

SILÍCIO NO CONTROLE DA MANCHA AMARELA DO TRIGO: ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS

IHAN GONÇALVES REBHAHN¹; KEILOR DA ROSA DORNELES²; TATIANE SOUTO DE OLIVEIRA¹; PAULO CESAR PAZDIORA²; LEANDRO JOSÉ DALLAGNOL³

¹Universidade Federal de Pelotas, Curso de Agronomia – irebhahn50@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas, Doutorando em Fitossanidade – keilor.rd@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitossanidade – ljdallagnol@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As doenças foliares do trigo são um dos principais fatores que comprometem a produtividade da cultura, destacando-se nos últimos anos a mancha amarela da folha (*Drechslera tritici-repentis*). Esta doença causa redução no rendimento de grãos até 48% (REES; PLATZ, 1983). A efetividade do controle por meio de resistência genética seria a medida de controle com maior eficiência, mas até o momento é limitada, pois no país ainda não se dispõe de cultivares com resistência suficiente para controlar a mancha amarela do trigo (INFORMAÇÕES TECNICAS PARA TRIGO E TRITICALE, 2014). Diante deste cenário, é imprescindível a busca por medidas complementares, que aumentam a resistência das plantas de trigo.

O silício (Si) é um elemento mineral, cuja importância está bastante comprovada para agricultura, pois o mesmo propicia inúmeros benefícios à planta capaz de absorvê-lo. O trigo é uma espécie vegetal com a propriedade de assimilar Si de forma ativa por meio de proteínas codificadas pelo gene TaLsi1 (MONTPETIT et al., 2012). Esse acúmulo de Si pelas plantas de trigo foi relacionado à menor intensidade de várias doenças foliares, tais como: ódio (*Blumeria graminis f.sp. tritici*) (BELANGER et al., 2003, REMUS-BOREL et al., 2005), mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*) (DOMICIANO et al., 2010, 2013) e brusone (*Pyricularia grisea*) (SOUZA et al., 2013).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da aplicação de Si na atividade de enzimas de defesa da planta de trigo contra a infecção por *D. tritici-repentis*.

2. METODOLOGIA

. Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório Interação Planta-Patógeno (LIPP), pertencentes ao Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas (RS). O experimento foi realizado em esquema fatorial 2×2 consistindo de duas cultivares Fundacep Horizonte (susceptível) e Quartzo (moderadamente resistente), duas doses de Si (com e sem aplicação de silicato de cálcio), com quatro repetições.

O Si foi fornecido na forma de silicato de cálcio. A dose de silicato de cálcio aplicada foi equivalente a 8,21 toneladas.ha⁻¹ para elevar o pH do solo até 6,5. Nos tratamentos controle foi adicionado calcário extra fino. A dose de calcário foi de 6,48 toneladas.ha⁻¹

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas com capacidade 20 litros, com as dimensões 0,60 x 0,38 x 0,15 m, contendo aproximadamente 19 kg de solo peneirado. Em cada bandeja as sementes de trigo foram semeadas em linha, totalizando assim quatro linhas de semeadura, sendo duas cultivar Horizonte e duas cultivar Quartzo de forma alternada. A inoculação das plantas de trigo foi por meio da pulverização foliar da suspensão de conídios (6×10^3 conídios.mL⁻¹) de *D. tritici-repentis* aos 40 dias após a emergência das plântulas (estádio 8 conforme escala fenológica de Feeks e Large (1954) por meio da utilização de um borrifador manual (TECBLAS® 45 mL). Imediatamente após a inoculação, as plantas foram transferidas para câmara de nevoeiro com temperatura de 25 ± 3 °C, onde permaneceram por 48h.

Para a determinação da atividade enzimática, segunda, terceira e quarta folha completamente expandida de uma planta, por repetição, de cada tratamento, foram coletadas às 12, 24, 48, 72 e 96 horas após a inoculação. Imediatamente após cada coleta, as amostras foram armazenadas em ultra freezer (- 80°C). Tanto as plantas não inoculadas quanto as inoculadas foram coletas de maneira semelhante.

Foram quantificadas as atividades das seguintes enzimas: lipoxigenase (LOX, EC 1.13.11.12), conforme o método descrito por Axelrod et al. (1981), superóxido dismutases (SOD, EC 1.15.1.1), conforme metodologia de Ribeiro et al. (2014), peroxidase (POX, EC 1.11.1.7) e quitinase (QUI, EC 3.2.1.14) conforme descrito por Dallagnol et al. (2011), catalase (CAT, EC 1.11.1.6) conforme Azevedo et al, (1998).

Aos 12 dias após a inoculação, duas plantas por repetição de cada tratamento, foram utilizadas para avaliação dos componentes epidemiológicos: comprimento final de lesão (CFL) e severidade da mancha amarela (SF), conforme a metodologia adaptada de Dallagnol et al. (2009).

Na análise dos dados foi considerado esquema fatorial $2 \times 2 \times 2 \times 5$ consistindo de duas cultivares, duas doses de Si, efeito da inoculação (plantas inoculadas ou não com *D. tritici-repentis* e o tempo de amostragem após a inoculação (12, 24, 48, 72 e 96 horas após a inoculação). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Student (teste-t). As análises foram realizadas no software SAS (SAS Institute, 1989, Cary, NC).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados nesse estudo relatam evidências que o Si potencializa respostas de defesa da planta de trigo contra *D. tritici-repentis*.

Para atividade enzimática, ocorreu algumas interações entre os fatores cultivar, dose de Si, inoculação e tempos de amostragem. O fator cultivar foi significativo apenas para CAT e POX. Já o fator Si, foi significativo para SOD, POX e QUI. Os fatores inoculação e tempo de amostragem foram significativos para todas enzimas.

Plantas de trigo supridas com Si apresentaram antecipação de respostas dos mecanismos de defesa de plantas contra patógenos, tais como atividades de enzimas hidrolases (QUI) e oxidoredutases (SOD, CAT, POX e LOX) fato que foi associado a menor intensidade da mancha amarela.

Tabela 1. Análise de variância dos fatores culturais de trigo (F1), solo suprido ou não com Si (F2), com e sem a inoculação do patógeno (F3) e os tempos de amostragem (F4) e suas interações sobre atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalases (CAT), peroxidases (POX) lipoxigenase (LOX) e quitinases (QUI) em folhas plantas de trigo das cultivares Horizonte e Quartzo cultivadas em solo não suprido (-Si) ou suprido com silício (+Si). UFPel, Capão do Leão, RS, 2015

Fatores	GL	Valores de <i>F</i>				
		SOD	CAT	POX	LOX	QUI
Cultivar (F1)	1	0,07 ns	39,55 **	77,87 **	0,06 ns	0,83 ns
Silício (F2)	1	5,15 *	0,65 ns	16,70 **	0,06 ns	10,65 **
Inoculação(F3)	1	157,11 **	4,57 *	33,06 **	28,76 **	240,56 **
Tempos (F4)	4	67,37 **	2,92 *	12,96 **	3,63 **	7,39 **
F1 × F2	1	4,94 *	8,07 **	0,69 ns	0,58 ns	0,01 ns
F1 × F3	1	13,45 **	3,10 ns	0,64 ns	0,38 ns	1,79 ns
F1 × F4	4	3,41 *	2,53 *	6,29 **	2,79 *	4,13 **
F2 × F3	1	16,01 **	10,69 **	0,92 ns	0,12 ns	3,71 ns
F2 × F4	4	1,37 ns	0,82 ns	0,85 ns	1,44 ns	1,46 ns
F3 × F4	4	28,80 **	20,61 **	10,56 **	2,67 *	6,28 **
F1 × 2 × 3	1	0,10 ns	0,75 ns	1,35 ns	0,46 ns	0,02 ns
F1 × 2 × 4	4	1,24 ns	1,75 ns	4,86 **	0,29 ns	1,01 ns
F1 × 3 × 4	4	1,88 ns	12,92 **	7,77 **	4,61 **	0,57 ns
F2 × 3 × 4	4	0,71 ns	0,71 ns	1,58 ns	0,35 ns	1,08 ns
F1 × 2 × 3 × 4	4	1,07 ns	2,50 *	0,82 ns	0,29 ns	1,66 ns
CV%		20,88	13,51	24,43	31,43	18,37

*Significativo a 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$); ** significativo a 5% de probabilidade ($0,01 < p \leq 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Para os componentes epidemiológicos, ocorreu interação entre os fatores cultivar e Si. O fator cultivar foi significativo para CFL e SF (Tabela 2). Para plantas de trigo não supridas com Si, a cultivar Quartzo apresentou redução de 31 e 34%, respectivamente, para CFL e SF, em comparação a cultivar Horizonte (Tabela 2). Para plantas de trigo supridas com Si, o CFL e SF reduziram, respectivamente em 30 e 57%, na cultivar Quartos quando comparada a cultivar Horizonte (Tabela 2). O fator Si também foi significativo para os parâmetros, CFL e SF. Nas plantas da cultivar Horizonte, supridas com Si, foi observado redução significativa de 28 e 32%, respectivamente, para CFL e SF, comparada às plantas da cultivar Horizonte não supridas com Si (Tabela 2). Na cultivar Quartzo, as plantas supridas com Si, comparadas as plantas não supridas, apresentaram redução significativa de 56% para SF (Tabela 2).

Tabela 2. Comprimento final de lesão (CFL) e severidade final (SF) da mancha amarela em plantas de trigo das cultivares Fundacep Horizonte e Quartzo cultivadas em solo não suprido com silício (-Si) ou suprido com silício (+Si). UFPel, Capão do Leão, RS, 2015.

Cultivares	CFL (mm)		SF (%)	
	-Si	+Si	-Si	+Si
Fundacep Horizonte	12,76 Aa	9,25 Ba	34,00 Aa	23,00 Ba
Quartzo	8,75 Ab	6,50 Ab	22,50 Ab	10,00 Bb
CV%	14,84		19,26	

Médias de cada variável seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de t ($p \leq 0,05$) n=8.

4. CONCLUSÕES

O Si incrementa a resistência de plantas de trigo a mancha amarela por meio da antecipação da atividade de enzimas relacionadas as respostas de defesa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AXELROD, B.C.; CHEESBROUGH, T.M.; LAASKO, S.L. Lipoxygenase from soybean. **Methods in Enzymology**, v.71, p.441- 451, 1981.

AZEVEDO, R. A. et al. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, v. 104, n. 2, p. 280-292, 1998.

BELANGER, R. R.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G. Cytological evidence of an active role of silicon in wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis f. sp tritici*). **Phytopathology**, v. 93, n. 4, p. 402-412, 2003.

DALLAGNOL, L. J. et al. Defective Active Silicon Uptake Affects Some Components of Rice Resistance to Brown Spot. **Phytopathology**, v. 99, n. 1, p. 116-121, 2009.

DALLAGNOL, L. J. et al. Deficiency in silicon uptake affects cytological, physiological, and biochemical events in the rice-*Bipolaris oryzae* interaction. **Phytopathology**, v. 101, n. 1, p. 92-104, 2011.

DOMICIANO, G. P. et al. Infection process of *Bipolaris sorokiniana* on wheat leaves is affected by silicon. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 3, p. 258-263, 2013.

FEEKS, LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Istration of the feeks scale. **Plant Pathology**, v.3, p.128-129, 1954.

INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE – safra 2014/ **VII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale**. Londrina, PR: Fundação Meridional. 2014.p.235.

MONTPETIT, J. et al. Cloning, functional characterization and heterologous expression of TaLsi1, a wheat silicon transporter gene. **Plant Molecular Biology**, v. 79, n. 1-2, p. 35-46, 2012.

RIBEIRO, M. V. et al. Betacyanin and antioxidant system in tolerance to salt stress in *Alternanthera philoxeroides*. **Agrociencia**, v. 48, n. 2, p. 199-210, 2014.

REES, R.G.; PLATZ, G.J. Effects of yellow spot on wheat: comparison of epidemics at different stages of crop development. **Journal of agricultural research**. n.34, p.39-46, 1983.

REMUS-BOREL, W.; MENZIES, J. G.; BELANGER, R. R. Silicon induces antifungal compounds in powdery mildew-infected wheat. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 66, n. 3, p. 108-115, 2005.

SOUZA, R. S. et al. Cytological aspects of the infection process of *Pyricularia oryzae* on leaves of wheat plants supplied with silicon. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 6, p. 472-477, 2013.