corrigido para atingir as necessidades da cultura.

As características do solo da área de cultivo são: pH em água: 5,3, P: 5,9 mg/dm³, K: 92,0 mg/dm³, Al: 1,2 cmolc/dm³, Ca: 5,0 cmolc/dm³, Mg: 1,5 cmolc/dm³ e % Matéria orgânica: 3,9 (m/v). Para a correção da fertilidade do solo foi utilizada a adubação com cama de aviário: pH: 5,8, P₂O₅: 2,99 %, K₂O: 0,33%, Ca: 2,63%, Mg: 0,29%, Cu: 0,26%, Zn: 0,20% e Fe: 10,8%.

Após o estabelecimento das mudas, iniciaram-se as aplicações dos tratamentos, realizadas semanalmente, com um pulverizador costal de 20 litros, respeitando-se as condições meteorológicas e indicações de tecnologia de aplicação de acordo com Andef (2010).

As avaliações dos sintomas foram realizadas por apenas um avaliador, semanalmente, a partir dos 30 dias após o transplante de mudas (DAT) até aos 70 DAT, de acordo com a escala diagramática proposta por De Mio *et al.* (2008), atribuindo-se as notas de 0 (sem sintomas), 1 ($\leq 0,41\%$), 2 (0,42-0,97%), 3 (0,98- 2,26%), 4 (2,27-5,21%), 5 (5,22- 11,53%) e 6 (11,54-23,61%) em função da área foliar lesionada. Aos 75 DAT foi realizada a colheita das raízes tuberosas, as quais foram pesadas, individualmente por parcela, e com base nesses resultados e no espaçamento utilizado, calculou-se a média de produtividade, estimada para um hectare de acordo com metodologia de Silva *et al.* (2016).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando o teste F foi significativo procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

3. Resultados e discussão

Não se observou interação entre os fatores cultivar e indutores de resistência para a severidade da doença aos 30, 37, 43, 50 e 57 DAT para ambas cultivares utilizadas (Tabela 1). Contudo, comparando-se os indutores, foi possível observar menor severidade com o uso de fosfito de potássio e com silício aos 30 e 37 DAT (Tabela 2). Shetty *et al.* (2012) observaram grande redução da severidade de míldio em roseiras em genótipos que absorveram maior quantidade de silício, atribuindo o controle da doença, pelo incremento ocorrido na formação de células de epiderme, com deposição de calose e peróxido de hidrogênio, especialmente nos locais de penetração do fungo, o que representa uma resposta de sensibilidade, induzida pelo Si. A deposição de calose é uma importante característica envolvida na imunidade, pelo reforçamento da parede celular, que dificulta a penetração de fungos em plantas (Underwood, 2012). Desta maneira, o Si pode contribuir para redução da severidade da cercosporiose, pela maior proteção dada as folhas, em função do estímulo a barreiras naturais, como a calose, por exemplo.

Tabela 1. Valores médios de severidade (notas) de *Cercospora beticola* em plantas de beterraba, cultivares Early Wonder Tall Top e Vermelha Comprida, tratadas com fosfito de potássio (FK), fosfito de manganês (FMN), silício (SI) e tratamento-controle (C), avaliadas aos 30, 37, 43, 50, 57, 63 e 70 dias após o transplante (DAT) e produtividade (P). Chapecó, SC, Brasil, 2016/17.

Cultivar	C	FK	FMN	SI
	S (nota) 30 DAT			
Early Wonder Tall Top	1,35 ± 0,04	1,19 ± 0,1	1,23 ± 0,3	0,70 ± 0,2
Vermelha Comprida	0,60 ± 0,06	0,50 ± 0,3	1,18 ± 0,2	0,43 ± 0,2
CV** (%)	32,2			
	S (nota) 37 DAT			
Early Wonder Tall Top	1,40 ± 0,2	0,95 ± 0,2	1,30 ± 0,5	0,82 ± 0,3
Vermelha Comprida	1,40 ± 0,2	0,50 ± 0,3	1,18 ± 0,2	0,52 ± 0,2
CV (%)	S (nota) 43 DAT			
Early Wonder Tall Top	1,75 ± 0,2	1,21 ± 0,1	1,57 ± 0,39	1,60 ± 0,5
Vermelha Comprida	1,30 ± 0,4	1,61 ± 0,3	1,56 ± 0,5	1,60 ± 0,6
CV (%)	29,5			
	S (nota) 50 DAT			
Early Wonder Tall Top	1,70 ± 0,3	1,25 ± 0,5	1,47 ± 0,2	1,70 ± 0,3
Vermelha Comprida	1,36 ± 0,2	1,53 ± 0,1	1,67 ± 0,5	1,62 ± 0,3
CV (%)	20,2			
	S (nota) 57 DAT			
Early Wonder Tall Top	1,35 ± 0,2	1,32 ± 0,3	1,10 ± 0,2	1,35 ± 0,2
Vermelha Comprida	1,26 ± 0,2	1,50 ± 0,05	1,63 ± 0,2	1,48 ± 0,2
CV (%)	17,7			
	S (nota) 63 DAT			
Early Wonder Tall Top	3,40 ± 0,08 aA*	3,13 ± 0,2 aA	3,12 ± 0,3 aA	3,20 ± 0,2 aA
Vermelha Comprida	2,88 ± 0,3 bA	3,23 ± 0,1 aA	3,24 ± 0,2 aA	3,20 ± 0,2 aA
CV (%)	7,5			
	S (nota) 70 DAT			
Early Wonder Tall Top	3,5 ± 0,08 aA	3,31 ± 0,2 aA	3,05 ± 0,1 aA	2,77 ± 0,34 bA
Vermelha Comprida	3,0 ± 0,3 bA	2,87 ± 0,3 aA	3,26 ± 0,4 aA	3,28 ± 0,2 aA
CV (%)	9,97			
	P (t ha ⁻¹)			
Early Wonder Tall Top	22,25 ± 0,6 aB	21,55 ± 6,9 aB	26,75 ± 4,6 aA	26,92 ± 4,9 aA
Vermelha Comprida	17,08 ± 3,8 bA	19,25 ± 3,8 aA	16,08 ± 3,6 bA	15,78 ± 3,4 bA
CV (%)	19,5			

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). **CV: coeficiente de variação.

Tabela 2. Severidade de cercosporiose em beterraba, valores médios para os tratamentos controle (C), fosfito de potássio (FK), fosfito de manganês (FMn) e silício (Si) aos 30 e 37 dias após o transplante de mudas (DAT) e para as cultivares Early Wonder Tall Top (EW) e Vermelha Comprida (VC) aos 30 e 57 DAT. Chapéco, SC, Brasil, 2016/17.

Tratamento	Severidade (nota)	
	30 DAT	37 DAT
C	0,99 ± 0,5 a*	1,40 ± 0,2 a
FK	0,84 ± 0,2 b	0,73 ± 0,3 b
FMn	1,21 ± 0,2 a	1,24 ± 0,3 a
Si	0,57 ± 0,2 b	0,67 ± 0,5 b
Cultivar	30 DAT	57 DAT
EW	1,12 ± 0,3 a	1,28 ± 0,2 b
VC	0,68 ± 0,4 b	1,47 ± 0,2 a

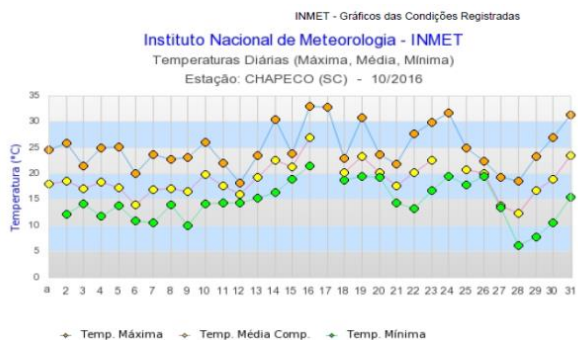
*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

O resultado do uso dos fosfitos verificado nas primeiras avaliações da presente pesquisa, e na literatura indicam seu potencial no controle de patossistemas como tombamento em pepino (*Cucumis sativus*), causado por *Pythium ultimum* (Abbasi & Lazarovits, 2006), podridão das raízes em morango (*Fragaria x ananassa*) causado por *Phytophthora cactorum* (Rebollar-Alviter *et al.*, 2007) e em laranjeira (*Citrus sinensis*) causado por *Phytophthora citrophthora* (Orbovic *et al.*, 2008). Segundo Deliopoulos *et al.* (2010) o modo de ação dos fosfitos tem sido tópico de controvérsia entre pesquisadores por um longo período; aparentemente, os fosfitos possuem um complexo modo de ação contra fungos e pseudo-fungos, envolvendo efeitos diretos como a inibição da esporulação e diminuição da taxa de desenvolvimento, e efeitos indiretos como um rápido e forte estímulo ao sistema de defesa das plantas (Jackson *et al.*, 2000; Daniel & Guest, 2005).

Nas avaliações subsequentes do presente trabalho, a partir de 63 DAT, se observou maior incidência da doença em ambas cultivares, quando comparado ao período anterior. Não houve diferença entre os tratamentos com indutores de resistência e o controle, contudo, observou-se menor severidade na cultivar Early Wonder aos 70DAT no tratamento com silício.

A figura 2 mostra a curva de progresso da doença, em ambas cultivares e com cada tratamento utilizado. Em todos os casos se observou maior severidade após 60 DAT, ou seja, no final do ciclo da cultura. É possível que as temperaturas e umidade relativa mais altas nesse período (Figura 1E e 1F) tenham contribuído para um maior desenvolvimento do patógeno. Segundo Tiveli *et al.* (2011) as condições favoráveis para o desenvolvimento da doença são umidade relativa do ar superior a 90% e temperaturas entre 22 e 26 °C. Observando-se os dados meteorológicos da região onde foi realizado o experimento (Figura 1) nota-se que embora a temperatura média tenha ficado próximo aos 25°C na maior parte do período, a umidade relativa do ar, foi inferior a 80%, do início até aproximadamente 60 DAT, o que pode ter contribuído para uma menor incidência da doença, dificultando a observação do efeito expressivo dos indutores.

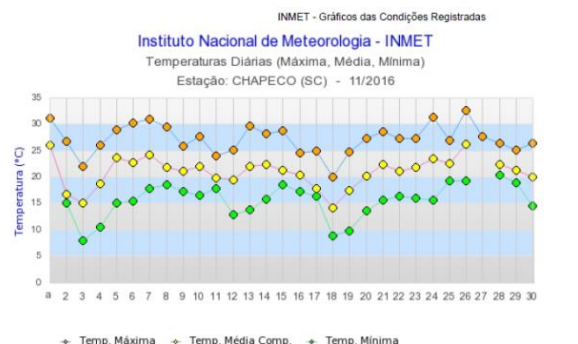
A



B



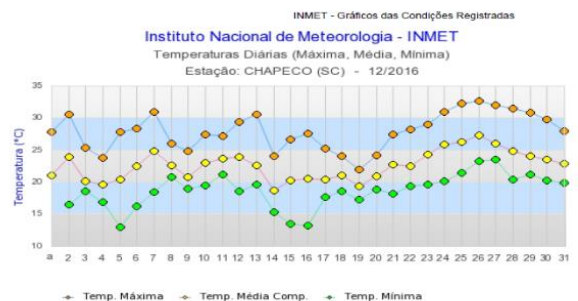
C



D



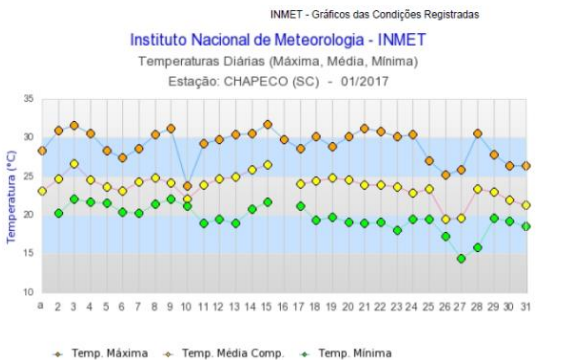
E



F



G



H



Figura 1. Dados meteorológicos: temperatura média e umidade relativa nos meses de outubro (A e B), novembro (C e D), dezembro (E e F) de 2016 e janeiro (G e H) de 2017 (período de realização do experimento a campo) em Chapecó, SC, Brasil.

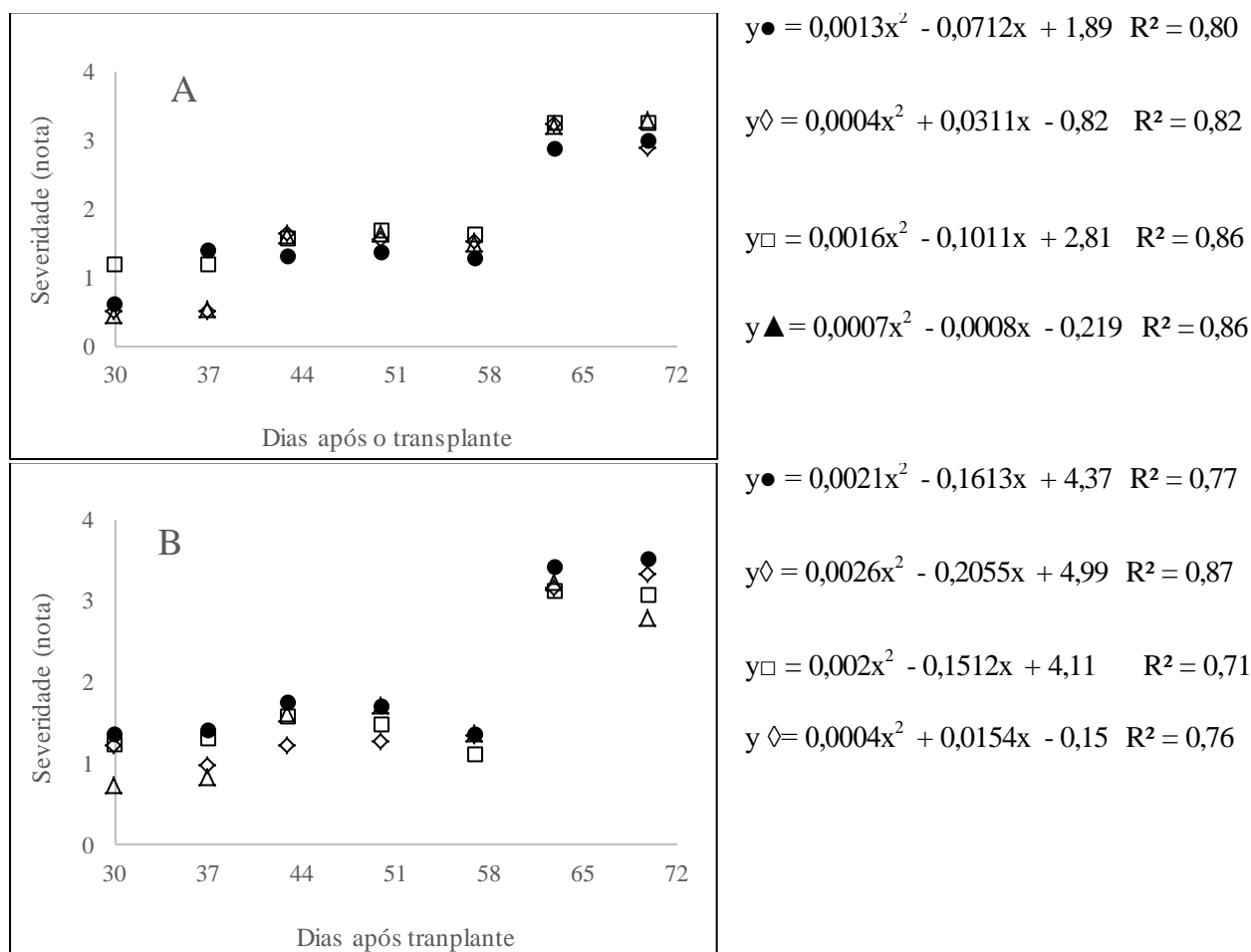


Figura 2. Curva de progresso da cercosporiose (*Cercosporibeticola*) em plantas de beterraba, cultivares Vermelha Comprida (A) e Early Wonder Tall Top (B) tratadas com água-controle (●), fosfito de potássio (◇), fosfito de manganês (□) e silício (Δ). Chapecó, SC, Brasil, 2016/17.

Em relação à produtividade, observou-se efeito dos tratamentos, com diferentes indutores e entre as cultivares. As maiores produtividades foram da cultivar Early Wonder Tall Top e uso dos indutores fosfito de manganês e silício (Tabela 1), com diferença de aproximadamente 4 toneladas por hectare. Esses tratamentos podem constituir em boa opção em cultivos orgânicos ou agroecológicos, por reduzir a severidade da cercosporiose e aumentar a produtividade, preconizando o uso de tratamentos fitossanitários menos agressivos ao meio ambiente e aos trabalhadores, além de contribuir para a sustentabilidade do sistema de produção.

O uso de indutores de resistência pode ser uma ferramenta importante para programas de manejo integrado de doenças, como esquemas de rotação de mecanismos de ação de produtos fitossanitários. A inclusão de produtos “bioracionais” em rotação com os fungicidas convencionais, como estratégia de manejo de resistência pode reduzir a probabilidade de seleção de patógenos resistentes (van der Borsch *et al.*, 2014; Pethybridge e Vaghefi (2017),).

4. Conclusões

Nas condições em que foram realizados o ensaio o fosfito de potássio pode induzir a resistência de plantas de beterraba à cercosporiose na fase inicial do ciclo da cultura; o fosfito de manganês incrementou a produtividade, e o silício não só induziu a resistência na fase inicial e final do ciclo, mas também incrementou a produtividade de beterraba.

Novas repetições destes estudos em anos sucessivos poderão permitir a confirmação, com maior rigor estatístico, dos resultados observados.

5. Referências bibliográficas

- Abbasi P.A. & Lazarovits, G. 2006. Seed treatment with phosphonate (AG3) suppresses *Pythium damping-off* of cucumber seedlings. *Plant Disease* 90:459-464.
- Alexandersson E., Mulugeta T., Lankinen A., Liljeroth E. & Andreasson E. 2016. Plant Resistance Inducers against Pathogens in Solanaceae Species—From Molecular Mechanisms to Field Application. *International Journal of Molecular Sciences* 17:1-25.
- Andef (Associação Nacional de Defesa Vegetal). 2010. Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. São Paulo: ANDEF. 52p.
- Barros F.C., Sagata E., Ferreira L.C.C. & Juliatti F.C. 2010. Indução de resistência em plantas contra fitopatógenos. *Bioscience Journal* 26: 31-239.
- Berkowitz O., Jost R., Kollehn D.O., Fenske R., Finnegan P.M., O'Brien P.A., Hardy G.E.S.J., Lambers H. 2013. Acclimation responses of *Arabidopsis thaliana* to sustained phosphite treatments. *Journal of Experimental Botany* 64:1731–174.
- Burketova L., Trda L., Ott P.G., Valentova O. 2015. Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. *Biotechnology Advances* 33:994-1004.
- Daniel R., Guest D., 2005. Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*-challenged *Arabidopsis thaliana*. *Physiology Molecular Plant Pathology* 67:194-201.
- De Mio L.L., Oliveira R.A., Floriani M.A.V., Schuber, J.M., Poltronieri, A.S., Araujo, M.A. & Tratch, R. 2008. Proposta de escala diagramática para quantificação da cercosporiose da beterraba. *Scientia Agraria* 9:331-337.
- Deliopoulos T., Kettlewell P.T. & Hare M.C. 2010. Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. *Crop Protection* 29:1059-1075
- Jackson T.J., Burguess T., Colquhoun I. & Hardy G.E.S. 2000. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathology* 49:147-154.
- Kaur S., Kaur N., Siddique K.H.M. & Nayyar H. 2016. Beneficial elements for agricultural crops and their functional relevance in defence against stresses. *Archives of Agronomy and Soil Science* 62:905-920.
- Kirika L.M., Stahl F. & Wydra K. 2013. Phenotypic and molecular characterization of resistance induction by single and combined application of chitosan and silicon in tomato against *Ralstonia solanacearum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 81:1-12.
- Marcuzzo L.L., Duarte T.S., Rosa Neto A.J. & Costa M.E.B. 2015. Ineficácia de arranjos espaciais no controle da cercosporiose (*Cercospora beticola*) da beterraba. *Summa Phytopathologica* 41:322-323.

- Marcuzzo L.L., Duarte T.S., Hoffmann F. 2016. Efeito do fosfito de potássio e de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora beticola*) da beterraba. *Summa Phytopathologica* 42:186-187.
- Orbovic V., Syvertsen J.P., Bright D., Van Clief D.L. & Graham J.H. 2008. Citrus seedling growth and susceptibility to root rot as affected by phosphite and phosphate. *Journal of Plant Nutrition* 31:774-787.
- Pethybridge S.J. & Vaghefi N. 2017. Management of Cercospora Leaf Spot in Conventional and Organic Table Beet Production. *Plant Disease* 101:1642-1651.
- Pittner E., Piva R., Santos J.C., Santos L.A., Faria C.M.R.D. 2016. Análise do desenvolvimento de *Cercospora beticola* frente ao fungicida tebuconazol. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science* 9:53-60.
- Pozza E.A., Pozza A.A.A. & Botelho D.M.S. 2015. Silicon in plant disease control. *Ceres* 62:323-331.
- Rebollar-Alviter A., Madden L.V. & Ellis M.A. 2007. Pre- and post-infection activity of azoxystrobin, pyraclostrobin, mefenoxam, and phosphite against leather rot of strawberry, caused by *Phytophthora cactorum*. *Plant Disease* 91:559-564.
- Ribeiro Junior, P.M. 2008. Fosfitos na proteção e na indução de resistência do cafeeiro contra *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola*. Tese apresentada para obter o título de Dr. Em Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil.
- Santos G.R., Castro Neto M.D., Carvalho A.R.S., Fidelis R.R., Afférrri F.S. 2010. Fontes e doses de silício na severidade do crestamento gomoso e produtividade da melancia. *Bioscience Journal* 26: 266-272.
- Shetty R., Jensen B., Shetty N.P., Hansen M., Starkey K.R. & Jørgensen H.J.L. 2012? Silicon induced resistance against powdery mildew of roses caused by *Podosphaera pannosa*. *Plant Pathology* 61:120-131.
- Silva P.N.L., Lana N.B.L., Cardoso A.I.I. 2016. Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. *Horticultura Brasileira* 34: 416-421.
- Tiveli S.W., Factor T.L. & Teramoto J.R.S. 2011. Beterraba: do plantio à comercialização. Campinas: Instituto Agrônomo, 45p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 210).
- Underwood W. 2012. The plant cell wall: a dynamic barrier against pathogen invasion. *Frontiers in Plant Science* 3:85.
- van den Bosch F., Oliver R., van den Berg F., & Paveley N. 2014. Governing principles can guide fungicide-resistance management tactics. *Annual Review of Phytopathology* 52:175-195.
- Zanão Júnior L.A., Fontes R.L.F. & Ávila V.T. 2009. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44:203-206.
- Weiland J. & Kock G. 2004. Sugar beet leaf spot disease (*Cercospora beticola* Sacc.) dagger. *Molecular Plant Pathology* 5:157-166.