

Avaliação de espigas de milho em função da aplicação foliar de silício

Lucas Barbosa de Freitas¹, Elson Martins Coelho² e Suelen Cristina Mendonça Maia³

⁽¹⁾ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agricultura, Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, Faculdade de Ciência Agrônômicas/FCA – Universidade Estadual Paulista/UNESP, R. José Barbosa de Barros, nº 1780, Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, 18603-970, Botucatu-SP.

⁽²⁾ Zootecnista, Doutor, Professor Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, curso de Agronomia, Rodovia MS 306, Cassilândia/MS. Cep: 79540-000.

⁽³⁾ Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agricultura, Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciência Agrônômicas/FCA - Universidade Estadual Paulista/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, Botucatu-SP.

lucasbf@fca.unesp.br, elsoncoelho@smail.ufsm.br, suelen.maia@fca.unesp.br

Resumo: Inúmeros trabalhos têm mostrado o efeito benéfico do silício sobre o acréscimo da produção de diversas culturas como, por exemplo: arroz e cana-de-açúcar. Desta maneira, realizou-se experimento na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul / Unidade Universitária de Cassilândia, objetivando determinar o efeito de doses e épocas de aplicação de silício via foliar no milho, cultivado no ano agrícola 2007/2008. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3, com quatro repetições envolvendo doses de silício (0, 130, 260, 390 e 520 g ha⁻¹) e épocas de aplicação (2, 5 e 8 folhas expandidas). As variáveis analisadas foram: diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de fileira por espiga, número de grãos por fileira, massa de sabugo, massa de espiga. O silício aplicado via foliar não influencia positivamente nenhuma característica de espiga.

Palavras chave: Doses, épocas de aplicação e massa de espiga.

Corn spikes evaluation as a function of silicium leaf application

Abstract: Numerous studies have shown the beneficial effect of silicon on the increased production of various crops such as sugar cane and rice. Thus, the experiment took place at the State University of Mato Grosso do Sul / University of Cassilândia Unit, to determine the effect of doses and timing of silicon application on the leaves in corn grown in the agricultural year 2007/2008. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 5x3, with four replications involving doses of silicon (0, 130, 260, 390 and 520 g ha⁻¹) and time of application (2, 5 and 8 expanded leaves). The variables analyzed were: spike diameter, spike length, number of rows per spike, number of kernels per row, cob weight and weight of spike. The silicon leaf applied does not influence any features positively of spike.

Key words: Doses, Time of application and Weight of spike.

Introdução

O milho se destaca como influenciador direto na economia brasileira, devido sua produção em larga escala. De acordo com a CONAB (2007), o milho é o segundo grão em quantidade produzida, ficando atrás da produção de soja. O Brasil, na 1ª safra do ano agrícola 2006/2007, teve uma área plantada de 9.450 milhões de hectares, com produção de 36.391,7 t de grãos, totalizando a produtividade média de 3851 kg ha⁻¹. No Estado de Mato Grosso do

Sul, a 1ª safra no ano agrícola 2006/2007 teve como área plantada de 98,0 mil ha, com produtividade em torno de 5720 kg ha⁻¹ e com uma produção de 560,6 mil toneladas.

Apesar do alto potencial produtivo da cultura do milho, cerca de 18 a 20 t ha⁻¹ (Fancelli e Dourado neto, 2004), na prática, se observa produtividade muito baixa e irregular, por motivos de baixa tecnologia. Além disso, o milho pode ser influenciado por problemas como pragas, doenças, déficit hídrico em períodos críticos do desenvolvimento das plantas, inadequadas condições químicas e físicas do solo, e deficiência de alguns nutrientes.

O Silício (Si) constitui aproximadamente 28% da composição da crosta terrestre e é o elemento mais abundante, após o oxigênio (Barbosa Filho *et al.*, 2001). O Si disponível no solo pode ser absorvido pelas plantas, como molécula não dissociada (H₄SiO₄ - ácido silícico) e formas iônicas (Ma *et al.*, 2001). O Si é transportado como H₄SiO₄ no xilema e a sua distribuição na planta está relacionada com a taxa transpiratória das partes da planta (Malavolta, 1980; Korndörfer *et al.*, 1999; Mengel e Kirkby, 2001). No interior da planta, 99% do total de silício acumulado encontra-se na forma de ácido silícico polimerizado, o qual é de difícil solubilização.

A absorção do Si traz benefícios à cultura tais como: aumenta a resistência ao acamamento e a eficiência fotossintética (Deren, 2001). Também ameniza toxidez de Fe, Mn, Al e Na e estimula a produção de fitoalexinas (fenóis) (Korndörfer *et al.*, 1999). O silício é um elemento químico envolvido em funções físicas de regulação da evapotranspiração e capaz de formar uma barreira de resistência mecânica à invasão de fungos e bactérias para o interior da planta, dificultando também, o ataque de insetos sugadores e herbívoros (Epstein, 2001; Melo *et al.*, 2003). O efeito da proteção mecânica é atribuído, principalmente, ao depósito de silício na forma de sílica amorfa (SiO₂.nH₂O) na parede celular. A acumulação de silício nos órgãos de transpiração provoca a formação de uma dupla camada de sílica cuticular a qual, pela redução da transpiração (Datnof *et al.*, 2001), faz com que a exigência de água pelas plantas seja menor. Isso pode ser de extrema importância para as gramíneas que crescem em solos de clima tropical, onde o período de estiagem é bem definido.

Assim, objetivou-se, neste estudo, avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de silício via foliar nas características de espiga de milho.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2007/2008, em área experimental pertencente à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) Unidade Universitária de Cassilândia, MS, localizada a 19°05'S e 51° 56' W e altitude de 471 m. Os dados de precipitação obtidos durante a condução do experimento apresentam-se pela Figura 1.

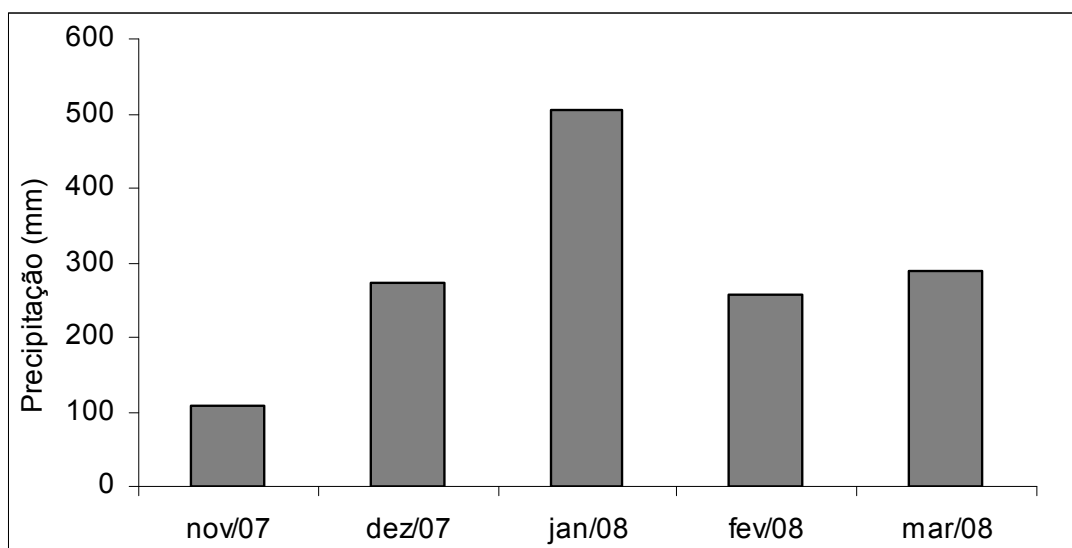


Figura 1 - Precipitação (mm) mensal no período de realização do experimento. Cassilândia-MS, 2007 - 2008. (Fonte: Chácara Beija Flor – Cassilândia – MS).

O solo do local foi classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (EMBRAPA, 1999), cujos atributos químicos avaliados antes da instalação do experimento, na profundidade de 0-20 cm apresentaram $14,3 \text{ mg dm}^{-1}$ de fósforo; $11,07 \text{ g Kg}^{-1}$ de MO; 5,51 pH em CaCl_2 ; 0,18; 1,2; 0,55; 2,05; 3,98 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K, Ca, Mg, H+Al, CTC respectivamente e $V\% = 48,49$.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5×3 , com quatro repetições, totalizando 60 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de silício (0, 130, 260, 390 e 520 g ha^{-1}) aplicadas via foliar, combinada com três épocas de aplicação (milho apresentando 2, 5 e 8 folhas expandidas). A fonte de silício utilizada foi o silicato de potássio contendo 12% de silício e 15% de K_2O . Foi feito um balanceamento adicionando 10 kg ha^{-1} a mais de K_2O na adubação de plantio, de forma que o potássio presente no silicato não influenciar no experimento.

As parcelas experimentais foram constituídas de 6 fileiras de 5,0 metros (m) de comprimento e 4,8 m de largura (24 m^2), considerando como área útil as 2 fileiras centrais. O espaçamento entrelinhas utilizado foi de 0,80 m, com uma população de plantas de 55000.

Foi realizado preparo de solo inicialmente com grade pesada e posteriormente utilizando grade leve tendo como objetivo nivelar o terreno para a semeadura. A semeadura do milho (híbrido simples AG 8021) foi realizada em 10 de Novembro de 2007, utilizando semeadora-adubadora tracionada por trator. Conforme o resultado da análise química da camada superficial do solo, e baseando-se nas recomendações de Rajj *et al.* (1997), verifica-se que houve a necessidade de aplicação das seguintes doses de nutrientes: 30, 70 e 60 kg ha^{-1} de

N, P_2O_5 e K_2O respectivamente, adicionados no momento da semeadura. Utilizou-se como fonte de N, P_2O_5 e K_2O respectivamente, uréia (45% de N), superfosfato simples (18% de P_2O_5 e 12% de S) e cloreto de potássio (60% de K_2O). Houve a necessidade de aplicar N em cobertura na quantidade de 90 kg ha^{-1} de N (Raij *et al.*, 1997), a fonte de N utilizada foi o sulfato de amônio (20% de N e 24% de S).

Para as aplicações dos tratamentos utilizou-se pulverizador costal com capacidade para 10 L, a vazão do mesmo foi regulada de maneira a otimizar a aplicação. O volume de calda utilizado foi de 300 L ha^{-1} . A aplicação do silício referente às épocas 2, 5 e 8 folhas completamente expandidas foram realizadas respectivamente 03 Dias Após a Emergência (DAE), 13 (DAE) e 20 (DAE).

No dia 27 de março de 2008 foi feita a colheita de forma manual as plantas contidas na área útil, também, foram coletadas informações referentes às variáveis dos componentes de produção.

As variáveis avaliadas foram as seguintes: diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de fileira por espiga, número de grãos por fileira, massa de sabugo, massa de espiga.

Os dados foram submetidas à análise de variância. Quando constatada significância, empregou-se o teste Tukey, a 5% de probabilidade para comparação entre as médias de épocas de aplicação do silício. Para as doses de silício, empregou-se a análise de regressão. A escolha das equações foram baseadas na significância dos termos da regressão, no coeficiente de determinação e no comportamento biológico das características avaliadas.

Resultados e Discussão

Durante o ciclo da cultura foram registrados na área experimental 1429 mm de chuva (Figura 1), valor este superior ao mínimo exigido para a cultura do milho, situado entre 350-500 mm (Fancelli e Dourado Neto, 2004). Esse pode ser um motivo para que os tratamentos não surtiram efeito positivo nas características de espiga, pois o Si é um nutriente benéfico que funciona melhor em ambiente de estresse para as plantas (Pulz *et al.*, 2008; Wang *et al.*, 2004; Goussain *et al.*, 2002), o que não foi verificado durante a condução do experimento.

O diâmetro de espigas (Tabela 1) não foi alterado significativamente pelos tratamentos em questão. O Si proporciona vários benefícios para as plantas, dentre os quais se destacam (Marschner, 1995; Takahashi, 1995): melhor eficiência fotossintética; maior aproveitamento da água e etc, com isso poderia se esperar maior enchimento de grãos para doses mais elevadas de Si, porém, não se verificou tal efeito.

Comprimento de espigas e número de fileira por espiga (Tabela 1), não foram alterados significativamente pela aplicação de silício. A característica em questão apresenta alta herdabilidade, correlacionando-se mais intrinsecamente com a cultivar utilizada, do que com as práticas culturais.

Tabela 1 - Diâmetro de espiga, comprimento de espiga e número de fileiras por espiga em função do silício (Si) aplicado via foliar em diferentes épocas

Tratamentos	Diâmetro de espiga	Comprimento de espiga	Número de fileira por espiga
Doses (Si) g ha ⁻¹	---mm---	---cm---	Nº
0	43,40	17,85	14,70
130	43,30	17,25	14,60
260	43,96	17,38	14,77
390	43,13	16,84	14,40
520	43,98	17,72	14,33
Épocas (E)			
2 folhas	43,44	17,42	14,42
5 folhas	43,57	17,28	14,68
8 folhas	43,66	17,53	14,58
CV (%)	2,16	4,53	2,89
Teste F			
Si	ns	ns	ns
E	ns	ns	ns
Si * E	ns	ns	ns

n.s. = não significativo

O número de grãos por fileira (Tabela 2), não foi influenciado pela aplicação de silício. Como o comprimento de espiga não variou em função da aplicação dos tratamentos, era de se esperar que a número de grãos em uma fileira de espiga obtivesse resultado semelhante.

Massa de sabugo e massa de espiga não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos empregados (Tabela 2). Poderia se esperar um maior enchimento de grãos pelos efeitos benéficos do silício (Marschner, 1995; Takahashi, 1995), e consecutivamente aumentando assim a massa de espigas, mas não foi o observado no presente trabalho.

Tabela 2 - Número de grãos por fileiras, massa de sabugo e massa de espigas em função do silício (Si) aplicado via foliar em diferentes épocas

Tratamentos	Número de grãos por fileiras	Massa de sabugo	Massa de Espiga
Doses (Si) g ha ⁻¹	Nº	----gramas--	----gramas--
0	37,50	30	202,94
130	36,45	24	182,41
260	37,35	25	194,76
390	37,10	23	182,58
520	38,10	27	198,01
Épocas (E)			
2 folhas	37,47	25,83	193,38
5 folhas	36,95	25,14	189,16
8 folhas	37,48	26,26	193,88
CV (%)	4,67	7,80	8,79
Teste F			
Si	ns	ns	ns
E	ns	ns	ns
Si * E	ns	ns	ns

n.s. = não significativo

Resultados do presente experimento concordam com os resultados obtidos por Arf *et al.* (2005) e Franzote *et al.* (2005), que aplicando silício via foliar em feijão, também não obtiveram resultado significativo para nenhuma característica avaliada.

Conclusão

O silício aplicado via foliar não influencia de forma positiva nenhuma característica de espiga.

Referências

- ARF, O.; BUZETTI, S.; ARF, M.V.; SILVA, M.G.; BINOTTI, F.F.S.. Aplicação de silício e nutrientes via foliar em feijoeiro de inverno. In: Congresso Nacional de Feijão, VIII, 2005, Goiânia - GO. **Anais**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v. 1. p. 945-948.
- BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; FAGERIA, N.K.; DATNOFF, L.E.; SILVA, O.F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.325-330, 2001.
- CONAB, Companhia nacional de abastecimento. **1º Levantamento OUT/2007**. 2007.
- DATNOFF, L.E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon on Agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. 03 p.

DEREN, C. Plant genotypes, silicon concentration and silicon related responses. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G.H. **Silicon in Agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. Cap. 8, p. 149-158.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412 p.

EPSTEIN, E. Silicon in plants: Facts vs. concepts. In: DATNOFF, L.E., SNYDER, G.H., KORNDÖRFER, G.H. **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. p.1-15. (Studies in Plant Science, 8).

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

FRANZOTE, B.P; SILVEIRA, L.S.M. ; ANDRADE, M.J.B.; VIEIRA, N.M.B.; SILVA, V.M.P.; CARVALHO, J.G. Aplicação foliar de silício em feijoeiro comum. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, VIII, 2005, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v.2. p. 957-960.

GOUSSAIN, M.M; MORAES, J.C.; CARVALHO, J.G.; NOGUEIRA, N.L.; ROSSI, M.L. Efeito da Aplicação de Silício em Plantas de Milho no Desenvolvimento Biológico da Lagarta-do-Cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.2, p.305-310, abr./jun. 2002.

KORNDÖRFER, G.H.; ARANTES, V.A.; CORRÊA, G.F.; SNYDER, G.H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.623- 629, 1999a.

MA, J.F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plant. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H. & KORNDÖRFER, G.H., eds. **Silicon in agriculture**. Amsterdam, Elsevier Science, 2001. p.17-39.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 674p.

MELO, S.P.; KORNDÖRFER, G.H.; KORNDÖRFER, C.M. et al. Silicon accumulation and water déficit tolerance in Brachiaria grasses. **Scientia Agricola**, v.60, p.755-759, 2003.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p.

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.

RAIJ, B. Van. CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (IAC, Boletim técnico, 100).

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII, R.; ISHIHARA, K.; HIRATA, H (Ed.). **Science of the rice plant: physiology**. Tokyo: Food and Agriculture Police Research Center, 1995. cap.5, p.420-433.

WANG, Y.; STASS, A.; HORST, W. Apoplastic Binding of Aluminum Is Involved in Silicon-Induced Amelioration of Aluminum Toxicity in Maize. **Plant Physiology Preview** v.136, n.3, p.3762-3770, 2004.