

Associação de silício e fungicida no controle da ferrugem na folha do trigo e a sua produtividade

Otacir Hirsch¹ e Ana Paula Moraes Mourão Simonetti²

Resumo: O objetivo deste trabalho é analisar o efeito de aplicações de silício via foliar sobre a incidência da ferrugem da folha do trigo, e a sua produtividade. O delineamento utilizado foi o DBC, totalizando 10 tratamentos e 4 repetições, sendo as combinações: T1 (testemunha) T2 (200 mL ha⁻¹ silício e 0 mL ha⁻¹ fungicida) T3 (400 mL ha⁻¹) T4 (600 mL ha⁻¹) T5 (800 mL ha⁻¹) fungicida: (Trifloxystrobina® + Protiocanazol®) T6 (0 mL ha⁻¹ silício e 400 mL ha⁻¹ fungicida) T7 (200 mL ha⁻¹ e 400 mL ha⁻¹) T8 (400 mL ha⁻¹ e 400 mL ha⁻¹) T9 (600 mL ha⁻¹ e 400 mL ha⁻¹) T10 (800 mL ha⁻¹ e 400 mL ha⁻¹). Os parâmetros avaliados foram a incidência da doença na folha, conforme escala de Alves et al. (2015); tamanho da espiga (cm), massa de 1000 grãos (g), produtividade (kg ha⁻¹), número de grãos por espiga e pH. Os dados foram submetidos a ANAVA, e as medias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa ASSISTAT 7.7. Concluiu-se que o uso de silício não influencia no número de grãos e tamanho da espiga de trigo; a massa de mil grãos foi pouco influenciada nesse experimento, apenas sendo o T2 superior ao T9; o uso de 400 e 600 mL de silício influenciou positivamente o peso hectolétrico e a produtividade do trigo em relação a testemunha; tanto o uso de fungicida, quanto a associação de fungicida com o silício proporcionaram menor severidade da doença no trigo, em relação a testemunha.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., *Puccinia triticina*, rendimento.

Silicon Association and fungicide in the control of wheat leaf rust at and productivity

The objective of this work is to analyze the effect of foliar silicon applications on yield and wheat leaf rust incidence. The treatments were: T1 (control) T2 (200 mL ha⁻¹ silicon and 0 mL ha⁻¹ fungicide) T3 (400 mL ha⁻¹) T4 (total of 10 treatments and 4 replicates) T5 (200 mL ha⁻¹) and T6 (800 mL ha⁻¹) fungicide: (Trifloxystrobina® + Protiocanazol®) T7 (0 mL ha⁻¹ silicon and 400 mL ha⁻¹ fungicide) T8 (200 mL ha⁻¹ and 400 mL ha⁻¹) T9 (400 mL ha⁻¹ and 400 mL ha⁻¹) T10 (600 mL ha⁻¹ and 400 mL ha⁻¹) T11 (800 mL ha⁻¹ and 400 mL ha⁻¹). The parameters evaluated were disease incidence according to Alves et al (2015) scale; grain size (g), yield (kg ha⁻¹), number of grain per ear and pH. The data were submitted to ANAVA and the means were compared by the Tukey test at 5% using the Assistat 7.7 statistical software. It was concluded that the use of silicon does not influence the number of grains and size of the ear of wheat; The mass of a thousand grains was little influenced in this experiment, only T2 being superior to T9; The use of 400 and 600 mL of silicon positively influenced pH and yield in relation to the control; Both the use of fungicide and the association of fungicide with silicon provided less disease severity than in control.

Key words: *Triticum aestivum* L., *Puccinia triticina*, yield.

¹ Acadêmico do 5º ano do curso de agronomia. Centro Universitário Assis Gurgacz. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095 Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR. Contato: otacir.agro@gmail.com.

² Engenheira Agrônoma. Doutora e Coordenadora do Curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR. anamourao@fag.edu.br

Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) representa, aproximadamente, 30% da produção mundial de grãos. O cereal tem muita importância na alimentação humana como: farinha, macarrão, biscoitos, bolos, pães, e também, na elaboração de produtos não alimentícios (misturas adesivas ou de laminação para papéis ou madeiras, colas, misturas para impressão, agentes surfactantes, embalagens solúveis ou comestíveis, álcool, antibióticos, vitaminas, fármacos, cosméticos, etc.), e na alimentação animal como forragem de grão ou na composição da ração (DE MORI e IGNACZAK, 2011).

A estimativa de produção é de 6,16 milhões de toneladas em 2016/17, sendo 0,62% menor que o volume de produção de 6,2 milhões de toneladas, com a área plantada de 2.097,0 hectares. Em 2016/17, a produção de 6,16 milhões de toneladas é 629,2 mil toneladas, maior que à produção anterior, acenando com a possibilidade de ocorrer o início da recuperação da moagem industrial no Brasil para 10,4 milhões de toneladas, devido à maior disponibilidade da matéria-prima de boa qualidade (CONAB, 2016).

Apesar do cenário favorável para a cultura do trigo no Brasil, há diversos fatores que limitam a obtenção de alto rendimento, entre eles as doenças e pragas. A perda anual da produção pode ultrapassar os 50% de perdas na produtividade (EMBRAPA, 2006).

Segundo ANIKSTER et al., 1997, é considerada uma das principais doenças da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). Foi observado uma redução no rendimento de grão de superior a 40% causada pela ferrugem da folha, quando utilizado cultivares mais suscetíveis, inviabilizando inclusive o cultivo do trigo (BARCELLOS et al. 1997).

Barcellos e Ignaczak (1978), demonstraram que os danos causados pela *Puccinia triticina* no trigo pode chegar a 50% no rendimento. Já, PICINI (1995), comprovou uma redução no rendimento de grão de até 80% na cultivar BR 34.

A nutrição da planta fator importante para a obtenção desses altos índices de produtividade, além da consequente proteção à planta. O silício (Si) é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, 27%, massa, sendo superado apenas pelo oxigênio (EPSTEIN, 1994).

O silício não é considerado um elemento essencial para o desenvolvimento das plantas, mas tem-se utilizado visando o aumento da tolerância da planta a pragas e doenças. O silício também influencia fatores abióticos como toxidez de materiais pesados, déficit hídrico, estresse salino, altas temperaturas e geada. Sendo este efeito caracterizado pelo alto acúmulo de silício nos tecidos da planta (FENG, 2004).

O efeito da proteção mecânica das plantas ao aplicar silício, é atribuído, sobretudo, ao depósito de silício na forma amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), na parede celular do vegetal. Ao acumular o silicato nos órgãos de transpiração provoca a formação de uma dupla camada de silício cuticular, que pela diminuição da transpiração de água pelas plantas seja menor (KORNDFER *et al.* 2004).

Segundo Jones e Handreck, (1967) a planta absorve o Silício (Si) como ácido monossilícico, H_4SiO_4 , de forma passiva, através do fluxo de massa. O Si é transportado como H_4SiO_4 no xilema, sendo sua distribuição na planta relacionada com a taxa de transpiração.

Em estudos realizados com silício (Si) conseguiu-se observar os efeitos benéficos no controle de problemas fitossanitários, sendo capaz de aumentar a tolerância das plantas ao ataque de insetos e patógenos (EPSTEIN, 2001). Segundo Goussain (2002), o silício pode conferir resistência à planta pela sua deposição, formando uma espécie de barreira mecânica, impedindo assim a penetração e entrada pelo patógeno.

Além disso, NOJOSA *et al.* (2006) afirmam que o silício pode proporcionar um aumento na produtividade, mas de acordo Délano-Frier *et al.* (2004) a indução de resistência nas plantas, poderá modificar seu metabolismo, assim podendo reduzir a produtividade.

Com vista nos aspectos fitossanitários de indução de resistência, este trabalho tem como objetivo analisar o efeito de aplicações de silício via foliar sobre a incidência de doenças como também avaliar o crescimento e produtividade da cultura do trigo em condições de campo.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado a campo na fazenda do Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias - CEDETEC localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz, em Cascavel, no Paraná com latitude $24^{\circ}93'S$ e longitude de $53^{\circ}51'O$ e altitude de 682 metros o qual teve início no mês 05 de 2016.

Para realização do experimento foi utilizada a espécie *Triticum aestivum* L variedade cultivada SABIA[®], cedida pelo CEDETEC. O silício utilizado foi o SUPA SILICA[®] (9,02 % de Si e 24,13 % de K_2O) da empresa Agrichem[®]. Foi semeado em um solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico de acordo com EMPRAPA (1999), adotou-se espaçamento de 0,17 m com 60 sementes por metro.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições; sendo as seguintes combinações: Testemunha (T1- sem aplicação, usando somente

110 água), Tratamento 2 (T2) 200 mL ha⁻¹ de silício; tratamento 3 (T3) 400 mL ha⁻¹ de silício;
111 tratamento 4 (T4) 600 mL ha⁻¹ de silício; tratamento 5 (T5) 800 mL ha⁻¹; fungicida
112 (Trifloxystrobina + Protiocanazol) na dose recomendada de 0,4 L p.c. ha. 6 (T6) 400 mL ha⁻¹
113 de fungicida; 7 (T7) 200 mL de silício e 400 mL ha⁻¹ de fungicida; 8 (T8) 400 mL de silício e
114 400 mL ha⁻¹ Fungicida; 9 (T9) 600 mL de silício e 400 mL ha⁻¹ de fungicida; 10 (T10) 800
115 mL de silício e 400 mL ha⁻¹ de fungicida.

116 As sementes de trigo foram semeadas a campo em uma área estimada em 300 m²,
117 sendo cada uma das 40 parcelas experimentais, com dimensionamento de 5 m de
118 comprimento e 1,36m de largura (8 linhas), totalizando 6,8 m² cada parcela. Para a avaliação
119 descartou-se as 2 linhas de bordadura de cada extremidade, utilizando-se apenas as seis linhas
120 centrais.

121 A aplicação dos tratamentos (doses de silício e fungicida) foi realizada em duas
122 épocas, sendo aos 30, e 60 dias após a emergência (D.A.E). Foram selecionadas 10 plantas
123 aleatórias nas linhas centrais e identificado com etiquetas brancas para realizar as avaliações
124 nas mesmas plantas. A aplicação dos tratamentos foi realizada com pulverizador manuais,
125 costal com capacidade 20 litros, com bico leque 110.02 calibrado com volume de calda para
126 250 L ha⁻¹. As aplicações ocorreram na parte da manhã por motivo de melhores condições
127 climáticas favorecendo a pulverização e diminuindo a perda de deriva.

128 O controle de plantas daninhas foi feito na pré-semeadura utilizando o herbicida
129 (Paraquate + Diurom) na dosagem 250 mL ha⁻¹ e após algumas semanas utilizou-se
130 (Bentazona) para o controle de folhas largas na dose 600 mL ha⁻¹. Foi utilizado o inseticida
131 (Lufenuro) para controle da *Pseudaletia sequax* na dosagem recomendada de 100 mL ha⁻¹, e
132 para o controle do percevejo raspador *collaria scenica* (Tiametoxam + Lambda - Cialotrina)
133 na dosagem de 150 mL ha⁻¹.

134 A colheita ocorreu de forma semi mecanizada, de cada repetição foi retirado 10
135 espigas para realizar as avaliações de tamanho de espiga e número de grãos, após isso com um
136 auxílio de uma régua medindo 1 m² colocou-se no centro da parcela deixando de fora as
137 linhas da borda, logo em seguida utiliza-se uma foice para cortar as plantas, juntando as
138 trilhadas logo em seguida com auxílio de uma trilhadora.

139 Os parâmetros avaliados foram: avaliação da doença, utilizando a escala diagramática
140 proposta por Alves et al. (2015), onde observou-se a incidência da doença nas 10 plantas
141 identificadas em folhas medianas, massa de mil grãos (g) sendo contadas 1000 sementes de
142 cada repetição e posteriormente pesadas, produtividade (Kg por ha⁻¹), realizada através da
143 pesagem de toda a parcela descartando as 2 linhas de bordadura, pesando somente 6 linhas

centrais; tamanho da espigeta (cm) utilizando uma régua graduada para realizar as mediações, número de grãos por espiga, serão debulhadas manualmente a espiga e contado seu número de grãos. Para o número de grão e tamanho das espigas foram coletadas 10 amostras aleatórias em cada repetição. Após ter realizado a debulha é analisado os parâmetros massa de mil grãos e peso hectolitro de cada repetição.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANAVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, através do programa estatístico ASSISTAT 7.7 (SILVA et al., 2016).

Resultados e Discussão

Com base nos resultados da análise de variância, se obteve diferenças significativas para a massa de mil grãos, peso hectolitro, severidade da doença e produtividade sendo que os demais componentes avaliados não se diferenciaram estatisticamente entre si, como pode ser verificado na tabela 1.

Apesar de Ando et al. (2002) afirmarem que a aplicação de silício pode melhorar toda estrutura da planta, favorecendo assim um melhor aproveitamento da luz solar, favorecendo a assimilação de carbono e a fotossíntese, proporcionando assim um maior estímulo no alongamento do meristema, isso se deve pela adição de material na parede celular e nos vários tipos de organelas celulares; não observou-se nas condições desse experimento diferenças significativas no número e tamanho das espigas de trigo.

Tabela1 – Número de grão por espiga, Tamanho da espiga, Massa de mil grãos, peso hectolitro, severidade e produtividade Kg ha⁻¹, em função das diferentes doses de silício e fungicida.

Tratamentos	Número de grão por espiga	Tamanho da espiga (cm)	Massa de mil grãos (g)	pH	Severidade	Produtividade kg ha ⁻¹
T1 (só água)	38,82 a	8,55 a	37,40 ab	73 c	3,72 a	1792 cde
T2 (200 mL Si)	40,25 a	8,95 a	39,41 a	73,75 bc	2,33 bc	1742 de
T3 (400 mL Si)	39,35 a	8,82 a	37,23 ab	76,25 ab	2,70 b	2445 ab
T4 (600 mL Si)	39,05 a	8,57 a	37,54 ab	76,75 a	2,50 b	2842 a
T5 (800 mL Si)	42,70 a	9,20 a	37,60 ab	75,25 abc	2,34 bc	2167 bcd
T6 (400 mL Fu)	41,95 a	9,12 a	38,05 ab	76,25 ab	1,52 cd	2083 bcde
T7 (400 mL Fu x 200 ml Si)	40,75 a	9,10 a	37,57 ab	75,25 abc	1,36 d	1542 e
T8 (400 mL Fu x 400 ml Si)	39,75 a	8,75 a	37,87 ab	76 ab	1,32 d	2192 bcd
T9 (400 mL Fu x 600 ml Si)	39,55 a	9,05 a	37,02 b	76 ab	1,30 d	2375 abc
T10 (400 mL Fu x 800 ml Si)	39,05 a	8,82 a	38,22 ab	75 abc	1,04 d	2561 abc
D.M.S.	6,88	1,12	2,26	2,61	0,95	584
CV (%)	7,05	5,18	2,46	1,43	19,54	11,04

F cal 0,85 ns 0,97 ns 2,10 * 4,86 * 18,43 * 11,18 *

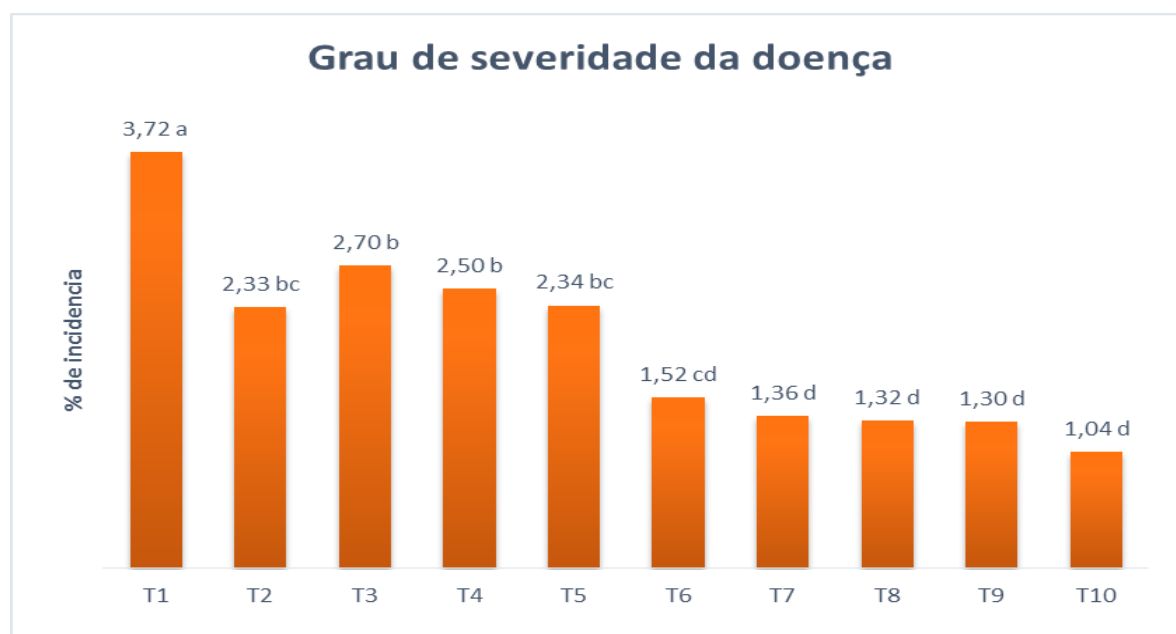
* significativo ao nível de 5% de probabilidade

n.s. médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente

Como observamos na tabela obteve-se media superior na massa de mil grãos no tratamento 2 (0 mL ha⁻¹ de fungicida e 400 mL ha⁻¹ de silício), em relação ao tratamento 9 (400 mL ha⁻¹ de fungicida e 600 mL ha⁻¹ de silício), porém estatisticamente iguais aos demais tratamentos; indicando que com a quantia mínima de silício (200 mL ha⁻¹), já se alcançou interessante massa de mil grãos. Em trabalho realizado a campo comprovaram o efeito do silício em parâmetros produtivos e de crescimento, como segundo Singh et al. (2005a) ao estudarem uso de silício em diferentes épocas e doses em duas colheitas consecutivas, onde mostrou um aumento na altura, produção de matéria seca, número de panícula por metro quadrado e produtividade. Também mostrou medias superiores na aplicação de silício cultivado em vasos com solo, obtendo um aumento na altura da planta, área foliar e matéria seca (GONG et al., 2003).

Quanto ao Peso hectolítrico, observou-se que a testemunha foi significativamente inferior aos demais tratamentos, indicando que o uso de silício melhora a qualidade do trigo, sendo o tratamento 4 aquele que numericamente obteve destaque nesse quesito, alcançando o pH de 76,75.

Figura 1 – Severidade da doença ferrugem da folha *Puccinia triticina*, nas 3 avaliações foliares na cultura do trigo, submetidas as diferentes doses de silício e fungicida, em Cascavel – PR.



A figura 1 mostra a % de severidade da doença onde o T1 (testemunha) obteve a maior taxa de incidência da doença em relação aos demais tratamentos, seguido dos tratamentos

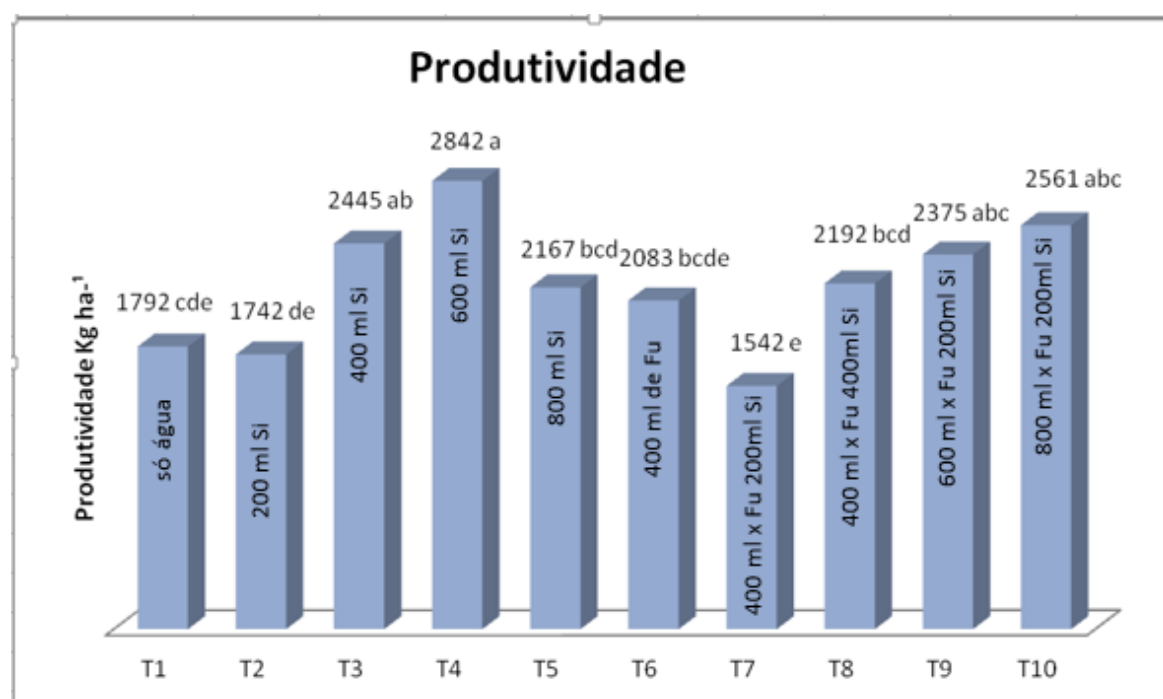
apenas com aplicação de silício; enquanto os tratamentos com a associação de silício e fungicidas (T7, T8, T9 e T10) apresentaram menores valores, indicando menor severidade da doença.

A menor severidade da doença com a aplicação de silício em relação a testemunha, pode-se dar pelo fato de segundo Yoshida, (1965), o acúmulo do silício na parede da epiderme, fazer com que dificulte a penetração de insetos e a entrada de fungos na folha, e de formar uma barreira física.

Mas esses resultados somente foram positivos em plantas acumuladoras de Si. Outra hipótese é apresentada por Rodrigues *et al.* (2003 e 2004), que informam que o silício pode atuar como barreira química complementado com a barreira física, já que obtiveram resultados em trabalhos feitos com brusone em arroz, que o Si solúvel no interior da planta ativa o sistema de defesa natural se protegendo quando algum patógeno infectar a planta.

Além do Si promove o estímulo de compostos fenólicos, quitinases e peroxidase, acumulando na parede celular do vegetal e auxiliando na penetração de patógenos.

Figura 2 – Produtividade em kg ha⁻¹ submetidas a diferentes doses de silício e fungicida na cultura do trigo em Cascavel – PR.



O T4 (600 mL ha⁻¹ de silício) apresentou a maior média em produtividade por ha⁻¹, diferenciando estatisticamente de alguns tratamentos, inclusive a testemunha, mas sendo igual estatisticamente aos tratamentos 3, 9 e 10.

Entre os tratamentos com doses de silício, os tratamentos com 400 (T3) e 600 mL ha⁻¹ (T4) apresentaram maior produtividade média como mostra a Figura 2. Esse resultado corrobora com Ayres (1966), que obteve um aumento de 18 % na produtividade de cana de açúcar aplicando uma quantidade de 6200 kg ha⁻¹ de silício. O uso de silício também mostrou um aumento na produção de grão, quando se comparada com a testemunha que chegou a 43% com a cultivar BR18 e a 100% na BR40 (LIMA FILHO e TSAI, 2007).

Conclusões

Com os resultados obtidos pode se concluir que nas condições desse experimento:

- O uso de silício não influencia no número de grãos e tamanho da espiga de trigo;
- A massa de mil grãos foi pouco influenciada nesse experimento, apenas sendo o T2 superior ao T9;
- O uso de 400 e 600 mL de silício influenciou positivamente o peso hectolítrico e a produtividade do trigo em relação a testemunha;
- Tanto o uso de fungicida, quanto a associação de fungicida com o silício proporcionaram menor severidade da doença no trigo, em relação a testemunha.

Referências

- ANDO, H.; KAKUDA, K.; FUJII, H.; SUZUKI, K.; AJIKI, T. Growth and canopy structure of rice plants grown under field conditions as affected by Si application. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 48, n. 3, p. 429-432, July 2002.
- AYRES, A. S. Calcium silicate slag as grown stimulant for sugarcane on low-silicon soils. *Soils Science*, Baltimore, v. 101, n. 3, p. 216-227, Sept. 1966.
- BARCELLOS, A.L.; MORAESFERNANDES, M.I.B. de; ROELFS, A.P. Ferrugem da folha do trigo (*Puccinia recondita*): durabilidade da resistência. *Summa Phytopathologica*, Jaboticabal, v.23, n.2, p.101-117, 1997.
- BARCELLOS, A.L. & IGNACZAC, J.C. Efeito da ferrugem da folha em diferentes estádios de desenvolvimento do trigo. In: *Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo*, 10, Porto

Alegre RS, 1978. Solos e Técnicas Culturais, Economia e Sanidade. Passo Fundo, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. 1978. pp. 212-219

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** – v. 1, n.1 (2016-) – Brasília, DF: Conab, 2016-v. 1, p. 139, 2016.

DÉLANO-FRIER, J. P.; MARTÍNEZ-GALLARDO, N. A.; DE LA VEGA, O. M.; SALAS-ARAIZA, M. D.; VARGAS, P.; BORODANENKO, A. The effect of exogenous jasmonic acid on induced resistance and productivity in amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) is influenced by environmental conditions. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 30, n. 5, p. 1001-1034, May 2004.

DE MORI, C.; IGNACZAK, J. C. **Aspectos econômicos do complexo agroindustrial do trigo.** In: PIRES, J. L. F. Passo Fundo RS, Embrapa Trigo, 2011.

EPSTEIN, E. Silício em plantas: fatos e conceitos. Em: DATNOFF, L. E. ; NYDER, G. H. ; KORNDÖRFER, G.H. (Eds.). Silício na agricultura. Holanda: Elsevier Science, 2001. 403 p.

FENG, M. J. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Science and Plant Nutrition.** Temuco-Chile v. 50, n. 1, p. 11-18, 2004.

Gong, H.J.; Zhu, X.Y.; Chen, K.M.; Wang, S.M.; Zhang, C.g. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, Lanzhou University, 730000, PR China v.169, p.313-321, 2005

JONES, L.H.P.; HANDRECK, K.A. Studies of silica in the oat plant. III. Uptake of silica from soils by plant. **Plant Soil** School of Life Sciences, University of Sussex, Brighton, BN1 9QG, UK 23:79-95, 1965.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. de. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura.** 3. ed. Uberlândia-MG: GPSi, 2004. 23 p. (Boletim técnico, 1).

LIMA FILHO, O. F. de TSAI, S. M. Crescimento e produção do trigo e da aveia branca suplementada com silício. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Boletim de pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Agropecuária Oeste 41, 2007.34p.

NOJOSA, G. B. A.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Eds.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos.** Piracicaba-SP: FEALQ, 2006. 263 p.

PICININI, E.C., FERNANDES, J.M.C., IGNACZAC, J.C. & AMBROSI, I. Impacto econômico do uso do fungicida propiconazole na cultura do trigo (*Triticum aestivum*). *Fitopatologia Brasileira* 21:362-368. 1996.

RODRIGUES, F.A. **Fertilização silicatada na severidade da queima das bainhas (*Rhizoctonia solani* Kühn) do arroz.** Dissertação (Mestrado) - Dep. de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, 100p., 2000.

300 SINGH, A. K.; SINGH, R.; SINGH, K. Growth, yield and economics of rice (*Oryza sativa*)
301 as influenced by level and time of silicon application. **Indian Journal of Agronomy**, New
302 Delhi, v. 50, n. 3, p. 190-193, Jul. 2005a.

303
304 YOSHIDA, S. Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant. **Bulletin**
305 **National Institute Agronomic Science**, Japan Serie B., v. 15, p. 1-58, 1965.

306