



Uso de Silício via Recobrimento de Sementes e Aplicação Foliar em Milho Safrinha

Charline Zaratin Alves⁽¹⁾; Lennis Afraire Rodrigues⁽²⁾; Eric Fabiano Seraguzi⁽²⁾

⁽¹⁾ Docente da Área de Tecnologia de Sementes; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS); Chapadão do Sul, MS; charline.alves@ufms.br; ⁽²⁾ Alunos de pós-graduação do curso de Agronomia; UFMS; lennisrodrigues@gmail.com; eric_seraguzi@hotmail.com

RESUMO: O milho em cultivo safrinha tem expressiva importância no sistema produtivo brasileiro, porém esta época é caracterizada pelas condições climáticas menos favoráveis para seu desenvolvimento; entretanto, a aplicação de silício está sendo difundida na agricultura como alternativa a ser integrada no manejo das culturas, pelos diversos benefícios relatados nas gramíneas acumuladoras e na resistência à estresses bióticos e abióticos. Objetivou-se estudar o efeito de doses de silício via recobrimento de sementes e aplicação foliar na cultura do milho, sobre os componentes de produção e produtividade do cereal em cultivo safrinha. O delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas, no qual as parcelas foram compostas por doses de filossilicato (0; 5; 10; 15 e 20 g kg⁻¹ de sementes) no recobrimento de sementes do híbrido AG8544 VTPRO2, e as subparcelas constituídas pela aplicação foliar de silicato de potássio (1,0 L ha⁻¹ em pré-pendão e 15 dias após). As avaliações realizadas foram: altura de plantas, altura de inserção de espiga, diâmetro de espiga e sabugo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de 100 grãos e produtividade. Não há efeito da aplicação foliar de silicato de potássio na produtividade e componentes de produção do milho safrinha. O uso de filossilicato no recobrimento de sementes proporciona benefícios até a dose aproximada de 13,0 g kg⁻¹ de sementes para diâmetros de espiga e sabugo, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira. A produtividade de grãos é incrementada até a dose de 17,5 g kg⁻¹ de sementes.

Termos de indexação: *Zea mays* L., silicato, adubação silicatada.

INTRODUÇÃO

A condução de milho safrinha tem sido associada a um cultivo menos favorável por conta das adversidades climáticas, pois é semeado após a colheita da safra de verão, em condições ambientais peculiares, especialmente a ocorrência de altas temperaturas e pouca disponibilidade de água no solo. Entretanto, com a crescente demanda mundial do cereal, tem-se aumentado a área de semeadura, assim como a realização de mudanças graduais de investimento, por meio da intensificação do manejo

fitossanitário e adoção de híbridos mais responsivos (Schuelter & Brenner, 2009).

Em virtude desta demanda, atualmente há procura constante por alternativas que venham reduzir os efeitos de estresses abióticos na cultura. Desta forma, o silício se mostra como ferramenta viável a ser utilizado nestas condições limitantes, principalmente, pela cultura ser uma gramínea acumuladora desse elemento, assim como a cana-de-açúcar e o arroz, nas quais já foram constatados acréscimos de produtividade com a adoção de adubação silicatada (Mendes et al., 2011).

Sabendo-se que o silício é pouco móvel no interior das plantas (Pereira et al., 2007), o fornecimento via recobrimento de sementes e aplicação foliar é a garantia de pronta disponibilização do elemento, em dois diferentes momentos, igualmente importantes, na germinação e estabelecimento, e na fase reprodutiva da cultura, respectivamente.

Visando contribuir com informações sobre o uso desse elemento na agricultura, este trabalho objetivou estudar o efeito do silício via recobrimento de sementes e aplicação foliar nos componentes de produção e produtividade da cultura do milho cultivado em safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão (Fundação Chapadão), localizado no município de Chapadão do Sul-MS, em cultivo safrinha no ano de 2014, nas coordenadas geográficas 18°41'33" S de latitude e 52°40'45" O de longitude, com altitude média de 810 metros.

A classe de solo predominante é Latossolo Vermelho distrófico e o clima é, segundo Köppen, do tipo tropical úmido (Aw), apresentando estação chuvosa no verão e seca no inverno, com precipitação média anual de 1850 mm.

A semeadura foi realizada no dia 05 de fevereiro de 2014, utilizando sementes de milho híbrido simples transgênico AG 8544 PRO2, em sistema de semeadura direta sobre restos de cultura de *Urochloa decumbens*, com semeadora à vácuo de sete linhas. Na adubação de base utilizou-se 154 kg ha⁻¹ de MAP, e 100 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura no estádio V6 da cultura, destacando a ausência da adubação potássica na semeadura, sendo



posteriormente aplicado silicato de potássio via foliar.

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, no qual as parcelas foram constituídas por cinco doses de filossilicato (produto comercial Microton®, composto por 26,68% de Si, 3% de CaO e 1,6% de MgO) via recobrimento de sementes nas doses de 0, 5, 10, 15 e 20 g kg⁻¹ de semente. As subparcelas foram compostas pela presença e ausência de aplicação foliar de silicato de potássio (produto comercial Sifol®, composto por 12,2 % de Si e 15,8% de K₂O) na dosagem de 1,0 L ha⁻¹ em pré-pendão e 15 dias após a primeira aplicação, conforme recomendado pelo fabricante, compondo assim um fatorial 5 x 2, com quatro repetições.

O recobrimento de sementes foi realizado com utilização de betoneira elétrica para melhor aderência às sementes; para isto acrescentou-se a proporção de água de 10 mL kg⁻¹ de semente de milho, conforme recomendação do fabricante. As aplicações foliares de silicato de potássio foram realizadas utilizando pulverizador costal de pressão constante (CO₂), equipado com uma barra de 3,0 m e com seis pontas de jato leque, modelo XR 11002, espaçadas em 50 cm, com volume de calda de 150 L ha⁻¹, e pressão de 3,0 bar.

Cada parcela experimental foi constituída por sete linhas de 5,5 metros de comprimento, em espaçamento de 0,45 m entre linhas, com densidade de três sementes por metro. As avaliações foram realizadas em quatro metros nas três linhas centrais, perfazendo área útil de 5,4 m².

Anterior à semeadura do milho, foi realizada dessecção da *Urochloa decumbens*, utilizando Glifosato na dose de 1,5 kg ha⁻¹, e como pós-emergente fez-se duas aplicações de Atrazina (1,5 kg ha⁻¹). Os demais tratamentos fitossanitários utilizados para o controle de pragas e doenças foram: Imidacloprido+Beta-ciflutrina (10+1,25 g ha⁻¹) em estágio V2; Novaluron (15 g ha⁻¹) e Metomil (215 g ha⁻¹) em V4; Novaluron (15 g ha⁻¹) em V6 e Triazol+Estrobilurina (25+66 g ha⁻¹) em R1.

As avaliações realizadas no momento da colheita foram: altura de planta (do colo até a inserção da última folha expandida) e altura de inserção da primeira espiga, em dez plantas aleatórias por parcela com utilização de régua graduada de madeira. As tomadas de medida do diâmetro da espiga e diâmetro do sabugo foram realizadas com paquímetro digital, medindo-se dez espigas por parcelas; também foi mensurado, o número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira; além da massa de 100 grãos. As espigas da área útil colhidas manualmente foram debulhadas e a partir do massa dos grãos corrigido para umidade de 13%, obteve-se a produtividade, em quilos por hectare.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e utilizando teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparou-se as médias para os tratamentos de aplicação foliar, e análise de regressão para doses via recobrimento de sementes, por meio do programa estatístico Sisvar - Versão 5.3 (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (**Tabela 1**), a aplicação de silício, via recobrimento e foliar, não influenciou a altura de inserção da espiga e altura das plantas de milho. Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas et al. (2011) ao avaliarem doses de silício aplicado via foliar em milho. Teodoro et al. (2014) e Sandim et al. (2010) também verificaram, para a mesma cultura, que em parâmetros como altura da planta, diâmetro do colmo e altura de inserção da primeira espiga, não foram observadas diferenças para a adubação silicatada no sulco e incorporada ao solo. Portanto, independente de quanto o silício mostra-se benéfico em diversos aspectos fisiológicos dos organismos vegetais, não há nenhum fator direto que evidencie maior crescimento efetivo das plantas (Deren, 2001), independente da fonte utilizada e do momento de aplicação.

As doses de silício via recobrimento de sementes influenciaram o diâmetro de espiga e sabugo, sendo que os dados se ajustaram a equações quadráticas, nas quais se observou o ponto de máximo nas doses de 12,46 e 13,22 g kg⁻¹ de sementes, respectivamente (**Figura 1A e 1B**). No entanto, a aplicação foliar de silício não influenciou essas variáveis.

O número de grãos por fileira foi influenciado pelas doses de silício via recobrimento das sementes (**Tabela 1**), respondendo positivamente até a dose estimada de 13,19 g kg⁻¹ de sementes (**Figura 1C**). A aplicação de silício via foliar não foi significativa neste parâmetro. Para número de fileiras por espiga também houve diferença apenas entre as doses de filossilicato havendo incremento até a dose de 12,83 g kg⁻¹ de sementes, sendo que a partir deste, o número de fileiras decresceu (**Figura 1D**).

Esses resultados positivos para os componentes de produção refletem o efeito do silício como amenizador, em épocas de cultivos que expõem a planta à estresses bióticos e abióticos, pois acredita-se que este elemento está envolvido em atividades metabólicas ou fisiológicas vegetais, que de forma indireta, tornam as plantas mais eficientes fotossinteticamente e contribuem com a formação de estruturas reprodutivas (Marques, 2013). Este



efeito foi verificado em trabalho realizado por Gunes (2008), que ao trabalhar com girassol verificaram que a aplicação de silício levou ao acúmulo dos níveis de enzimas antioxidantes, maior atividade fotossintética e incremento na produtividade.

Para massa de 100 grãos não houve efeito do silício aplicado na semente ou foliar. A produtividade de grãos respondeu de forma quadrática às doses de silício via recobrimento de sementes, obtendo-se o ponto máximo com $17,53 \text{ g kg}^{-1}$ de semente (**Figura 1E**). Independente da utilização do silício, as produtividades foram superiores à média nacional obtida em cultivo safrinha, que é de $5381,0 \text{ kg ha}^{-1}$ (Conab, 2014). A aplicação foliar de silício, como nos demais parâmetros, não incrementou a produtividade do milho.

Mendes et al. (2011) afirmaram que a resposta da produtividade à adubação silicatada pode estar relacionada com resistência à estresses. Contudo, alguns efeitos do elemento no metabolismo da planta, como a indução de resistência à doenças, alocam recursos para a síntese de compostos de defesa e também para outros metabolismos secundários. Isso pode resultar em maior gasto energético da planta para manter estes metabolismos e promover supostas quedas de produtividade em alguns casos. Tal fato pode explicar a tendência de queda de produtividade nas maiores doses de silício, disponibilizadas na semente, do presente estudo.

Apesar do silício não ser considerado como um elemento essencial para as plantas, o trabalho aqui exposto mostrou que a utilização deste elemento na cultura do milho acarretou em incremento na produtividade. Apesar de não ter sido observado ganho no peso dos grãos, este acréscimo na produtividade pode ser explicado pelo efeito benéfico do silício em alguns componentes de produção importantes, como diâmetro da espiga, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, os quais consequentemente justificam o ganho em produtividade, com o aumento das doses de silício.

CONCLUSÕES

Não há efeito da aplicação foliar de silicato de potássio na produtividade e componentes de produção do milho safrinha.

O uso de filossilicato via recobrimento de sementes incrementa os componentes de produção e a produtividade do milho safrinha.

REFERÊNCIAS

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Segundo levantamento -

Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos 2014/15. Boletim de Monitoramento Agrícola. 2014. 103 p.

DEREN, C. Plant genotypes, silicon concentration and silicon related responses. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H., ed. Silicon in Agriculture. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p.149-158.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Científica Symposium, 6: 36-41, 2008.

FREITAS, L. B.; COELHO, E. M.; MAIA, S. C. et al. Adubação foliar com silício na cultura do milho. Revista Ceres, 58: 262-267, 2011.

GUNES, A. Influence of silicone on sunflower cultivars under drought stress, ingrowth, antioxidante mechanisms, and lipid peroxidation. Soil Science and Plant Analysis, 39: 1885-1903, 2008.

MARQUES, D. J. Proporções de silicato e carbonato de cálcio no crescimento, nutrição mineral e eficiência do uso da água por plantas de milho sob estresse hídrico, 2013. 183 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MENDES, L. D.; SOUZA, C. H. E.; MACHADO, V. N. Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos. Cerrado Agrociências, 2: 51-63, 2011.

PEREIRA, H. S.; BARBOSA, N. C.; CARNEIRO, M. A. C. et al. Avaliação de fontes e extratores de silício no solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42: 239-247, 2007.

SANDIM, A. S.; RIBON, A. A.; DIOGO, L. O. et al. Doses de silício na produtividade do milho (*Zea mays* L.) híbrido simples na região de Campo Grande – MS. Revista Cultivando o Saber, 3: 171-178, 2010.

SCHUELTER, A. R. & BRENNER, D. Precocidade na safrinha: o mito e a realidade. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/ArtigosDetalhe.aspx?id=121>>. Acesso em: 2 Jan. 2015.

TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CORRÊA, C. C. G. et al. Desempenho de híbridos de milho sob aplicação foliar de silício no cerrado sul-mato-grossense. Bioscience Journal, 30: 224-231, 2014.

Tabela 1 - Altura de inserção de espiga (AE), altura de planta de planta (AP), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugo (DS), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade (P) da cultura do milho, em função da aplicação de silício via recobrimento de sementes e presença ou ausência de aplicação foliar.

RS (g kg ⁻¹ de sementes)	AE	AP	DE	DS	NFE	NGF	MCG	P
	(cm)		(mm)				(g)	(kg ha ⁻¹)
0	113,1	221,0	45,0	27,1	16,4	31,2	22,6	5726,2
5	111,6	225,1	49,2	30,4	18,6	34,3	24,2	7593,3
10	110,9	224,4	49,4	30,5	18,6	32,5	23,8	7511,7
15	113,6	227,0	48,1	29,7	18,7	34,5	24,4	7463,3
20	114,6	223,6	48,6	30,3	18,3	33,8	24,2	8195,9
AF								
Sem	111,9	224,0	47,5	29,5	18,3	33,1	23,6	7285,7
Com	112,6	224,5	48,2	29,7	17,9	33,8	24,1	7310,5
F (TS)	0,89 ^{ns}	2,92 ^{ns}	16,14*	10,48*	12,41*	5,02*	1,21 ^{ns}	18,38*
F (AF)	0,03 ^{ns}	0,13 ^{ns}	2,55 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,43 ^{ns}	1,80 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,01 ^{ns}
F (TS*AF)	0,08 ^{ns}	0,14 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,06 ^{ns}	1,40 ^{ns}
CV (%) RS	4,02	1,62	3,23	4,24	4,39	4,94	7,74	8,38
CV (%) AF	4,40	1,73	2,52	3,77	3,79	4,58	6,40	11,10
Média	112,7	224,2	47,86	29,59	18,11	33,43	23,85	7298,09

^{ns} não significativo, *significativo à 5% de probabilidade. RS- Recobrimento de sementes com doses de filossilicato. AF- Aplicação foliar de silicato de potássio.

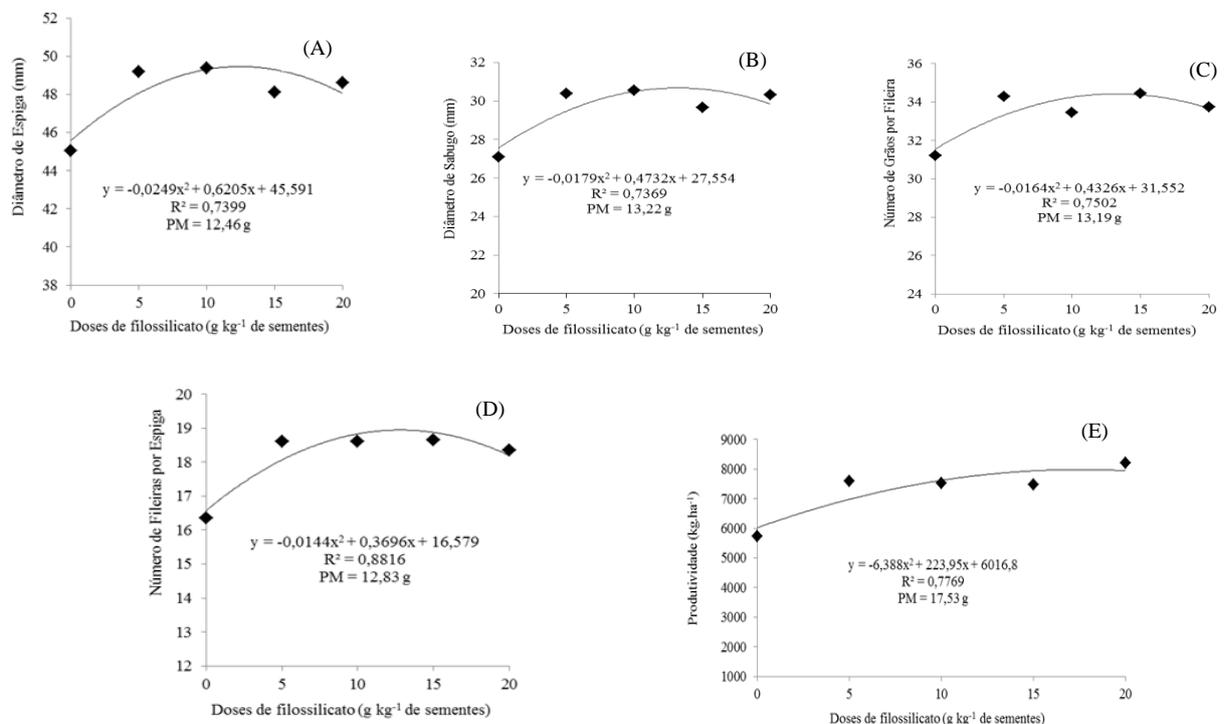


Figura 1 - Diâmetro de espiga (A), diâmetro de sabugo (B), número de grãos por fileira (C), número de fileiras por espiga (D) e produtividade (E) de milho em função de doses de filossilicato utilizado no recobrimento de sementes. PM – ponto de máximo.