

EFEITOS DE FONTES DE CÁLCIO NO DESENVOLVIMENTO DE GRAMÍNEAS SOLTEIRAS E CONSORCIADAS

Effects of calcium sources on grass growth in monoculture and intercropping

Itamar Pereira de Oliveira¹, Katia Aparecida de Pinho Costa², Valdemar Faquin³,
Giovana Alcantara Maciel⁴, Belmiro Pereira das Neves⁵, Elizandra Luisa Machado⁶

RESUMO

No cenário da pecuária brasileira, as pastagens são cultivadas em solos de baixa fertilidade, com teores muito baixos de cálcio, magnésio e enxofre. A calagem e a gessagem são os meios mais comuns para aumentar o nível de cálcio nesses solos. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de fontes de cálcio no desenvolvimento de gramíneas solteiras e consorciadas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Arroz e Feijão, em um Latossolo Vermelho de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo três tratamentos referentes ao cálcio (testemunha, calcário e gesso), duas gramíneas (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria humidicola*) e duas gramíneas consorciadas com leguminosa (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu + Calopogônio e *Brachiaria humidicola* + Calopogônio), com 4 repetições. Aos 60 dias após a germinação foi realizado o corte das forrageiras a uma altura de 5 cm distante do solo, para avaliação da produção de massa seca, comprimento da raiz e concentração de cálcio e enxofre no tecido foliar. As melhores alturas de plantas e desenvolvimento do sistema radicular foram verificadas na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu solteira e consorciada com Calopogônio. A aplicação de cálcio na fonte de gesso resultou em maior produção de massa seca na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, solteira e consorciada. A calagem promoveu maiores concentrações de cálcio e a gessagem maiores concentrações de enxofre no tecido foliar em todos os sistemas, sendo maiores nos consorciados.

Termos para indexação: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. humidicola*, *Calopogonium muconoides*, calcário e gesso.

ABSTRACT

Considering the cattle-raising in Brazil, the pastures are cultivated in very low soil fertility conditions, with very low calcium, magnesium and sulfur concentrations. The liming and the gypsum usage are the most common ways to increase the calcium level in these soils. In this context, this research aimed to evaluate the effect of calcium sources on the development of monocultured and intercropped grasses. The experiment was carried out in a greenhouse at Embrapa Rice and Beans, on Red Latosol of clay texture. The experimental design used was the randomized blocks with a 3 x 2 x 2 factorial scheme, being three treatments related to calcium (control, lime, and gypsum), two forage species (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu and *Brachiaria humidicola*), and two forage species intercropped with a leguminous plant (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu + Calopogonio and *Brachiaria humidicola* + Calopogonio), with four replications. At 60 days after germination a cutting was done at 5 cm height from the ground, for evaluation of the dry mass production, root length, and content of calcium and sulfur in the leaf tissue. The best plant height and root development was verified in the monocultured *Brachiaria brizantha* and also when intercropped with Calopogonio. Calcium application through the gypsum source resulted in higher production of dry mass in the monocultured *Brachiaria brizantha* as well as when intercropped with Calopogonio. Liming promoted higher calcium concentrations in the foliar tissue in all systems while gypsum promoted higher sulfur concentration, both being higher in the intercropped systems.

Index terms: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. humidicola*, *Calopogonium muconoides*, lime and gypsum.

(Recebido em 5 de setembro de 2006 e aprovado em 18 de fevereiro de 2008)

INTRODUÇÃO

A introdução de leguminosa na pastagem composta apenas por uma espécie forrageira, constitui uma das alternativas para resolver o problema nutricional da maioria das pastagens do cerrado. O consórcio de gramíneas e

leguminosas traz benefícios diretos pelo alto valor nutritivo que é um dos fatores de maior importância na redução de custos na produção animal e ou indiretos como a reposição das quantidades de nitrogênio que se tornam indisponíveis para as gramíneas ao longo dos anos, especialmente, no período da seca (SOUZA et al., 2002).

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor – Departamento de Agronomia – Faculdade Montes Belos/FMB – 76100-000 – São Luis de Montes Belos, GO – itamar.agro@yahoo.com.br

²Zootecnista, Doutora – Universidade de Rio Verde/FESURV – Cx. P. 104 – Rio Verde, GO – katia@fesurv.br

³Engenheiro Agrônomo, Doutor – Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Bolsista do CNPq – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – vafaquin@ufla.br

⁴Zootecnista, Doutora – Embrapa Meio-Norte – Cx. P. 5650 – 64006-220 – Teresina, PI – gimaciel@yahoo.com.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor – Embrapa Arroz e Feijão/CNPAF – Cx. P. 179 – 75375-000 – Santo Antônio de Goiás, GO – nevesbp@cnpaf.embrapa.br

⁶Zootecnista – Universidade Estadual de Goiás/UEG – 74100-000 – São Luis de Montes Belos, GO – elizaluisa@yahoo.com.br

Pastagens de gramíneas, leguminosas puras ou consorciadas, bem estabelecidas e com boa manutenção das exigências nutricionais, podem-se beneficiar de microrganismos do solo, bem como da associação simbiótica com fungos micorrízicos que aumentam a capacidade de absorção de nutrientes e da fixação biológica do nitrogênio (FBN), principalmente pelas leguminosas, o que resulta em melhores qualidades e quantidade de forragem (MIRANDA et al., 1999) e proporciona incremento econômico na produtividade de carne e leite. Além desse incremento no potencial produtivo, reduz as necessidades de fertilização química nitrogenada e a poluição do lençol freático, devido à lixiviação do excesso de nitrogênio aplicado ao solo (PAULINO et al., 2006). Calegari (1993) relata que o consórcio de gramíneas e leguminosas favorece o estabelecimento das pastagens, proporcionando uma exploração pecuária mais racional, intensiva e produtiva.

Contudo, para o estabelecimento desses sistemas, além da escolha do método adequado, é importante corrigir as deficiências minerais do solo. Visto que o cenário da pecuária brasileira remete para o cerrado, pastagens cultivadas numa condição de solo de baixíssima fertilidade, com teores muito baixos de cálcio, magnésio e enxofre. A calagem e a gessagem dos solos são os meios mais comuns para aumentar o nível de cálcio. O calcário favorece a atividade dos macronutrientes primários, maximizando sua ação no solo. Com isso, o sistema radicular da planta é ampliado juntamente com sua capacidade de absorção desses nutrientes existentes no fertilizante e na água. Nesses solos, a deficiência de cálcio, associada ou não à toxicidade de alumínio não ocorre apenas na camada arável, mas também abaixo dessa. O que justifica a utilização de gesso que, devido à sua rápida mobilidade no solo, promoverá a correção de alumínio tóxico e o fornecimento de cálcio (23,4%) e enxofre (18,6%) para as plantas nas camadas mais profundas (SOUZA et al., 1995). Diante da importância desse nutriente para o consórcio de gramínea e leguminosa, objetivou-se avaliar o efeito de fontes de cálcio, no desenvolvimento de gramíneas solteiras e consorciadas.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás-GO, em um Latossolo Vermelho, de textura argilosa. As características químicas do solo, na camada de 0-20 cm, no início do experimento, foram: pH em água: 4,4; Ca: 0,4 cmol_c dm⁻³; Mg: 0,1 cmol_c dm⁻³; Al: 1,3 cmol_c dm⁻³; Al+H: 9,1 cmol_c dm⁻³; CTC: 9,66 cmol_c dm⁻³; P = 0,9 mg dm⁻³; K: 25 mg dm⁻³; Cu: 1,1 mg dm⁻³; Zn: 0,8 mg dm⁻³; Fe: 67 mg

dm⁻³; Mn: 40 mg dm⁻³; MO: 25,0 g dm⁻³. A metodologia utilizada para a análise de solo foi a descrita pela Embrapa (1997).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo três tratamentos referentes ao cálcio (testemunha, calcário e gesso), duas gramíneas (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria humidicola*) e duas gramíneas consorciadas com leguminosa (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu + Calopogônio e *Brachiaria humidicola* + Calopogônio), com 4 repetições, totalizando 48 parcelas.

A quantidade de calcário aplicada foi calculada pela fórmula: Q.C (t/ha) = {2 x Al + [3 - (Ca + Mg)]} x 100/PRNT. Usou-se o calcário dolomítico 95 % de PRNT em quantidade equivalente a 5,3 t ha⁻¹. A quantidade de gesso agrícola aplicado foi calculada pela fórmula: N.C (t ha⁻¹) = % de argila x 50, onde se aplicou 3,1 t ha⁻¹ (VILELA et al., 2004). A correção da acidez do solo foi feita superficial, incorporando a 2 cm de profundidade nos vasos de plásticos, e ficaram incubados durante 20 dias. Os vasos tinham uma capacidade de 18 kg de solo, sendo que os mesmos ficaram numa média de 15,70 kg de solo. Após esse período, foram aplicados os adubos e distribuídos nos vasos dissolvidos em água. As adubações foram realizadas com base no resultado da análise do solo. Foram aplicados 350 kg ha⁻¹ formulação 4-30-16 de NPK (equivalente 7, 52, 28 mg dm⁻³ respectivamente), 30 kg ha⁻¹ de FTE-BR 12 (equivalente a 1,35; 0,27; 0,12; 0,45; 0,3 e 0, 015 mg dm⁻³ de Zn, B, Cu, Fe, Mn e Mo, respectivamente).

As semeaduras das forrageiras foram realizadas após a distribuição dos adubos. A quantidade de sementes utilizadas para a *B. brizantha*, *B. humidicola* e calopogônio foi de 10 kg ha⁻¹. Após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, deixando 3 plantas por vaso para as gramíneas e leguminosa.

Aos 30 e 60 dias, foram feitas medições de altura de planta das forrageiras, através de uma régua graduada, e aos 60 dias foi realizado o corte das forrageiras a uma altura de 5 cm distante do solo. Em seguida foi avaliado o comprimento do sistema radicular, e as raízes foram lavadas em água corrente para a retirada do solo aderido.

O material coletado foi acondicionado em saco de papel, identificado e enviado ao laboratório, onde foi pesado e em seguida foi colocado em estufa de ventilação forçada de ar, com temperaturas de 58 a 65°C por 72 horas, para determinação da matéria seca. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 1 mm, armazenadas em sacos de plástico para serem analisadas. Foi realizada análise química das forrageiras da parte aérea inteira, para determinação das

concentrações de cálcio e enxofre, de acordo com a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os dados obtidos receberam tratamento estatístico através do procedimento GLM do programa estatístico SAS Institute (1989) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos à altura de plantas aos 30 dias da semeadura estão apresentados na Tabela 1. Quando se analisa a *B. brizantha* (Bb) solteira submetida a fontes de cálcio, observa-se efeito significativo ($P < 0,05$) das fontes em relação à testemunha, mostrando aumento na altura de planta de 297% na fonte de calcário e 328% na fonte de gesso. Esses resultados evidenciam a exigência desse nutriente para o desenvolvimento da Bh. O mesmo foi observado quando a *B. brizantha* foi consorciada com calopogônio (Bb + C). A aplicação de cálcio na fonte de calcário apresentou melhor altura de planta quando comparadas à gessagem e à testemunha, mostrando aumentos de 16,3 e 353%, respectivamente.

As fontes de cálcio não influenciaram ($P > 0,05$) na altura de planta para a *B. humidicola* (Bh) solteira, mostrando que essa forrageira tem baixa exigência nesse nutriente. O mesmo aconteceu quando a *B. humidicola* foi consorciada com Calopogônio (Bh + C), mostrando que apenas o tratamento que recebeu gesso diferiu ($P < 0,05$) da testemunha. Para os sistemas estudados, a aplicação de cálcio na fonte de calcário mostrou maior altura de plantas no consórcio da Bb + C.

Comparando a altura de planta para as forrageiras em ambas as fontes, observa-se na Tabela 1 que a Bb + C e Bb solteira, mostraram os melhores resultados, quando comparadas com a Bh + C e Bh solteira. Isso pode ser explicado devido essas forrageiras serem morfofisiologicamente diferentes, quanto a hábito de crescimento, dinâmica de perfilhamento e de rebrotação e altura de meristema apical (SOARES FILHO, 1994).

Quando se analisa a altura de plantas aos 60 dias, há certa concordância nos resultados em relação aos 30 dias. As melhores alturas de plantas foram observadas na Bb solteira e no consórcio da Bb + C, diferindo significativamente da Bh solteira e Bh + C (Tabela 1).

As fontes de cálcio não influenciaram ($P > 0,05$) na altura de planta aos 60 dias para todos os sistemas utilizados. Contudo, foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$) das fontes em relação à não-aplicação de cálcio. Todos os sistemas apresentaram comportamentos semelhantes, mostrando aumento da altura de planta em relação à testemunha para as fontes de calcário e gesso de 297 e 290% para a Bb solteira; 209 e 207% para o consórcio Bb + C; 79 e 109% para a Bh e 101 e 80% para a Bh + C, respectivamente. Esses resultados evidenciam a importância da adição de cálcio, seja na fonte de calcário ou gesso. Comparando as forrageiras estudadas, observa-se na Tabela 2 que a altura de planta da Bb solteira e o consórcio Bb + C, foram superiores aos da Bh solteira e Bh + C.

O comprimento de raiz não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas fontes de cálcio utilizadas para Bh solteira e o

Tabela 1 – Altura de plantas das forrageiras aos 30 e 60 dias de crescimento, sob fontes de cálcio.

Fonte de cálcio	Forrageiras*			
	Bb	Bh	Bb + C	Bh + C
	Altura de planta aos 30 dias (cm)			
Testemunha	2,97 Ba	1,66 Aa	3,14 Ca	1,63 Ba
Calagem	11,81 Ab	3,07 Ac	14,24 Aa	3,09 ABc
Gessagem	12,73 Aa	2,81 Ab	12,24 Ba	3,41 Ab
CV (%)	----- 14,8 -----			
	Altura de planta aos 60 dias (cm)			
Testemunha	29,57 Ba	25,37 Ba	37,30 Ba	27,74 Ba
Calagem	117,58 Aa	45,42 Ab	115,50 Aa	55,75 Ab
Gessagem	115,35 Aa	53,15 Ab	114,85 Aa	49,80 Ab
CV (%)	----- 9,3 -----			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula, na linha indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

*Bb: *B. brizantha* solteira; Bh: *B. humidicola* solteira; Bb + C: *Brachiaria brizantha* + Calopogônio; Bh + C: *B. humidicola* + Calopogônio

consórcio Bh + C, mesmo sem aplicação de cálcio, o desenvolvimento das raízes foram semelhantes em relação à aplicação de calcário e gesso, mostrando a baixa exigência dessa forrageira à adição de cálcio, mesmo em sistemas consorciados. Entretanto, a Bb solteira e consorciada, mostrou-se mais exigente nesse nutriente. Os melhores comprimentos das raízes foram observados na Bb solteira e Bb + C, diferindo da Bh solteira e Bh + C. Werner & Haag (1994) relatam que o cálcio tem grande importância no desenvolvimento das raízes, na formação da estrutura da planta e no metabolismo do nitrogênio. Além de fonte de cálcio, gesso agrícola é um condicionador que adiciona cálcio e enxofre ao solo, podendo transportar nutrientes catiônicos para camadas subsuperficiais e reduzir a atividade do alumínio tóxico, promovendo maior desenvolvimento radicular, o que pode ser explicado pela maior movimentação no perfil do solo (FARIA et al., 2003).

As fontes de cálcio influenciaram ($P < 0,05$) na produção de massa seca da Bb solteira e o consórcio de Bb + C e Bh + C. Para todos esses sistemas, as melhores produções foram observadas com a aplicação de gesso. Comparando as fontes, o gesso foi superior ao calcário em 25, 35 e 70% para a Bb, Bb + C e Bh + C, respectivamente. Isso pode ser explicado, devido à presença de enxofre no gesso, contribuindo para a melhoria da produção de forragem. Bonfim-da-Silva & Monteiro (2006) relataram que

a aplicação de enxofre é importante para maximizar a resposta da forrageira, principalmente em áreas degradadas, com baixos teores de matéria orgânica, onde, normalmente, os teores de enxofre-sulfato encontram-se com baixa disponibilidade no solo.

No caso da Bh não houve efeito significativo ($P > 0,05$) na produção de massa seca entre as fontes de cálcio, observando significância ($P < 0,05$) apenas quando foram comparadas com a testemunha. A melhor produção de massa seca nos sistemas utilizados foi da Bb solteira na fonte de gesso, seguindo do consórcio Bb + C. Essa maior produção na gramínea solteira pode estar associada à maior altura de plantas da Bb, em que aumenta a competição da gramínea e reduz a porcentagem do calopogônio, no sistema consorciado. Resultados semelhantes foram obtidos por Mesquita et al. (2004), em pastagem de *B. decumbens* consorciada com Mineirão, com aplicação de calcário, fósforo e gesso.

Carvalho et al. (2006) avaliando diferentes sistemas de manejo, verificaram que a produção de massa seca da *B. decumbens* foi significativamente superior ao sistema de consórcio braquiária com calopogônio fertilizados. Rosa et al. (2004) estudando o efeito da competição no crescimento do capim-marandu em consórcio com o Mineirão e *Neonotonia wightii* cv. Comum, nos sistemas solteiro e consorciado, observaram que a competição

Tabela 2 – Comprimento de raízes (cm) das forrageiras, sob fontes de cálcio.

Fonte de cálcio	Forrageiras*			
	Bb	Bh	Bb + Cm	Bh + Cm
Testemunha	20,52 Ba	21,40 Aa	26,92 Ba	25,40 Aa
Calagem	67,87 Aa	30,25 Ab	61,85 Aa	34,10 Ab
Gessagem	67,90 Aa	31,30 Ab	65,77 Aa	34,67 Ab
CV (%)	----- 22,64 -----			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula, na linha indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

* Bb: *B. brizantha* solteira; Bh: *B. humidicola* solteira; Bb + C: *B. brizantha* + Calopogônio; Bh + C: *B. humidicola* + Calopogônio

Tabela 3 – Produção de massa seca (g vaso⁻¹) de forrageiras aos 60 dias, sob fontes de cálcio.

Fonte de cálcio	Forrageiras*			
	Bb	Bh	Bb + Cm	Bh + Cm
Testemunha	0,90 Ca	0,32 Ba	1,16 Ca	0,70 Ca
Calagem	22,73 Ba	6,00 Ac	18,30 Bb	5,42 Bc
Gessagem	28,46 Aa	3,72 Ac	24,81 Ab	9,22 Ac
CV (%)	----- 16,0 -----			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula, na linha indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

* Bb: *B. brizantha* solteira; Bh: *B. humidicola* solteira; Bb + C: *B. brizantha* + Calopogônio; Bh + C: *B. humidicola* + Calopogônio

interespecífica nos cultivos consorciados interfere de forma diferenciada na produção de massa seca do capim-braquiária. Paciullo et al. (2003), estudando as características produtivas de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes, verificaram que a leguminosa contribuiu no aumento da massa de forragem e constituiu importante fonte de forragem nas pastagens consorciadas, principalmente na época seca do ano.

Quando analisa-se apenas a testemunha, todos os sistemas utilizados foram semelhantes na produção de massa seca. Na fonte de calcário, a melhor produção foi obtida pela Bb, seguido por pelo consórcio Bb + C. Entretanto, a calagem não influenciou na produção da Bh solteira e no consórcio Bh + C. No caso da gessagem, todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$), sendo que a seqüência decrescente foi Bb, Bb + C, Bh + C e Bh.

A concentração de cálcio não foi influenciada pelas fontes de cálcio, em todos os sistemas estudados. Entretanto, houve efeito significativo em relação à testemunha. As maiores concentrações foram observadas com a aplicação do calcário e gesso, mostrando aumento em relação à não aplicação de cálcio de 53 e 57% para a Bb, 64 e 52% para a Bh, 89 e 94% para a Bb + C e 88 e 94% para a Bh + C, respectivamente. Esses aumentos na concentração em relação à não aplicação de cálcio podem ser atribuídos em função da adição direta dos níveis de cálcio, aplicados no solo pelas fontes de calcário e gesso, aumentando assim a disponibilidade para as plantas. Isso demonstra que a concentração desse nutriente no tecido

vegetal está relacionada com os níveis desse cátion no solo.

Em relação aos sistemas, observa-se na Tabela 5 que as concentrações de cálcio na Bb + C e Bh + C, foram superiores aos encontrados nas forrageiras solteiras. Esses resultados eram esperados, uma vez que as leguminosas são normalmente mais ricas em cálcio que as gramíneas (MOREIRA et al., 2005). Isso acontece devido as gramíneas apresentam baixa capacidade de troca de cátions na raiz (CTC de raiz), e os solos, principalmente os mais argilosos, adsorvem mais fortemente no seu colóide, cátions com valência maior ($Al^{+3} > Ca^{+2} > K^{+}$). Portanto, as gramíneas seriam mais eficientes na remoção de cátions monovalentes (K^{+}) do solo, por competição por sítios de ligação, que poderiam interferir negativamente na absorção de cálcio, caracterizando o antagonismo entre os nutrientes (MARSCHNER, 1995).

Quando comparada às concentrações de cálcio nos sistemas consorciados, não houve diferenças ($P > 0,05$) entre as forrageiras estudadas. Em todos os sistemas estudados, as concentrações de cálcio na MS são consideradas adequadas, pois segundo Malavolta (1992), a faixa adequada para as forrageiras está entre 1,5 e 6,0 g kg^{-1} . Entretanto, Gomide et al. (1984) relataram que concentrações de cálcio de 4,0 g kg^{-1} estão acima do nível crítico para as forrageiras. Em estudo avaliando a concentração de macronutrientes sob diferentes sistemas de cultivo (*B. decumbens* consorciada com Calopogônio e *B. decumbens* solteira), Carvalho et al. (2006) verificaram que as concentrações de cálcio não foram influenciadas nos sistemas estudados.

Tabela 4 – Concentrações de cálcio e enxofre na MS de forrageiras, sob fontes de cálcio.

Fonte de cálcio	Forrageiras*			
	Bb	Bh	Bb + C	Bh + C
	Concentrações de cálcio (g kg^{-1})			
Testemunha	1,3 Ba	1,4 Ca	1,3 Ba	1,1 Ba
Calagem	2,0 Ab	1,8 Bb	2,6 Aa	2,3 Aa
Gessagem	1,9 Ab	2,0 Bb	2,7 Aa	2,5 Aa
CV (%)	----- 9,0 -----			
	Concentrações de enxofre (g kg^{-1})			
Testemunha	1,2 Ba	1,1 Ba	1,2 Ba	1,1 Ba
Calagem	1,3 Ba	1,2 Ba	1,4 Ba	1,4 Ba
Gessagem	2,0 Ab	2,2 Ab	2,6 Aa	2,5 Aa
CV (%)	----- 11,8 -----			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula, na linha indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

* Bb: *B. brizantha* solteira; Bh: *B. humidicola* solteira; Bb + C: *B. brizantha* + Calopogônio; Bh + C: *B. humidicola* + Calopogônio

As fontes de cálcio foram influenciadas ($P < 0,05$) nas concentrações de enxofre nos sistemas estudados. Observa-se, na Tabela 5, que as maiores concentrações foram verificadas com aplicação de cálcio na fonte de gesso, mostrando aumento em relação à fonte de calcário e não aplicação de cálcio de 53 e 66% para a Bb, 83 e 100% para a Bh, 85 e 116% para a Bb + Cm; 78 e 127% para Bh + Cm, respectivamente. Isso pode ser explicado, devido à presença de 18,6% de enxofre na composição do gesso. Além disso, o gesso atua no fornecimento de cálcio ao sistema solo-planta, elevando as concentrações desse elemento na MS das forrageiras. Isso, provavelmente, é decorrente do enraizamento mais profundo, proporcionado pelo gesso e calcário, permitindo maior absorção de cálcio e enxofre nas camadas mais profundas (MESQUITA et al., 2002).

Comparando as forrageiras nos sistemas, as concentrações de enxofre foram maiores quando submetidas ao consórcio gramínea - leguminosa, diferenciando estatisticamente das gramíneas solteiras, independentes da fonte de cálcio utilizada. Delistoianov et al. (1992) relataram que a aplicação de gesso agrícola em pastagens consorciadas pode elevar as concentrações de enxofre em gramíneas tropicais. Mesquita et al. (2004), trabalhando com doses de calcário, fósforo e gesso na *B. decumbens* consorciada com Mineirão, verificaram aumentos nas concentrações de cálcio, potássio e enxofre na MS do estolozantes, resultando em melhoria no seu estado nutricional, o que pode ter contribuído para aumentar a porcentagem da leguminosa na pastagem.

CONCLUSÃO

As melhores alturas de plantas e desenvolvimento do sistema radicular foram verificadas na *B. brizantha* cv. Marandu solteira e consorciada com Calopogônio. A aplicação de cálcio na fonte de gesso resultou em maior produção de massa seca na *B. brizantha* cv. Marandu solteira e consorciada. A calagem promoveu maiores concentrações de cálcio e a gessagem maiores concentrações de enxofre no tecido foliar em todos os sistemas, sendo maiores nos consorciados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONFIM-DA-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1289-1297, 2006.
- CALEGARI, A. Uso de rotação de cultura em recuperação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1993, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993. p. 119-145.
- CARVALHO, F. G.; BURITY, H. A.; SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; SILVA, A. J. N. Produção de matéria seca e concentração de macronutrientes em *Brachiaria decumbens* sob diferentes sistemas de manejo na zona da mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 2, p. 101-106, 2006.
- DELISTOIANOV, J.; MATTOS, H. B.; MONTEIRO, J. A. Aplicação de fontes de fósforo e gesso em uma pastagem consorciada estabelecida em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Boletim da Indústria Animal**, v. 49, n. 2, p. 83-90, 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, RJ, 1997. 212 p.
- FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, 2003.
- GOMIDE, J. A.; COSTA, G. G.; SILVA, M. A. M. M. Adubação nitrogenada e consorciação do capim-colonião e capim-jaraguá: 2. composição mineral e digestibilidade da matéria seca dos componentes da mistura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 22-29, 1984.
- MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic, 1995. 874 p.

- MESQUITA, E. E.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; PEREIRA, O. G.; PINTO, J. C. Efeitos de métodos de estabelecimento de braquiária e estilosantes e de doses de calcário, fósforo e gesso sobre alguns componentes nutricionais da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2186-2196, 2002.
- MESQUITA, E. E.; FONSECA, D. M.; PINTO, J. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; PEREIRA, O. G.; VENEGAS, V. H. A.; MOREIRA, L. M. Estabelecimento de pastagem consorciada com aplicação de calcário, fósforo e gesso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 428-436, 2004.
- MIRANDA, C. H. B.; FERNANDES, C. D.; CADISH, G. Quantifying the nitrogen fixed by *Stylosanthes*. **Paturas Tropicales**, Cali, v. 21, n. 1, p. 64-69, 1999.
- MOREIRA, L. M.; FONSECA, D. M.; VÍTOR, C. M. T.; ASSIS, A. J.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; OBEID, J. A. Renovação de pastagem degradada de capim-gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 442-453, 2005.
- PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; ALVIM, M. J.; CARVALHO, M. M. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 421-426, 2003.
- PAULINO, V. T.; GERDES, L.; VALARINI, M. J.; FERRARI JUNIOR, E. Retrospectiva do uso de leguminosas forrageiras. In: PAULINO, V. T.; FERRARI JUNIOR, E.; GERDES, L. (Eds.). **Uso de leguminosas forrageiras**. Nova Odessa: IZ/APTA, 2006. v. 1, p. 1-47.
- ROSA, S. R. A.; CASTRO, T. A. P.; OLIVEIRA, I. P. Análise de crescimento em braquiária nos sistemas de Plantio solteiro e consórcio com leguminosas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, n. 1, p. 9-17, 2004.
- SOARES FILHO, C. V. Recomendação de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p. 25-48.
- SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1995. 20 p. (Circular técnica, 32).
- SOUZA, S. O.; SANTANA, J.; SHIMOYA, A. Comportamento de gramíneas forrageiras tropicais isoladas e em associação com leguminosas na região norte-fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1554-1561, 2002. Edição especial.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **Language and procedures**. Version 6. Cary, 1989.
- VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G.; MACEDO, M. C. M. **Calagem e adubação para pastagens: cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.
- WERNER, J. C.; HAAG, H. P. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. In: PASTAGENS: FUNDAMENTOS DA EXPLORAÇÃO RACIONAL, 1., 1994, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 87-126.