

SATURAÇÃO POR BASES COMO CRITÉRIO PARA RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM EM DUAS ESPÉCIES DE GRAMÍNEAS TROPICAIS¹

LINDA MONICA PREMAZZI², HERBERT BARBOSA DE MATTOS³

¹Recebido para publicação em 10/06/02. Aceito para publicação em 03/10/02.

²Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ,USP, Av. Pádua Dias, nº 11, Caixa Postal 09, 13419-900, Piracicaba, SP. E-mail: lindamp@terra.com.br.

³Instituto de Zootecnia, Professor visitante do Departamento de Produção Animal, ESALQ,USP, Av. Pádua Dias, nº 11, Caixa Postal 09, 13419-900, Piracicaba, SP.

RESUMO: Duas espécies de gramíneas tropicais foram submetidas a doses crescentes de saturação por bases com a finalidade de se determinar, sob condições de casa-de-vegetação, qual possibilita maior produção de massa seca. Foram estabelecidos quatro tratamentos ou, 10, 30, 50 e 70% de saturação por bases através da adição de óxidos de cálcio e magnésio correspondentes a 0; 1,2; 2,4 e 3,6 t calcário ha⁻¹. O delineamento foi inteiramente ao acaso com cinco repetições. O resultado da análise de solo aos vinte dias de incubação mostrou elevação nos valores de pH (4,1 a 5,2) e saturação por bases (13 a 56%), bem como diminuição nos teores de Al³⁺ (8,2 a 0,9 mmol_c dm⁻³) com a calagem. Houve efeito significativo da elevação da saturação por bases no solo, representado pelo aumento na produção de massa seca até valores de 43% para o cultivar Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu) e de 47% para o colômbio (*Panicum maximum* Jacq. cv. IZ-I). O efeito da calagem no aumento do perfilhamento ocorreu até o valor de 37% de saturação por bases para o colômbio no primeiro corte. Predominou aumento na quantidade total de nitrogênio acumulada pela parte aérea das plantas em função dos tratamentos.

Palavras-chave: calagem, saturação por bases, cv. Marandu, colômbio, gramínea tropical.

PERCENT BASE SATURATION AS A LIMING RECOMMENDATION CRITERIA FOR TWO TROPICAL GRASSES

ABSTRACT: Two tropical grass species under increasing percent base saturation were grown in greenhouse in order to be determined the ratio on which best response is reached on dry matter yield basis. The four percent base saturation rates were 10, 30, 50 and 70%, provided by an addition of calcium and magnesium oxides equivalent to 0; 1,2; 2,4 and 3,6 t ha⁻¹ of lime, with five replicates. A complete random design for statistical analysis was used. Soil analysis at the 20th day showed an increase in pH values and percent base saturation and a decrease in Al³⁺ values due to liming. There was a significant effect of increasing percent base saturation represented by an increasing of dry matter up to 43% for Marandu grass (*Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu) and up to 47% for guinea grass (*Panicum maximum* Jacq. cv. IZ-I). The effect of liming in increasing tillering occurred up to 37% of percent base saturation for guinea grass in the first cutting. There was a predominance in increasing of total quantity of nitrogen by aerial parts due to the treatments.

Key words: liming, basic cation saturation ratio, Marandu grass, guinea grass, tropical grasses.

INTRODUÇÃO

As diferentes espécies de plantas apresentam respostas distintas frente à acidez do solo, caracterizando-se como mais ou menos tolerantes e responsáveis ou não à correção de acidez.

Para a determinação da necessidade de calagem para culturas no Estado de São Paulo, tem sido recomendado o critério de elevação no valor da saturação por bases (V%) (RAIJ *et al.*, 1985). Esse critério baseia-se na elevação da soma de bases trocáveis ($S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$), em relação à CTC do solo ($S + H + Al^{3+}$), a um valor adequado para cada cultura. Sabendo-se ainda que existe uma correlação positiva entre pH e V% (CATANI e GALLO, 1955; RAIJ *et al.*, 1968), relação esta tão estreita, que falar em elevar a saturação por bases significa aumentar o pH do solo (RAIJ, 1983).

Por esse critério, a necessidade de calagem é estabelecida fundamentalmente pela diferença entre a saturação por bases (V%) característica do solo e o desejado para determinada cultura. Em culturas forrageiras, o V% a ser adotado para esse cálculo necessita ser estabelecido para cada espécie em particular, possibilitando então a adoção desse critério para determinação da necessidade de calagem.

O cultivar Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu) tem sido recomendado para a região do cerrado de média à boa fertilidade (EMBRAPA, 1985). O cultivar responde bem à adubação fosfatada, porém, apresenta boa tolerância a altos teores de alumínio e manganês no solo, não respondendo significativamente à calagem. A aplicação de calcário seria então recomendada somente como fornecedor de Ca e Mg.

Em experimento realizado em Carimagua (CIAT, 1981), foi observado sob condições de estresse de alumínio e fósforo (95% de saturação por alumínio e teor de P menor que 2 mg dm^{-3}) que a *B. humidicola* 679, *B. brizantha* 665 e *B. decumbens* 664 e 6012 produziram uma quantidade significativamente maior de massa seca que *P. maximum* 604 e *B. ruziziensis* 664. O rendimento de *B. brizantha* 665 foi afetado quando de 86% de saturação por alumínio enquanto que a *B. decumbens* 664 e *P. maximum* 604 foram afetados quando de 82% de saturação por alumínio.

As necessidades de Ca associadas com 80% da produção máxima de forrageiras foram estabelecidas experimentalmente (CIAT, 1982a), observando-se como requerimentos críticos externos (kg Ca ha^{-1}) os valores de 50, 100 e 100 para a *B. humidicola*, *B. decumbens* e *B. brizantha*, respectivamente. Como requerimentos críticos internos (%) foram obtidos para *B. humidicola* os valores de 0,22 e 0,25, para *B. decumbens* 0,37 e 0,30 e para *B. brizantha* 0,37 e 0,32 analisando-se a época das chuvas e época das secas, respectivamente. Em estudo semelhante (CIAT, 1982b), comparando-se requerimentos externos (kg ha^{-1}) de nutrientes para o estabelecimento de *B. brizantha* 665 e *P. maximum* 604, foram observados os valores de 100 e 250 kg ha^{-1} para necessidades em Ca e 12 e 15 kg ha^{-1} para Mg, respectivamente (valores críticos associados com rendimento máximo de 80%).

Respostas lineares à calagem até doses de 930 kg ha^{-1} de calcário em solo franco arenoso foram observadas para o cultivar Marandu (CIAT, 1989). Por outro lado, FERNANDES* (1989) observou tendência a decréscimo na produção de massa seca quando a *B. brizantha* foi submetida a valores de 60% de saturação por bases ($1,8 \text{ t de calcário ha}^{-1}$), quando o pH variou nas camadas de 0-10 cm e de 10-20 cm, de 4,4 e 4,5 para o tratamento sem calagem e 4,7 e 4,6 para o tratamento com calagem, respectivamente.

PAULINO *et al.* (1994) observaram que o cultivar Marandu respondeu positivamente e de forma linear (quando maiores doses de P foram utilizadas) à calagem, em termos de produção de massa seca, quando os níveis de calcário utilizados foram de 0; 1,0 e $2,0 \text{ t ha}^{-1}$. Os maiores acúmulos de proteína bruta (PB) na parte aérea foram verificados no nível intermediário de calagem ($1,0 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário), observando-se para as concentrações de PB uma variação inversa com relação ao crescimento das plantas, encontrando-se teores menores nos tratamentos onde foi observado maior crescimento.

Em relação ao colônio (*Panicum maximum* Jacq.), WERNER *et al.* (1967), testaram os seguintes tratamentos: completo (pH final de 6,5), completo menos Ca e Mg (pH final de 5,18) e completo mais aplicação de $\frac{1}{4}$ das doses de Ca e Mg (pH final de 5,4). Produções superiores foram observadas para os tratamentos "menos Ca e Mg" e " $\frac{1}{4}$ das doses de Ca e Mg" (110 e 106%, respectivamente) em relação ao

* FERNANDES, J.F.- comunicação pessoal (1989)

tratamento completo (100%), com diferenças significativas entre os tratamentos "completo" e "completo menos Ca e Mg". Em relação ao perfilhamento, observou-se nos tratamentos "menos Ca e Mg" e "¼ das doses de Ca e Mg" maior número de perfilhos/vaso e menor peso de cada perfilho em relação ao tratamento completo. A concentração de nitrogênio na massa seca foi superior no tratamento completo.

WERNER *et al.* (1979), estudando os efeitos da calagem em capim-colonião já estabelecido, com aplicação de 0; 1,5 e 3,375 t calcário ha⁻¹ (que elevaram o pH a 4,63; 4,85 e 5,10, respectivamente), observaram no primeiro ano, diminuição não significativa da produção de massa seca (6,3 e 9,0%) para as doses de 1,5 e 3,375 t calcário ha⁻¹ em relação ao tratamento sem calagem. No segundo ano o efeito depressivo da calagem na produção de massa seca foi explicado por uma regressão linear significativa. No terceiro ano nenhum efeito da produção foi atribuído à calagem. Os dados de proteína total (kg ha⁻¹) seguiram o mesmo padrão observado para a produção de massa seca.

CHEW *et al.* (1980), estudando o comportamento de *Guinea grass* cultivares Sigor e Colonoa sob quatro doses de calcário (0; 3,0; 6,0 e 12,0 t de calcário ha⁻¹), observaram durante os três anos do experimento que a produção de massa seca foi explicada por uma relação quadrática com a calagem atingindo o máximo a pH 4,2 (12 t calcário ha⁻¹). Esse resultado foi mais efetivo no primeiro ano, tendo sido observado um declínio no pH no 2º e 3º anos do experimento. No 3º ano nenhum cultivar respondeu a doses de calcário mais altas que 6,0 t calcário ha⁻¹ (pH 3,81).

GUTERRES e GOMES (1982), estudando o efeito de calcário (0 e 2,5 t calcário ha⁻¹) em um solo com pH 5,0, observaram que estas doses de calcário não influenciaram significativamente a produção de massa seca, proteína bruta (kg ha⁻¹) e concentração de proteína (g kg⁻¹) do *P. maximum* Jacq. cv. Gatton, embora tivesse ocorrido uma tendência a aumento de produção.

O efeito residual do calcário, após um período de dez anos de aplicação de diversas doses de fósforo e de calcário (0 e 4000 kg ha⁻¹ de calcário) foi estudado pelo CIAT (1984) e observou-se uma tendência à resposta positiva na produção de massa

seca de *P. maximum* cv. Makueni, entre as duas doses de calcário aplicadas.

GOMIDE *et al.* (1986), estudando os efeitos da aplicação de calcário no estabelecimento e produção de capim-colonião em um solo de cerrado de pH 5,4, com aplicação de 650 kg ha⁻¹ de calcário, observou que a incorporação de calcário antes do plantio reduziu significativamente o rendimento de massa seca no primeiro corte, mas o favoreceu significativamente no segundo ano de avaliação (total de três cortes), tendo sido observadas médias de 5.716 e 6.085 kg MS ha⁻¹ para os tratamentos sem calcário e com calcário incorporado, respectivamente.

CRUZ *et al.* (1994) estudaram o cultivar Marandu, o capim-Aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana) e o capim-andropógon (*Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina) sob os valores de saturação por bases 4, 20, 36, 52, 68 e 84%, avaliando a produção de quatro cortes. Considerando os dados de produção relativa das gramíneas, consideradas em conjunto, observou-se que os valores de V% de 49 e 73% estiveram associados à produção relativa de 90 e 100% para estas forrageiras. Os autores recomendam então a prática da calagem na formação da pastagem quando o índice de saturação por bases for inferior a 50%, de forma a elevar este valor a 70%.

CARRIEL *et al.* (1995) estudaram os efeitos de quatro doses de calcário dolomítico (0; 1,2; 2,4 e 3,6 t ha⁻¹) em capim-colonião, as quais corresponderam a valores de pH em água de 4,5; 5,0; 5,4 e 5,9, respectivamente. Observou-se que a produção de massa seca da parte aérea no primeiro corte diminuiu com a aplicação das doses de calcário. Por ocasião do segundo corte, contudo, observou-se aumento linear da produção de massa seca, sendo que a dose mais alta de calcário proporcionou aumento de 23% nessa variável, quando comparado com a ausência de calcário. O efeito significativo da calagem no número de perfilhos por vaso só foi observado no primeiro corte, sendo este efeito linear.

SENGIK *et al.* (1996) estudaram o efeito de diferentes saturações por bases (40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%) na produção de massa seca do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia). Observou-se com o aumento do V% uma redução linear nos valores de massa seca do capim-Tanzânia, com a maior produção constatada no tratamento tes-

temunha, sem calcário, com V% igual a 24,5%, a qual manteve-se quase constante até o V% de 60%.

O objetivo deste trabalho é determinar para o cultivar Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu) e colômbio (*Panicum maximum* Jacq. cv. IZ-1), em condições de casa-de-vegetação, qual o valor de saturação por bases que permite máxima produção de massa seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa-de-vegetação no Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, em vasos, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. As espécies forrageiras estudadas foram o cultivar Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu) e colômbio (*Panicum maximum* Jacq. cv. IZ-1).

Cada espécie foi submetida a quatro tratamentos com cinco repetições, em delineamento experimental inteiramente ao acaso. Os tratamentos foram definidos pela elevação da saturação por bases (V%), onde:

Tratamento A: solo original

Tratamento B: 30%

Tratamento C: 50%

Tratamento D: 70%

O solo utilizado foi coletado a uma profundidade de 0-20 cm, que foi em seguida seco à sombra e peneirado. A análise de fertilidade do solo revelou

os seguintes resultados: pH em $\text{CaCl}_2=4,0$; $\text{P}=4,0$ mg dm^{-3} ; matéria orgânica= $20,0$ g dm^{-3} ; $\text{K}^+=0,7$; $\text{Ca}^{2+}=4,3$; $\text{Mg}^{2+}=1,1$; $\text{H}+\text{Al}=46$; $\text{Al}^{3+}=8,3$; soma de bases trocáveis= $6,0$; CTC= 52 (concentrações expressas em $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) e $\text{V}\% =12$.

A elevação da saturação por bases foi realizada com a aplicação de uma mistura dos óxidos de cálcio (CaO) e magnésio (MgO) p.a. As quantidades de óxidos adicionados e as correspondentes quantidades de calcário aplicadas nos tratamentos estão apresentadas no Quadro 1.

A fórmula utilizada para determinação da necessidade de calcário encontra-se a seguir (QUAGGIO, 1983, modificada para CTC em $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$):

$$\text{NC} = \frac{(\text{V}_2 - \text{V}_1) \cdot \text{CTC}}{10 \cdot \text{PRNT}}$$

onde,

NC pode ser expressa em toneladas de calcário ha^{-1} ou eq. mg CaCO_3 100cm^{-3} de solo.

Para o ensaio utilizaram-se vasos com capacidade de 5,5 kg de solo. As quantidades de solo foram colocadas em sacos plásticos, onde foram acrescentados os óxidos correspondentes aos tratamentos. Seguiu-se uma agitação manual por cinco minutos. Cada unidade foi então acondicionada no interior de vasos previamente impermeabilizados com neutrol. Em seguida foi feita a adição de água deionizada em um vaso isolado para se estimar o volume necessário para que o solo atingisse a capa-

Quadro 1. Quantidades de óxidos de Ca e Mg e a correspondente quantidade de calcário aplicada aos tratamentos.

TRATAMENTOS	CaO	MgO	Calcário
	-----g/vaso-----		t ha^{-1}
A	0,0	0,0	0,0
B	0,7392	0,4224	1,20
C	1,4784	0,8448	2,40
D	2,2176	1,2672	3,60

cidade de campo. A quantidade determinada (900 mL) foi então adicionada aos vasos do experimento. Os vasos foram cobertos com lona plástica e mantidos em incubação por um período de 45 dias.

Na fase inicial de incubação (que variou de 20 a 25 dias), os vasos receberam reposição semanal das perdas de água ocorridas no período. Para isso alguns vasos previamente marcados eram pesados semanalmente e a perda média de peso observada em relação ao peso no início de incubação constituiu base para cálculo de reposição.

Com a finalidade de se avaliar a efetividade da adição dos óxidos na elevação da saturação por bases, amostras de solo compostas, correspondentes aos tratamentos A, B, C e D foram retiradas aos vinte dias de incubação.

O plantio foi realizado em 20.01.89 com as sementes colocadas em sulcos rasos (aproximadamente 1,5 cm) e cobertas com terra. O número de sementes colocadas objetivou um stand de 20 plântulas por vaso. Após o plantio foram adicionados 100 ml de água deionizada por vaso com a finalidade de facilitar a distribuição posterior dos adubos. As doses de nutrientes aplicados no plantio em kg ha^{-1} e os respectivos reagentes analíticos (p.a.) foram: P=60 e K=75,0 (KH_2PO_4); S=40,0 (Na_2SO_4); Zn=2,00 (ZnSO_4); Cu=2,00 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$); B=0,5 (H_3BO_3); Mo=0,20 ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); N=50,0 ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$). A adubação nitrogenada foi feita com as plantas já em início de desenvolvimento vegetativo, com 12 dias de crescimento.

Ao longo do período inicial de desenvolvimento das plântulas, foram realizados desbastes até um stand final de cinco plantas por vaso. Para o cultivar Marandu este stand estabeleceu-se com 17 dias e para o colômbio com 19 dias de crescimento.

Após o primeiro corte das forrageiras foi realizada uma adubação empregando-se as seguintes doses de nutrientes (em kg ha^{-1}) e os respectivos reagentes analíticos (p.a.): N=75,0 ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$); K=50,0 (KCl); K=70 e N=25 (KNO_3). Foi realizada uma adubação adicional com nitrogênio para o colômbio na dose de 50,0 kg ha^{-1} , utilizando-se como fonte $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$.

A cada corte foi realizada a contagem do número de perfilhos por planta. A avaliação desta variá-

vel foi expressa posteriormente como número médio de perfilhos/planta/vaso.

Foram realizados dois cortes para cada espécie, sendo o primeiro realizado com 28 dias e o segundo com 27 dias de crescimento. No primeiro corte procurou-se manter intacto o meristema apical, estabelecendo-se 4,0 cm de altura de corte para o cultivar Marandu e 6,0 cm para o colômbio.

No primeiro e segundo cortes determinou-se o peso seco (massa seca) (estufa a 65°C por 48 h) da parte aérea das plantas. No segundo corte as raízes foram lavadas em água corrente e água destilada. Após isto, seguiram para determinação do peso seco (MS) (estufa a 65°C por 48 h).

As amostras da parte aérea foram moídas em micromoinho (2mm) para determinação da concentração de nitrogênio. O nitrogênio foi determinado por titulação pelo método de micro Kjeldahl (SARRUGE e HAAG, 1974), após a digestão sulfúrica do material vegetal. A quantidade total de nitrogênio da parte aérea corresponde ao produto da massa seca da parte aérea pela concentração de nitrogênio no mesmo tecido.

Aos vinte dias de incubação e para cada espécie, foram retiradas amostras compostas de solo relativas aos tratamentos A, B, C e D. Nessas amostras procedeu-se à determinação de macronutrientes, H+Al, Al^{3+} , matéria orgânica e pH.

A matéria orgânica foi extraída via úmida e determinada colorimetricamente. A determinação do pH foi feita em solução de CaCl_2 0,01M. O H+Al ou acidez potencial foi determinada através da solução tampão SMP. O P foi extraído pelo método de resina trocadora de íons e determinado colorimetricamente pelo método do molibdato azul. O Ca, Mg e K foram extraídos por resina trocadora de íons, sendo o Ca e Mg determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o K por espectrofotometria de emissão (RAIJ *et al.*, 1987). O alumínio trocável foi extraído por solução KCl 1N e determinado colorimetricamente pelo método do Aluminon (CAMARGO *et al.*, (1986) modificado pela adição de CaCl_2 e HCl).

Os resultados de análise de solo, produção de massa seca (MS) da parte aérea e sistema radicular, quantidade total de nitrogênio da parte aérea e nú-

mero médio de perfilhos/planta /vaso foram realizadas através de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado obtido na análise de solo realizado aos vinte dias de incubação está apresentado no Quadro 2.

Os resultados mostram a efetividade dos tratamentos na correção de acidez do solo, representada por elevação na saturação por bases (V%), nos valores de pH e soma de bases, bem como diminuição na acidez potencial do solo (H+Al) e teores de Al³⁺. Os efeitos citados acima são confirmados com alguma variação quanto aos parâmetros analisados por VARGAS e DOBEREINER (1974), SANZONOWICZ e VARGAS (1980); MONTEIRO *et al.* (1983) e COLOZZA e WERNER

(1984).

Como se pode observar, os valores de V% obtidos com a calagem não corresponderam ao proposto nos tratamentos C e D. Assim estabeleceu-se a seguinte equação de regressão entre os valores de V% propostos (X) e os obtidos com a calagem (Y):

$$Y = 6,65 + 0,715X$$

Esta equação permite uma correção dos dados calculados (pontos de máximo e mínimo) a partir dos valores 10, 30, 50 e 70% de saturação por bases, para os valores obtidos na condição experimental. A partir do tratamento B já ocorreu neutralização do Al³⁺ abaixo de um nível considerado tóxico ou crítico (5 mmol_c dm⁻³) para solos cultivados com pastagem (WERNER, 1977).

Quadro 2. Resultado da análise química do solo realizada aos vinte dias de incubação. Amostras compostas de cada tratamento

Tratamentos	pH	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	H+Al	CTC	Al ³⁺	V	m ¹
		-----mmol _c dm ⁻³ -----							----%----	
A	4,1	0,7	3,8	1,2	6,0	39	45	8,2	13	33
B	4,4	0,7	7,5	4,2	12	31	43	4,2	29	25
C	4,8	0,8	12,1	6,7	20	26	46	1,9	43	8
D	5,2	0,7	14,6	9,7	26	20	45	0,9	56	3
Reg. Linear	*(0,99) ²	n.s.	n.s.	*(0,99)	*(0,99)	*(0,99)	n.s.	*	*(0,99)	n.s.
Reg. Quad.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*(0,99)	n.s.	n.s.

Nível de significância = 5% (*=significativo; n.s.=não significativo).

¹Calculado pela fórmula $100 \cdot \text{Al}^{3+} / (\text{S} + \text{Al}^{3+})$.

²Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação r² para a equação.

A discordância entre os valores de V% propostos e os encontrados após a incubação do solo também foi obtida por CRUZ *et al.* (1994). Estes autores observaram, na análise de solo realizada após o período de incubação de 40 dias, que o índice de saturação por bases correspondeu ao esperado até o V%=52% (quando foram propostos os valores de saturação por bases de 4, 20, 36, 52, 68 e 84%) o mesmo não ocorrendo em relação aos tratamentos em que se objetivou V%= 68 e 84%, os quais alcan-

çaram os valores ao redor de 60 e 69%, respectivamente. Neste trabalho, contudo, foram utilizados recipientes com orifícios no fundo. GUIMARÃES (2000) observou também diferenças quanto ao V% proposto e o V% obtido após a incubação do solo e atribuiu estas diferenças a alterações observadas também na CTC do solo com a calagem. Ao utilizar um valor médio das CTC obtidas para cálculo do V% os valores de saturação atingidos e os propostos ficaram mais próximos.

Cultivar Marandu

Para o cultivar Marandu não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a produção de massa seca no primeiro corte e sistema radicular. Considerando o segundo corte e a produção total (soma do primeiro e segundo cortes), acréscimos de produção de massa seca foram obtidos até os valores de 47 e 43% de saturação por bases respectivamente, como pode ser observado na Figura 1.

A resposta da *B. brizantha* à correção da acidez do solo pode estar associada a uma diminuição na saturação por alumínio (CIAT, 1981). Neste experimento, acréscimos de produção de massa seca total foram obtidos quando a saturação por alumínio variou de 33 para 8 (valores correspondentes aos tratamentos A e C, respectivamente), como se observa no Quadro 2.

Esta associação não justifica, contudo, os aumentos de produção observados, já que ocorreram outras alterações nas condições de fertilidade do solo (adição de Ca^{2+} e Mg^{2+}) com a calagem. Além disso, as espécies do gênero *Brachiaria* são consideradas plantas tolerantes à acidez e ao Al (Arruda (1982), citado por PEREIRA, 1987).

Acréscimos de produção de massa seca do cultivar Marandu, representado por acréscimos lineares em função das doses de calcário aplicadas, estão também presentes na literatura (CIAT, 1989; PAULINO *et al*, 1994). A existência de um limite de resposta, observado para a *B. brizantha* com elevação na saturação por bases, foi confirmado por FERNANDES* que observou pequenos decréscimos na produção de massa seca quando a saturação por bases variou de 39-40% para 60%. Entretanto a análise de solo, realizada ao terceiro corte ou seis meses após a calagem, indicou valores de 43-44% de saturação por bases neste solo.

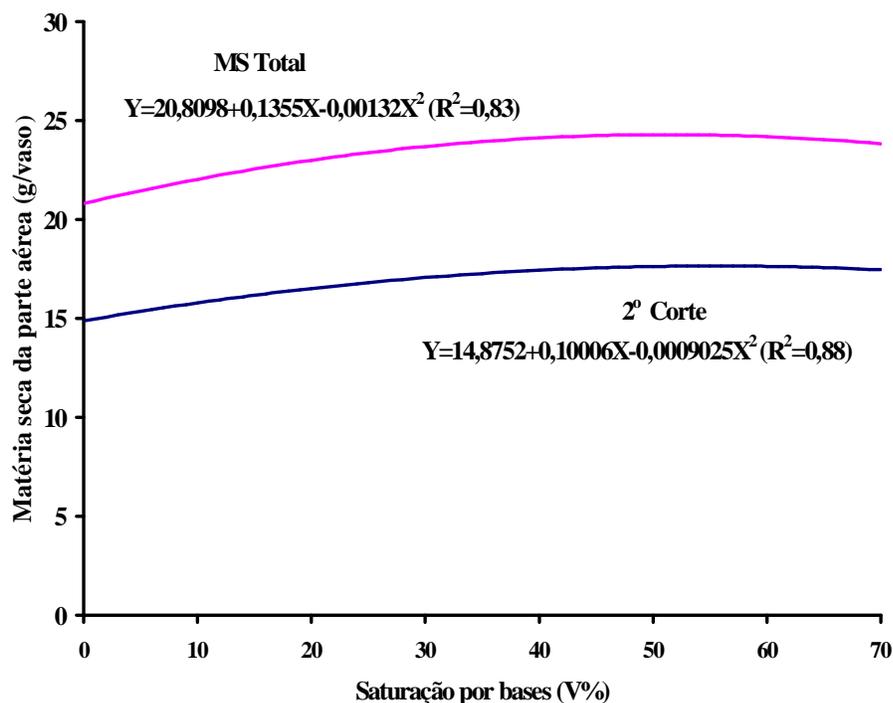


Figura 1. Produção de massa seca da parte aérea do cultivar Marandu, no segundo corte e produção total, em função da saturação por bases

*FERNANDES, F.M. - comunicação pessoal

Colonião

Para o colonião os acréscimos significativos de produção de massa seca em função dos tratamentos foram representados por regressões quadráticas, no primeiro e segundo cortes e produção total, como se observa na Figura 2. Tais produções atingiram o máximo no valor de 47% de saturação por bases. Não houve efeito da adição dos óxidos na produção de massa seca de raízes.

O limite de resposta à correção de acidez do solo observada para o colonião, neste experimento, tam-

bém foi observado por CHEW *et al.* (1980), que obtiveram máxima produção a um pH 4,2. De acordo com essa tendência, efeitos depressivos da calagem na produção de massa seca do colonião foram obtidos por WERNER *et al.* (1979) a partir de um pH 4,85 e por WERNER *et al.* (1967) quando o pH foi elevado de 5,18 para 6,5. Referências na literatura indicam ainda ausência de efeito do calcário na produção de massa seca do colonião, como foi observado por GUTERRES e GOMES (1982) em um solo de pH 5,0. GOMIDE *et al.* (1986), em um solo de pH 5,4, observaram uma redução na produção de massa seca no primeiro corte da forragem, favorecendo a produção no segundo ano de cultivo.

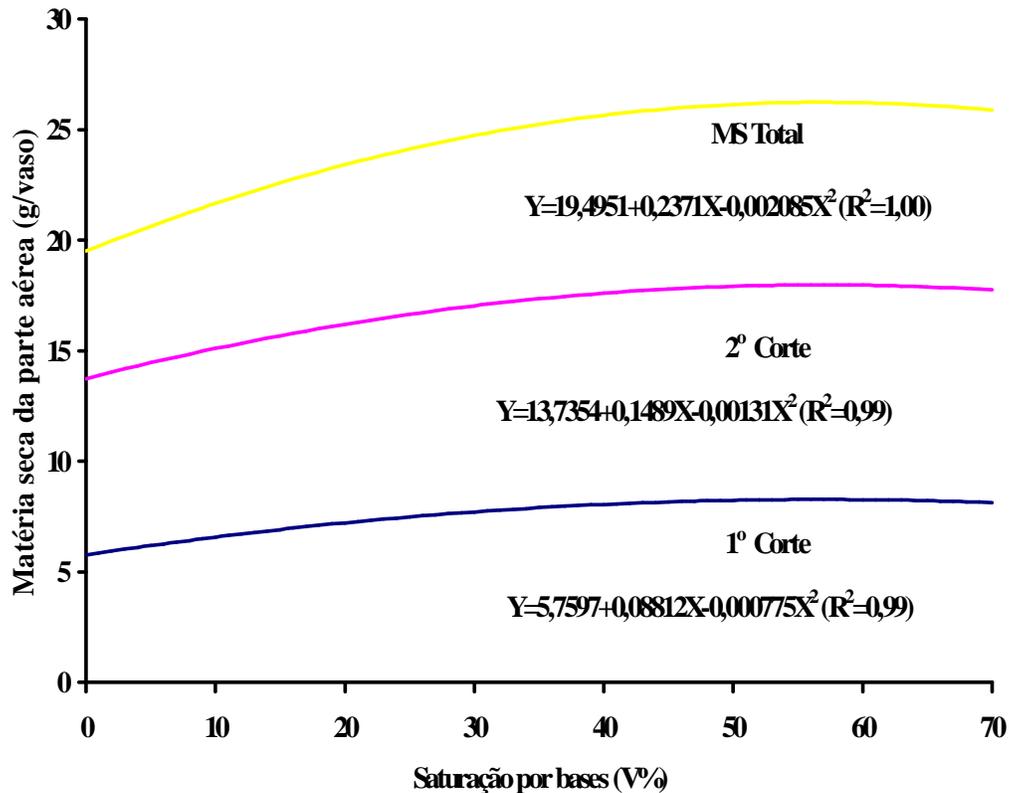


Figura 2. Produção de massa seca da parte aérea do colonião cv. IZ-1, no primeiro e segundo cortes e produção total, em função da saturação por bases

Foi observado aumento significativo no número médio de perfilhos/planta/vaso com a elevação da saturação por bases para o colômbio no primeiro corte. O efeito foi representado por regressão quadrática, como mostra a Figura 3, obtendo-se o máximo número médio de perfilhos/planta/vaso no valor de 37% de saturação por bases.

A resposta ao perfilhamento da planta, limitada às mais altas quantidades de calcário adicionadas, encontra confirmação pelo trabalho de WERNER *et al.* (1967). Os autores observaram diminuição no número de perfilhos de 29 para 28 e 24 quando o pH variou de 5,28 para 5,4 e 6,25, respectivamente. CARRIEL *et al.* (1995) encontraram efeito sig-

nificativo da calagem (pH em água de 4,5; 5,0; 5,4 e 5,9) representado por aumentos lineares no número de perfilhos por vaso somente no primeiro corte da forragem. A influência positiva da calagem no perfilhamento pode advir da adição de cálcio que atua nos pontos de crescimento da planta ou meristemas.

O número médio de perfilhos/planta/vaso no primeiro corte esteve ainda correlacionado, embora a um baixo coeficiente (0,53) à produção de massa seca no primeiro corte. Um maior número de perfilhos esteve também associado à maior produção de massa seca, quando se compararam pHs 5,18 e 6,25 no trabalho de WERNER *et al.* (1967).

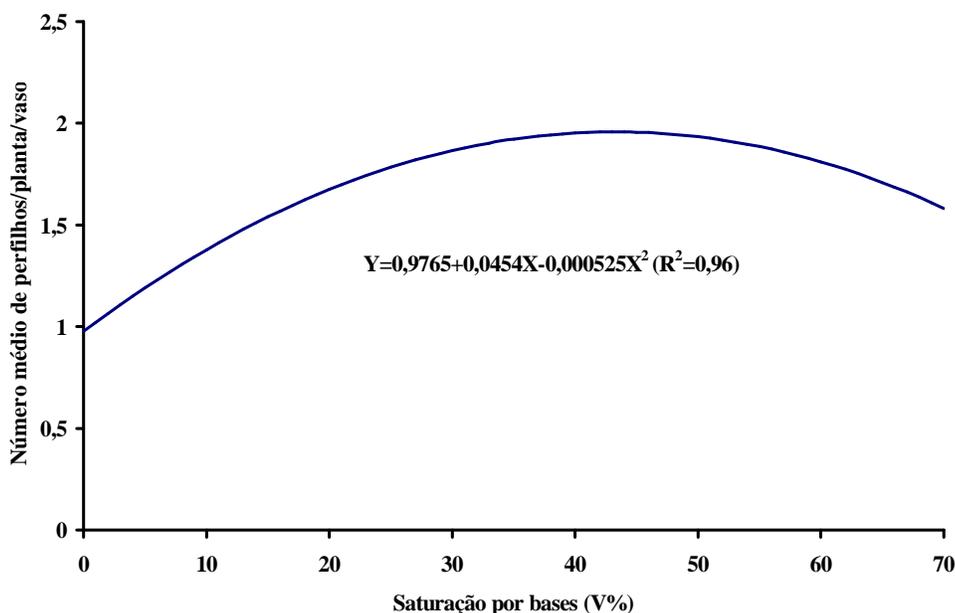


Figura 3. Perfilhamento do colômbio cv. IZ-1 no primeiro corte em função da saturação por bases

Quantidade Total de Nitrogênio

Os efeitos do aumento da saturação por bases na quantidade total de nitrogênio na parte aérea estão representados nas Figura 4 para o cultivar Marandu e na Figura 5 para o colômbio.

Observaram-se aumentos lineares na quantidade total de nitrogênio considerando o segundo corte e a quantidade total acumulada nos dois cortes para o cultivar Marandu (Figura 4). PAULINO *et al.* (1994) observaram que os maiores acúmulos de pro-

teína bruta (PB) na parte aérea foram verificados na aplicação de $1,0 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário (quando foram testados as doses de 0; $1,0$ e $2,0 \text{ t ha}^{-1}$), observando-se para as concentrações de PB uma variação inversa com relação ao crescimento das plantas.

Para o colômbio, no primeiro corte, foi observado um decréscimo inicial na quantidade total de nitrogênio, a qual atingiu o valor mínimo em 26% de saturação por bases, a qual elevou-se em seguida. A quantidade total de nitrogênio acumulada, considerando-se esta forrageira, aumentou seguindo

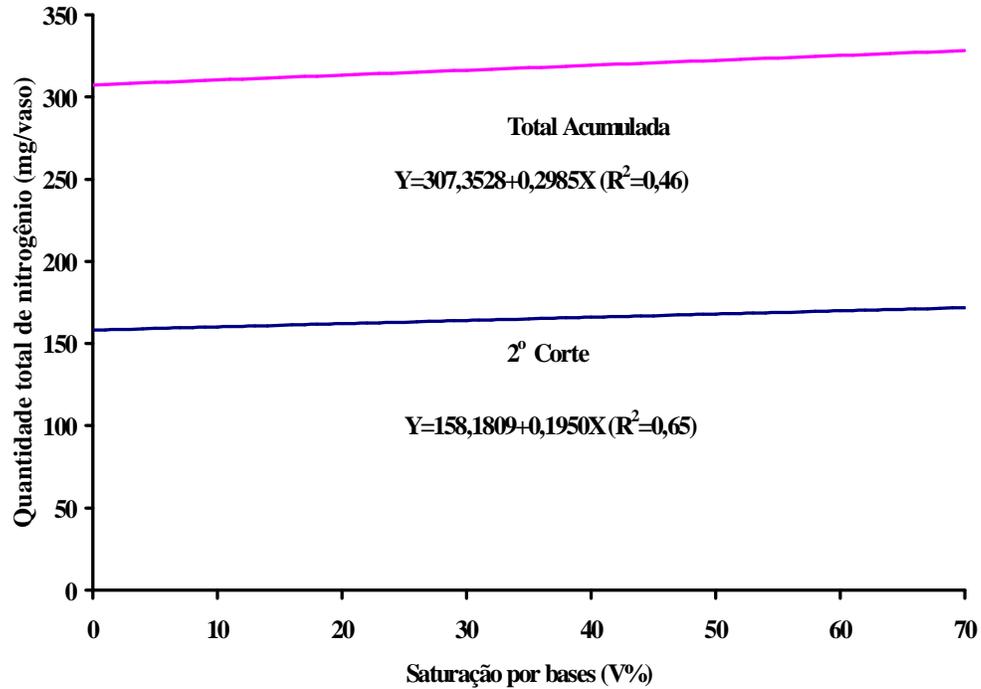


Figura 4. Quantidade total de nitrogênio do cultivar Marandu, no segundo corte e total acumulado nos dois cortes, em função da saturação por bases

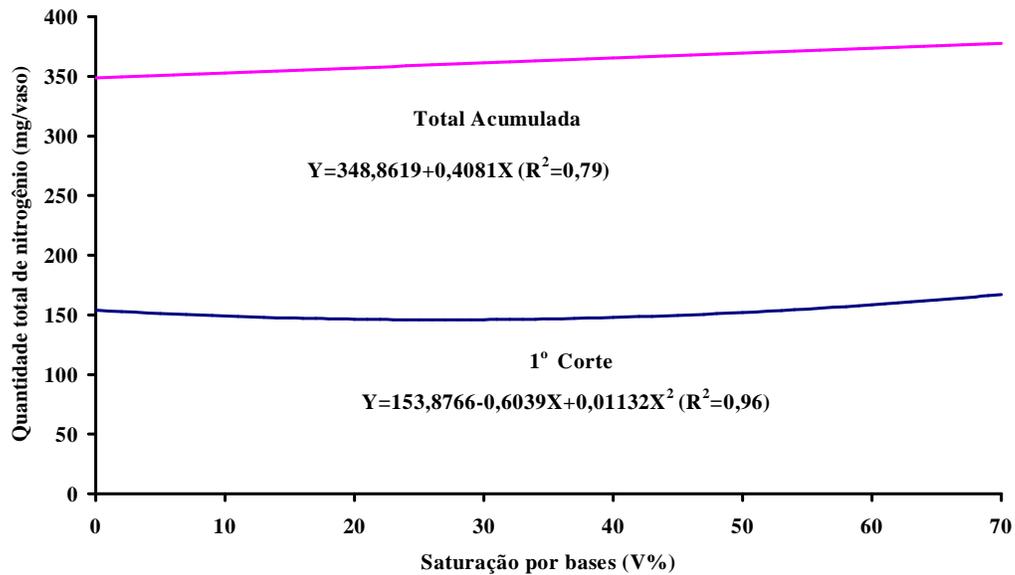


Figura 5. Quantidade total de nitrogênio do colônio cv. IZ-1, no primeiro corte e total acumulado nos dois cortes, em função da saturação por bases

um modelo linear em função dos tratamentos (Figura 5).

Para estas espécies pode-se considerar que o aumento na quantidade total de nitrogênio na parte aérea está em função das melhorias nas condições de crescimento promovidas com a calagem.

CONCLUSÕES

As máximas produções de massa seca foram obtidas quando a saturação por bases no solo atingiu 43% para o cultivar Marandu e a 47% para o colômbio;

Predominou aumento na quantidade total de nitrogênio acumulada pela parte aérea das plantas com os aumentos das doses de calcário.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- CAMARGO, O.A. de, MONIZ, A.C., JORGE, J.A., *et al.* Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas: IAC, 1986. 94p. (Boletim técnico, 106).
- CARRIEL, J.M., MONTEIRO, F.A., COLOZZA, M.T. Calagem num podzólico vermelho-amarelo para o cultivo de três gramíneas forrageiras. B. Indust. anim., Nova Odessa, v.52, n.1, p.1-8, 1995.
- CATANI, R.A., GALLO, J.R. Avaliação da exigência de calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre pH e a porcentagem de saturação em bases. R. agric., Piracicaba, v.30, n.1/3, p.49-60, 1955.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Programa de Pastos Tropicales: Informe 1980. Cali: CIAT, 1981. p. 57-68.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe anual: Programa de Pastos Tropicales 1981. Cali: CIAT, 1982a. p.171-194.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL Informe CIAT 1982. Cali: CIAT, 1982b. p. 67-93.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Programa de Pastos Tropicales: Informe anual 1982. Cali: CIAT, 1984. p.279-289.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe anual 1988: Pastos Tropicales. Cali: CIAT, 1989. p.13.1-13.10. (Documento de Trabajo, 59).
- CHEW, W.Y., WILLIAMS, C.N., ISMAIL, L., *et al.* Effects of liming and soil pH on guinea grass (*Panicum maximum*) in Malaysian tropical oligotrophic peat. Exp. Agric., Cambridge, v.16, n.3, p. 263-267, 1980.
- COLOZZA, M.T., WERNER, J.C. Aplicação de nutrientes em três leguminosas forrageiras cultivadas num solo da região do Vale do Ribeira. Zootecnia, Nova Odessa, v.22, n.4, p.327-353, 1984.
- CRUZ, M.C.P da, FERREIRA, M.E., LUCHETTA, S. Efeito da calagem sobre a produção de matéria seca de três gramíneas forrageiras. Pesq. Agrop. bras., Brasília, v.29, n.8, p.1303-1312, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande, 1985. 31p.
- GOMIDE, J.A., ZAGO, C.P., RIBEIRO, A.C., *et al.* Calagem, fontes e níveis de fósforo no estabelecimento e produção de capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq) no cerrado. R. Soc. Bras. zoot., Viçosa, MG, v.15, n.3, p. 241-246, 1986.
- GUIMARÃES, G.F.P.B. Avaliação de quatro forrageiras tropicais cultivadas em dois solos da Ilha de Marajó-PA submetidos a crescentes saturações por bases. Piracicaba, 2000. 197f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GUTERRES, E.P. e GOMES, D.B. Efeitos do calcário e da adubação nitrogenada em *Panicum maximum* Jacq. cv. Gatton. An. Tec. do Instit. Pesq. Zoot. “Francisco Osório”, Porto Alegre, v.9, p. 285-301, 1982.
- MONTEIRO, F. A., MALAVOLTA, E., WERNER, J.C. Efeitos da aplicação de micronutrientes e de níveis de calagem em leguminosas forrageiras. 1. Soja-perene Tirano e siratro cultivado em vasos. B. Indust. anim., Nova Odessa, v.40, n.1, p. 97-126, 1983.
- PAULINO, V.T., COSTA, N. de L., LUCENA, M.A.C. de, *et al.* Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú a calagem e a fertilização fosfatada em um solo ácido. Past. Trop., Cali, v.16, n.2, p.34-40, 1994.
- PEREIRA, J.P. Adubação de capins do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIÁRIA, Nova Odessa, 1986. Anais...Nova

- Odessa, Instituto de Zootecnia, 1987, p. 117-195.
- QUAGGIO, J.A. Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1983. 76f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. 2ed. Piracicaba: Instituto da Potassa, 1983, 142p.
- RAIJ, B. van. SACCHETTO, M.T.D., IGUE, T. Correlações entre pH e grau de saturação em bases nos solos com horizontes B textural e horizonte B latossólico. Bragantia, Campinas, v.27, n.17, p.193-200, 1968.
- RAIJ, B. van., QUAGGIO, J.A., CANTARELLA, H. *et al.* Análise química de solo para fins de fertilidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- RAIJ, B. van, SILVA, N.M. da, BATAGLIA, O.C., *et al.* Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1985. 107p. (Boletim técnico, 100).
- SANZONOWICZ, C. e VARGAS, A.A.T. Efeito do calcário e do potássio na produção e na composição química de *Stylosanthes guianensis* em um Latossolo Vermelho Escuro de cerrado. R. bras. ci. do solo, Campinas, v.4, p.165-169, 1980.
- SARRUGE, J.R. e HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: Livrocere, 1974. 55p.
- SENGIK, E., MACHADO, A.O., CECATO, U., *et al.* Efeito de diferentes valores por saturação de bases da terra na produção de matéria seca do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) e do milho (*Zea mays*). Revista UNIMAR, Marília, v.18, n.3, p.505-512, 1996.
- VARGAS, M.A.T. e DOBEREINER, J. Efeito dos níveis crescentes de calagem, manganês, magnésio e boro na simbiose e desenvolvimento vegetativo do *Stylosanthes guianensis*. Pesq. Agrop. bras., Ser. Zootecnia, Brasília, v.9, p.21-28, 1974.
- WERNER, J.C. Adubação de pastagens. In: ENCONTRO DE ATUALIZAÇÃO EM PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1974. Nova Odessa, Assistência Nestlé aos Produtores de Leite, 1997. p. 43-63.
- WERNER, J.C.; MONTEIRO, F.A.; CARRIEL, J.M. Efeitos da calagem em capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) estabelecido. B. de Indust. anim., Nova Odessa, v.36, n.2, p.247-53, 1979.
- WERNER J.C., QUAGLIATO, J.L., MARTINELLI, D. Ensaio de fertilização do colônião em solo da “Noroeste”. B. de Indust. anim., Nova Odessa, v.24, p.159-167, 1967.