



Características morfológicas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu adubadas com silício na aplicação do calcário

Käthery Brennecke¹

Thiago Rossi Simões²

Flávia Maria Ferraz³

Resumo

O experimento foi implantado no viveiro de mudas da Prefeitura de Descalvado (SP). Teve por objetivo avaliar características morfológicas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu adubadas com fontes de silício (silicato de cálcio e silício orgânico) e doses representativas a 0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha e uma testemunha. O delineamento de parcelas sub-divididas deu-se em fatorial de 2 x 5 x 4 (fontes de silício x doses de silício com 4 repetições). Foram avaliadas as seguintes características morfológicas da planta: comprimento final de folhas, taxa de alongamento foliar, intervalo de aparecimento foliar, taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento e comprimento final do colmo. O comprimento final das folhas não foi significativo em função das fontes de silício. A taxa de alongamento foliar, o intervalo de aparecimento foliar e a taxa de aparecimento foliar não apresentaram diferenças estatísticas significativas nem para as fontes de silício utilizadas, nem para as dosagens. Essas diferenças também não ocorreram para o alongamento de colmo e o tamanho final de colmo. O crescimento da forrageira não foi influenciado pela aplicação de fontes de silício aplicadas junto com o calcário.

Palavras-chave: Braquiarião. Crescimento. Silício orgânico. Silicato de cálcio.

Introdução

A produtividade de uma gramínea forrageira decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante na restauração da área foliar, sob condições de corte ou pastejo (BIRCHMAM; HODGSON, 1983). Assim sendo, o estudo da morfogênese visa acompanhar a dinâmica do aparecimento de folhas e perfilhos, que constituem componentes do produto básico almejado quando se pensa em produção de forragem (RODRIGUES et al., 2008).

Para Chapman e Lamaire (1993), o conhecimento das características morfogênicas tem sido estudado por sua relação com a parte estrutural da pastagem, que leva à recuperação da forragem após o pastejo.

Em relação ao silício, depois do O₂, é o elemento mais abundante da crosta terrestre.

1 Universidade Camilo Castelo Branco, docente do curso Stricto sensu em Produção Animal. Descalvado, São Paulo, Brasil. ka-therybr@yahoo.com.br Rua Hilário da Silva Passos s/n – Campus Descalvado, SP, CEP: 13690000

2 Universidade Camilo Castelo Branco, docente do curso Stricto sensu em Produção Animal. Descalvado, São Paulo, Brasil. rossi-simões@hotmail.com. Rua Hilário da Silva Passos s/n – Campus Descalvado, SP, CEP: 13690000

3 Universidade Camilo Castelo Branco, docente do curso Stricto sensu em Produção Animal. Descalvado, São Paulo, Brasil. flavia.ferraz@cheminova.com.br. Rua Hilário da Silva Passos s/n – Campus Descalvado, SP, CEP: 13690000

De acordo com Epstein e Bloom (2006), a função do silício é desconhecida, porém preconiza-se que o silício solubilizado na planta tem participação na síntese de moléculas de defesa (RODRIGUES et al.; 2004).

O silício tem sido considerado nutriente essencial para certas culturas por alguns autores e apenas benéfico para outros. Para Epstein e Bloom (2006) e Körndorfer (2006), a concentração em plantas pode variar de 0,1 a 10 % do peso da matéria seca e principalmente em gramíneas, os teores do elemento chegam a ser de dez a vinte vezes maiores que em dicotiledôneas (RAIJ, 1991) e resulta em vários benefícios para as plantas, destacando-se maior tolerância da planta ao ataque de insetos (CARVALHO, 1998) e doenças (MENZIES et al., 2001), redução na transpiração (DATNOF et al., 2001) e maior taxa fotossintética das plantas devido à melhoria na arquitetura foliar (DEREN, 2001).

Arruda (2009) comenta que o silício torna as plantas mais rígidas e, com isso, melhora a capacidade fotossintética, pois suas folhas ficam mais eretas e sua capacidade de absorção solar torna-se maior. A capacidade de absorção ampliada e o aproveitamento da energia eletromagnética incidente resultam em maior taxa fotossintética, seguindo-se por maior produção de forragem.

No solo o silício é absorvido pelas plantas na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) juntamente com o fluxo de massa. Conforme Ma et al. (2001), o silício acumula-se nas áreas de máxima transpiração, como tricomas e espinhos, na forma de ácido polimerizado (sílica amorfa).

Os mesmos autores comentam que são consideradas plantas acumuladoras de silício as que possuem teor de silício acima de 1 %.

O silício, ao ser absorvido pelas plantas, é facilmente translocado no xilema e tem tendência natural a se polimerizar.

No solo as plantas absorvem silício como ácido monossilícico ($Si(OH)_4$), forma não dissociada presente na solução do solo em concentrações de 0,1 a 0,6 mmol L⁻¹ e, em menor quantidade, como $Si(OH)O_3^-$, forma iônica predominante em pH > 9 (EPSTEIN, 1994), que pode ter origem nos processos de intemperização dos minerais primários e, particularmente, dos minerais secundários como argilo silicatos.

A maioria das espécies absorve silício por difusão passiva, como é o caso de gramíneas, com o elemento acompanhando o fluxo de massa da água que penetra nas raízes das plantas, de modo que o Si chega ao xilema e alcança a parte aérea acompanhando o fluxo de transpiração.

O silício orgânico ou quelatado refere-se a um composto químico formado por um íon metálico conectado por várias ligações covalentes a uma estrutura heterocíclica de compostos orgânicos como aminoácidos, peptídeos ou polissacarídeos. O nome quelato provém da palavra grega *chele*, que significa garra ou pinça, referindo-se à forma pela qual os íons metálicos são “aprisionados” no composto. Sua absorção no solo é maior quando comparada a outras fontes de silício não orgânicos devido a maior estabilidade no solo, pois o metal está protegido pelo agente quelante e evita a interação com outros elementos do solo (carbonatos, matéria orgânica, complexo argilo-húmico, etc.), bem como sua absorção foliar é facilmente assimilável pela planta devido à sua estrutura orgânica.

Os mecanismos de ação do Si em plantas forrageiras ainda não são bem examinados (SANCHES, 2003), no solo existem diferenças de solubilização entre fontes orgânicas e minerais e que justificam um estudo com adubação com fontes e doses diferentes de silício, colocadas juntamente com o calcário em *Urochloa* (*Brizantha* cv. Marandu), com o objetivo de avaliar características morfológicas de crescimento e, assim, agregar informações sobre manejo e perenidade de forrageiras.

Assim, este experimento tem por objetivo verificar o crescimento de *Urochloa brizantha* cv. Marandu adubadas com fontes e doses de silício, aplicadas na mesma época que calcário.

Material e métodos

O experimento foi instalado na Universidade Camilo Castelo Branco, em Descalvado, estado de São Paulo, de março a agosto de 2014.

O município está localizado a 679 m de altitude e a sua posição geográfica é de 21° 54' 14", de latitude sul e 47° 26' 10" de longitude oeste. O clima da região é do tipo Cwa de Köepen, isto é, subtropical, com inverno seco e verão quente e chuvoso, e o solo é um latossolo vermelho.

A condução foi feita em vasos de polipropileno de 8 L e o experimento constou de 40 unidades, sendo dividido em parcelas e seguindo o delineamento de parcelas sub-divididas em um fatorial de 2 x 5 com 4 repetições (fontes de silício x doses de silício x repetições).

Foi realizada uma análise de solo inicial para fins de fertilidade, com coleta por amostragem composta, nas profundidades de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm, conforme demonstrado nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados da amostragem de solo para fins de fertilidade.

Prof.	pH	M.O.	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	SB	V	m
	CaCl	g/dm ³	mg/dm	mmolc/dm ³					%				
1	4,8	19	6	5	1,2	6	3	69	4	79	10	23	29
2	4,5	18	7	6	1,5	6	3	63	4	75	12	23	27

Prof: profundidade (1 = 0 - 20 cm e 2 = 20 - 40 cm); M.O: matéria orgânica; P: fósforo; S: enxofre; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; H: hidrogênio; Al: alumínio; CTC: capacidade de troca de cátions; SB: soma de bases; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 2. Resultados dos micronutrientes e silício encontrados na análise de solo

Prof.	B	Cu	Fe	Zn	Mn	Si
mg/dm ³						
1	0,13	1,7	18	0,7	0,7	4,0
2	0,16	1,7	18	0,5	0,5	4,2

Prof: profundidade (1 = 0-20 cm e 2 = 20-40 cm); B: boro; Cu: cobre; Fe: ferro; Zn: zinco; Mn: manganês; Si: silício.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O solo foi corrigido de acordo com o resultado da análise química do solo. Para a correção, a dose de calcário foi calculada pelo método da saturação por bases com o objetivo de atingir 70 % de saturação.

A correção do solo e a aplicação das dosagens de silício, no solo, foram feitas concomitantemente.

As fontes de silício utilizadas foram silício orgânico, que possui 5 % de ingrediente ativo (i.a.) e o silicato de cálcio, com 22 % de i.a, portanto, preconizou-se trabalhar com 0, 100, 200, 300 e 400 kg.ha⁻¹, separadas por tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Sendo assim, em cada tratamento, foi colocada a quantia equivalente a 0, 5, 10 15 e 20 kg/ha de silício orgânico e 0, 22, 44, 66 e 88 kg/ha de silicato de cálcio.

Para acelerar a reação do calcário, os vasos foram irrigados até 80 % da capacidade de campo, consoante Costa (1983), para evitar drenagem e possível perda de produto por um período de 30 dias.

Após 40 dias da correção do solo e da aplicação com silício, foi feita a adubação de plantio de acordo com a análise química do solo.

Posteriormente, a semeadura foi feita diretamente nos vasos, onde foram utilizadas dez sementes/vaso. Após a germinação, foi feito o raleamento deixando cinco plantas homogêneas/vaso. Dois perfilhos, em cada vaso, foram marcados com arame colorido para identificação das plantas a serem medidas.

Após o aparecimento da segunda folha, começaram as medidas de alongamento foliar, alongamento de colmo, a cada dois dias, para posteriormente serem calculadas as respectivas taxas. Essas medidas foram realizadas com o auxílio de uma régua de 30 cm e uma trena de 1 m.

A quantidade de água colocada no vaso para efeito de irrigação também foi de acordo com Costa (1983) e realizada três vezes por semana.

Para os cálculos das taxas foram utilizadas as seguintes fórmulas, segundo Peternelli (2003):

- Intervalo de aparecimento foliar (IApF – dias.folha⁻¹.perfilho⁻¹). Média do Intervalo de tempo (dias) para o aparecimento de duas folhas sucessivas em cada perfilho; divide-se o resultado da somatória para cada perfilho pelo número de perfilhos em avaliação.
- Taxa de aparecimento foliar (TApF – folha.dia⁻¹.perfilho⁻¹). Considerado o inverso do IApF.
- Taxa de alongamento foliar (TAIF- cm.dia⁻¹.perfilho⁻¹). Diferença entre o comprimento final (CF) e o comprimento inicial (CI) das folhas em expansão, dividido pelo número de dias entre as medidas.
- Taxa de alongamento do colmo (TAIC – cm.dia⁻¹.perfilho⁻¹). Diferença entre comprimento final (CFC) e comprimento inicial (CIC) do colmo de cada perfilho pelo número de perfilho, dividida pelo número de dias entre as medidas (ND). Se dividir o resultado da somatória de cada perfilho pelo número de perfilhos em avaliação, obtém-se TAIC média.

Foi analisado o tamanho final das folhas completamente expandidas, para isso foram consideradas a média das cinco últimas folhas de cada perfilho analisado e o tamanho do colmo até a última medição.

Os dados foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste de regressão pelo método dos mínimos quadrados, com o auxílio do software ASSISTAT versão 7.7, adotando nível de significância de 5 %.

Resultados e discussão

Os valores médios para o tamanho (cm) final das folhas foram 19,52 e 19,08 cm para a aplicação com silício orgânico e silicato de cálcio, respectivamente (tabela 3).

Pode-se observar que o tamanho das folhas variou de forma linear, isto é, com o aumento das doses de silício aplicadas, independentemente das fontes utilizadas (orgânico ou inorgânico), foi observado aumento no tamanho final das folhas.

Os menores valores foram observados na testemunha, sendo o tamanho final de 17,45 cm para a aplicação de silício orgânico e 18,08 para a aplicação de silicato de cálcio.

Não foram encontradas diferenças significativas quando comparadas as duas fontes, orgânica e inorgânica, de silício utilizado na adubação.

Tabela 3. Valores médios da avaliação do tamanho final da folha em função das doses de silício utilizadas, para cada fonte.

Tratamentos kg.ha-1	Silício Orgânico cm	Silício Inorgânico cm
0	17,45	18,08
100	19,47	19,48
200	21,51	21,21
300	21,84	21,74
400	23,35	21,98
Média	19,52	19,08
Regressão Linear	4,77*	5,42*
Blocos	1,44 ^{ns}	1,53 ^{ns}
CV (%)	1,57	1,27

^{ns} não significativo pelo teste F; * significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < .05$);
Fonte: Elaborada pelos autores.

Brennecke et al. (2013), trabalhando com adubação de silício orgânico e silicato de cálcio em *Urochloa* (Brizantha, cv. Marandu), encontraram diferenças estatísticas significativas para o tamanho final das folhas e observaram incrementos na aplicação com silício orgânico. Esses autores encontraram valores médios de tamanho final de folha, 17,83 cm para aplicação com silicato de cálcio e 20,03 cm para aplicação com silício orgânico, porém trabalharam com épocas de aplicação diferentes para as fontes de silício utilizadas, sendo que o silicato de cálcio foi aplicado 30 dias antes da semeadura e o silício orgânico 2 dias antes do plantio.

Também não foram encontradas diferenças estatísticas para o intervalo de aparecimento foliar e taxa de aparecimento foliar em função das fontes de silício utilizadas nem em função dos tratamentos.

A média do intervalo de aparecimento foliar encontrada no presente experimento foi de 6,10 e 6,32 dias/folha/perfilho, para silício orgânico e silicato de cálcio, respectivamente. O valor encontrado difere dos resultados encontrados por Silveira (2006), que trabalhou com caracterização morfogênica de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum* em livre crescimento e obteve valores médios no intervalo de aparecimento foliar para o Marandu em torno de 11 dias/folha.perfilho. Também difere dos estudos de Alexandrino (2004) que, estudando características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio, obteve resultados médios para o Marandu de 12,20 dias/folha.perfilho.

Existe falta de trabalhos de avaliações morfofisiológicas com forragens em crescimento livre, o que dificulta comparações, uma vez que as características de crescimento apresentadas como resultados de trabalhos sempre sofrem variações devido às inteirações do processo aplicado, que é o objeto do trabalho.

Porém, os resultados encontrados corroboram os resultados de Brennecke et al. (2013), que trabalharam com doses de silício orgânico e silicato de cálcio de 0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha e encontraram valores médios para o intervalo de aparecimento foliar de 5,04 e 5,08 para as aplicações silício orgânico e silicato de cálcio, respectivamente, e, da mesma forma, não encontraram diferenças significativas entre as fontes utilizadas.

A média da taxa de aparecimento foliar no experimento foi de aproximadamente 0,024 folha.perfilho⁻¹.dia⁻¹ para ambas as fontes.

Dourado et al. (2009) e Silveira (2006) encontraram intervalos de aparecimento foliar superiores a este experimento e, conseqüentemente, taxas de aparecimento foliar inferiores. Dourado et al. (2009) encontraram taxas de aparecimento foliar de 0,040 a 0,070, quando trabalharam com níveis de adubação nitrogenada. Silveira (2006) encontrou valores médios para o Marandu de 0,09 folha.perfilho⁻¹.dia ao trabalhar com caracterização morfogênica de cultivares de *Brachiarias* e *Panicum* em livre crescimento.

Rodrigues et al. (2012) encontraram taxas de intervalos de aparecimento foliar em *Urochloa* (cv. Marandu) de 0,089 no verão e 0,044 no inverno quando trabalhou com crescimento livre de grupos funcionais de forrageiras tropicais.

Baptista Junior (2010), trabalhando com aplicação de fontes de silício orgânico e silicato de cálcio, em duas épocas de cortes, em *Brachiaria brizantha*, encontrou valores médios de 0,197 e 0,196 folha.perfilho⁻¹.dia⁻¹ para o primeiro e segundo corte para aplicação com silicato de cálcio e valores médios de 0,1972 e 0,1978 folha.perfilho⁻¹.dia⁻¹, em primeiro e segundo corte, respectivamente, para as aplicações com o silício orgânico. O autor, portanto, não encontrou diferenças significativas entre as fontes testadas.

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as fontes de silício utilizadas, bem como os tratamentos para a taxa de alongamento de colmo. Igualmente não foram observadas diferenças estatísticas significativas para o tamanho final de colmo, que apresentou uma média de 19,50 cm para o silicato de cálcio e 19,39 cm para o silício orgânico, o que corrobora os trabalhos de Baptista Junior (2010) e Brennecke et al. (2013).

Seria esperado que houvesse diferenças significativas quando estudada as fontes utilizadas no experimento (orgânica e inorgânica), uma vez que a forma orgânica seria de maior facilidade de absorção quando comparada com a inorgânica, porém, a aplicação das fontes de silício ocorreram concomitantemente à correção do solo (aplicação do calcário), o que pode ter corroborado para que a fonte inorgânica tenha se disponibilizado. Dentro desse contexto, Barbosa Filho e Prabhu (2002) comentam que o silicato de cálcio é pouco solúvel, portanto, necessita que sua aplicação seja realizada com suficiente antecedência, à semelhança do que ocorre com o calcário.

Esses mesmos autores relatam que ao comparar o silicato de cálcio com o calcário na correção da acidez do solo observam a reação do silicato de cálcio sendo mais lenta que o calcário, possivelmente devido à presença de alumino-silicatos de difícil dissolução no solo.

A utilização de silicato de cálcio no solo, além de elevar o pH, disponibiliza ânion silicato ($H_3SiO_4^-$), que concorre com o ânion fosfato pelo mesmo sítio de adsorção, saturando dessa forma o ponto onde possivelmente seria adsorvido pelo fosfato (MELO, 2005).

Por outro lado, a fonte de silício orgânica utilizada no experimento foi o quelato de silício e, de acordo com Volkweiss (1991), os quelatos são bastante solúveis, mas, diferentemente dos sais simples, dissociam-se muito pouco em solução, pois o elemento quelante tende a permanecer ligado ao metal e isso torna-se uma vantagem para minerais permanecerem em solução do solo em condições que normalmente se insolubilizariam, sobretudo em soluções concentradas com reação neutra ou alcalina, como em um solo de pH corrigido.

Conclusão

As doses de silício incrementaram o tamanho final de folhas.

As fontes de silício utilizadas, nas condições do experimento, não diferiram entre si em nenhuma das variáveis estudadas.

Morphological characteristics of *Urochloa brizantha* cv. Marandu fertilized with silicon in limestone application

Abstract

The experiment took place at Descalvado City Hall greenhouse. The aim of this work was to assess morphological characteristics of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, fertilized with distinct silicon sources (calcium silicate and organic silicon) and their representative rates 0, 100, 200, 300 and 400 kg/ha and one control treatment. The experiment was conducted in a split-plot design, in a 2 x 5 x 4 factorial (sources of silicon x silicon levels x repetitions). The following plant morphological characteristics were evaluated: leaf final length, leaf elongation rate, leaf appearance interval, leaf appearance rate, stem elongation rate and stem final length. The final length of the leaves was not significant in terms of silicon sources. The leaf elongation rate, the leaf appearance interval and the leaf appearance rate did not show significant statistical difference either for silicon sources or for use in the dosages. The same thing happened to the stem elongation and the final size of stem. The forage growth was not influenced by the application of silicon sources applied with limestone.

Keywords: Braquiaraço. Growth. Organic silica. Calcium silicate.

Referências

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1372-1379, 2004.

ARRUDA, D. P. **Avaliação de extratores químicos na determinação de silício disponível em solos cultivados com cana de açúcar**. 2009. 90 f. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita. Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu, 2009.

BAPTISTA JUNIOR, I. S. Índices de crescimento e aspectos bromatológicos de *Brachiaria brizantha* var. **Marandu frente a adubações com fontes diferentes de silício**. 2010. 55f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Produção Animal). Universidade Camilo Castelo Branco, UNICASTELO, Descalvado, SP, 2010.

BARBOSA FILHO, M. P.; PRABHU, A. S. **Aplicação de Silicato de Cálcio na Cultura de Arroz**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão. In: Circular Técnica 51 EMBRAPA Arroz e Feijão, 2002, 4p.

BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The effects of change in herbage mass on rates of herbage growth and senescence in mixed swards. **Grass and Forage Science**, v. 39, n. 2, p. 111-15, 1983.

BRAIT, M. A. H. **Interação de silício e fósforo na adsorção desses elementos em diferentes solos do cerrado**. 108f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO, 2008.

BRENNECKE, K.; BAPTISTA JUNIOR, I. S.; SIMÕES, T. R.; TASSIM, T. A.; STROZZI, G. Índices de crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubadas com fontes e doses de silício. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 3, p. 83-89, 2013.

CARVALHO, S. P. **Efeito do silício na introdução de resistência do sorgo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera:Aphididae)**, 1998. 43 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, MG, 1998.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. **Anais...** Palmerston North. Proceeding Palmerston North: SIR Publishing 17, 1993. p. 95-104.

COSTA, M. P. **Efeito da matéria orgânica em alguns atributos do solo**. 1983. 137f. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 1983.

DATNOFF, L. E., SNYDER, G. H., KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. 403p.

DEREN, C. W. Plant genotype, silicon concentration and related responses. In: Silicon in Agriculture. L. E. Datnoff, G. H. Snyder and G. Korndorfer (Ed.). **Silicon on Agriculture**. Amsterda, 2001. cap. 8, p. 149-158,

DOURADO, R. L.; SOUZA, A. L.; SILVA, D. R. G.; CARVALHO, M. V. P.; LIMA, L. R.; SILVA, K. J. Respostas morfogênicas da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã submetida a doses de nitrogênio; In: Zootec, 2009. Congresso Brasileiro de Zootecnia, 19., e Congresso Internacional de Zootecnia, 11., Águas de Lindoia (SP); **Anais...** FZEA/USP-ABZ Águas de Lindóia (SP), FZEA/USP-ABZ.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, 1994.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina, Planta, 2006. 403p.

KÖRNDORFER, G. H. Elementos benéficos. IN: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 356-374.

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. **Silicon in Agriculture**. New York: Elsevier Science. 2001. p. 17-39.

MELO, S. P. **Silício e fósforo para estabelecimento de um capim-Marandu num latossolo vermelho-amarelo**. Piracicaba, 2005. 110f. Tese (doutorado). Escola Superior Luíz de Queiroz, 2005.

MENZIES, J. G.; EHRET, D. L.; CHÉRIF, M.; BÉLANGER, R. R. Plant-related silicon research in Canada. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in Agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. Cap. 20, p. 323-341.

PETERNELLI, M. **Características Morfogênicas e estruturais do capim-Braquiarião [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu] sob intensidades de pastejo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade de São Paulo/Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirasununga (SP), 2003.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, POTAFOS, 1991. 343p.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés

cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 394-400, 2008.

RODRIGUES, C. S.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; DETMANN, E.; SILVA, S. C. da; SOUSA, B. M. L.; SILVEIRA, M. C. T. Grupos funcionais de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1385-1393, 2012.

RODRIGUES, F. A.; MCNALLY, D. J.; DATNOFF, L. E.; JONES, J. B.; LABBÉ, C.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. **Phytopathology**, v. 94, p. 177-183, 2004.

SANCHES, A. B. **Efeitos do Silicato de cálcio nos atributos químicos do solo e planta, produção e qualidade em capim - Braquiarião [Brachiaria brizantha (hoechst ex A. Rich.) Stapf. cv. MARANDU] sob intensidades de pastejo**. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal), Universidade de São Paulo/Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga (SP), 2003.

SIGMA STAT [computer program]. **Version 2,03**: Statistical software. SPSS-INC. 1992-97.

SILVEIRA, M. C. T. da. **Caracterização morfogênica de oito cultivares do gênero brachiaria e dois do gênero Panicum**. 2006. Dissertação (Pós-Graduação em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2006.

VOLKWEISS, S. J. Fontes e métodos de aplicação. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba. POTAFOS/CNPQ, 1991. p. 39 1-412.

Histórico editorial:

Submetido em: 22/01/2016

Aceito em: 01/03/2016

Como citar:

ABNT

BRENNECKE, K.; SIMÕES, T. R.; FERRAZ, F. M. Características morfológicas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu adubadas com silício na aplicação do calcário. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 9, n. 1, p.45-53, jan./mar. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n12017938>

APA

BRENNECKE, K., SIMÕES, T. R. & FERRAZ, F. M. (2017). Características morfológicas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu adubadas com silício na aplicação do calcário. *Revista Agrogeoambiental*, 9 (1), 45-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n12017938>

ISO

BRENNECKE, K.; SIMÕES, T. R. e FERRAZ, F. M. Características morfológicas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu adubadas com silício na aplicação do calcário. *Revista Agrogeoambiental*. 2017, vol. 9, n. 1, pp. 45-53. eISSN 2316-1817. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n12017938>

VANCOUVER

Brennecke K, Simões TR, Ferraz FM. Características morfológicas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu adubadas com silício na aplicação do calcário. *Rev agrogeoambiental*. 2017 jan/mar; 9(1): 45-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n12017938>