

Efeitos do uso de silicato e calcário líquido sobre as características de fertilidade do solo e desenvolvimento do capim-marandu

Effects of silicate and liquid limestone use on soil fertility characteristics and marandu grass development

Alexandre Mendes Bento da Silva

Graduando do curso de Zootecnia (UNIPAM)

E-mail: alexandremendesbento123@gmail.com

Hélio Henrique Vilela

Professor Orientador (UNIPAM)

E-mail: heliohv@unipam.edu.br

Resumo: O capim-marandu exige solos de média fertilidade. A acidez do solo altera a disponibilidade de nutrientes e seu desenvolvimento. Assim, objetivou-se avaliar a aplicação de calcário líquido, calcário e silicato na correção da acidez do solo e desenvolvimento inicial do capim-marandu. Para isso, utilizou-se um DIC, com quatro repetições. Os dados foram comparados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Sessenta dias após aplicação, o calcário líquido não corrigiu a acidez do solo. O calcário e silicato proporcionaram correção da acidez e elevação da saturação de bases. O uso de silicato proporcionou maior comprimento e massa seca de raiz, produção de MS, comprimento da última folha, densidade populacional de perfilhos e peso/perfilho. O uso de silicato se mostrou eficiente na melhoria das características do solo e desenvolvimento do capim-marandu, podendo substituir o calcário, enquanto o uso de calcário líquido se mostrou menos eficiente.

Palavras-chave: Acidez do solo. Matéria seca. Pastagem. Saturação de bases.

Abstract: Marandu grass requires medium fertility soils. Soil acidity alters nutrient availability and development. Thus, the objective was to evaluate the application of liquid limestone, limestone and silicate in the correction of soil acidity and initial development of marandu grass. For this, a DIC was used, with four repetitions. The data were compared using the Scott-Knott test, at 5% significance. Sixty days after application, the liquid limestone did not correct the acidity of the soil. The limestone and silicate provided correction of acidity and increased base saturation. The use of silicate provided greater length and dry root weight, DM production, length of the last leaf, tiller population density and weight / tiller. The use of silicate proved to be efficient in improving soil characteristics and the development of marandu grass, being able to replace limestone, while the use of liquid limestone was less efficient.

Keywords: Soil acidity. Dry matter. Pasture. Base saturation.

1 INTRODUÇÃO

A grande maioria dos solos de Minas Gerais e notadamente os da região de cerrado, que cada vez mais são utilizados na atividade agropecuária, mesmo dotados de boas propriedades físicas, apresentam, em geral, características químicas inadequadas: elevada acidez (baixo pH), altos teores de Al trocável e deficiência de nutrientes, especialmente de Ca, Mg e P. Tais características resultam em baixa produção dos pastos em consequência do menor enraizamento das plantas, prejudicando a absorção de água e nutrientes (FONTANA, 2006).

No entanto, solos com essas características, uma vez corrigidos quimicamente, apresentam grande potencial de produção, possibilitando uma agropecuária tecnificada e com elevada produtividade. Isso ocorre, pois o aumento do pH do solo altera a disponibilidade de nutrientes, causando aumentos na disponibilidade de N, P, K, Ca e Mg, além de melhor enraizamento das plantas (SFREDO, 2008). Sendo assim, muitos trabalhos e publicações tem demonstrado a necessidade de calagem nos solos brasileiros, com intuito de corrigir sua acidez, melhorando suas características químicas de fertilidade e, conseqüentemente, sua produtividade.

Os corretivos da acidez do solo mais usados são rochas calcárias moídas, constituídas por misturas de minerais como a calcita e a dolomita. Possuem, em sua composição, carbonatos de cálcio e/ou magnésio, que são pouco solúveis em água. Para que a acidez do solo seja neutralizada, as partículas de solo devem entrar em contato com o calcário ou com os produtos de sua transformação. Decorre daí a necessidade de se incorporar o calcário no solo da melhor forma possível, o que nem sempre se consegue fazer em condições de campo.

Atualmente, algumas empresas comercializam corretivos de solo na forma líquida, chamado de calcário líquido e, de acordo com as mesmas, seus resultados no solo são mais rápidos e duradouros em relação ao calcário em pó, tendo a finalidade de corrigir a acidez do solo, fornecer Ca^{2+} e Mg^{2+} e neutralizar os efeitos fitotóxicos do Al^{3+} no solo (BURG *et al.* 2013). No entanto, o uso do calcário líquido ainda não tem sua eficácia comprovada, pois poucas são as informações encontradas em relação ao seu uso, comparado com o calcário convencional.

Os resíduos de siderurgia, a exemplo da escória de aciaria (silicato de Ca e Mg), lama cal e alguns lodos de esgoto têm a capacidade de neutralizar a acidez e possibilitar o deslocamento de nutrientes no perfil do solo e podem ser usados como materiais alternativos ao calcário, por disponibilizarem Ca^{2+} e Mg^{2+} e por haver, em sua composição, CaO, CaOH, SiCO_3 , NaOH, além de CaCO_3 e MgCO_3 (OLIVEIRA *et al.*, 2002; CARVALHO-PUPATTO, 2004; RAMOS *et al.*, 2006). Adicionalmente, é provável que a escória de aciaria tenha a vantagem de reduzir a acidez do solo mais rapidamente que o calcário, até mesmo em profundidade, uma vez que contêm silicatos, compostos mais solúveis que os carbonatos do calcário, permitindo que os produtos da reação de dissociação apresentem maior mobilidade no solo (ALCARDE, 1992; QUAGGIO, 2000).

Nesse sentido, a utilização de produtos que corrijam a acidez do solo e reduzam os teores de alumínio tóxico, fornecendo Ca e Mg, torna-se uma ferramenta de grande importância na agropecuária. No entanto, o uso da escória de aciaria com este propósito

ainda é pequeno, embora grandes quantidades sejam geradas nas siderúrgicas de aço. Quanto ao calcário líquido, seu uso é recente e poucas informações estão disponíveis sobre sua utilização. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o poder corretivo de acidez do solo e o desenvolvimento inicial da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em solo de elevada acidez e baixa saturação de bases, o qual foi corrigido com calcário, calcário líquido e silicato de Ca e Mg.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre 03 de março a 21 de agosto de 2019, em uma fazenda da região de Patos de Minas - MG, cujo clima, segundo classificação de Köppen (1948) é do tipo Aw, caracterizado por grande concentração de chuvas durante o verão. Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado – DIC, com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais, as quais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade de cinco dm³.

Para avaliar os efeitos dos corretivos sobre as características de fertilidade do solo e desenvolvimento inicial do capim-marandu, utilizou-se um solo proveniente de uma pastagem degradada. Foi enviada uma amostra desse solo para a Central de Análises de Fertilidade do Solo (CeFert) do Centro Universitário de Patos de Minas/UNIPAM, para determinação de suas características químicas e de fertilidade, as quais estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da análise química de fertilidade do solo utilizado no experimento

Análise	Valor
pH água	5,65
M.O.	2,20 dag kg ⁻¹
P-rem	13,14 mg L ⁻¹
P-meh	0,50 mg dm ⁻³
K+	10,52 mg dm ⁻³
Ca ²⁺	0,6 cmol _c dm ⁻³
Mg ²⁺	0,00 cmol _c dm ⁻³
Al ³⁺	0,09 cmol _c dm ⁻³
H + Al	2,60 cmol _c dm ⁻³
SB	0,63 cmol _c dm ⁻³
t	0,72 cmol _c dm ⁻³
T	3,23 cmol _c dm ⁻³
V	19,43%
M	12,55%

SB = Soma de Bases / t = CTC efetiva / T = CTC a pH 7,0 / V = Sat. de bases / m = Sat. por alumínio; P, K = [Mehlich - 1, HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂O, 0,125 mol L⁻¹], S-S⁴O₂ = [Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L⁻¹; Ca, Mg, Al = [KCl 1 mol L⁻¹]; H + Al = [Solução Tampão - SMP a pH 7,5]; M.O. = Método Titulométrico.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

As quantidades usadas de calcário convencional e de silicato de Ca^{2+} e Mg^{2+} , — 38% de CaO , 9% MgO , 22% SiO_2 e PRNT de 79% — foram determinadas utilizando-se o método de saturação por bases. Para isso, considerou-se a elevação de saturação de bases do solo para 60% (1,5 t/ha de silicato) e para 80%, tanto para o uso do calcário quanto para o uso do silicato (2,2 t ha^{-1}). Quanto ao calcário líquido, utilizou-se a recomendação do fabricante (10 L ha^{-1}) e outra quantidade superior à recomendada, conforme descrito na tabela 2.

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, entre 03/03/2019 e 21/08/2019, Patos de Minas/MG

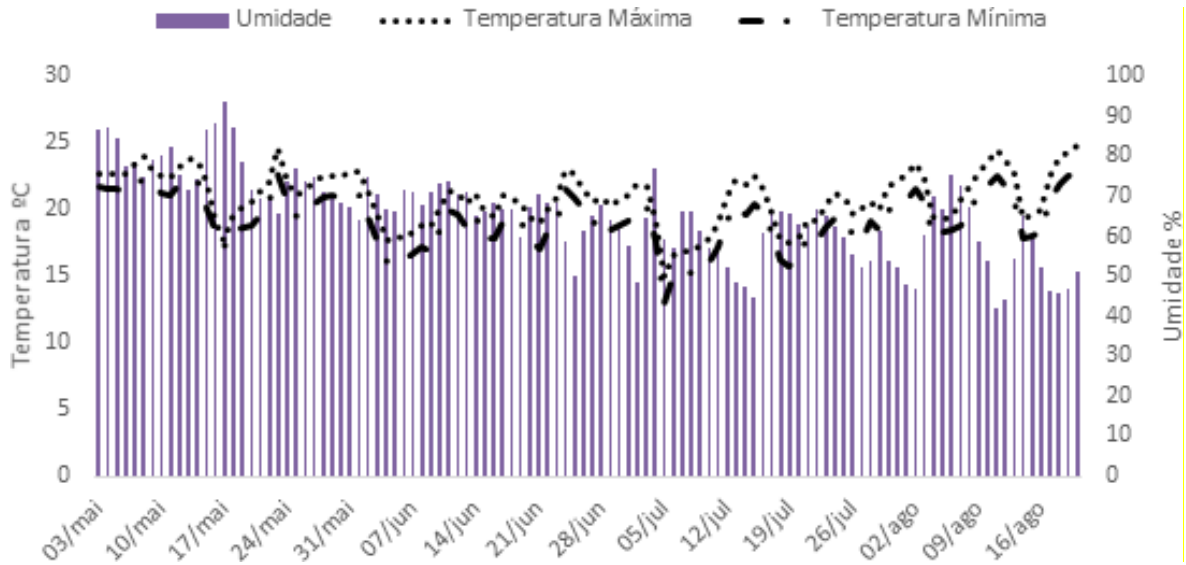
Tratamentos	Especificações
Controle	Solo sem uso de corretivo
Silicato 2,2 t ha^{-1}	Uso de 2,2 t ha^{-1} de silicato
Silicato 1,5 t ha^{-1}	Uso de 1,5 t ha^{-1} de silicato
Calcário líquido 10 L ha^{-1}	Uso de 10 L ha^{-1} de calcário líquido
Calcário líquido 15 L ha^{-1}	Uso de 15 L ha^{-1} de calcário líquido
Calcário convencional 2,2 t ha^{-1}	Uso de 2,2 t ha^{-1} de calcário convencional

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Nos tratamentos que envolveram o uso de corretivos de acidez, o solo foi misturado e homogeneizado com os respectivos corretivos, usando-se um saco com capacidade para cinco litros. Após a homogeneização, os vasos foram preenchidos com o solo mais os corretivos, 60 dias antes da data prevista para a semeadura, e irrigados duas vezes por semana. Decorrido esse período, foram colhidas amostras de solo de cada vaso, formando uma amostra composta de cada tratamento, as quais foram encaminhadas para análise na Central de Análises de Fertilidade do Solo (CeFert) do Centro Universitário de Patos de Minas/UNIPAM, com objetivo de avaliar os efeitos dos corretivos sobre as características químicas e de fertilidade do solo.

Em seguida, procedeu-se a semeadura, no dia 05 de junho de 2019, a qual foi realizada diretamente em sulcos abertos no solo contido nos vasos, o qual foi adubado segundo as exigências de fertilidade do capim-marandu. Após a semeadura, os vasos foram irrigados quatro vezes na semana, com a mesma quantidade de água em cada vaso, durante todo o período experimental. Trinta dias após a germinação foi realizado um desbaste, deixando-se em cada vaso, 10 plantas.

Os dados meteorológicos durante o período em que o componente vegetal foi avaliado (semeadura até as avaliações) foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e estão apresentados na figura 1.

Figura 1 – Médias de temperatura máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%).

Decorridos 60 dias após a germinação, foram avaliadas as seguintes variáveis:

- massa seca de raízes – obtida por meio da lavagem de todo o sistema radicular das plantas presentes em cada balde e, posteriormente, secagem em estufa a 60°C;
- comprimento de raízes – foi obtida medindo-se desde a base da planta até a ponta da raiz mais longa;
- produção de matéria seca (MS) – obtida por meio da colheita da parte aérea das plantas e secagem em estufa a 60°C;
- densidade populacional de perfilhos (DPP) – obtida por meio da contagem dos perfilhos vivos contidos em cada vaso;
- altura de plantas e comprimento de colmo – medindo-se a altura da planta desde sua base até a ponta da folha mais alta e, medindo-se o colmo, desde a base da planta, até a inserção (lígula) da última folha expandida, em cinco perfilhos tomados aleatoriamente, em cada vaso;
- comprimento da última folha expandida – obtido por meio da mensuração do comprimento da última folha expandida, em cinco perfilhos tomados aleatoriamente em cada balde;
- relação folha:colmo – obtida por meio da pesagem separada de todas as folhas e colmos de cada um dos perfilhos tomados para análise e, posteriormente, dividindo-se o peso seco das folhas pelo peso seco de colmos;
- peso por perfilho – obtido por meio da divisão da produção de MS da parte aérea pela DPP.

Para apresentação e discussão dos dados referentes às características químicas e de fertilidade do solo, utilizou-se a análise descritiva. Quanto aos dados referentes ao desenvolvimento inicial do capim-marandu, os dados obtidos foram tabulados e, posteriormente, submetidos à análise de variância. Quando observado efeito

significativo dos tratamentos, estes foram submetidos ao teste Scott-Knott, adotando-se 5% como nível de significância, utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às características químicas e de fertilidade do solo, antes e após a aplicação dos corretivos de acidez, estão apresentados na tabela 3.

Todos os corretivos foram eficientes em elevar o índice de saturação por bases do solo (V%). Comparado ao tratamento controle, o uso de 2,2 t ha⁻¹ e 1,5 t ha⁻¹ de silicato elevou em 282% e 236%, respectivamente, o índice de saturação por bases. Quando se utilizaram calcário convencional, 10 L ha⁻¹ de calcário líquido e 15 L ha⁻¹ de calcário líquido, o índice de saturação por bases subiu 365%, 188% e 235%, respectivamente, comparado ao tratamento controle. A maior elevação da saturação de bases observada quando se utilizaram 2,2 t ha⁻¹ de silicato ou calcário convencional se deve à maior presença de Ca e Mg nos corretivos e em função da maior disponibilização de outras bases, após correção da acidez.

Tabela 3 – Resultados da análise química de fertilidade do solo, antes e 60 dias após aplicação dos corretivos

Análise	Tratamentos					
	S 2,2 ¹	S 1,5 ²	C.C ³	C.L 10L ⁴	C.L 15L ⁵	Test. ⁶
pH água antes	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60
pH água após	5,60	5,80	6,40	5,27	5,51	5,64
M.O. (dag kg ⁻¹) antes	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
M.O. (dag kg ⁻¹) após	2,00	2,10	1,95	2,25	1,95	2,11
P-rem (mg L ⁻¹) antes	13,14	13,14	13,14	13,14	13,14	13,14
P-rem (mg L ⁻¹) após	18,61	15,40	14,57	13,02	18,08	13,09
P-meh (mg dm ⁻³) antes	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
P-meh (mg dm ⁻³) após	0,77	0,67	2,70	1,07	1,28	0,43
K ⁺ (mg dm ⁻³) antes	10,52	10,52	10,52	10,52	10,52	10,52
K ⁺ (mg dm ⁻³) após	25,25	23,27	16,37	17,36	17,36	10,50
Ca ²⁺ (cmolcdm ⁻³) antes	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ca ²⁺ (cmolcdm ⁻³) após	1,40	1,30	1,20	1,30	1,20	0,59
Mg ²⁺ (cmolcdm ⁻³) antes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Mg²⁺ (cmolcdm⁻³) após	1,20	0,60	2,20	0,10	0,70	0,00
Al³⁺(cmolcdm⁻³) antes	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Al³⁺(cmolcdm⁻³) após	0,02	0,00	0,01	0,03	0,03	0,09
H+Al (cmolcdm⁻³) antes	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,61
H+Al (cmolcdm⁻³) após	2,20	2,30	1,40	2,50	2,30	2,60
SB (cmolcdm⁻³) antes	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
SB (cmolcdm⁻³) após	2,66	1,96	3,44	1,44	1,94	0,62
t (cmolcdm⁻³) antes	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
t (cmolcdm⁻³) após	2,68	1,96	3,45	1,47	1,97	0,74
T (cmolcdm⁻³) antes	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23
T (cmolcdm⁻³) após	4,86	4,26	4,84	3,94	4,24	3,21
V (%) antes	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43
V (%) após	54,78	46,00	71,09	36,62	45,81	19,31
m (%) antes	12,65	12,65	12,65	12,65	12,65	12,65
m (%) após	0,74	0,00	0,29	2,03	1,52	12,16

SB = Soma de Bases / t = CTC efetiva / T = CTC a pH 7,0 / V = Sat. de bases / m = Sat. por alumínio; P, K = [Mehlich - 1, HCl 0,05mol L⁻¹ + H₂SO₄, 0125 mol L⁻¹], S-SO₄²⁻ = [Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L⁻¹ ; Ca, Mg, Al = [KCl 1 mol L⁻¹]: H + Al = [Solução Tampão - SMP a pH 7,5]; M.O. = Método Titulométrico. 1 – Silicato de Ca e Mg 2,2 t/ha / 2 – Silicato de Ca e Mg 1,5 t/ha / 3 – Calcário convencional 2,2 t/ha / 4 – Calcário líquido 10 litros/ha / 5 – Calcário líquido 15 litros/ha / 6 – Testemunha.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Ambos os corretivos também apresentaram melhores resultados quanto à redução na saturação por alumínio (m%). Segundo Doner e Lynn, (1989), a calcita e a dolomita presentes no calcário apresentam, em grande parte da sua constituição, o carbonato de cálcio e magnésio. Esses carbonatos reagem com a água no solo, liberando uma hidroxila que reage com o alumínio, formando o hidróxido de alumínio, o qual não é absorvido pelas plantas e neutraliza a acidez do solo.

Em relação ao pH, o calcário convencional foi o mais eficiente em elevar este parâmetro, saindo de 5,6 no tratamento testemunha para 6,4, no tratamento que recebeu 2,2 t ha⁻¹ de calcário, subindo 14%. Isso pode ser explicado, pois o corretivo que mais reduziu os valores de H+Al foi o calcário convencional, o que resulta em maiores valores de pH. Segundo Alcarde (1992), o silicato pode aumentar o pH do solo em função do poder neutralizante da base SiO₃²⁻. No entanto, esse efeito não ficou tão evidenciado neste trabalho.

Os teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} foram influenciados positivamente pelos corretivos, tendo dobrado os valores de Ca^{2+} e aumentado os teores de Mg^{2+} , enquanto os teores de Al^{+3} e H+Al decresceram, resultando em maiores valores de soma de bases (SB) e estão de acordo com aqueles encontrados por Araújo *et al.* (2009), Fageria *et al.* (2010) e Auler *et al.* (2011).

De forma geral, os resultados obtidos são satisfatórios quando se utilizou silicato ou calcário convencional. Esses resultados já eram esperados uma vez que, segundo Oliveira *et al.* (2000), a calagem apresenta benefícios diretos às culturas mediante correção da acidez do solo, diminuição da toxidez por Al e Mn e aumento dos teores de Ca e Mg disponíveis às plantas. Além disso, a calagem pode aumentar a disponibilidade de N, P, S e reduzir a disponibilidade de Fe, Cu, Mn e Zn, além de aumentar a CTC e a mineralização da matéria orgânica do solo, conforme foi observado.

Estudos com escórias aplicadas ao solo têm demonstrado aumento de pH e redução do H+Al (PRADO; FERNANDES, 2003), em razão da presença de agente neutralizante da acidez como o SiO_3^{2-} (ALCARDE, 1992) e de incrementos na disponibilidade de P (PRADO *et al.*, 2002), Ca e Mg (PRADO; FERNANDES, 2000), o que também foi observado.

O uso do calcário líquido proporcionou ligeira redução de pH, o que não era esperado, e incremento na disponibilidade de Ca^{2+} e Mg^{2+} , resultado já esperado, devido ao produto conter nano partículas de cálcio e magnésio associados a carbonatos. Quando utilizado na quantidade recomendada pelo fabricante (10 l/ha), o calcário líquido foi o menos eficiente em reduzir os teores de H+Al, o índice de saturação por alumínio e menos eficiente em aumentar a soma de bases, a CTC efetiva, a CTC a pH 7,0 e o índice de saturação por bases.

Os dados referentes ao comprimento de raízes, massa seca de raízes e produção de matéria seca da parte aérea foram influenciados pelos tratamentos ($P < 0,05$) e estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Comprimento de raiz (CR), massa seca de raiz (MSR) e produção de matéria seca (PMS) do capim-marandu em função dos tratamentos.

Tratamentos	CR (cm)	MSR (g/vaso)	PMS (g/vaso)
Silicato 2,2 t ha ⁻¹	61,00 a	15,65 a	33,40 a
Silicato 1,5 t ha ⁻¹	41,50 b	15,57 a	23,57 b
Calcário 2,2 t/ha ⁻¹	43,75 b	15,54 a	24,05 b
Calcário líquido 15 L ha ⁻¹	36,75 b	11,48 b	13,88 c
Calcário líquido 10 L ha ⁻¹	28,63 c	9,37 b	17,21 c
Controle	30,50 c	11,62 b	15,46 c
CV (%)	13,49	13,57	14,76

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Maior comprimento de raiz foi observado quando se utilizaram 2,2 t ha⁻¹ de silicato, enquanto a massa seca de raiz foi maior quando se utilizou silicato ou calcário convencional. Segundo Alcarde (1992), o silicato de Ca é 6,78 vezes mais solúvel que o carbonato de Ca. No entanto, a solubilidade é bastante variável em função da fonte. As escórias de alto forno apresentam alto teor de Si, mas baixa solubilidade; as escórias de aciaria apresentam menor teor de Si, porém melhor solubilidade, enquanto as escórias da produção do aço inox são as que apresentam o Si na forma mais solúvel. Sendo assim, é possível que a solubilidade do silicato utilizado fosse maior que a do calcário, disponibilizando mais Ca²⁺ no solo, conforme se pode observar na tabela 3, proporcionando maior crescimento radicular. Resultado semelhante foi encontrado por Fortes (2006) o qual observou que a elevação do Ca²⁺ (1,35 cmolc/dm³) e do fósforo para o capim-marandu foi suficiente para obter maior produção de massa seca da parte radicular.

A produção de matéria seca foi 116,04% maior (P<0,05) quando se utilizaram 2,2 t ha⁻¹ de silicato, comparado à não correção do solo, sendo próximo ao encontrado por Fonseca *et al.* (2009). A produção da parte aérea é, de certa forma, reflexo do desenvolvimento radicular. Nesse sentido, o maior comprimento de raízes observado quando se utilizaram 2,2 t ha⁻¹ de silicato contribuiu para a maior absorção de água e nutrientes, conseqüentemente gerando maior desenvolvimento da parte aérea, o que pode ser comprovado na tabela 6, na qual se observa que esse tratamento proporcionou maior DPP e maior peso/perfilho.

Segundo Sherman e Riveros (1990), a temperatura ideal para o crescimento do capim-marandu é de 30 a 35 °C, com mínima de 15 °C. Sendo assim, é possível inferir que o pequeno desenvolvimento observado é conseqüência das condições climáticas durante o período experimental, no qual a temperatura, com média ao redor dos 22 °C (figura 1), foi limitante ao desenvolvimento do capim e, conseqüentemente, à produção de matéria seca.

A altura de plantas e o comprimento de colmo não foram influenciados pelos tratamentos (P>0,05), porém observou-se efeito significativo (P<0,05) para o comprimento da última folha expandida (Tabela 5).

Tabela 5 – Altura de plantas (AP), comprimento de colmo (CC) e comprimento da última folha expandida (CFE) do capim-marandu em função dos tratamentos

Tratamentos	AP (cm)	CC (cm)	CFE (cm)
Silicato 2,2 t ha ⁻¹	49,50	12,98	30,98 a
Silicato 1,5 t ha ⁻¹	43,25	8,49	25,78 b
Calcário 2,2 t ha ⁻¹	47,75	12,77	25,53 b
Calcário líquido 15 L ha ⁻¹	42,00	9,55	24,70 b
Calcário líquido 10 L ha ⁻¹	43,75	9,83	20,33 b
Controle	42,27	9,17	21,45 b
CV (%)	18,14	18,15	18,68

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Embora sem efeito estatístico, observou-se que o uso de 2,2 t ha⁻¹ de silicato proporcionou um incremento de 17,86% na altura de plantas quando comparado ao valor mais baixo, observado quando se utilizaram 15 l ha⁻¹ de calcário líquido. Em relação ao comprimento de colmo, o uso de 2,2 t ha⁻¹ de silicato proporcionou um incremento de 52,88% no comprimento de colmo, quando comparado ao valor mais baixo, observado quando se usou 1,5 t ha⁻¹ de silicato.

Quanto ao comprimento da última folha expandida, o uso de 2,2 t ha⁻¹ de silicato proporcionou maior comprimento ($P < 0,05$). A maior disponibilização de P e mineralização da matéria orgânica, disponibilizando mais N, podem ter contribuído para que comprimento da última folha expandida fosse maior, além da disponibilidade de Ca e Mg.

Na tabela 6 estão apresentados os dados referentes à relação folha/colmo, densidade populacional de perfilhos e peso/perfilho, na qual se pode observar que a relação folha/colmo não foi influenciada pelos tratamentos ($P > 0,05$).

De acordo com Sbrissia e Da Silva (2001), a relação folha/colmo apresenta relevância variada de acordo com a espécie forrageira e período do ano, sendo menor em espécies de colmo tenro e de menor lignificação.

Tabela 6 – Relação folha/colmo, densidade populacional de perfilhos (DPP) e peso/perfilho do capim-marandu em função dos tratamentos

Tratamentos	Folha/colmo	DPP (perfilhos/vaso)	Peso/perfilho (g)
Silicato 2,2 t ha ⁻¹	0,90	15,75 a	2,11 a
Silicato 1,5 t ha ⁻¹	0,93	13,25 a	1,78 b
Calcário 2,2 t ha ⁻¹	0,96	14,75 a	1,63 c
Calcário líquido 15 L ha ⁻¹	0,85	10,00 b	1,46 c
Calcário líquido 10 L ha ⁻¹	0,90	10,75 b	1,38 c
Controle	0,96	10,50 b	1,34 c
CV (%)	11,57	10,39	11,19

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Essa variável pode ser utilizada como índice de valor nutritivo da forragem, pois, assim como a altura do pasto e disponibilidade de massa seca, facilita a prensão de forragem pelo animal e, dessa forma, o seu comportamento durante o pastejo (ALDEN; WHITAKER, 1970). Portanto, maiores valores de relação folha/colmo são aqueles que proporcionam melhor eficiência de pastejo e, conseqüentemente, melhor desempenho animal.

A DDP foi superior ($P < 0,05$) quando se utilizou silicato ou calcário convencional, o que pode ser explicado pela melhor condição de solo gerado quando do uso desses corretivos. Segundo Da Silva e Sbrissia, (2000), a produção de forragem em uma pastagem é definida, em parte, pelo número de perfilhos existentes na área, o qual,

por sua vez, é determinado pelo estágio fisiológico da planta, sendo interessante alta DPP, principalmente na fase de estabelecimento, o que garante boa cobertura do solo, evitando-se possíveis erosões, uma vez que a formação de pastagens ocorre na estação chuvosa. Considerando-se a produção de forragem, a maior DPP observada com o uso de silicato e calcário convencional explicam, em parte, a maior produção de matéria seca observada para esses tratamentos (tabela 4).

O peso/perfilho foi maior ($P < 0,05$) quando se utilizaram $2,2 \text{ t ha}^{-1}$ de silicato, o que pode ser explicado, embora sem efeito significativo, pela altura de planta, pelo comprimento de colmo e pelo comprimento da última folha expandida, comprovando ser perfilhos maiores e, conseqüentemente, mais pesados.

4 CONCLUSÕES

O uso de silicato de Ca e Mg mostrou-se eficiente em melhorar as características de fertilidade do solo e promoveu o desenvolvimento do capim-marandu, podendo substituir o calcário convencional. O uso do calcário líquido não se mostrou eficiente.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C. **Corretivo de acidez do solo**: características e interpretações. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. 26 p. (Boletim Técnico, 6).
- ALDEN, W. G.; WHITAKER, I. A. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the inter relationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 21, n. 5, p. 755-766, 1970.
- ARAÚJO, S. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; GARBUJO, F. J. Aplicação do calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1755-1764, 2009.
- AULER, P. A. M.; NEVES, C. S. V. J.; FIDALSKI, J.; PAVAN, M. A. Calagem e desenvolvimento radicular, nutrição e produção de laranja "Valência" sobre porta-enxertos e sistemas de preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 254-261, 2011.
- BURG, G.; DEAK, E.; SCHMIDT, M. R.; BEUTLER, A. N.; GALON, L.; GIACOMELI, R. Efeito do calcário líquido nas características químicas do solo. **Revista Salão de Pesquisa**, Itaquí, v. 5, n. 2, p. 93, 2013.
- CARVALHO-PUPATTO, J.G. *et al.* Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p.1213-1218, 2004.

DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. A planta forrageira no sistema de produção. *In*: PEIXOTO, A. M.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: a planta forrageira no sistema de produção, 17, Piracicaba, 2000. **Anais [...]**. Piracicaba: FEALQ, p. 3-20, 2000.

DONER, H. E.; LYNN, W. C. Carbonate, halide, sulfate and sulfide minerals. *In*: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. Minerals in soil environments. 2.ed. Wisconsin: **Soil Society of America**, 1989. p. 279-324.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. DOS; MOREIRA, A. Yield, nutrient uptake and changes in soil chemical properties as influenced by liming and iron application in common bean in a no-tillage system. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 41, p.1740-1749, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. agrotec**, v. 38, n. 2 p. 109-112, 2014.

FONSECA, I. M.; PRADO, R. D. M.; VIDAL, A. D. A.; NOGUEIRA, T. A. R. Efeito da escória, calcário e nitrogênio na absorção de silício e na produção do capim-marandu. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 221-232, 2009.

FORTES, C. A. **Correção do solo com silicato de cálcio e magnésio para produção de gramíneas forrageiras**. 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FONTANA, Ademir *et al.* Atributos de fertilidade e frações húmicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 847-853, 2006.

GOODROAD, L. L.; JELLUM, M. D. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. **Plant Soil**, v. 106, n. 85-89, 1988.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET, 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas/>.

OLIVEIRA, F. C.; MATIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ROSSETO, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, v. 26, p. 505-519, 2002.

OLIVEIRA, I. P.; CUNHA, R.; SANTOS, R. S. M. dos; FARIA, C. D. de; CUNHA, G. F. (2000). Efeito da correção da fertilidade do solo no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em latossolo com diferentes históricos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, n. 1, p.57-64, jan./jun. 2000.

PRADO, R. D. M.; COUTINHO, E. L. M.; ROQUE, C. G.; PEREZ VILLAR, M. L. Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, 539-546, 2002.

PRADO, R. de M.; FERNANDES, F. M. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo da acidez do solo na soqueira da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.287- 296, 2003.

PRADO, R. de M.; FERNANDES, F. M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. **Scientia Agrícola**, v. 57, p.739-744, 2000.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2000.

RAMOS, L. A.; NOLLA, A.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p.849-857, 2006.

SBRISSIA, A. F.; Da SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais [...]** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.731-754.

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

SHERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Roma: FAO, 1990.