



## Concentração de N, P, K e Si nos capins Marandu e Xaraés em função de doses de silício em condições de toxidez por alumínio

Nathália Cristina Marchiori Pereira<sup>(1)</sup>; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho<sup>(2)</sup>,  
Elisângela Dupas<sup>(2)</sup>, Monique de Oliveira Luchetta<sup>(1)</sup>, Márcio Mahmoud Megda<sup>(3)</sup>,  
Guilherme Baggio<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Estudantes de Graduação em Agronomia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, São Paulo; marchiori.nathalia@gmail.com; moni\_luchetta@yahoo.com.br; guilherme\_baggio@hotmail.com;

<sup>(2)</sup> Professores da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, São Paulo;

elidupas@gmail.com, mcmf@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Pós-doutorando da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, São Paulo; marcio\_agr@yahoo.com.br

**RESUMO:** O silício (Si) pode diminuir o efeito do estresse causado pelo alumínio (Al) tóxico e estimular o crescimento e produção das braquiárias melhorando seu estado nutricional. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos de doses de Si quanto à concentração dos macronutrientes nas folhas diagnósticas – nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) – e a concentração de Si, em duas cultivares de *Urochloa brizantha* (*Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Urochloa brizantha* cv. Xaraés). O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação e os capins foram cultivados em solução nutritiva tendo o quartzo moído como substrato. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. As doses de Si utilizadas foram 0; 0,3; 0,6; 1,2 e 2,4 mmol L<sup>-1</sup> e as cultivares de braquiária utilizadas foram o capim-marandu e capim-xaraés em condição de toxidez por Al. Todas as unidades experimentais foram submetidas à condição de toxidez por Al na concentração de 27 mg L<sup>-1</sup>. Foram realizados três cortes. As doses de Si influenciaram positivamente a concentração de Si, N, P e K das folhas diagnósticas do capim-marandu e capim-xaraés.

**Palavras-chave:** Elemento benéfico, macronutrientes.

### INTRODUÇÃO

Segundo dados da ANUALPEC (2008), mais da metade das pastagens presentes no país são de braquiárias, área correspondente a aproximadamente 100 milhões de hectares. As espécies do gênero que mais se difundiram nas pastagens estão a *Brachiaria decumbens* e a *Brachiaria brizantha*.

De acordo com dados da EMBRAPA (2004) a *Brachiaria brizantha* apresenta alta produção e boa palatabilidade, destacando-se as cultivares Marandu, Piatã e Xaraés (Bomfim-Silva et al., 2011).

Uma das razões do sucesso no uso do capim braquiária em solos de baixa fertilidade e alta saturação por Al, pode ser sua capacidade em absorver e acumular Si na epiderme das folhas, atenuando os efeitos tóxicos do Al, ferro (Fe) e manganês (Mn) (Korndörfer et al., 2001).

Além disso, a absorção de Si pelas plantas traz diversos outros benefícios para as culturas, como as gramíneas (Korndörfer & Datnoff, 1995), pois promove rigidez estrutural de seus tecidos, reduz o ataque de doenças e pragas, forma folhas mais eretas, reduz o acamamento e aumenta a tolerância ao estresse hídrico (Marschner, 1995). Também melhora a arquitetura foliar aumentando a área exposta à luz solar (Crusciol, 2006) ocasionando maior taxa fotossintética das plantas (Deren, 2001). Em suma, todas essas contribuições ajudam a melhorar o estado nutricional das culturas e aumentar a produção da fitomassa.

Entretanto, apesar de o Si ser um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre (Barbosa Filho, 2000) e estar presente em quantidades consideráveis na maioria dos solos, o cultivo consecutivo pode diminuir sua concentração no solo, até o ponto em que o fornecimento deste elemento venha influenciar a produção vegetal (de Melo, 2005).

Portanto, para que se possa fazer uso eficiente da pastagem, é necessário concentrações adequadas de nutrientes na forragem (Hopkins et al., 1994), pois a baixa disponibilidade de nutrientes na exploração da pastagem é sem dúvida um dos principais fatores que interferem no nível de produtividade e qualidade da forrageira.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi averiguar se o fornecimento de doses de Si amenizou o estresse causado pelas condições de toxidez de Al, para o capim-marandu e capim-xaraés, trabalhou-se com a hipótese de que o aumento na absorção de Si melhore a condição nutricional dessas gramíneas forrageiras.



## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação, localizada na UNESP, campus de Ilha Solteira – SP, no período de junho/2014 a dezembro/2014, e conduzido em solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950), preparada conforme **Tabela 1**. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses de Si e duas cultivares de *Urochloa brizantha* (capim-marandu e capim-xaraés) totalizando 40 unidades experimentais.

**Tabela 1** - Volumes das soluções estoque empregadas no preparo das soluções nutritivas por alumínio utilizadas no experimento com capim-marandu e capim-xaraés

Silício (mmol L <sup>-1</sup> )	0	0,3	0,6	1,2	2,4
Solução estoque	Volume (mL L <sup>-1</sup> )				
NaSiO <sub>3</sub> (0,5 mol L <sup>-1</sup> )	-	1	2	3	4
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (1 mol L <sup>-1</sup> )	1	1		1	1
KCl (1 mol L <sup>-1</sup> )	5	5	5	5	5
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1 mol L <sup>-1</sup> )	5	5	5	5	5
MgSO <sub>4</sub> (1 mol L <sup>-1</sup> )	2	2	2	2	2
NH <sub>4</sub> Cl (1 mol L <sup>-1</sup> )	5	5	5	5	5
Micro - Fe*	1	1	1	1	1
Fe-EDTA**	1	1	1	1	1
AlCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O (0,3 mol L <sup>-1</sup> )	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

\* A solução com micronutrientes menos ferro, teve a seguinte composição, em g L<sup>-1</sup>: MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O=1,81; ZnCl<sub>2</sub>=0,10; CuCl<sub>2</sub>=0,04; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>=1,49 e H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O=0,02.

\*\* Dissolveram-se 26,1 g de EDTA dissódico em 286 mL de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup>, misturando-se 24,1 g de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, arejando por uma noite e completando o volume a 1 L com água deionizada.

## Tratamentos e amostragem

Durante o preparo das mudas, as sementes foram colocadas para germinar em bandejas de plástico contendo areia lavada com água deionizada e regadas diariamente com água deionizada, até atingirem quatro centímetros de altura. Após isso, foram transplantadas 12 plântulas para todos os vasos de plástico do experimento, contendo quartzo moído como substrato. Foram realizados desbastes periódicos para que ao final restassem apenas cinco plantas bem desenvolvidas em cada vaso.

Um dia após o transplante das mudas foi fornecido um litro de solução diluída a 20% da dose correspondente à solução inicial, e quatro dias após o transplante, as soluções com concentração definitiva foram adicionadas aos vasos. Durante uma semana as soluções permaneceram nos vasos durante o dia e a noite, sendo circuladas pelo substrato quatro vezes ao dia. Posteriormente, eram circuladas três vezes ao

dia, drenadas à noite e fornecidas pela manhã, havendo reposição da água evapotranspirada com água deionizada, com base no volume do vidro onde a solução era drenada. A solução era renovada a cada semana.

As cinco doses de Si utilizadas como tratamento (0; 0,3; 0,6; 1,2 e 2,4 mmol L<sup>-1</sup>) foram preparadas a partir da solução de Hoagland & Arnon (1950). A fonte de Si utilizada foi o silicato de sódio e as doses foram estabelecidas com base na literatura existente para cultura do arroz, de acordo com Zanão Júnior et al. (2010).

De acordo com o trabalho desenvolvido por Paulino et al. (2011), a dose de Al que afetou o desenvolvimento das forrageiras do gênero *Brachiaria*, foi de 27 mg L<sup>-1</sup>, portanto esta foi a condição de toxidez de Al adotada e mantida nas soluções nutritivas durante a execução do experimento.

Em cada solução nutritiva foi mantida constante a proporção de 70% de N-NO<sup>3-</sup> e 30% de N-NH<sup>4+</sup> e o pH das soluções era ajustado rotineiramente a 4,2 ± 0,1 com solução de HCl (1 mol L<sup>-1</sup>).

Os cortes foram realizados a cinco centímetros do colo das plantas em relação ao substrato, quando a maioria das folhas maduras estava senescendo. O primeiro corte foi realizado no dia 22/08/2014, antes da adição dos tratamentos, com o objetivo de uniformizar o experimento. Após o primeiro corte, os tratamentos foram adicionados à solução nutritiva que era fornecida às plantas. O segundo corte ocorreu em 25/10/2014 e o terceiro em 16/12/2014.

Após o segundo e o terceiro corte, a parte aérea foi separada em lâminas das folhas recém-expandidas (LR = lâminas das duas folhas recém-expandidas com lígula visível) e do restante da planta ceifado (folhas do ápice da planta, folhas maduras e colmos mais bainhas). Todas as amostras foram devidamente identificadas e levadas à estufa para secagem a 65 °C, por 72 horas, após isso, as amostras foram moídas.

As concentrações de N, P e K das folhas diagnósticas do capim-marandu e capim-xaraés foram determinadas segundo metodologia descrita em Malavolta et. al (1997). A leitura das concentrações de P foi obtida por colorimetria, as concentrações de K foram obtidos por fotometria de chama, já as concentrações de N determinados pelo método semi-micro Kjeldahl. As concentrações de Si foram determinadas segundo metodologia descrita em Korndörfer (2004).

## Análise estatística

Com os resultados obtidos realizou-se a análise de variância e teste de Tukey a 5% de



probabilidade para comparação de médias das espécies de *Urochloa*. Para o efeito de doses de Si foi aplicada a regressão polinomial. Na análise estatística foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos pela análise das folhas diagnósticas do terceiro corte, não houve interação entre as cultivares de *Urochloa brizantha* e as doses de Si para concentração de Si e N (Tabela 2). Já para as concentrações de P e K a interação foi significativa (Tabela 3).

**Tabela 2** - Concentração de silício (Si), nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas diagnósticas do capim-marandu e capim-xaraés submetido às doses de silício (Si) em condição de toxidez de alumínio no terceiro corte

Cultivar	Si	N g kg <sup>-1</sup>	P	K
Marandu	226,8 a	18,20 b	3,90	23,7
Xaraés	226,4 a	22,78 a	3,88	21,2
DMS	8,8	2,17	0,54	2,01
Doses de Si mmol L <sup>-1</sup>	Si	N	P	K
0	205,1 <sup>(1)</sup>	23,73 <sup>(2)</sup>	5,86	22,3
0,3	206,2	22,64	4,40	20,8
0,6	254,4	18,86	3,34	24,0
1,2	237,5	19,54	2,90	24,0
2,4	229,8	17,66	2,94	21,3
C.V.	5,98	16,29	21,27	13,8
				2
Média	226,6	20,49	3,89	22,4
Geral				5

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

<sup>(1)</sup>  $Y = 203,7156 + 62,1399x - 21,5843x^2$   $R^2 = 0,58$ ;

<sup>(2)</sup>  $Y = 23,5640 - 5,9081x + 1,4644x^2$   $R^2 = 0,84$ .

Com relação as concentrações de Si tanto para capim-marandu (226,8 g kg<sup>-1</sup>) quanto para o capim-xaraés (226,4 g kg<sup>-1</sup>) foram semelhantes. Para as doses de Si nas concentrações de Si das folhas diagnósticas dos capins, a dose que proporcionou maior concentração de Si foi a de 1,44 mmol L<sup>-1</sup> de Si.

Observou-se para a concentração de N que o capim-xaraés apresentou maior concentração de N (22,78 g kg<sup>-1</sup>) quando comparado ao capim-marandu (18,20 g kg<sup>-1</sup>). A dose de Si que proporcionou a máxima concentração de N foi a de 2,02 mmol L<sup>-1</sup> de Si.

Santos et al. (2006) relataram o efeito do Si combinado o N no aparecimento de doenças e observaram que não houve nenhuma interação

entre esses dois elementos. Porém, segundo Savant et. al (2007) há tendência de aumento de produtividade devido a aplicação de N na presença de adubação silicatada.

**Tabela 3** - Desdobramento de doses de silício (Si) e cultivares para a concentração de potássio e fósforo nas folhas diagnósticas do capim-marandu e capim-xaraés submetido às doses de silício (Si) em condição de toxidez de alumínio no terceiro corte

Doses de Si mmol L <sup>-1</sup>	Cultivares	
	Marandu	Xaraés
	Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	
0	24,5 a <sup>(1)</sup>	20,0 a <sup>(ns)</sup>
0,3	20,0 a	21,5 a
0,6	26,0 a	22,0 a
1,2	29,0 a	19,0 b
2,4	19,0 a	23,5 a
DMS	4,50	
Doses de Si mmol L <sup>-1</sup>	Cultivares	
	Marandu	Xaraés
	Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )	
0	5,35 a <sup>(2)</sup>	6,37 a <sup>(3)</sup>
0,3	3,95 a	4,85 a
0,6	3,40 a	3,27 a
1,2	3,59 a	2,22 b
2,4	3,20 a	2,69 b
DMS	1,20	

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

<sup>(1)</sup>  $Y = 21,6846 + 9,9847x - 4,5561x^2$   $R^2 = 0,57$ ;

<sup>(2)</sup>  $Y = 4,9594 - 2,3531x + 0,6891x^2$   $R^2 = 0,78$ ;

<sup>(3)</sup>  $Y = 6,3103 - 5,6257x + 1,7201x^2$   $R^2 = 0,99$ .

Para a concentração de K, os capins responderam de forma semelhante (exceto na dose de 1,2 mmol L<sup>-1</sup> de Si) aonde o capim-marandu obteve maior concentração de K quando comparado ao capim-xaraés (média de 29 g kg<sup>-1</sup> contra 19 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente). Para o capim-marandu a dose de Si que proporcionou a máxima concentração de K foi a de 1,10 mmol L<sup>-1</sup>, e para o capim-xaraés, não se constatou significância para as doses de Si.

Para a concentração de P, tanto para a testemunha quanto para as doses de 0,3 e 0,6 mmol L<sup>-1</sup> de Si, os capins responderam da mesma forma, entretanto, para os tratamentos com dose de Si de 1,2 e 2,4 mmol L<sup>-1</sup> de Si, o capim-marandu obteve maior concentração de P se comparado ao capim-xaraés. Para o capim-marandu, a dose de Si que proporcionou máxima concentração de P foi de 1,71 mmol L<sup>-1</sup>, e para o capim-xaraés, 1,93 mmol L<sup>-1</sup> de Si. Para ambos os capins, as doses acima dessas acarretaram diminuição na concentração de P das folhas diagnósticas.

Embora, Cessa et. al (2004) não observaram a



influência do Si nas teores de P no solo, verificaram que as doses de Si aumentaram o valor do pH em  $\text{CaCl}_2$  do solo, sendo esse aumento mais significativo na presença de P. Esse aumento de pH aumenta a disponibilidade de bases na solução do solo (de Melo, 2005) o que explica o fato de que as doses de Si influenciaram positivamente o acúmulo de nutrientes nas folhas recém expandidas dos capins, até o ponto em que ocorre competição dos íons pela absorção nas raízes devido as cargas semelhantes.

## CONCLUSÃO

1. As doses de Si influenciaram positivamente a concentração de Si, N, P e K das folhas diagnósticas do capim-marandu e capim-xaraés.

## REFERÊNCIA

### a. Periódicos:

BONFIM-SILVA, E. M., da SILVA, T. J. A., CABRAL, C. E. A., KROTH, B. E., REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. *Revista Caatinga*, v.24, p.180-186, 2011.

CRUSCIOL, C. A. C. Silício para as gramíneas forrageiras. *Campo e Negócios*, v.4, p.14-15, 2006.

DEREN, C. Plant genotypes, silicon concentration and silicon related responses. In: DATNOFF L. E., SNYDER G. H., KORNDÖRFER G. H. (Eds.) *Silicon in Agriculture*. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. cap. 8, p. 149-158.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

HOPKINS, A.; ADAMSON, A. H. & BOWLING, P. J. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen: 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. *Grass Forage Sci.*, 49:9-20, 1994.

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças na cana-de-açúcar e do arroz. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n.70, p.1-5, 1995.

KORNDÖRFER, G. H.; SNYDER, G. H.; ULLOA, M; POWEL, G., DATNOFF, L. E. Calibration of soil and plant silicon analysis for rice production. *Journal of Plant Nutrition*, v.24, p.1071-1084, 2001.

SANTOS, G. R.; KORNDÖRFER, G. H.; REIS FILHO, J. C. D; PELÚZIO, J. M. Adubação com silício: Influência sobre as principais doenças e sobre produtividade do arroz irrigado por inundação. *Revista Ceres*, v. 50, p. 1-8, 2003.

SAVANT, N. K.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.

Depletion of plant available silicon in soils: a possible cause of declining rice yields. *Communications Soil Science in Plant Analysis*, New York, v. 28, n. 13/14, p. 1245-1252, 1997.

ZANÃO JÚNIOR L. A.; FONTES R. L. F., ÁVILA, V. T., KORNDÖRFER, G. H. Absorção de cálcio e ferro por arroz cultivado em solução nutritiva com doses de silício e manganês. *Scientia Agraria*, v.11, n.3, p.263-269, 2010.

### b. Livro:

ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP, 2008. 385p.

HOAGLAND, D.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. Berkeley: California Agriculture Experimental Station, 1950. 347p. (Circular, 347).

KORNDÖRFER, G. H. Análise de silício: solo, planta e fertilizante. Uberlândia, GPSi-ICIAG-UFU, 39p, 2004. (Boletim Técnico, 02).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

### c. Capítulo de livro:

BARBOSA FILHO, M. P. Importância do silício para a cultura do arroz. *Informações Agronômicas*, Piracicaba: Potafos, n.89, p.1-8, 2000. (Encarte técnico).

EMBRAPA GADO DE CORTE. Xaraés: *Brachiaria brizantha*. Campo Grande, 2004. p. 6.

De MELO, S. P. Silício e fósforo para estabelecimento do capim-Marandu num Latossolo Vermelho-Amarelo. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo (USP). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

### d. CD-ROM:

CESSA, R. M. A.; NOVELINO, J. O.; MARCHETTI, M.E. Aplicação de metassilicato e fosfato influenciando os níveis de Si e P em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (compact disc). In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 3., Uberlândia, 2004. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2004.

PAULINO, V. T.; OLIVEIRA, E. A.; COLOZZA, M. T.; TEIXEIRA, É. M. C.; LUCENA, M. A. C.; MORAES, J. E. Tolerância ao alumínio em seis cultivares de *Brachiaria* spp. **Anais... XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, ZOOTEC 2011.** Maceió: Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011. 3p. CD-ROM.