

## USO DE SILIGESSO 70<sup>®</sup> NA RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM DEGRADADA DE CAPIM-MARANDU NA REGIÃO DO CERRADO

Thiago Pinheiro de Oliveira<sup>1</sup>  
Henrique Lino Flores<sup>2</sup>  
Suzana Pereira de Melo<sup>3</sup>

### Resumo:

As plantas forrageiras correspondem a altas porcentagens das áreas cultivadas no Brasil com papel relevante para a produção animal. Porém grande parte das mesmas encontram-se em algum estágio de degradação sendo necessário a utilização de manejos adequados para a recuperação das mesmas. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento e a absorção de silício (Si) de uma pastagem degradada de *Brachiariabrizantha* C.V. Marandu cultivada na região do Cerrado após a aplicação de doses de siligesso. O estudo foi realizado a campo, no município de Pontal do Araguaia – MT, localizado nas coordenadas geográficas 15° 59' 15,3" S e 52° 18' 46,2" W. O experimento foi desenvolvido durante um ano e disposto no delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. As doses de Si foram: 0, 200, 400, 600 e 800 kg ha<sup>-1</sup>. A cada 90 dias foram avaliadas as características de crescimento vegetal como: altura de planta e produção de massa de matéria seca, totalizando quatro cortes no capim. Após cada corte a parte aérea foi separada em: Folha em expansão, Lâmina de folha recém expandida, Lâmina de folha Madura e Colmo mais Bainha. Nessas partes foram avaliadas as concentrações de Si. No final de cada corte, amostras de solo eram coletadas nas profundidades de 0 – 20 e 20 – 40 cm e analisadas quanto aos teores de Si. Obteve-se aumentos significativos do teor de Si no solo e na parte aérea em função das doses de siligesso aplicadas.

### Palavras-chave:

Silício, Gesso Agrícola, *Brachiaria* e Concentração foliar.

## USE OF SILIGESSO 70<sup>®</sup> IN THE RECOVERY OF DEGRADED PASTURE OF MARANDU GRASS IN THE CERRADO REGION

### Abstract:

Forage plants correspond to high percentages of the cultivated areas in Brazil with a relevant role for animal production. However, most of them are at some stage of degradation and the use of methodologies for their recovery is necessary. The objective of this study was to evaluate the development and absorption of silicon (Si) from a degraded pasture of *Brachiariabrizantha* C.V. Marandu cultivated in the Cerrado region after the application of Siligesso rates. The study was carried out in the field, in the town of Pontal do Araguaia – MT, located in the geographic coordinates 15° 59' 15.3" S and 52° 18' 46.2" W. The experiment was developed during one year and was arranged in a randomized block design, with five treatments and four replications. The Si rates were: 0, 200, 400, 600 and 800 kg ha<sup>-1</sup>. The characteristics of plant growth were evaluated every 90 days: Plant height and dry matter mass production, totaling four cuttings in the grass. After each cut the aerial part was separated into: expanding leaf, newly expanded leaf blade, Mature leaf blade and stem plus

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo. E-mail: thiagopinheiroagro@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. E-mail: henriquelflores@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutora em Solos e Nutrição de plantas. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário do Araguaia (CUA). E-mail: spmelo@gmail.com

hem. In these parts, the Si concentrations were evaluated. At the end of each cut, soil samples were collected at depths of 0 – 20 and 20 – 40 cm and analyzed for Si contents. Significant increases in the Si content were obtained in the soil and aerial parts after rates of siligesso.

**Keywords:**

Silicon, gypsum, *Brachiaria* and leaf concentration.

**Introdução**

Atualmente, estima-se que a área total de pastagens no País esteja ao redor de 169,7 milhões de hectares, destes aproximadamente 50% são representados por espécies forrageiras cultivadas, destacando-se plantas do gênero *Brachiaria* (Lapig, 2018). Segundo Oliveira (2008) o gênero *Brachiaria* possui papel importante nas pastagens brasileira, apesar da facilidade para adaptar-se a vários tipos de solos e condições climáticas, grande parte dessas pastagens encontram-se em condições de degradação, devido a fatores como manejo inadequado, alta taxa de lotação de animais por área, baixos teores de nutrientes no solo, característica comum na região do Cerrado, e a não utilização de insumos para reposição dos nutrientes extraídos, fatores que se acumulam durante anos, agravando o nível de degradação dessas áreas. Korndörfer et al. (2010) citaram que os solos do Cerrado são altamente intemperizados, ácidos e pobres em Si, sendo assim, são solos em que torna-se fundamental o uso de práticas para formação, manutenção e recuperação das forrageiras. Para correção da acidez na camada superficial pode-se usar os silicatos que irão fornecer cálcio (Ca), magnésio (Mg) e Si para as plantas.

Para a camada subsuperficial recomenda-se o uso do Gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), onde este atua como condicionador de subsuperfície e fornece Ca e S. De acordo com Sousa et al. (2001) o crescimento radicular das plantas é prejudicado quando o solo apresenta saturação por alumínio (Al) - m % acima de 10% na camada subsuperficial, característica essa comum na região do Cerrado, que ainda apresenta teores de Ca muito baixo. Partindo do princípio que através do uso de manejos adequados a atividade pecuária na região do Cerrado pode torna-se mais viável economicamente e sustentável, objetivou-se estudar a influência da aplicação do Si, utilizando como fonte Siligesso 70<sup>®</sup>, nas características produtivas do capim-Marandu (*Brachiariabrizantha*) que apresenta-se degradado.

**Referencial teórico**

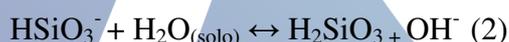
O Cerrado possui cerca de 206 milhões de hectares (ha), representando cerca de 24% do território nacional, sendo em superfície o segundo maior bioma ficando atrás apenas da

Amazônia. Segundo Lapig (2018) cerca de 55 milhões de ha estão cobertos com pastagens cultivadas, correspondendo a 27,3% da área total dessa região.

Os capins da espécie *Brachiaria* despertam interesse por possuir adaptabilidade às condições existentes no Cerrado, é uma espécie com grande capacidade de adaptação edafoclimática com boa resistência à seca. Mattos (2001) observou que o manejo inadequado e a não reposição de nutrientes no solo, são fatores determinantes por grande parte dessas áreas de pastagens se encontrarem em processo de degradação ou já degradadas.

Megda (2009) ressaltou que o capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) está entre as gramíneas mais cultivadas no Brasil central, região que é responsável por mais da metade da produção nacional de carne bovina, portanto, deve-se considerar a importância dessa espécie. Sendo evidente a necessidade de maior atenção com o manejo adequado das forrageiras, manejo da fertilidade do solo, uso de práticas de adubação e o conhecimento das exigências nutricionais desse cultivar.

Solos do Cerrado são pobres de nutrientes como o Ca, o enxofre (S) e o Si, associado ou não à toxidez de Al, e essas características não ocorrem apenas na camada arável, mas também abaixo dela, o que limita o crescimento do sistema radicular de várias culturas. A ação neutralizante do silicato pode ser explicada em conformidade de acordo com as seguintes reações (ALCARDE, 1992):



Essas reações mostram como a hidrólise do ânion silicato promove a liberação de hidroxilas e automaticamente a elevação do pH. Os  $\text{OH}^{-}$  também neutralizam o  $\text{H}^{+}$  e o aumento do pH faz com que o  $\text{Al}^{+3}$  (forma tóxica a planta) altere para o  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , forma precipitada e não prejudicial para as plantas.

Novais e Mello (2007) reportaram que a alta probabilidade da ocorrência de veranicos durante a estação das chuvas, baixa capacidade de retenção de umidade são uns dos fatores limitantes à produção agrícola na região do Cerrado. Segundo Sousa et al. (2001) o uso do gesso agrícola em pastagens é mais recomendado para espécies exigentes e muito exigentes em fertilidade do solo, e quando a finalidade do uso deste produto é condicionar a subsuperfície, determina-se o valor de gesso a ser aplicado em função do teor de argila.

De acordo com Mauadet al. (2003) e Orioli Júnior et al. (2008) devido ao intemperismo nas regiões do Cerrado o Si presente nos solos é insuficiente para desempenhar seu papel como elemento benéfico as culturas, tornando necessária a adubação complementar. Brady (1992) explicou que solos muito intemperizados, altamente lixiviados, ácidos, com baixos teores de Si trocável e com baixa relação Si/sesquióxidos, são considerados pobres em Si disponível para as plantas.

Melo (2005) lembrou ainda que cultivos consecutivos podem diminuir a concentração deste elemento até o ponto em que a aplicação do Si tenha contribuição no aumento das produções das plantas.

Não existe ainda quantidade máxima de Si a ser utilizada, a literatura mostra, que quanto mais Si a planta absorver, maiores serão seus efeitos. Ainda não se constatou efeito tóxico do Si para as plantas. O limite ocorre se for considerado o efeito corretivo dos silicatos, ou seja, quando a dose dos silicatos provocarem aumentos de pH e saturação por bases acima do desejados. Nesse caso, pode ocorrer desequilíbrios nutricionais, principalmente de P e alguns micronutrientes como cobre (Cu), zinco (Zn), Fe e manganês (Mn) devido ao processo de insolubilização destes (Fiori, 2006).

O Si embora não faça parte dos elementos essenciais, é considerado um elemento benéfico para as gramíneas (Marschner, 1995 e Epstein, 1999). De acordo com Deren, Datnoff, Snyder (1992) as plantas diferem bastante quanto à capacidade de absorver Si, e que genótipos de arroz diferem no teor de Si, respondendo de modo diferente à aplicação do elemento.

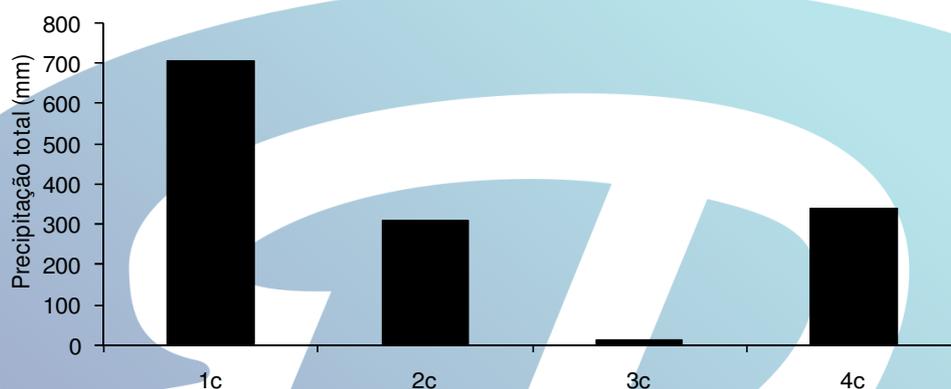
Em geral, considera-se como acumuladoras de Si aquelas plantas que possuem concentração foliar acima de 1% e não acumuladoras plantas com concentração menor que 0,5% (Ma et al., 2001). Segundo Santos (2007) e Korndöfer et al. (2010) as plantas do gênero *Brachiaria* sp. são consideradas acumuladoras de Si, portanto os benefícios atribuídos ao Si podem ser verificados nesta cultura.

Observa-se que o uso de fontes de Si na agricultura, principalmente em solos intemperizados, onde a quantidade de Si no solo é baixa, principalmente para as espécies consideradas acumuladoras, as respostas à essa aplicação tem mostrado resultados positivos (Souza et al., 2015; Castellanos et al., 2016).

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido em Pontal do Araguaia-MT, no período de novembro de 2011 a novembro de 2012. As coordenadas geográficas do local são 15° 59' 15,3'' de

latitude sul e 52° 18' 46,2'' de longitude oeste com altitude média de 323,7 m, onde as precipitações médias no período chuvoso (outubro a março) é de 1.400 mm e a temperatura média de 26,3 °C e no período seco (abril a setembro) a precipitação média é de 178,3 mm e a temperatura 24,9 °C (Bartimachi, Neves, Pedroni, 2008). A precipitação pluviométrica no ano do experimento foi de 1.367 mm, os valores apresentados são acumulados contando da instalação do experimento até o primeiro corte, do primeiro corte até o segundo, e assim sucessivamente (Figura 1).



**Figura 1:**  
Precipitação pluviométrica total na área do experimento, entre cada um dos quatro cortes da *Brachiariabrizantha* C.V. Marandu efetuados.

ção pluviométrica total na área do experimento, entre cada um dos quatro cortes da *Brachiariabrizantha* C.V. Marandu efetuados.

A pastagem onde se instalou o experimento fora formada com *Brachiariabrizantha* cv. Marandu havia mais de 13 anos, e estava em condições de degradação. No dia 13 de abril de 2011, antes de iniciar o experimento, foram coletadas amostras do solo (Latossolo Vermelho), nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, para caracterização química e física: pH (CaCl<sub>2</sub>): 4,40 e 4,30; P (Mehlich-1) – mg dm<sup>-3</sup>: 1,10 e 0,60; K (Mehlich-1) – mg dm<sup>-3</sup>: 66,00 e 28,00; Ca<sup>2+</sup> – cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>: 0,40 e 0,28; Mg<sup>2+</sup> – cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>: 0,30 e 0,21; Al<sup>3+</sup> – cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>: 0,50 e 0,50; S – mg dm<sup>-3</sup>: 9,90 e 6,70; H + Al – cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>: 2,25 e 2,13; M. O – g dm<sup>-3</sup>: 13,00 e 12,00 ; Soma de bases – cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>: 0,90 e 0,60; T (CTC total pH= 7, em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 3,10 e 2,70; V (Saturação por bases, em %): 27,90 e 20,80; m (Saturação por alumínio, em %): 36,50 e 47,20; Areia (g kg<sup>-1</sup>): 615,00 e 600,00; Silte (g kg<sup>-1</sup>): 98,00 e 98,00; Argila (g kg<sup>-1</sup>): 287,00 e 302,00. O teor de Si foi analisado apenas na camada 0-20 cm sendo de 12,80 mg dm<sup>-3</sup>.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo constituído de quatro blocos com cinco tratamentos (0; 200; 400; 600 e 800 kg ha<sup>-1</sup> de Si), totalizando 20 parcelas.

Todos os tratamentos foram aplicados à lanço no solo, no dia 29 de novembro de 2011. O siligesso 70<sup>®</sup> aplicado nos tratamentos continha: Ca = 22,60%, Mg = 4%, S= 4,9% e Si = 7%.

Fez-se adubação corretiva com 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, levando em consideração a exigência da *Brachiariabrizantha* C.V Marandu segundo Sousa e Lobato (2004), utilizando como fonte o superfosfato simples (Ca= 16%, S=8%) o qual foi aplicado á lanço no dia 27 de outubro de 2011.

As parcelas experimentais apresentavam área de 30m<sup>2</sup> (6m x 5m), com o espaço entre parcelas de 0,50m, totalizando uma área experimental total de 730m<sup>2</sup>. A área útil de cada parcela era de 1m<sup>2</sup>.

Foram feitas quatro avaliações da pastagem com intervalos de 90 dias entre cada, sendo os cortes realizados nas seguintes datas: primeiro corte 28/02/2012; segundo corte 29/05/2012; terceiro corte 29/08/2012 e quarto corte 29/11/2012.

A parte aérea foi coletada em 1m<sup>2</sup> e cortada a 10 cm de distância do solo. Essas amostras foram pesadas para obtenção de massa de matéria fresca (kg m<sup>-2</sup>). Posteriormente, foram retiradas sub-amostras de aproximadamente 500 g as quais foram separadas em: Folhas Emergentes (FE), Lâminas de folhas Recém expandidas (LR), Lâminas de folhas Maduras (LM) e Colmos mais Bainhas (C+B). Essas partes foram colocadas para secar em estufa de ventilação de ar forçada a 65° C até peso constante. Após esse período as partes foram pesadas para quantificação de massa de matéria seca. Esses dados foram transformados para kg ha<sup>-1</sup>. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey e analisadas quanto à concentração de Si (Bataglia et al., 1978). Após o corte da área útil toda a parcela era cortada a 10 cm de altura e eram removidas para fora da área experimental com auxílio de rastelo.

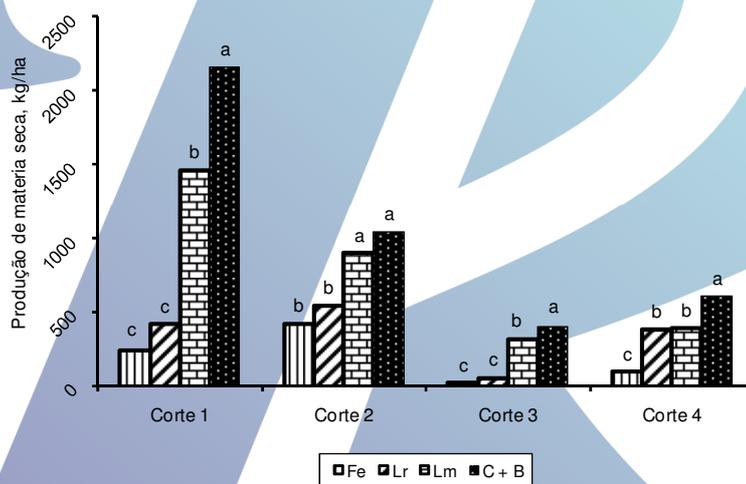
Amostras do solo foram coletadas nas profundidades 0-20 e 20-40 cm, em seguida foram secas ao ar, passadas em peneira de malha de 2 mm e analisadas quanto ao teor de Si, o mesmo foi extraído com CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup> e quantificado por espectrofotometria de acordo com Hayson e Chapman (1975).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando detectada diferença entre as partes da planta, procedeu-se o teste Tukey, a 5% de probabilidade. Para os tratamentos quantitativos, ou seja, para as doses, foi realizada análise de variância e quando significativo pelo teste de F procedeu-se análise de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 4.0 (Ferreira, 2000).

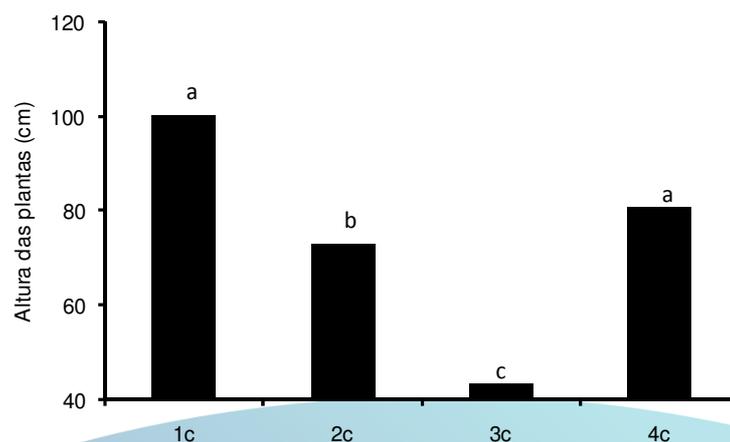
## Resultados e discussão

Nota que no terceiro corte a precipitação pluviométrica foi muito baixa (11 mm). Segundo Silva, Nascimento Junior, Euclides (2008) essa época do ano, além da baixa precipitação, é caracterizada pela ocorrência de temperaturas mais baixas e baixa luminosidade (dias curtos), sendo esses uns dos principais motivos pela sazonalidade de produção das plantas forrageiras.

As doses de siligesso não influenciaram a altura e a produção de massa de matéria seca do capim-Marandu, porém houve significância estatística para a produção de massa de matéria seca em  $\text{kg ha}^{-1}$  e para altura das plantas em cm, entre os períodos de avaliação. Observa-se nas Figuras 2e 3 que o máximo crescimento das plantas, com aproximadamente 100 cm de altura e produção de  $4.273,4 \text{ kg ha}^{-1}$  de massa de matéria seca, foi observado no primeiro corte, neste período a precipitação pluviométrica foi de 706 mm. No terceiro corte, período com menor precipitação pluviométrica (11 mm), a altura média das plantas forrageiras foi de 43 cm, e produção de  $801,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de massa de matéria seca.

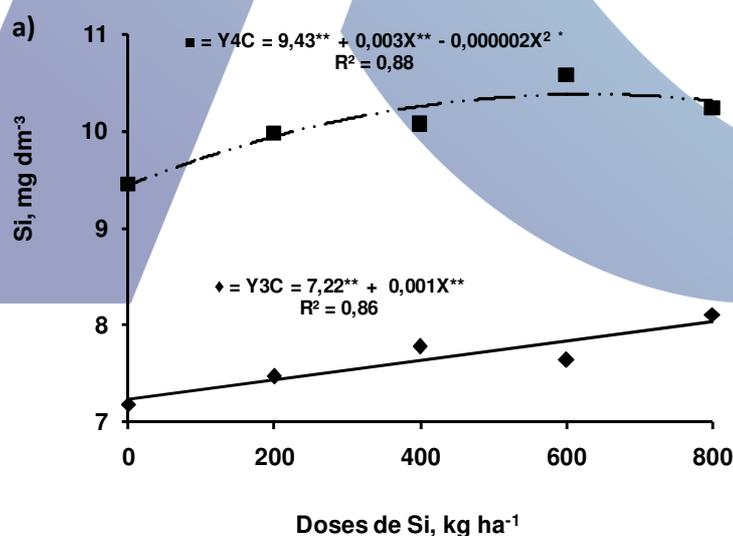


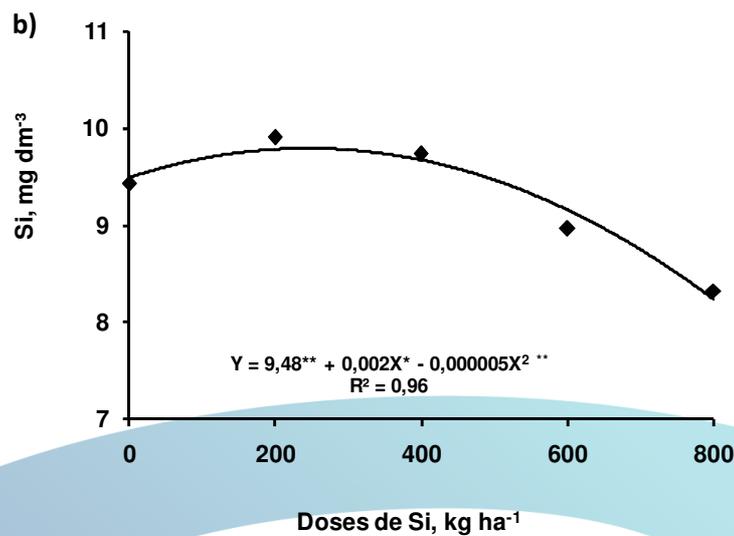
**Figura 2:** Produção de massa de matéria seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) das frações - Folha em Expansão (FE), Lâmina de folha Recém-expandida (LR), Lâmina de folha Madura (LM) e Colmo + Bainha (CB); em cada um dos quatro cortes da *Brachiariabrizantha* CV. Marandu, em área de pastagem degradada. Letras diferentes nas colunas analisadas em cada corte isoladamente, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 3:** Altura das plantas (cm) da *Brachiariabrizantha* CV. Marandu, em cada corte, em área de pastagem degradada. Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O Si disponível no solo foi significativo para as doses de Si no terceiro e quarto corte (Figura 4a), na camada 0-20 cm e apenas para o quarto corte na camada 20-40 cm (Figura 4b). Os dados ajustaram a regressão polinomial de primeiro grau, na profundidade 0 – 20 cm, para o terceiro corte. O tratamento controle foi responsável pelo menor valor de Si no solo (7,18 mg dm<sup>-3</sup>) e o maior tratamento (800 kg ha<sup>-1</sup>) obteve o maior teor de Si no solo (8,1 mg dm<sup>-3</sup>). Para o quarto corte, observou-se ajuste para regressão polinomial de segundo grau em função das doses de Si, sendo a dose estimada de 750 kg ha<sup>-1</sup> responsável pelo maior valor de Si no solo (10,55 mg dm<sup>-3</sup>).





**Figura 4:** Teor de Si do Latossolo Vermelho na camada 0 – 20 cm na ocasião do 3º e 4º cortes (a), e 20 – 40 cm na ocasião do 4º corte (b), em função das doses de Si.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

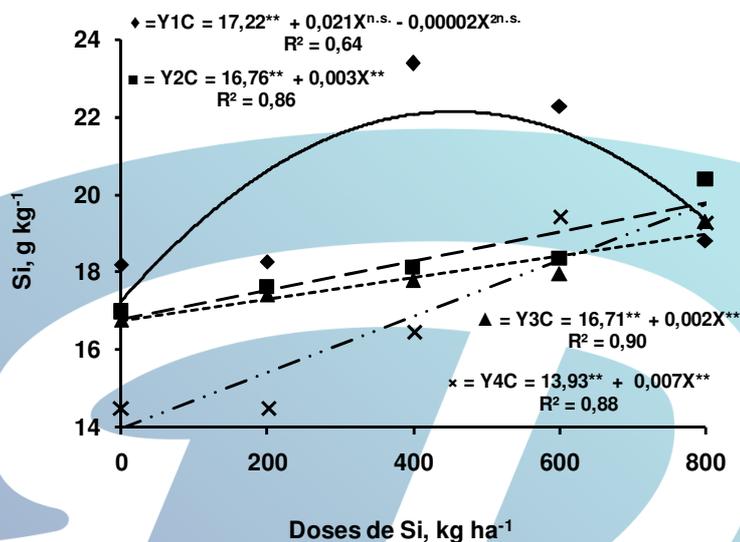
\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na camada subsuperficial (20 – 40 cm), na ocasião do quarto corte o teor de Si no solo foi significativo com ajuste para regressão polinomial de segundo grau em função das doses de Si, a dose estimada de 200 kg ha<sup>-1</sup> respondeu pelo maior valor de Si no solo (9,68 mg dm<sup>-3</sup>).

O aumento do Si disponível no solo em função das doses de Si, corroboram com vários autores (Mauadet al., 2003; Barbosa Filho et al., 2004; Melo, 2005). Porém, nota-se diminuição no teor de Si na camada 0-20 cm em relação ao quantificado antes da condução do experimento (12 mg dm<sup>-3</sup> de Si). Isso pode ser explicado por dois fatores como: 1 - a absorção de Si pela forrageira e posterior exportação do mesmo, sendo que houve a total remoção da pastagem de dentro das parcelas experimentais, não havendo a ciclagem do nutriente promovido pelas folhas senescentes, que no processo de decomposição, devolveriam parte do nutriente extraído para o solo; 2 - a perda por lixiviação do Si disponível do solo, devido às altas precipitações pluviométricas durante o período experimental, combinada com a textura da camada 0-20 cm do solo de 278,00 g kg<sup>-1</sup> de argila.

A concentração total de Si na parte aérea apresentaram diferença significativa em cada corte em função das doses de Si (Figura 5). No primeiro corte os resultados ajustaram a regressão polinomial de segundo grau, sendo a dose estimada de 525 kg ha<sup>-1</sup> de Si que apresentou a maior concentração foliar de Si no capim-Marandu (22,73 g kg<sup>-1</sup>). No segundo,

terceiro e quarto cortes as concentrações de Si total na parte aérea do capim-Marandu ajustaram ao modelo polinomial de primeiro grau, ficando os valores entre 16,97 a 20,38 g kg<sup>-1</sup> no segundo corte; 16,76 a 19,3 g kg<sup>-1</sup> no período do terceiro corte e 14,5 a 19,28 g kg<sup>-1</sup> no quarto corte, respectivamente para o tratamento controle e para o maior tratamento (800 kg ha<sup>-1</sup>).



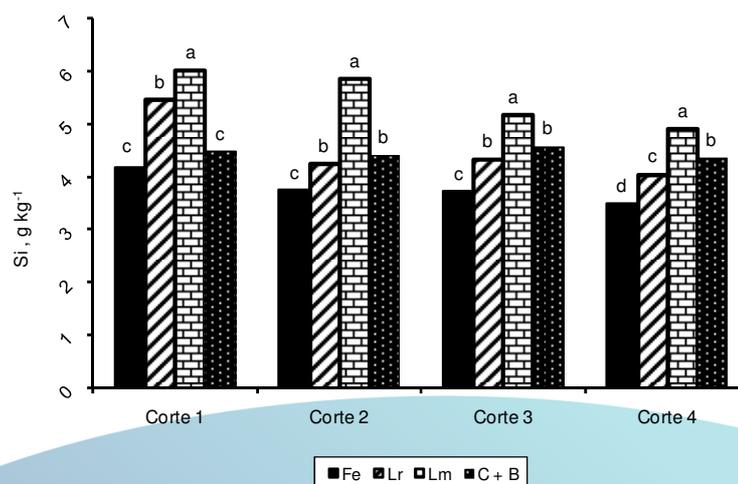
**Figura 5:** Concentração total de Silício no capim-Marandu, na ocasião do 1º, 2º, 3º e 4º cortes, em função das doses de Si.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados obtidos corroboram com Melo (2005), que trabalhando com adubação silicatada em *Brachiariabrizantha* cv. Marandu observou aumento na concentração média de Si de 9,9 a 15,1 g kg<sup>-1</sup>.

Houve significância na concentração foliar de Si entre as partes do capim-Marandu dentro de cada corte (Figura 6). A concentração de Si foi maior nas Lâminas de folhas Maduras (LM) em todos os cortes, sendo 6,03, 5,86, 5,18, 4,91 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente para o primeiro, segundo, terceiro e quarto corte.



**Figura 6:** Concentração de Silício na folha em expansão (Fe), lâmina de folha recém expandida (LR), lâmina de folha madura (LM) e no colmo + bainha (C + B) do capim-Marandu, na ocasião do 1º, 2º, 3º e 4º cortes, em função das doses de Si. Letras diferentes entre as partes, dentro de cada corte, são diferentes significativamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Esses resultados corroboram com Melo (2005) que, trabalhando com combinações de doses de Si e P em capim-Marandu em casa-de-vegetação, obteve esse mesmo comportamento do Si na parte vegetal, porém o valor médio observado por essa autora foi de 17,63 g kg<sup>-1</sup>, sendo muito superior aos observados no presente trabalho, isso pode ser explicado por alguns fatores: 1) as doses de Si do presente trabalho foram inferiores; 2) o presente trabalho foi desenvolvido a campo, com possibilidades de perdas por lixiviação.

De acordo com Korndörfer (2006), após ser absorvido, o Si é rapidamente transportado para a parte aérea, esse transporte na planta ocorre via xilema, e em seguida é depositado na parede celular, concentrando-se principalmente nas folhas mais velhas.

### Considerações finais

O desenvolvimento do capim-Marandu não foi influenciado pelas doses de siligesso, porém o mesmo mostrou-se responsivo quanto ao aumento da concentração de silício na parte aérea.

### Referências

BARBOSA FILHO, M.P.; ZIMMERMANN, F.J.P.; SILVA, O.F.da. Influência da escória silicatada na acidez do solo e na produtividade de grãos de arroz de terras altas. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 28, n. 2, p. 323-331, 2004.

BARTIMACHI, A.; NEVES, J.; PEDRONI, F. Predação pós-dispersão de sementes do angico *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Leguminosae-Mimosoideae) em mata de galeria em Barra do Garças, MT. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v.31, n.2, p. 215-225, 2008.

BATAGLIA, O.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1978. 31p.

BRADY, N.C. **The nature and properties of soil**. 10.ed. New York: Macmillan, 1992, p. 179-200.

CASTELLANOS, C.I.S.; ROSA M.P.; DEUNER, C.; BOHN, A.; BARROS, A.C.S.A.; MENEGHELLO, G.E. Aplicação ao solo de cinza de casca de arroz como fonte de silício: efeito na qualidade de sementes de trigo produzidas sob stresse salino. **Revista de Ciências Agrárias**, Capão do Leão-RS, v. 39, n. 1, p. 95-104, 2016.

DEREN, L.W.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H. **Variable silicon content of rice cultivars grown on Everglades Histosols**. Journal of Plant Nutrition, Florida, v.15, p.2363-2368, 1992.

EPSTEIN, E. **Silicon**. Annual review of plant physiology and plant molecular biology, Palo Alto. v.50, n.1, p.641-644, 1999.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In. **45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria**. UFSCar, São Carlos, SP, p. 255-258, 2000.

FIORI, M.P. **Comportamento de cultivares de tomateiro quanto à utilização de escórias siderúrgicas em ambiente protegido**. Dissertação (Mestrado) UNIMAR, 2006. Marília, SP.

HAYSON, M.B.C., CHAPMAN, L.S. **Some aspects of the calcium silicate trials at Mackay**. Proceedings of the Australian Sugar Cane Technologists. v. 42, p. 117-122, 1975.

KORNDÖRFER, G.H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M.L. (Ed). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 355-374.  
KORNDÖRFER, P.H.; SILVA, G.C. da.; TEIXEIRA, I.R.; SILVA, A.G. da.; FREITAS, R.S. de. Efeito da adubação silicatada sobre gramíneas forrageiras e características químicas do solo. **Pesquisa agropecuária tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 119-125, 2010.

LAPIG. <https://pastagem.org/atlas/map>, 2018. Acessado em 26/09/2019.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plants**. Berlin: Academic Press, 1995. 674 p.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado: Baixa produtividade pelo uso limitante de fertilizantes**. - Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 32p. (Documentos / Embrapa Cerrados, 50).

MATTOS, W.T. de. **Avaliação de pastagem de capim-Braquiária em degradação e sua recuperação com suprimento de nitrogênio e enxofre.** Piracicaba, 2001. 97 p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.

MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C.A.C.; CORRÊA, J.C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista brasileira de ciência do solo**, 27:867-873, 2003.

MEGDA, M.M. **Suprimento de nitrogênio e de potássio e características morfológicas, nutricionais e produtivas do capim-Marandu.** Piracicaba, 2009. 84 p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009.

MELO, S.P. de. **Silício e fósforo para estabelecimento do capim-Marandu num Latossolo Vermelho-Amarelo** – Piracicaba, 2005. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.

NOVAIS, R.F.; MELLO, J.W.V. de. **Relação solo-planta.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F. de.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 133-204.

OLIVEIRA, D.A. **Características produtivas e valor nutritivo num ano de recuperação do capim-braquiária com aplicações de nitrogênio e enxofre.** Piracicaba, 2008. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

ORIOLI JÚNIOR, V.; ARF, O.; COSTA, R.S.S.; BUZETTI, S. **Modos de aplicação e doses de silício em dois cultivares de trigo cultivado em semeadura direta.** Nota científica. Scientia Agraria, Curitiba, v. 9, n. 3, p.377-383, 2008.

SANO, E.E.; BARCELLOS, A.O.; BEZERRA, H.S. **Área e distribuição espacial de pastagens cultivadas no Cerrado brasileiro.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 21p. – (Boletim de pesquisa / Embrapa Cerrados, n.3).

SANTOS, G.A.; RODRIGUES, C.R.; FARIA JUNIOR, L.A. de.; CARVALHO, J.G. de. **Crescimento de cultivares de braquiarião cultivadas em solução nutritiva com silício.** XXXI Congresso brasileiro de ciência do solo. Gramado – RS. 2007.

SILVA, S.C.; NACIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V.B.P. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo.** 2008. p. 115.

SOUSA, D.M.G.; VILELA, L.; LOBATO, E.; SOARES, W.V. **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no Cerrado.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 22 p.- (Circular técnica / Embrapa Cerrados, n.12).

SOUSA, D.M.G; LOBATO, E.; **Cerrado: Correção do solo e adubação.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

SOUZA, L.C.; MELO, N.C.; SIQUEIRA, J.A.M.; SILVA, V.F.A.; OLIVEIRA NETO, C.F. Comportamento bioquímico no milho submetido ao déficit hídrico e a diferentes concentrações de silício. **Revista Agrarian.** Dourados, v.8, n.29, p.260-267, 2015.