

## INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NA CULTURA DO MILHO SOBRE A SEVERIDADE DE *PUCCINIA POLYSORA* UNDERW E SEUS COMPONENTES DE RENDIMENTO

Verônica Pellizzaro<sup>1</sup>, Daisy Caroline Assunção<sup>2</sup>, Felipe Favoretto Furlan<sup>1</sup>, Nicolas Alexandre de Siqueira Vengrus<sup>1</sup>, Rodrigo Anshau<sup>1</sup>, Douglas Junior Bertoncelli<sup>1</sup>, Gustavo Henrique Freiria<sup>1</sup>, Lúcia Sadaio Assari Takahashi<sup>1</sup>, Fernando Machado dos Santos<sup>2</sup> e Mônica Satie Omura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Londrina – UEL, Departamento de Ciências Agrárias. Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380, s/n - Campus Universitário, 86057-970, Londrina, PR. E-mail: veronicapellizzaro@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul- IFRS, Campus Sertão. Rodovia RS 135, Km 25 - Distrito Eng. Luiz Englert, 99170-000, Sertão – RS.

**RESUMO:** *Diversos trabalhos têm demonstrado o efeito benéfico da aplicação de silício sobre o acréscimo da produção e da resistência de diversas culturas a estresses bióticos e abióticos, principalmente da família poaceae, como por exemplo, arroz, cana de açúcar e milho. Entretanto, são poucas as informações dos benefícios à resistência induzida pelo silício em doenças no milho. Desta forma, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de silício na severidade da ferrugem polissora no milho, e seus componentes do rendimento. O experimento foi implantado no setor de culturas anuais do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul Câmpus Sertão, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por três doses do produto comercial Gigamix (125; 250; e 500 g/ha), mais a testemunha. Os resultados obtidos não obtiveram significância pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ), com exceção da severidade da ferrugem no terço baixeiro das plantas para a dose de 500g/ha em aplicação única, o que exige maiores estudos para verificar as causas deste resultado.*

**PALAVRAS-CHAVE:** *Nível de controle, ferrugem do milho, Zea mays.*

## SILICON INFLUENCE ON SEVERITY OF *PUCCINIA POLYSORA* UNDERW AND YIELD COMPOUNDS IN MAIZE CROP

**ABSTRACT:** *The benefic effect of silicon application on the yield raise and resistance of several crops to biotic and abiotic stress has being observed, majorly on the poaceae family, as well as rice, sugar cane and maize. However, the information of silicon benefice on the induced resistance of maize diseases is limited. Therefore, the aim of this work was evaluate the effect of different silicon doses on the Puccinia polysora severity and yield compounds in maize crop. The experiment was implemented in the annual crops sector of the Federal Institute of Education Science and Technology of Rio Grande do Sul Campus Sertão, the experimental design was randomized blocks with seven treatments and four replications. The treatments was composed by three doses of the commercial product Gigamix (125; 250 and 500 g ha<sup>-1</sup>), plus a pattern treatment. The observed results not showed significance by the Tukey test ( $p>0.05$ ), with the exception of severity in the lower third of the plants for the 500 g ha<sup>-1</sup> dose in single application, which requires more studies to verify the causes of this result.*

**KEY-WORDS:** *Control level, maize rust, Zea mays.*

## INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem grande importância desde seu surgimento, até os dias de hoje. É caracterizada por ter variadas formas de utilização, as quais podem ser destinadas para consumo humano ou animal, podendo ser consumido *in natura* ou processado. Atualmente o milho é utilizado também como fonte de produção de biocombustíveis, sendo uma das culturas mais importantes do mundo em volume de produção, perdendo apenas para o trigo segundo Reunião Técnica..., (2013).

Apesar do alto potencial produtivo da cultura do milho, cerca de 18 a 20 t ha<sup>-1</sup> (Fancelli; Dourado Neto, 2004), na prática, se observa produtividade muito baixa e irregular. Levando em consideração a diminuição da área cultivada do milho, (CONAB, 2015) buscam-se alternativas para tentar reduzir os riscos de perdas nas lavouras, sejam elas por ataque de pragas e doenças, ou por intempéries. Neste contexto, observa-se a ferrugem polissora como uma das doenças que supõe-se ter potencial de causar grandes prejuízos para a cultura.

Essa doença é causada pelo fungo *Puccinia polysora* Underw, o qual se dissemina rapidamente pela lavoura, prejudicando a sua capacidade de fotossíntese, o que geralmente, provoca sérios danos econômicos aos agricultores. Seus sintomas caracterizam-se pela presença de pústulas de formato oval, de coloração marrom clara a alaranjada, distribuídas predominantemente na face adaxial da folha. Ocorre principalmente com temperaturas entre 23°C a 28°C, e alta umidade (De Oliveira 2008). É uma das mais destrutivas e agressivas dentre as ferrugens, sendo favorecida por altitudes inferiores a 800m (De Oliveira 2008), sendo que os seus esporos são transportados pelo vento.

Diante disto, o uso do silício surgiria como possível aliado para as plantações, tendo ação contra estresses sofridos pelas plantas, tal como doenças fúngicas. Ele é capaz de formar uma barreira de resistência mecânica, dificultando a entrada de fungos e bactérias para o interior da planta, e também ataque de insetos, além disso, possui efeitos benéficos pelo fato de estar envolvido em funções químicas da regulação da evapotranspiração (Costa et al., 2009), podendo ainda deixar as folhas mais eretas, causando a diminuição do auto sombreamento (Franzote et al., 2005).

De acordo com Pulz et al. (2008), o silício não é considerado um elemento essencial às plantas, porém vários trabalhos têm demonstrado seu efeito benéfico sobre as plantas de diversas culturas, inclusive, incrementos na produção. Foi incluído recentemente na legislação brasileira para produção e comercialização de fertilizantes e corretivos como micronutrientes benéficos para as plantas e pode ser comercializado isoladamente ou em mistura com outros nutrientes (Rodrigues et al., 2011).

Existem algumas espécies de plantas que apresentam maior capacidade de resposta à aplicação do silício, tais como o milho, arroz, cana-de-açúcar, trigo, sorgo e as poaceas em geral (Queiroz, 2003). Ele é absorvido e transportado na forma de ácido monossilícico. Esses compostos são depositados nos tecidos, formando uma estrutura silificada (Reis et al., 2007).

Sendo assim, a resistência física poderá ser obtida através da aplicação de silício, o que, conseqüentemente, poderá possibilitar incrementos às suas produtividades. Neste contexto, objetivou-se neste trabalho, avaliar a aplicação de diferentes doses de silício a severidade da ferrugem polissora do milho, bem como os seus componentes do rendimento.

### MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado na safra 2014/2015 na área experimental do IFRS Câmpus Sertão, que está localizado nas coordenadas 28°02'39.2"S 52°16'11.4"W. O solo da região é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). O clima da região é do tipo Cfa na classificação de Köppen, isto é, subtropical com chuvas bem distribuídas no verão (Da Mota et al., 1974). As médias de chuvas do município estão apresentados no quadro abaixo.

**Quadro 1-** Dados de Precipitações (mm) ano- 2014/2015- Sertão- RS

MÊS	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR
Normal	197,7	152,9	131,7	173,2	149,7	165,8	134,9
Ocorrida	261,2	176,8	146,3	208	333,5	111,8	43,5

Fonte: Embrapa Trigo 2015.

Antes da semeadura foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 – 10 cm e enviadas para análise química, que resultou respectivamente (pH em água: 5,62; Al, Ca, Mg, H + Al, K, CTC, 0,00; 4,84; 1,57; 3,98; 194 e 10,89 cmol/dm<sup>3</sup> saturação por bases (V) 63, 42% e Matéria orgânica, 3,0%). A adubação foi feita de acordo com o resultado da análise de solo, para expectativa de rendimento de 8 t/ha, baseado no manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), o qual indicou a necessidade de aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 165 kg ha<sup>-1</sup> de P, e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K. Na base foi aplicado todo o fósforo e todo o potássio necessários e 7 Kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, sendo que o restante foi aplicado na forma de ureia em cobertura no estágio V6 (Ritchie et al., 1993).

De acordo com o manual, para essa condição de alta dosagem, o ideal é que a adubação nitrogenada fosse fracionada em duas aplicações, no entanto, durante o

desenvolvimento da cultura, na época da aplicação da primeira parte em cobertura, no estágio V4 (Ritchie et al., 1993) havia pouca umidade no solo, impossibilitando a aplicação. Portanto optou-se em fazer a aplicação de toda a quantidade no estágio V6 (Ritchie et al., 1993).

O híbrido utilizado foi o 30F53 YG da Pioneer, um híbrido simples de ciclo precoce, indicado para plantio no início da época recomendada ou época normal, tendo sido semeado no dia 26/11/2014. O espaçamento entrelinhas utilizado foi de 0,5 m, resultando numa população média de 66.000 plantas por hectare. A fonte de silício utilizada foi um fertilizante organomineral, extraído de rochas, composto por 70,6% de óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), com o nome comercial Gigamix.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com sete tratamentos, com quatro repetições. Cada parcela era constituída de quatro linhas, com 5 m de comprimento. Os tratamentos utilizados foram: Testemunha; Dose indicada em aplicação única ( $250 \text{ g ha}^{-1}$ ); metade da dose indicada ( $125 \text{ g ha}^{-1}$ ); O dobro da dose indicada em aplicação única ( $500 \text{ g ha}^{-1}$ ); Dose indicada dividida em duas aplicações ( $125 \text{ g ha}^{-1}$  em cada aplicação); Metade da dose indicada dividida em duas aplicações ( $62,5 \text{ g ha}^{-1}$ ); O dobro da dose indicada dividida em duas aplicações ( $250 \text{ g ha}^{-1}$  dividida em duas aplicações), sendo estas quantidades de produto comercial.

As aplicações do silício via foliar foram feitas com pulverizador costal com capacidade de 16 litros, com velocidade de aplicação controlada para uma maior uniformidade na aplicação, sendo o volume de calda utilizado de  $200 \text{ L ha}^{-1}$ . A aplicação das doses cheias e a primeira parte das doses divididas foram aplicadas no dia 29/12/2014, com a maioria das plantas no estágio V9 (Ritchie et al., 1993). Nesse estágio, o pendão começa a se desenvolver rapidamente e o colmo continua em rápida elongação. Ocorre também o desenvolvimento inicial da inflorescência feminina (Ritchie et al., 1993). Para as que necessitam de duas aplicações, a segunda foi feita duas semanas após, no dia 12/01/2015, com as plantas estando no estágio V11, com o objetivo de um bom aproveitamento do nutriente em V12, pois neste estágio é definido o número de óvulos (grãos potenciais) em cada inflorescência feminina e o tamanho de espiga (Ritchie et al., 1993).

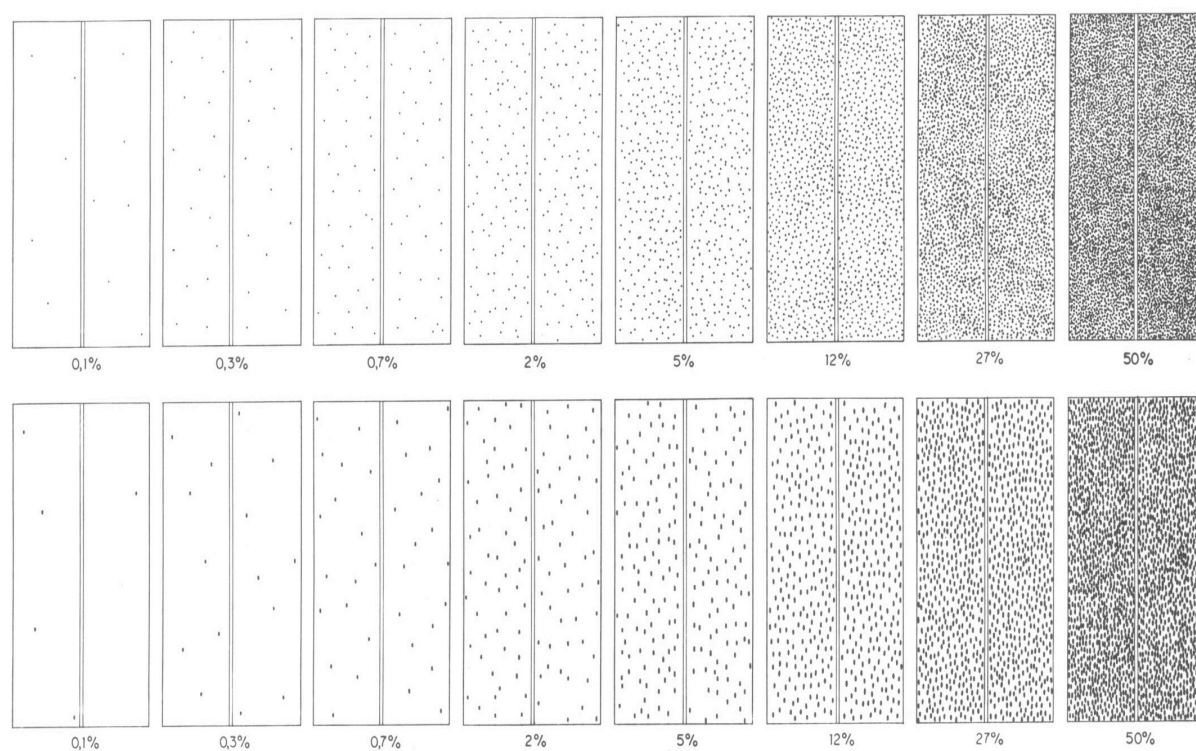
Os tratos culturais foram adotados seguindo a Indicação Técnica para o cultivo de Milho e Sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/ 2014 e 2014/ 2015 (Reunião..., 2013), sendo que primeiramente foi utilizado o equipamento de corte, o triton, pois as plantas provenientes do pousio já estavam es estágio avançado, em seguida a dessecação, feita com paraquat ( $200 \text{ g/L}$ ) na dose  $3 \text{ L/ha}$ ,  $200 \text{ L/ha}$  da solução. Em pós emergência utilizou-se  $5 \text{ L/ha}$  com volume de calda  $200 \text{ L/ha}$  de atrazina ( $250 \text{ g/L}$ ) + simazina ( $250 \text{ g/L}$ ), e ainda uma

aplicação de nicosulfuron (40g/L) 1,5 L/há, com volume de calda de 200 L/ha, quando o dossel estava com quatro folhas. Posteriormente realizou-se uma capina manual, pois havia grande incidência de plantas daninhas na área por ela ser proveniente de pousio.

Apesar do cultivar ter tecnologia YieldGard®, aplicou-se inseticidas direcionados para controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). A primeira aplicação foi realizada com as plantas no estágio V8, utilizando inseticida à base de clorantraniliprole (200 g/L), na dose 125 mL/ha, volume de calda 150 L/ha com jato direcionado, pois as lagartas já estavam alojadas no cartucho. Uma segunda aplicação foi realizada quinze dias após a primeira com mistura de dois inseticidas, clorantraniliprole (200 g/L), 100 mL/ha + clorfenapir (240 g/L) 500 mL/ha, com volume de calda de 150 L/ha, também em jato direcionado. Os dois produtos utilizados que agem por contato e ingestão.

Durante o experimento foi avaliada a severidade da ferrugem, 15 dias após a segunda aplicação do silício, seguindo o modelo proposto por Fantin (1994) (Figura 1), a qual utiliza uma escala diagramática para classificação visual. Para isso foram avaliadas 10 plantas por parcela, e lhes atribuído um valor conforme a escala. As plantas avaliadas foram escolhidas aleatoriamente nas duas linhas centrais de cada parcela. A visualização e comparação da severidade foram feitos na porção média do limbo foliar, sendo três folhas em cada planta, uma e cada terço, inferior, médio e superior.

Também foram avaliados os componentes do rendimento, onde as espigas foram colhidas manualmente, sendo que para a produtividade total coletou-se todas as espigas dos 3,0 m<sup>2</sup> centrais de cada parcela (duas linhas de 3,0 m de comprimento), totalizando vinte plantas. Estas foram trilhadas e pesadas separadamente para calcular a produtividade de cada um dos tratamentos. Para número de grãos por espiga, fileiras por espiga e peso de mil grãos foram coletadas seis espigas em cada parcela, três de cada extremidade (0,5 m<sup>2</sup> em cada lado) para maior uniformidade. As contagens foram realizadas manualmente em cada uma das espigas.



**[Figura 1-** Escala diagramática de severidade da ferrugem polissora.

Fonte: Fantin, 1994

Os dados obtidos das variáveis analisadas foram submetidos a análise de variância pelo delineamento de blocos ao acaso (DBC); as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro, através do programa ASSISTAT versão 7.7 beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para a severidade da ferrugem polissora se encontram na Tabela 1. Observa-se significância ( $P < 0,05$ ) no terceiro tratamento, o qual foi utilizado o dobro da dose indicada do produto comercial, sendo 500g/ha (70,6 % de Si), mas apenas no terço inferior da planta. Já para os terços médio e superior não obteve-se significância ( $P < 0,05$ ) nos resultados para nenhuma das doses e formas de aplicação.

**Tabela 1:** Severidade da ferrugem polissora em diferentes terços da planta. Sertão- RS, 2015;

<b>Tratamentos</b>	<b>Inferior</b>	<b>Mediano</b>	<b>Superior</b>
	.....%		
<b>Dose indicada</b>	3,8600 c*	0,5925 <sup>ns</sup>	0,1475 <sup>ns</sup>
<b>Metade da dose indicada</b>	4,1000 bc	0,5800	0,1600
<b>Dobro da dose indicada</b>	3,2250 d	0,6275	0,1500
<b>Dose indicada em duas aplicações</b>	3,7750 c	0,5775	0,1425
<b>Metade da dose em duas aplicações</b>	4,1000 bc	0,5550	0,1550
<b>Dobro da dose em duas aplicações</b>	4,7100 a	0,6075	0,1500
<b>Testemunha</b>	4,4500 ab	0,6175	0,1475
<b>Média</b>	<b>4,05</b>	<b>0,585</b>	<b>0,155</b>
<b>CV (%)</b>	<b>4,92</b>	<b>6,1</b>	<b>7,92</b>

\* As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> : não significativo.

Acredita-se que tenha chegado a esses resultados por uma das seguintes hipóteses, uma delas é a de que o silício se acumular em maior quantidade nas folhas mais velhas da planta, sendo estas as do terço inferior (Wiese et al., 2007). A outra hipótese é de que a aplicação de Silício via foliar estimularia várias manifestações morfofisiológicas na planta, entre elas, folhas mais eretas e diminuição do auto sombreamento (Franzote et al., 2005 e Figueiredo et al., 2010), com isso haverá menor acúmulo de umidade nas folhas baixas devido a maior incidência de raios solares, sendo menos propício o aparecimento da doença. Pode-se considerar ainda, a hipótese de indução de genes que expressem compostos de defesa, que de acordo com Marschner (2011), pode agir na síntese de fitoalexinas inibidoras ou repelentes aos patógenos.

Para valores médios dos componentes do rendimento, fileiras por espiga, grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade, mostrados na Tabela 2, foram descontados os valores de impurezas (1,5 %) e umidade (20 %), considerando-se 13% de umidade. Para a produtividade de grãos, extrapolou-se os valores de kg/3m<sup>2</sup> para kg/ha, os demais são apresentados em original.

As variáveis acima citadas não diferiram ( $P < 0,05$ ) para nenhum dos tratamentos avaliados. Considera-se que esses resultados sejam devido às altas médias de chuvas, pois o silício age principalmente quando ocorre estresse hídrico na cultura (Pulz et al., 2008), o que não ocorreu.

**Tabela 2:** Componentes do rendimento do milho. Sertão- RS, 2015;

Tratamentos	Número de fileiras/ espiga	Número de grãos/ espiga	Peso de mil grãos (g)	Produtividade (Kg/ha)
<b>Dose indicada</b>	16,0800 <sup>ns*</sup>	560,4150 <sup>ns</sup>	326,5000 <sup>ns</sup>	10.414,1600 <sup>ns</sup>
<b>Metade da dose</b>	16,2475	553,1625	307,3650	10.411,6700
<b>Dobro da dose</b>	15,7500	548,8275	320,8500	10.371,5800
<b>Dose indicada em 2 aplicações</b>	16,2475	571,6550	327,8250	10.710,0000
<b>Metade da dose em 2 aplicações</b>	15,9125	581,1475	322,2450	10.430,0000
<b>Dobro da dose em 2 aplicações</b>	16,4975	563,4975	306,4350	10.714,0800
<b>Testemunha</b>	16,5800	590,4975	309,2250	10.505,0000
<b>Média</b>	<b>16,165</b>	<b>551,83</b>	<b>315,27</b>	<b>10.330,0000</b>
<b>CV (%)</b>	<b>4,01</b>	<b>6,62</b>	<b>6,54</b>	<b>5,73</b>

\*<sup>ns</sup>: não significativo. As médias das colunas seguidas pela por <sup>ns</sup>, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para Freitas et al. (2009) e Souza et al. (2010), os valores de fileiras por espiga são afetados principalmente pela característica do híbrido utilizado. A característica em questão



apresenta alta herdabilidade, correlacionando-se mais intrinsecamente com a cultivar utilizada, do que com as práticas culturais.

Para Pulz et al. (2008) e Freitas et al. (2011), o provável motivo para que os tratamentos não surtiram efeito em seus experimentos, foi a ausência de ambiente de estresse para as plantas, pois o Si é um elemento que tem efeito pronunciado em ambiente de estresse hídrico. Por esse motivo acredita-se que não foram obtidos resultados significativos para número de grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade. Estes resultados corroboram com Freitas et al. (2011), que não obtiveram resultados de produtividade para diferentes doses e épocas de aplicação de Silício.

De acordo com a Reunião Técnica..., (2013), o consumo diário de água durante o ciclo da cultura varia de 2 mm a 7 mm, dependendo do estágio e da demanda atmosférica, sendo que as maiores demandas ocorrem durante o período de pendoamento e espigamento. Fazendo-se uma média, a planta necessitaria 4,4 mm/dia, totalizando 629,2mm da sementeira até a senescência. Segundo dados do Ensaio estadual de milho-2014/2015 (EMBRAPA, 2006), para o município de Sertão, foram registrados mais de 800 mm de chuva, no período de novembro de 2014 a março 2015, superando as necessidades da cultura, por isso acredita-se que não houve resultados nos componentes do rendimento.

Apesar dos resultados de produtividade de grãos do experimento não diferir entre os tratamentos, superou as expectativas de rendimento que eram para 8 t/ha, totalizando uma média de aproximadamente 10t/ha. Para isso correlaciona-se também com a alta taxa de precipitações, possibilitando à cultura um melhor aproveitamento dos nutrientes (Magalhães; Durães, 2006)

## CONCLUSÃO

Obteve-se resultados significativos apenas para a severidade da ferrugem polissora no terço baixeiro das plantas com a dose 500g/ha do produto comercial. Para as demais variáveis analisadas não foram observados resultados, nem mesmo nas plantas com menor severidade de ferrugem não se obteve maiores produtividades.

Estudos mais aprofundados de análise foliar nos diferentes terços da planta para verificação de deposição do silício são necessários para verificar se a hipótese do elemento se acumular em maior quantidade nas folhas baixas é confirmada, e ensaios sob estresse hídrico para verificação de componentes do rendimento.

## REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS. SC (CQFS-RS/SC. **Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, SBRS-Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 394p, 2004.

CONAB- **Acompanhamento da safra brasileira- Grãos**. Safra 2014/15, n. 8 - Oitavo levantamento, Brasília, p. 1-118, maio 2015.

COSTA, R. R.; ANTONIO, A.; MORAES, J. C. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico e alimentar de *Schizaphis graminum* em plantas de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p.455-460, 2009.

DA MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. C.; MOTTA, W. A.; WESTPHALEN, S. L. Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. agroclima do Rio Grande do Sul e zoneamento para: trigo, soja, milho, arroz, feijão, mandioca, sorgo, banana, abacaxi, batatinha, cebola e alho, videira europeia, fumo, alfafa, pessegueiro, citrus e videira americana. vol. 2. **Circ Minist Agric Escrit Pesqui Exp Inst Pesqui Exp Agropecusul Pelotas**, 1974.

DE OLIVEIRA, E. **Identificação e controle de doenças na cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

EMBRAPA, ENSAIO ESTADUAL DE MILHO. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. **Rio de Janeiro**. Embrapa, 2006. 306p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO N. D. Produção de milho. **Guaíba: Agropecuária**, 2004. 360 p.

FANTIN, G. M. Mancha de *Phaeosphaeria*, doença do milho que vem aumentando sua importância. **Biológico**, v. 56, p. 39, 1994.

FIGUEIREDO, A. S. T.; RESENDE, J. T. V.; MEERT, L.; KAPP NETO J.; DIAS D. M.; ZANIN, D. S.; SCHWARZ, K. Produtividade do morangueiro em função de diferentes doses de silício aplicadas via solo e via foliar. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. S870-S876.

FRANZOTE, B. P.; MJBDA, S.; MARIA, N. E. I. V. A.; VIEIRA, B. A. T. I. S. T. A.; SILVA, V. M. P. E.; DE CARVALHO, J. G. Aplicação foliar de silício em feijoeiro comum. In: **CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISAS SOBRE FEIJÃO**. v. 02, p. 957-960. 2005.

FREITAS, L. B.; COELHO, E. M.; MAIA, S. C. M.; Avaliação de espigas de milho em função da aplicação foliar de silício. **Revista eletrônica cultivando o saber**. Cascavel- PR, v.2, n.4, p.113-120, 2009.

FREITAS, L. B.; COELHO, E. M.; MAIA, S. C. M.; SILVA, T. R. B. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 262-267, 2011.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção de milho. Ministério da agricultura pecuária e desenvolvimento. **Circular técnica**, Sete Lagoas- MG, n. 76, p.970, 2006.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic press, p. 86-87 2011.

PULZ, A. L.; CRUSCIOL, C. A. C.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1651-1659, ago. 2008.

QUEIROZ, A. A. Reação de fontes de silício em quatro solos do cerrado 39f. **Monografia. Universidade Federal de Uberlândia**, Uberlândia. 39p, 2003.

REIS, T. H. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; FIGUEIREDO, F. C.; POZZA, A. A. A.; NOGUEIRA, F. D.; RODRIGUES, C. R. **O silício na nutrição e defesa de plantas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 119 p. (EPAMIG. Boletim técnico, 82).

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO E SORGO (58 e 41: Pelotas, RS). **Indicações técnicas para o cultivo de milho e sorgo no Rio Grande do Sul- Safras 2013/2014 e 2014.2015**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 124p.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48). Disponível em: <http://www.soilcropandmore.info/crops/Corn/How-Corn-Grows/>. Acesso em: 08/05/2017.

RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L. A.; KORNDÖRFER, A. P.; KORNDÖRFER, G. H.; Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agronômicas, Piracicaba-SP**, n. 134, p. 14-28, 2011.

SOUZA, J. V.; RODRIGUES, C. R.; LUZ, J. M. Q.; CARVALHO, P. C.; RODRIGUES, T. M.; BRITO, C. H.; **Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade**. Uberlândia- MG, v. 26, n. 4, p.502- 513, julho/agosto- 2010.

WIESE, H.; NIKOLIC, M.; RÖMHELD, V. Silicon in plant nutrition. In: **The Apoplast of Higher Plants: Compartment of Storage, Transport and Reactions**. Springer Netherlands, 2007. p. 33-47.