

Relação Ca:Mg do corretivo da acidez do solo e as características agronômicas de plantas forrageiras

Calcium:magnesium ratio amendments of soil acidity and agronomy characteristics of forage specie

GUIMARÃES JÚNIOR, Marim Paulo Alves¹; SANTOS, Antonio Clementino dos¹;
ARAÚJO, Aridouglas dos Santos^{1*}; OLIVEIRA, Leonardo Bernardes Taverny de¹;
RODRIGUES, Marcos Odilon Dias¹; MARTINS, Athila Damasceno¹

¹Universidade Federal do Tocantins Araguaína, Tocantins, Brasil.

*Endereço para correspondência: aridouglas@uft.edu.br

RESUMO

A variação na relação Ca:Mg em corretivos da acidez do solo é a principal forma de alterar a disponibilidade desses nutrientes para as espécies forrageiras. O objetivo com o trabalho foi avaliar o efeito de diferentes proporções entre cálcio e magnésio na forma de CaCO₃ e MgCO₃ sobre as propriedades químicas do solo e as características agronômicas de espécies forrageiras em Araguaína, TO. O estudo foi sobre Neossolo Quartzarênico Órtico típico, com 5% de argila, com fatorial 3 x 5, sendo três as espécies forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, *Panicum maximum* cv. Mombaça e estilosa Campo Grande – *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*) e cinco as relações de Ca:Mg no calcário (1:1; 2:1; 4:1, 6:1 e 8:1). Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Todos os tratamentos receberam dose equivalente de 4t/ha de calcário. As diferentes relações Ca:Mg influenciaram no desenvolvimento e produtividade das forrageiras entretanto, não se obteve comportamento coerente que indicasse a tendência de resposta das plantas ao aumento ou redução da relação Ca:Mg. Além disto, as diferentes forrageiras foram semelhantes em relação a química do solo, porém as relações Ca:Mg alteraram as propriedades químicas do solo.

Palavras-chave: calagem, fertilidade do solo, gramínea, leguminosa, nutrientes

SUMMARY

The variation in the Ca:Mg ratio in amendments used to neutralize soil acidity is way of altering the availability of those nutrients in forage species and properties soil chemists. The objective of work was to evaluate the effect of different proportions of calcium and magnesium in of CaCO₃ and MgCO₃ on agronomy characteristics on soil chemist properties in forage species in Araguaína city, Tocantins state. The study was carried on Entisol, with factorial 3 x 5 and four replications. The treatments had consisted of ratio application equivalent the 4t/ha of calcareous, using mixtures of CaCO₃ and MgCO₃ in diverse ratios until reaching relations Ca:Mg of 1:1; 2:1; 4:1, 6:1 and 8:1, applied in Entisol, with 5% of clay, cultivated with three forages species (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Stylosanthes* Campo Grande – *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*). The different relations Ca:Mg was however influenced in development and productivity of forages, however was not coherent behavior that indicated the trend of reply of the plants to the increase or reduction of the relation Ca:Mg. Moreover, the different forages were been similar in relation the soil chemistry, however the relations Ca:Mg had modified the chemical soil properties.

Keywords: grass, legume, liming, nutrients, soil fertility

INTRODUÇÃO

O solo do cerrado e de transição com a Amazônia apresenta topografia favorável, facilitando a mecanização, por outro lado, são solos extremamente pobres (Neossolos Quartzarênico Órtico) e ácidos (Latosolos Amarelo), devido à sua natureza e formação (EMBRAPA, 2006), tornando-se necessária adequada caracterização que possibilite a recomendação de práticas que melhorem ou mantenham as condições de sustentabilidade desses solos.

A correção da acidez do solo, por meio da calagem (CaCO_3 e MgCO_3), levando em consideração a relação Ca:Mg contribui de forma relevante para o aumento da produtividade das forrageiras em virtude de melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (FREIRIA et al., 2008; BARRETO et al., 2008).

Os problemas relacionados com a nutrição de plantas são corrigidos, geralmente, mediante a modificação da disponibilidade de nutrientes com a aplicação de corretivos e fertilizantes, por esses solos apresentarem, na maioria das vezes, baixa fertilidade natural ou toxidez de certos elementos (MALAVOLTA, 2008).

A aplicação de calcário para correção da acidez depende de vários fatores, tais como dose do corretivo, granulometria e reatividade do calcário, frequência da calagem, tempo transcorrido após a calagem, poder tampão do solo e precipitação pluvial (MIRANDA et al., 2005).

Os mecanismos para explicar o efeito de neutralização da acidez em profundidade, pela aplicação de calcário

na superfície, segundo Caíres et al. (2000) são: a formação e a migração de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ para camadas mais profundas do solo, e o deslocamento de partículas de calcário por meio de canais formados por raízes mortas mantidos intactos em razão da ausência de preparo de solo.

A máxima alteração das características químicas do solo de acordo com Fidalski & Tormena (2005) foi obtida a partir de doses de calcário superiores ao dobro da necessidade de calcário, convencionalmente determinada pelo método de saturação por bases para elevá-lo a 70%, na profundidade de 0,20m.

O suprimento de Ca e Mg está normalmente vinculado à aplicação de calcário. Os calcários calcíticos contêm, em média, 45% de CaCO_3 , e os dolomíticos, em média, 20 a 40% de MgO (MALAVOLTA, 2006). Em decorrência da baixa quantidade de MgO existente nos calcários calcíticos, o uso sistemático de tais corretivos afeta a relação Ca:Mg no solo. Portanto o objetivo foi avaliar os efeitos da relação Ca:Mg no rendimento de diferentes espécies forrageiras e características químicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína, Norte do Tocantins, no ano agrícola de 2008 (Figura 1). As coordenadas geográficas de referência são: latitude Sul $7^\circ 13' 48''$ e longitude Oeste $48^\circ 14' 17''$.

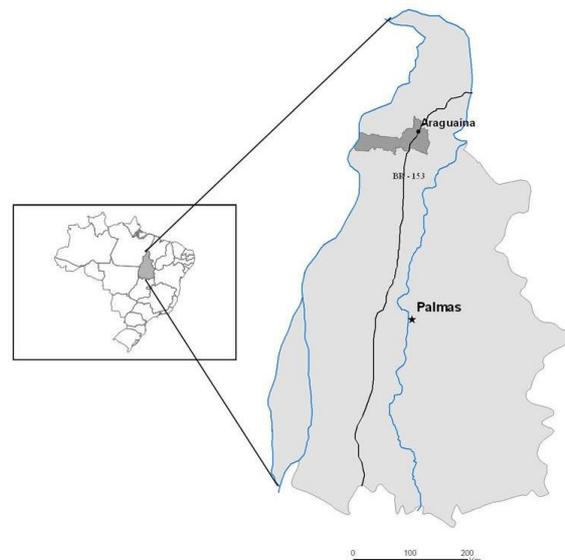


Figura 1. Localização espacial do município de Araguaína no Estado do Tocantins, Brasil

O clima, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso, com verão úmido. A precipitação média anual é de 1746mm (Figura 2a). A caracterização da temperatura e a distribuição pluviométrica de 2008 encontram-se na Figura 2b e 2c, respectivamente.

O solo da área utilizado foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (EMBRAPA, 2006), cujas características químicas e físicas (0 a 30cm), antes da instalação do experimento estão descritos na Tabela 1. O local de implantação do experimento nunca havia sido utilizado para fins agrônômicos, sendo homogêneo com declividade de 0,2%. Após a coleta o solo foi seco ao ar e passado em peneira de malha de 2mm e analisadas. O preparo do solo foi realizado de forma convencional com aração e duas gradagens.

O experimento foi distribuído em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5, sendo três as espécies forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, *Panicum*

maximum cv. Mombaça e *Stylozanthos* Campo Grande), e cinco relações Ca:Mg no calcário (01:01; 02:01; 04:01; 06:01 e 08:01), com quatro repetições por tratamento, totalizando-se 60 unidades experimentais de 16m² (4 x 4m). Os tratamentos consistiram na aplicação de dose equivalente a 4t/ha de calcário, (PRNT: 92%), usando misturas de calcário calcítico (CaCO₃) e calcário dolomítico (MgCO₃), óxido de cálcio e magnésio para atingir as relações desejadas por tratamento.

Após quinze dias da aplicação dos corretivos foi realizada a adubação de implantação, com de 80kg de P₂O₅ ha⁻¹ (superfosfato simples) e 60kg de K₂O ha⁻¹ (cloreto de potássio). Em seguida foi realizada a semeadura a lanço das espécies forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv Xaraés, *Panicum maximum* cv Mombaça e *Stylosanthes* Campo Grande - *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*). O controle de plantas daninhas antes da semeadura e após o estabelecimento das forrageiras foi realizado de forma manual.

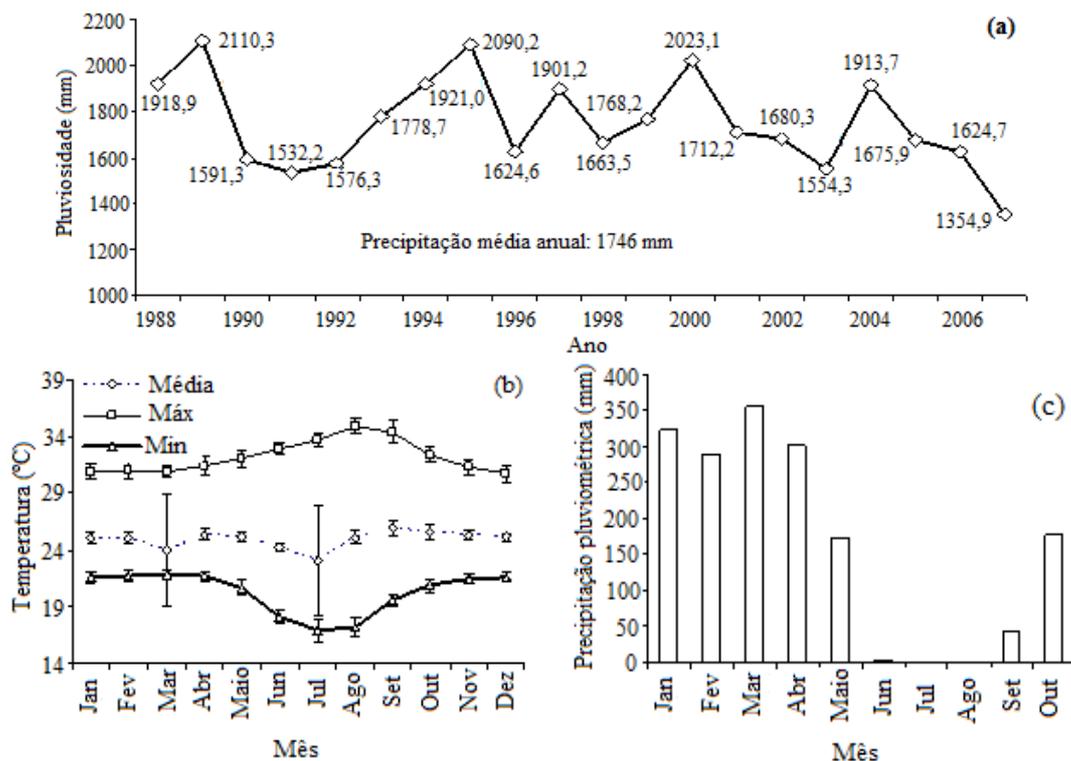


Figura 2. Caracterização da precipitação pluviométrica média anual - 1988-2006 (a), temperaturas (b) e distribuição da precipitação pluvial ao longo de 2008 (c), da área experimental.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo da área experimental nas diferentes profundidades

Prof cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Textura			CT
	CaCl ₂	Mg/dm ³			cmol/dm ³			Areia	Silte	Argila	
0-10	4,57	0,98	0,025	1,19	0,38	0,28	2,84	92,1	4,3	3,6	Areia
10-20	4,18	0,51	0,026	0,36	0,23	0,40	2,58	92,4	4,1	3,5	Areia
20-30	4,15	0,41	0,026	0,18	0,31	0,56	2,73	94,0	3,5	2,5	Areia

CT = classificação textural.

Foi efetuado o corte de estabilização a 10cm do solo após o estabelecimento das gramíneas quando atingiu altura média de 40cm, a leguminosa não foi submetida ao corte de estabilização. Em seguida foi efetuada a primeira adubação nitrogenada em todos os tratamentos, inclusive na leguminosa *Stylosanthes* Campo Grande, com aplicação de 50kg/ha de N na forma de ureia. A adubação nitrogenada foi complementada após o primeiro corte de avaliação, resultando numa dose anual de 100kg de N/ha.

As características agrônomicas avaliadas foram a disponibilidade de matéria seca total (MSFT) e altura de plantas. Para a determinação da disponibilidade de forragem (kg/ha), foram efetuados dois cortes, sendo o primeiro aos 28 dias após o corte de estabilização e o segundo corte, com 28 dias após o primeiro corte. O quadro de amostragem foi de 1m², no ponto da altura média da forragem, sendo que todo o material no interior do quadro foi colhido a 10cm do solo. Em seguida, todo o material colhido foi pesado para

a determinação da massa. Após a amostragem, todas as parcelas foram cortadas a 10cm do solo. As amostras pesadas foram colocadas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 55°C, para obtenção da MSFT. A altura de plantas (cm) foi mensurada com trena, baseando-se da base do colmo a curvatura da última folha. Para a comparação dos dados de avaliação agrônômica, foi utilizada a média dos dois cortes.

Após o último corte foram coletadas amostras de solos (0 – 10; 10 – 20 e 20 – 30cm) para análise químicas. As amostras foram secas ao ar, passadas por peneira de dois mm e analisadas quanto ao pH (CaCl₂), cálcio e magnésio trocáveis, acidez potencial (H + Al), fósforo disponível e potássio trocável, com extração com solução Mehlich 1 (EMBRAPA, 2009).

Os dados foram analisados pela análise variância (ANOVA). Testou-se inicialmente a interação entre os fatores, e quando não significativa, foram avaliados os tratamentos principais de forma separada. O efeito das espécies forrageiras quando necessário foram avaliados pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH do solo não foi afetado pela interação da relação Ca:Mg e forrageiras. O pH foi de 5,31, 4,09 e 4,07 para as profundidades 0 – 10; 10 – 20 e 20 – 30cm, respectivamente. Entretanto, esses valores foram alterados quando comparados com a condição inicial (Tabela 3), demonstrando o efeito da calagem, principalmente para camada superficial. Segundo Rheinheimer et al. (2000) o

calcário adicionado na superfície do solo aumentou o pH e os teores de cálcio e magnésio, e diminuiu os teores de alumínio trocável na camada superficial.

O fósforo disponível não foi afetado pela interação entre a relação Ca:Mg e forrageiras, e nem pelos fatores principais isolados (P>0,05). Os valores médios de P encontrados foram: 19,09; 10,98 e 6,48mg/dm³, respectivamente, para as profundidades 0 – 10; 10 – 20 e 20 – 30cm. Como no trabalho de Caíres & Fonseca (2000) o maior acúmulo de fósforo disponível foi devido à aplicação na superfície, observando o mesmo para o presente estudo em todas as espécies forrageiras analisadas. As quantidades de fósforo disponível no solo foram alteradas quando comparados com a condição inicial do solo antes da calagem e adubação (Tabela 3), sendo atribuída a adição de fósforo na adubação de implantação.

Os valores de potássio foram alterados quando comparados com a condição inicial do solo antes da calagem e adubação, sendo atribuída a adição de potássio na adução de implantação. Entre as relações Ca:Mg não foi observado nenhuma diferença (P>0,05) para o potássio no solo. Segundo Malavolta et al. (2006), esses elementos competem pelos mesmos sítios de absorção, sendo essa inibição do tipo competitiva.

Não foi observado interação entre a relação Ca:Mg e forrageiras para o potássio, entretanto ao avaliar a forrageira de forma isolado observou-se diferença (P<0,05), conforme apresentado na Figura 3. Para a leguminosa *Stylosanthes* Campo Grande encontrou-se maiores concentrações de potássio no solo do que para as gramíneas *Brachiaria* cv. Xaraés e *Panicum* cv. Mombaça. Estes resultados podem ser atribuídos as diferentes características de absorção

deste elemento pelas plantas. Os valores médios de K^+ encontrados foram: 0,06; 0,032 e 0,024 cmolc/dm^3 , respectivamente, para as profundidades 0 – 10; 10 – 20 e 20 – 30cm. Assim, como neste trabalho, Oliveira et al. (2001) não verificaram interação do potássio com a calagem, mas constataram que

quantidades maiores de potássio podem aumentar a produtividade da leguminosa, no entanto, quando a relação (Ca+Mg/K) foi maior que 36 prejudicou a disponibilidade. A relação (Ca+Mg/K) foi maior no *Panicum* com 32 seguidos pela *Brachiaria* e *Stylosanthes* com 29 e 28, respectivamente.

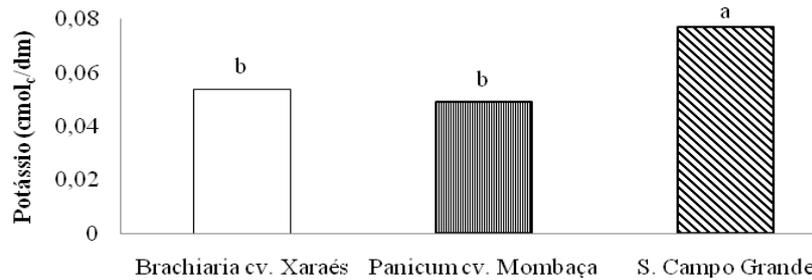


Figura 3. Concentração de potássio encontrado no solo em função das forrageiras *Brachiaria* cv. Xaraés, *Panicum* cv. Mombaça e *Stylosanthes* Campo Grande. Letras minúsculas iguais nas barras não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

O cálcio não foi afetado pela interação relação Ca:Mg e forrageiras, porém por ser um dos fatores principais isolados teve alteração ($P < 0,05$). Quando analisado o fator cultura não houve diferença ($P > 0,05$), entretanto, quando analisado o fator relação Ca:Mg foi observado diferença ($P < 0,05$), conforme mencionado na Figura 4, ocorrendo aumento na quantidade de cálcio com o aumento das relações Ca:Mg, isto pode ser atribuído ao aumento da quantidade do nutriente no corretivo do solo com o aumento da relação Ca:Mg. Os valores médios de cálcio encontrados foram: 1,11, 0,24 e 0,20 cmolc/dm^3 , respectivamente, para as profundidades 0 – 10; 10 – 20 e 20 – 30cm. O excesso de cálcio em relação ao magnésio na solução do solo pode prejudicar a absorção desse último, assim como o excesso de magnésio pode prejudicar a absorção de cálcio, o mesmo ocorrendo

com relação ao potássio (MALAVOLTA et al., 1997). Não houve interação entre as relação Ca:Mg e forrageiras para o magnésio e nem pelos fatores principais isolados ($P > 0,05$). Os valores médios observados para magnésio foram: 0,32, 0,1 e 0,1 cmolc/dm^3 , respectivamente, para as profundidades 0-10; 10-20 e 20-30cm. A inter-relação entre os nutrientes Ca e Mg na nutrição vegetal está relacionada às suas propriedades químicas próximas, como o raio iônico, valência, grau de hidratação e mobilidade, fazendo com que haja competição pelos sítios de adsorção no solo, e na absorção pelas raízes. Como consequência, a presença de um pode prejudicar os processos de adsorção e absorção do outro, fato ocorrente para os íons Ca^{+2} e Mg^{+2} (ORLANDO FILHO et al., 1996). A alta relação de cálcio ao magnésio pode provocar a inibição da absorção do

magnésio e potássio do solo, provocando diminuição da produção de matéria seca e altura de gramíneas (MEDEIROS et al. 2008).

A acidez potencial, alumínio, CTC (capacidade de troca catiônica) e V% (saturação por bases) não foram afetados pela interação relação Ca:Mg e forrageiras, e nem pelos fatores principais isolados ($P>0,05$). Os valores médios encontrados foram: acidez potencial, 1,85; 2,37 e 1,81 cmolc/dm^3 ; alumínio, 0,06; 0,36 e 0,33 cmol/dm^3 ;

CTC, 3,48; 3,11 e 2,41 cmolc/dm^3 ; V%, 45,79; 14,18 e 13,86%, para as profundidades 0-10; 10-20 e 20-30cm, respectivamente. O teor mais elevado na V% e CTC na camada superficial foram devido à aplicação do corretivo, pois este disponibiliza nutrientes como o fósforo além de aumentar o valor de V% e CTC, pelo fato do calcário proporcionar maiores teores de cálcio e magnésio, menores teores de Al e acidez potencial, provocando aumento da CTC e V% (ARAÚJO et al., 2011).

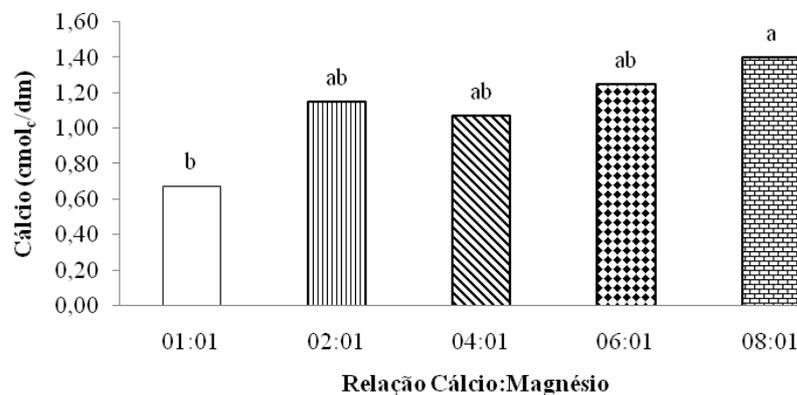


Figura 4. Concentração de cálcio em função das relações Ca:Mg aplicadas no solo sob forrageiras *Brachiaria* cv. Xaraés, *Panicum* cv. Mombaça e *Stylosanthes* Campo Grande. Letras minúsculas iguais nas barras não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Além da calagem as plantas possuem diversos mecanismos de tolerância à toxicidade do alumínio, que se resume em duas classes: a primeira, que age no sentido de expulsar o alumínio depois de absorvido, a segunda, de evitar a absorção do elemento pelas raízes (HARTWIG et al., 2007).

Esses valores foram alterados quando comparados com a condição inicial do solo antes da calagem e adubação, sendo atribuída a aplicação do corretivo, porém o valor obtido não alcançou a saturação por base desejada (80%), determinado pela forma de quantidade

de calcário a ser utilizada. Segundo Fidalski & Tormena (2005) a máxima alteração das características químicas do solo foi obtida a partir de doses de calcário superiores ao dobro da necessidade de calcário, convencionalmente determinada pelo método de saturação por bases para elevá-lo a 70%, na profundidade de 0,20m.

A *Brachiaria* cv. Xaraés demonstrou maior resultado ($P<0,05$) de altura com 48,15cm, seguidos por *Panicum* cv. Mombaça e *Stylosanthes* Campo Grande, com 40,92 e 40,28cm (Figura

5), respectivamente. A altura não foi afetado pela interação relação Ca:Mg e forrageiras, entretanto seus fatores principais tiveram efeito significativo ($P < 0,05$). Os valores médio da altura encontrados para o fator relação Ca:Mg foram: 42,03; 48,55; 43,00; 41,97 e 40,02cm, respectivamente, para as relações Ca:Mg 01:01; 02:01; 04:01; 06:01 e 08:01, observando maior altura de plantas na relação Ca:Mg de 02:01 (Figura 6).

Segundo Medeiros et al. (2008) a utilização de corretivos com alta relação Ca:Mg acarreta diminuição da altura da planta, e de modo similar ocorre perda no potencial de produção de matéria seca, além de diminuir o teor de magnésio e potássio, sendo assim, aumentar o teor de cálcio, da planta pode criar um desequilíbrio nutricional, que irá se refletir em menor produtividade.

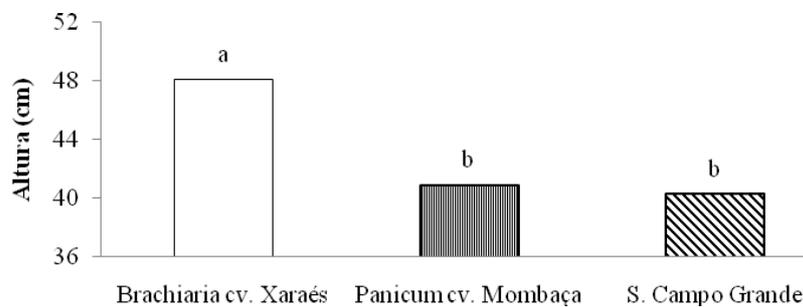


Figura 5. Altura de plantas em função das forrageiras *Brachiaria* cv. Xaraés, *Panicum* cv. Mombaça e *Stylosanthes* Campo Grande. Letras minúsculas iguais nas barras não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

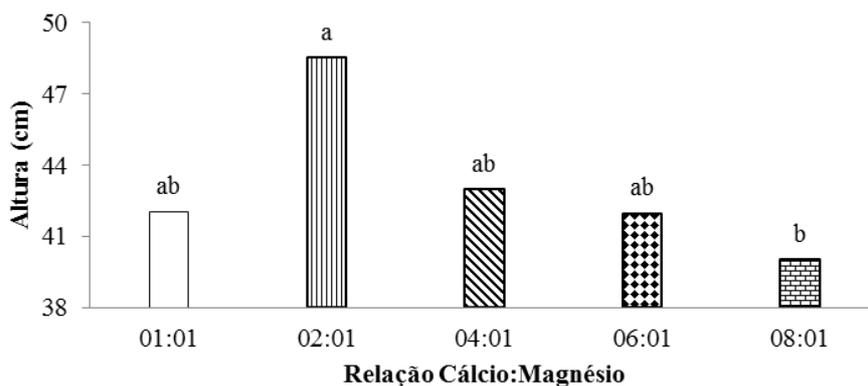


Figura 6. Altura de plantas em função das relações Ca:Mg aplicadas no solo sob forrageiras *Brachiaria* cv. Xaraés, *Panicum* cv. Mombaça e *Stylosanthes* Campo Grande. Letras minúsculas iguais nas barras não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quanto aos resultados da análise da produção de massa seca (Figura 7) ocorreu interação entre os fatores relação Ca:Mg e forrageiras para produção de massa seca total ($P < 0,05$). Na relação Ca:Mg 01:01 foi observado que a *Brachiaria* cv. Xaraés e *Stylosanthes* Campo Grande obtiveram maiores resultados ($P < 0,05$) que o Mombaça. Já na relação Ca:Mg 02:01

constatou-se que o *Stylosanthes* Campo Grande obteve maior resultado de MSFT ($P < 0,05$) do que as culturas de *Brachiaria* cv. Xaraés e *Panicum* cv. Mombaça. A menor produtividade do *Panicum* em relação a *Brachiaria* pode ser devido a exigência nutricional do *Panicum* ser maior, expressando seu potencial produtivos em solos de maior fertilidade (MELO et al., 2009).

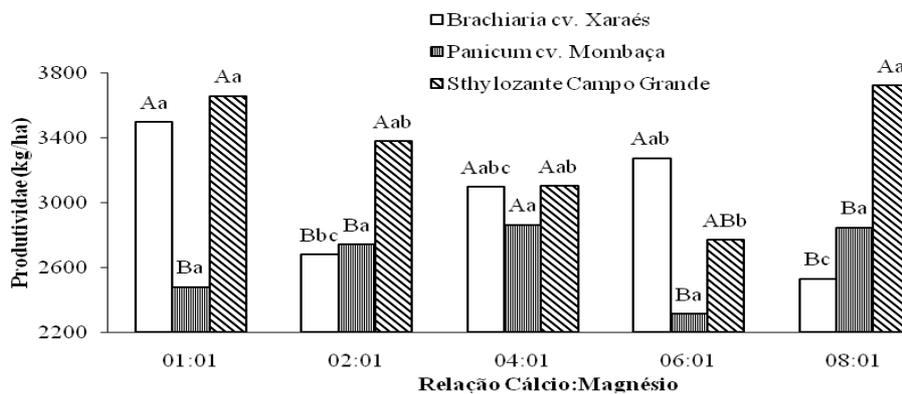


Figura 7. Produção de massa seca de plantas em função da interação entre forrageiras *Brachiaria* cv. Xaraés, *Panicum* cv. Mombaça e *Stylosanthes* Campo Grande e Relação Ca:Mg, letras maiúsculas iguais nas barras não diferem entre as forrageiras ao nível de 5% pelo teste Tukey, letras minúsculas iguais nas barras não diferem entre as relações Ca:Mg ao nível de 5% pelo teste Tukey.

Observou-se que na relação Ca:Mg 04:01 não apresentou diferença ($P > 0,05$) entre as culturas analisadas. Na relação Ca:Mg 06:01 a *Brachiaria* cv. Xaraés obteve maior produção de MSFT ($P < 0,05$) que o *Panicum* cv. Mombaça e não observando diferença entre o *Stylosanthes* Campo Grande, constatando que o *Stylosanthes* Campo Grande não obteve diferença na MSFT do *Panicum* cv. Mombaça.

Observou-se maior produção de MSFT no *Stylosanthes* Campo Grande ($P < 0,05$) que as culturas de *Brachiaria* cv. Xaraés e *Panicum* cv. Mombaça, na relação Ca:Mg de 08:01. Em termos de produtividade o *Stylosanthes* e o

Panicum estão mais adaptados a diferenças na relação Ca:Mg do que a *Brachiaria*. O *Stylosanthes* teve perdas de produtividade apenas na relação 6:1, enquanto que no *Panicum* não foram verificadas diminuição da produtividade. Constatando-se que a *Brachiaria* cv. Xaraés obteve maior ($P < 0,05$) produção de MSFT na relação Ca:Mg 01:01 do que as relações Ca:Mg 02:01 e 05:01, entretanto não observando diferença entre as relações Ca:Mg de 04:01 e 06:01. Foi observado que a relação Ca:Mg 04:01 obteve maior produção de MSFT do que na relação Ca:Mg 05:01, todavia igualando ($P > 0,05$) as relações Ca:Mg 02:01 e 06:01.

A variação da produtividade não foi relatada em trabalhos que avaliaram as relações de Ca:Mg para diversas culturas, tanto leguminosas quanto gramíneas. Oliveira & Parra (2003) não conseguiram identificar mudanças na produtividade de feijoeiro em seis relações diferentes de Ca:Mg e relatam que diversas outras culturas não sofreram nenhum efeito quanto a relação Ca:Mg do corretivo utilizado. Entretanto, Medeiros et al. (2008) verificaram diminuição da produtividade no milho à medida que as relações de Ca:Mg aumentaram. Porém tanto Medeiros et al. (2008) quanto Oliveira & Parra (2003) observaram alterações na composição química de cálcio, magnésio e potássio do tecido vegetal.

A relação Ca:Mg influenciou o desenvolvimento e produtividade das forrageiras entretanto, não se obteve um comportamento coerente que indicasse a tendência de resposta das plantas ao aumento ou redução da relação Ca:Mg. As diferentes forrageiras (Capim Xaraés, capim Mombaça e estilosantes Campo Grande) foram semelhantes em relação as propriedades química do solo, porém as relações Ca:Mg alteraram algumas propriedades químicas do solo (cálcio e potássio).

A aplicação das relações com crescentes proporções entre cálcio e magnésio aumentou o teor de cálcio na capacidade de troca catiônica do solo e reduziu os de magnésio, criando desbalanceamento dos nutrientes no solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio com a) Bolsas no País / Iniciação Científica - Edital MCT/CNPq n.º 12/2010 - IC, b) Edital MCT/CNPq 10/2010 - Apoio Técnico / Edital MCT/CNPq 10/2010 - AT- NS (Nível Superior); e c) Bolsas no País /

Produtividade em Pesquisa - PQ - 2009 – Orientador COAGR/CGAPB/DABS). Programa de Apoio a Núcleos de Excelência – PRONEX/SECT/CNPq. A CAPES. A Caltins pelo apoio na doação do calcário. Apoio fundamental para realização deste trabalho.

REFERENCIAS

ARAÚJO, A.S.; SILVA, J.E.C.; SANTOS, A.S.; SILVA NETO, S.P.; DIM, V.P.; ALEXANDRINO, E. Substituição de nitrogênio por esterco bovino na produtividade de forragem e qualidade do solo. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal** [online], v.12, n.4, p. 852-866, 2011.

BARRETO, P.M.; SANTOS, A.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, M.P.A.; BRITO, S.S.; TERRA, T.G.R.; LEAL, T.C.A. Relações Ca:Mg nas características agrônômicas do *Brachiaria brizantha* cv. MG-4. **Pubvet**, v.2, n.38, 2008.

CAÍRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. Calagem na superfície em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.1, p.161-169, 2000.

CAÍRES, E.F.; FONSECA, A.F. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. **Bragantia**, v.59, n.2, p.213-220, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA-SPI / Rio de Janeiro: EMBRAPA-Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Solos/EMBRAPA Informática Agropecuária/EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. 627p.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A. Dinâmica da calagem superficial em um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.2, p.235-247, 2005.

FREIRIA, A.C.; MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; YAGI, R. Alterações em atributos químicos do solo pela aplicação de calcário na superfície ou incorporado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, n.2, p.285-291, 2008.

HARTWIG, I.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, F.I.F.; BERTAN, I.; SILVA, J.A.G.; SCHMIDT, D.A.M.; VALÉRIO, I.P.; MAIA, L.C.; FONSECA, D.A.R.; REIS, C.E.S. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. **Semina**, v.28, n.2, p.219-228, 2007.

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

MALAVOLTA, E. **O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais**. Piracicaba, SP: IPNI, 2008. p.1-10. (Informações Agronômicas, 121).

MALAVOLTA, E.; MORAES, M.F.; LAVRES JÚNIOR, J.; MALAVOLTA, M. Micronutrientes e metais pesados - essencialidade e toxidez.. In:

PATERNIANI, E. (Ed.). **Ciência, agricultura e sociedade**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2006. p.117-154.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MEDEIROS, J.C.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; ROSA, J.D.; GATIBONE, L.C. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina**, v.29, n.4, p.799-806, 2008.

MELO, J.C.; SANTOS, A.C.; ALMEIDA, J.A.; MORAES NETO, L.R. Desenvolvimento e produtividade dos capins Mombaça e marandu cultivados em dois solos típicos do Tocantins, com diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal** [online], v.10, n.4, p.786-800, 2009.

MIRANDA, L.N.; MIRANDA, J.C.C.; REIN T.A. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.6, p.563-572, 2005.

OLIVEIRA, A.O.; CARMELLO, Q.A.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa de vegetação. **Scientia Agricola**, v.28, n.2, p.329-335, 2001.

OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S. Resposta do feijoeiro a relações variáveis entre cálcio e magnésio na capacidade de troca cátions de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.5, p.859-866, 2003.

ORLANDO FILHO, J.O.;
BITTENCOURT, V.C.; CARMELLO,
Q.A.C.; BEAUCLAIR, E.G.F. Relações
K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e
produtividade da cana-de-açúcar.
STAB, v.14, n.5, p.13-17, 1996.

RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS,
E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI,
E.C.; GATIBONI, L.C. Alterações de
atributos do solo pela calagem
superficial e incorporada a partir de
pastagem natural. **Revista Brasileira de
Ciência do Solo**, v.24, n.4, p.797-805,
2000.

Data de recebimento: 24/03/2013

Data de aprovação: 10/09/2013