

Concentração de Macronutrientes em Folhas Diagnósticas de Capim-Tanzânia em Quatro Condições de Fertilidade de Solo no Cerrado



Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 154

Concentração de Macronutrientes em Folhas Diagnósticas de Capim- Tanzânia em Quatro Condições de Fertilidade de Solo no Cerrado

João de Deus G. dos Santos Junior
Manuel C. M. Macedo
Francisco A. Monteiro
Valéria P. B. Euclides

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretária-Executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Hozana Alvares de Oliveira*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Fotos da capa: *João de Deus G. dos Santos Junior*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Jaime Arbués Carneiro

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2005): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação na publicação.
Embrapa Cerrados.

-
- C744 Concentração de macronutrientes em folhas diagnósticas de capim-Tanzânia em quatro condições de fertilidade de solo no Cerrado / João de Deus G. Santos Junior ... [et al.]. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005.
19 p. — (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X; 154)

1. Capim - Fertilidade do solo. 2. Fertilidade do solo - Cerrado.
I. Santos Junior, J. D. G. II. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	7
Resultados e Discussão	9
Atributos químicos e físicos do solo	9
Concentração de macronutrientes nas folhas diagnósticas do capim- Tanzânia	12
Conclusão	17
Referências	17

Concentração de Macronutrientes em Folhas Diagnósticas de Capim-Tanzânia em Quatro Condições de Fertilidade de Solo no Cerrado

João de Deus G. Santos Junior^{1*}; Manuel C. M. Macedo²;
Francisco A. Monteiro³; Valéria P. B. Euclides⁴

Resumo – Informações sobre comportamento das concentrações de macronutrientes ao longo da rebrotação de diversas forrageiras tropicais são escassas na literatura nacional. Objetivou-se estudar a variação das concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas diagnósticas de capim-Tanzânia cultivado em quatro condições de fertilidade do solo com descrição concomitante da evolução do IAF e da altura do dossel forrageiro. Folhas diagnósticas foram coletadas aos 12, 19, 26, 34 e 40 dias na rebrotação de verão e aos 10, 18, 25 e 31 dias no outono. O tempo de rebrotação alterou as concentrações dos macronutrientes em ambos os ciclos de pastejo. No verão, as concentrações de N, P e K decresceram linearmente com o tempo de rebrotação da pastagem a taxas de 0,291, 0,020 e 0,194 g kg⁻¹ dia⁻¹, enquanto as concentrações de Ca e Mg aumentaram até os 26 dias e a de S até os 21 dias. No outono, as concentrações de K e S decresceram ao longo do tempo de rebrotação à taxa de 0,337 e de 0,023 g kg⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, enquanto as concentrações de Ca e Mg aumentaram à taxa de 0,109 e de 0,015 g kg⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. As concentrações de N e P decresceram ao longo da rebrotação de outono. Assim, as folhas diagnósticas não apresentam valores de concentração fixos e variam dentro de uma faixa de concentração considerada apropriada para capim-tanzânia ao longo da rebrotação de verão e outono.

Termos para Indexação: *Panicum maximum*, nutrição mineral de plantas, fertilidade do solo.

¹ Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Cerrados, jdsantos@cpac.embrapa.br.

² Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Gado de Corte, Cx. Postal 154, 79002-970, Campo Grande, MS.

³ Eng. Agrôn., Ph.D., Depto. Ciência do Solo, ESALQ/USP, Cx. Postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP.

⁴ Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Gado de Corte, bolsa CNPq, val@cnpqc.embrapa.br.

* O trabalho faz parte da tese de doutorado do primeiro autor, desenvolvida na USP/ESALQ e na Embrapa Gado de Corte.

Macronutrients Concentration in Diagnostic Leaves of Tanzânia-grass under Four Soil Fertility Conditions in the Cerrado Region

Abstract – Information about macronutrients concentration along regrowth periods of tropical forages are scarce in the Brazilian literature. The aim of this study was to investigate the variation in N, P, K, Ca, Mg and S concentrations in diagnostic leaves of Tanzânia-grass grown in four soil fertility conditions with concomitant description of leaf area index and plant height. Diagnostic leaves were collected at regrowth periods of 12, 19, 26, 34, and 40 days during the Summer growing season, and at 10, 18, 25 and 31 days during the Fall growing season. The regrowth period changed the macronutrients concentration in both growing season. In the Summer, N, P and K concentrations linearly decreased with the respectively increasing in the regrowth period at rates of 0.291, 0.020 and 0.194 g kg⁻¹ day⁻¹. Ca and Mg concentrations increased until day 26th and S until day 21st. In the Fall, the K and S concentrations decreased along the regrowth period at rates of 0.337 and 0.023 g kg⁻¹ day⁻¹, respectively, while Ca and Mg concentrations increased at rates of 0.109 and 0.105 g kg⁻¹ day⁻¹, respectively. N and P concentrations decreased along the Fall regrowing season. The macronutrients concentration in diagnostics leaves varied around values that was considered adequate to tanzânia-grass along the Summer and Fall growing season.

Index terms: *Panicum maximum*, mineral nutrition of plants, soil fertility.

Introdução

Freqüentemente, a parte aérea total de plantas forrageiras é utilizada na avaliação de um estado nutricional. Por esse motivo, os resultados da descrição do comportamento das concentrações de macronutrientes ao longo do crescimento de plantas forrageiras são divergentes na literatura nacional, devido às contribuições variáveis de colmos, categorias de folhas e material morto, os quais são dependentes do estado do pasto por ocasião da amostragem. Assim, a utilização das lâminas de folhas recém-expandidas é indicada por refletir o estado nutricional da planta e ser de fácil identificação no campo ([MONTEIRO, 2004](#)). Entretanto, a concentração de nutrientes, mesmo considerando as folhas diagnósticas, tende a variar ao longo do crescimento das plantas, em função da freqüente relação alométrica entre o conteúdo do nutriente e o acúmulo de massa seca ([LEMAIRE et al., 2005](#)). Esse fato tem implicações na interpretação da análise de tecido vegetal para fins de diagnose nutricional, uma vez que os métodos mais utilizados (i.e. nível crítico, faixa de suficiência e DRIS) são sensíveis à idade da planta por ocasião da amostragem ([BALDOCK; SCHULTE, 1996](#)).

As informações relativas ao comportamento das concentrações de macronutrientes em sucessivas amostragens de folhas diagnósticas em capim-Tanzânia são carentes na literatura nacional. O objetivo do trabalho foi descrever a variação na concentração de macronutrientes nas folhas diagnósticas de capim-Tanzânia ao longo da rebrotação de verão e de outono, com descrição concomitante dos valores de IAF e altura do dossel forrageiro, bem como os atributos físicos e químicos do solo em quatro condições de fertilidade no Bioma Cerrado.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, localizada em Campo Grande, MS. A área experimental foi de 13,5 ha, estabelecida com capim-Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia), em Latossolo Vermelho Distrófico, argiloso. Foram utilizados piquetes de 1,125 ha submetidos a taxa de lotação intermitente. Cada piquete foi subdividido em seis áreas de 1873 m², o que permitiu um ciclo de pastejo de 42 dias, com período de ocupação de 7 dias e de rebrotação de 35 dias.

Os tratamentos consistiram na combinação de doses anuais de nitrogênio de 150 (N1) e 300 (N2) kg ha⁻¹ com doses conjuntas de calcário (C), fósforo (P) e potássio (K), assim dispostas: CPK1, aplicação anual, em cobertura, de P e K de 30 e 50 kg ha⁻¹, respectivamente, com calagem para elevar a porcentagem de saturação por bases (V2, de acordo com a fórmula de Raij et al., 1996) para 50 % e CPK2, aplicação anual de P e K de 60 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente, com calagem para V2 igual a 70 %. O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas, foram aplicadas as doses de calcário, de fósforo e de potássio (CPK1 e CPK2) e, nas subparcelas, as doses de nitrogênio (N1 e N2).

Folhas diagnósticas (lâminas das duas folhas recém-expandidas do ápice para a base, com lígula visível) foram coletadas aos 12, 19, 26, 34 e 40 dias da rebrotação no final do verão (período experimental de 05/03 a 14/04 de 2003) e aos 10, 18, 25 e 31 dias no início de outono (período experimental de 25/04 a 26/05 de 2003). Considerou-se o dia zero como sendo o primeiro depois da saída dos animais das parcelas. Em cada tempo de rebrotação, foram determinados a altura e o IAF do dossel forrageiro, como atributos caracterizadores de sua estrutura.

Aos 28 dias da rebrotação de verão, foram realizadas amostragens do solo para caracterização química nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20, 20 a 30 e 30 a 40 cm. Ao final da rebrotação de outono, medidas de resistência à penetração foram obtidas com o uso de penetrômetro tomadas em seis repetições dispostas em três linhas paralelas, nas posições espaciais touceira e entre touceira, sendo computadas as médias das duas posições espaciais. Também, seis amostras indeformadas do solo foram retiradas por unidade experimental com o uso de anéis volumétricos de 5 cm de altura por 5 cm de diâmetro interno para o cálculo dos valores de densidade e porosidade do solo ([LIBARDI, 2000](#)).

Foram determinadas as concentrações dos macronutrientes no tecido vegetal de acordo com metodologia proposta por [Sarruge e Haag \(1974\)](#), à exceção do N cuja concentração foi obtida por meio do método instrumental de análise NIRS ([NORRIS et al., 1976](#)). As determinações de pH em CaCl₂ e dos teores de matéria orgânica (MO), Ca, Mg e K trocáveis, acidez trocável (Al³⁺) e potencial (H + Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva e potencial e porcentagem de saturações por bases nas amostras de terra seguiram

metodologia proposta por [Embrapa \(1997\)](#). Na determinação dos teores disponíveis de P foram utilizados os extratores Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997), Mehlich-3 ([MEHLICH, 1984](#)) e resina trocadora de íons ([RAIJ et al., 1986](#)).

Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar o efeito dos tratamentos e de suas interações a 5 % de probabilidade pelo teste F. As doses de N e de CPK foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Equações de regressão foram ajustadas para os atributos químicos do solo e concentrações de macronutrientes nas folhas diagnósticas a fim de descrever suas variações em função do tempo de rebrotação da pastagem e, ou, dependendo da variável analisada, da profundidade de amostragem. O modelo de regressão foi escolhido com base no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes da regressão, testados pelo teste F a 5 % de probabilidade ([NETER et al., 1996](#)).

Resultados e Discussão

Atributos químicos e físicos do solo

A interação entre a profundidade de amostragem e as doses de calcário de fósforo e de potássio foi significativa para teor de matéria orgânica do solo (MO), pH em CaCl_2 , acidez efetiva (Al^{3+}) e potencial (H + Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), porcentagem de saturação por bases, teor disponível de P (nos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Resina) e os trocáveis de Ca e Mg. Houve significância da profundidade de amostragem para o teor trocável de K e da interação entre doses de N e profundidade de amostragem para o teor de MO.

Em relação às alterações dos atributos químicos do solo pelos tratamentos, foi observado efeito mais pronunciado da dose CPK2 em relação a CPK1 na primeira profundidade de amostragem, aos 2,5 cm, sendo verificadas alterações nos teores de MO, pH em CaCl_2 , teor disponível de P e Ca e Mg trocáveis (Figura 1). Ao se compararem os tratamentos CPK quanto ao valor de pH em CaCl_2 , diferenças significativas (TUKEY, $P < 0,05$) foram observadas até os 15 cm de profundidade. As aplicações superficiais dos corretivos e de fertilizantes explicaram esse resultado. A acidez potencial foi o atributo químico no qual o efeito das doses de calcário, de fósforo e de potássio foi observado em maior profundidade, até os 25 cm ([Figura 1](#)).

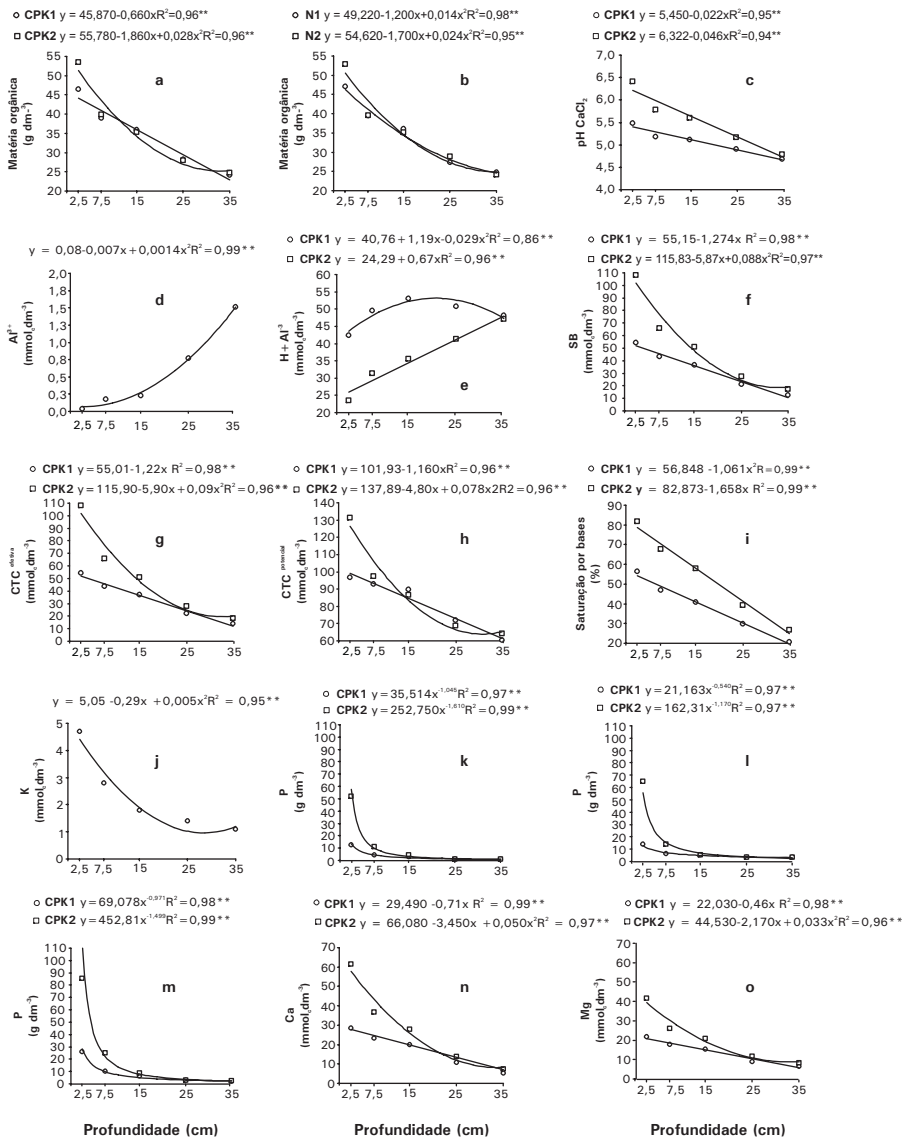


Figura 1. Teor de matéria orgânica (a;b), pH CaCl_2 (c), acidez trocável (d), acidez potencial (e), soma de bases (f), CTC efetiva (g) e potencial (h), porcentagem de saturação por bases (i), teor trocável de potássio (j); disponível de fósforo, nos extratores Mehlich-1 (k), Mehlich-3 (l) e Resina (m), e trocáveis de cálcio (n) e magnésio (o) em função da profundidade de amostragem do solo.

As variações na soma de bases com a profundidade de amostragem foram semelhantes às observadas na CTC efetiva devido à pequena amplitude da acidez trocável no perfil do solo, uma vez que as porcentagens de saturações por bases associadas às doses de calcário, fósforo e potássio possibilitaram a elevação do pH em CaCl_2 na camada arável do solo, enquadrando a acidez efetiva nas doses CPK1 e CPK2 como média a baixa, respectivamente ([RAIJ et al., 1996](#)). Quanto a CTC potencial, foi observado decréscimo nos valores até a profundidade de 31 cm na dose CPK2 e até os 35 cm na dose CPK1 (Figura 1). A diminuição nos teores da soma das bases com a profundidade foi mais efetiva em causar mudanças na CTC potencial (coeficiente de correlação de 0,94) do que os acréscimos na acidez potencial. Na profundidade de 2,5 cm, mediante a dose CPK2, a porcentagem de saturação por bases atingiu 79 % e decresceu (taxa de $1,7 \text{ \% cm}^{-1}$) com a profundidade do solo. A dose CPK1 resultou aos 2,5 cm de profundidade em porcentagem de saturação por bases de 54 %, diminuindo à taxa de $1,1 \text{ \% cm}^{-1}$ com a profundidade de amostragem ([Figura 1](#)). As doses de N alteraram no solo somente o teor de matéria orgânica, em função, provavelmente, de adições de massa vegetal provenientes da parte aérea.

A variação do teor trocável de K com a profundidade do solo foi representada por uma equação quadrática, com mínima concentração de $0,85 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ aos 29 cm (Figura 1). Os teores disponíveis de P, independentemente do extrator utilizado e das doses de calcário, fósforo e potássio, variaram de acordo com modelo potencial (Figura 1), com a profundidade do solo. Os teores trocáveis de Ca e Mg seguiram modelo quadrático na dose de calcário, fósforo e potássio CPK2 e modelo linear na dose CPK1 (Figura 1). As doses de calcário, fósforo e potássio diferiram significativamente (Tukey, $P < 0,05$) quanto ao P disponível (Mehlich-3 e Resina) e Mg trocável aos 2,5 e 7,5 cm de profundidade. Em relação aos teores de P em Mehlich-1 e Ca foram observadas diferenças significativas (Tukey, $P < 0,05$) somente aos 2,5 cm de profundidade.

O efeito não significativo das doses de calcário, fósforo e potássio nos teores trocáveis de K pode ser atribuído à grande absorção do nutriente pelas plantas, uma vez que esse nutriente pode ser absorvido em maior quantidade em plantas forrageiras da espécie *Panicum maximum* ([WERNER et al., 1996](#)). Entretanto, é pertinente lembrar que, em ambiente no qual a pastagem é utilizada diretamente como fonte de alimentação, a maior parte dos nutrientes ingeridos pelos animais é excretada na forma de fezes e urina, sendo retida ou removida no produto animal uma porção pequena em relação ao ciclado no sistema, como discutido

por [Monteiro e Werner \(1997\)](#). Dessa forma, tanto a absorção dos nutrientes pelas plantas quanto pelos animais se constitui apenas em retardamento no fluxo de nutrientes do sistema (MONTEIRO; WERNER, 1997). Outro ponto de importância é a variabilidade espacial da distribuição das excreções animais no campo, as quais são, via de regra, elevadas e favorecem a maior concentração de nutrientes em determinados locais, o que agrava, potencialmente, a lixiviação.

Em nenhuma das quatro condições de fertilidade do solo, foram verificados impedimentos físicos para o desenvolvimento das plantas, o que pode ser corroborado pelo efeito não significativo dos tratamentos para a porosidade total e a densidade do solo. A média geral de porosidade foi de 48 %; e a de densidade, de 1,38 g cm⁻³. Entretanto, o efeito das doses de N foi significativo para a resistência à penetração avaliada com umidade do solo de 0,21 g g⁻¹. Na dose N2, a resistência à penetração foi de 2,56 Mpa, sendo significativamente diferente da observada na dose N1 de 2,29 MPa, resultado da maior taxa de lotação utilizada na dose N2 (7,4 UA ha⁻¹) quando comparada à dose N1 (6,3 UA ha⁻¹) para o consumo da forragem produzida no verão.

Concentração de macronutrientes nas folhas diagnósticas do capim-Tanzânia

A interação entre doses de N, CPK e tempo de rebrotação não foi significativa em ambos os ciclos de pastejo para a concentração de macronutrientes. O efeito do tempo de rebrotação foi significativo para as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S nos ciclos de verão e outono, assim como o efeito das doses de N para as concentrações de N, Mg e S no verão e para P no outono. As doses de CPK também alteraram as concentrações de P no outono.

No verão, as concentrações de N, P e K decresceram linearmente com o tempo de rebrotação a taxas de 0,291; 0,020 e 0,194 g kg⁻¹ dia⁻¹ respectivamente ([Figura 2](#)). As maiores concentrações desses nutrientes foram observadas aos 12 dias: primeiro tempo de rebrotação em que as folhas diagnósticas surgiram na pastagem. As concentrações iniciais de N e K foram de 28,9 e 28,3 g kg⁻¹ respectivamente. Entretanto, a taxa de decréscimo para a concentração de N foi 1,5 vez menor do que a observada para o K. As variações no Ca, Mg e S foram representadas por modelo quadrático, com concentrações máximas obtidas aos 26 dias para o Ca (6,4 g kg⁻¹) e o Mg (3,9 g kg⁻¹) e aos 21 dias para o S (1,9 g kg⁻¹).

No outono, as alterações nas concentrações de K, Ca, Mg e S com o tempo de rebrotação foram explicadas por equações lineares, enquanto as variações, nas concentrações de N e P, por modelo quadrático ([Figura 3](#)). As concentrações de K e S decresceram ao longo do tempo de rebrotação à taxa de 0,337 e de 0,023 g kg⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, enquanto as concentrações de Ca e Mg aumentaram à taxa de 0,109 e de 0,015 g kg⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. No que se refere ao comportamento das concentrações de Ca e Mg, em ambos os ciclos de pastejo ([Figuras 2 e 3](#)), é oportuno analisar as variações do ponto de vista dos valores de IAF e altura do dossel forrageiro. Assim, no verão, foram observados acréscimos nas concentrações de Ca e Mg até os 26 dias da rebrotação, tempo que esteve associado ao IAF de 3,7 e à altura do dossel de 104 cm. Realizando a mesma comparação no ciclo de pastejo de outono, verifica-se que os acréscimos nas concentrações ocorreram até os 31 dias, associado ao IAF de 2,0 e à altura de 75 cm, ficando evidente que a velocidade dos processos de crescimento esteve maior no ciclo de verão. No outono, o tempo de rebrotação não foi amplo o suficiente para que as máximas concentrações de Ca e Mg pudessem ser expressas, uma vez que a velocidade dos processos de crescimento foi reduzida pelas condições climáticas não favoráveis ao crescimento.

As concentrações de Ca e Mg, em função do tempo de rebrotação, apresentadas nas Figuras 2 e 3, seguiram o mesmo padrão de variação obtido por [Weber e Haag \(1984\)](#) com capim-makueni e não concordaram com os observados por [Vieira \(1979\)](#) com capim-colonião e [Orellana e Haag \(1982\)](#) com *Andropogon gayanus*, os quais relataram decréscimos lineares nas concentrações de Ca e Mg em função da idade da planta. [Cecato et al. \(2002\)](#), avaliando as concentrações de macronutrientes nas folhas do capim-Tanzânia manejado em quatro alturas, relataram decréscimo na concentração de fósforo, Ca e Mg com a altura das plantas.

A dose N1 proporcionou concentrações de N, Mg e S de 22,39; 3,19 e 1,63 g kg⁻¹ e a N2 de 27,02; 4,00 e 1,88 g kg⁻¹, respectivamente, como média do tempo de rebrotação e do tratamento CPK. Esse resultado difere do obtido por [Gomide et al. \(1969\)](#) que estudaram seis espécies de forrageiras tropicais, dentre elas o *Panicum maximum*, e relataram efeito não significativo de doses de N de 100 e 200 kg ha⁻¹ e testemunha na concentração de macronutrientes. [Sartain e](#)

Dudeck (1982) descreveram aumento na concentração de N em *Cynodon dactylon* e *Lolium perene* quando submetidos a doses de N, com conseqüente diminuição na concentração de P. O aumento nas concentrações de S nas folhas diagnósticas foi devido à aplicação de metade da dose de N na forma de sulfato de amônio. No outono, as doses de N alteraram somente a concentração de P. Os tratamentos CPK1 e CPK2 proporcionaram concentrações de P de 2,85 e 3,38 g kg⁻¹, respectivamente.

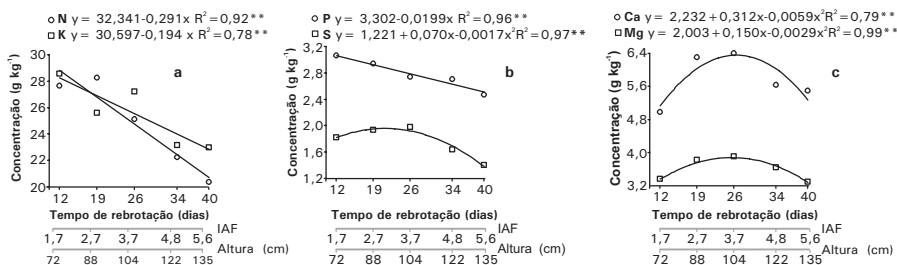


Figura 2. Concentrações de nitrogênio e potássio (a), fósforo e enxofre (b), e cálcio e magnésio (c) nas folhas diagnósticas do capim-Tanzânia em função do tempo de rebrotação da pastagem, com os valores correspondentes ao IAF e à altura do dossel no verão (médias das quatro condições de fertilidade do solo).

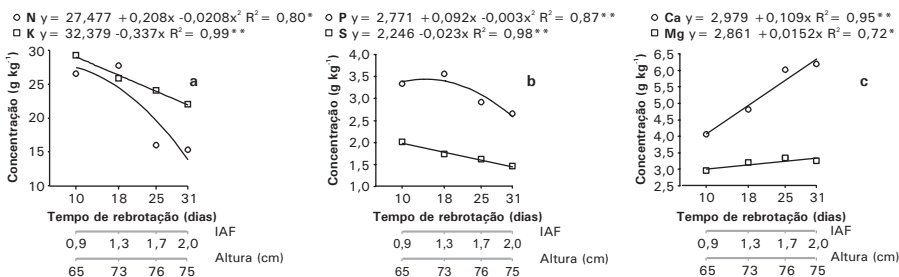


Figura 3. Concentrações de nitrogênio e potássio (a), fósforo e enxofre (b), e cálcio e magnésio (c) nas folhas diagnósticas do capim-Tanzânia em função do tempo de rebrotação da pastagem, com os valores correspondentes ao IAF e à altura do dossel no outono (médias das quatro condições de fertilidade do solo).

[Fagundes et al. \(2000\)](#) avaliaram a concentração de macronutrientes no capim-Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis*) aos 30, 60, 90 e 120 dias durante o período de outono-inverno. As concentrações de N e K diminuíram de forma linear com taxas de 0,27 e 0,16 g kg⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, e os autores apontaram que alterações na relação folha:colmo, morte de folhas senescentes, diversidade no padrão de absorção dos elementos durante a rebrotação e sua redistribuição entre os vários órgãos da planta eram fatores que explicariam a queda na concentração dos nutrientes, em consonância com os resultados de [Sotomayor-Rios et al. \(1976\)](#). A amplitude dos valores de concentrações de Ca (Figuras 2 e 3) foi semelhante à relatada por Fagundes et al. (2000). No experimento de Fagundes et al. (2000), em relação ao Ca, não foram obtidos padrões de variação consistentes ao longo do período de rebrotação, uma vez que o nutriente, por causa de sua pequena mobilidade quanto à redistribuição, acumula-se nas partes mais velhas da planta, não apresentando, de modo geral, tendência de alteração na concentração durante o ciclo vegetativo e com pequena amplitude de variação de 4,6 a 5,8 g kg⁻¹. Essa variação é mais pronunciada ao se analisar a parte aérea da planta sendo que melhores ajustes são obtidos com as folhas diagnósticas, conforme observado nas Figuras 2 e 3 e discutido por [Monteiro et al. \(1995\)](#).

A dose de nitrogênio N2 proporcionou acréscimos na concentração de N, Mg e S nas folhas diagnósticas do capim-Tanzânia em relação a N1 no ciclo de pastejo de verão, os quais não confirmam os obtidos por [Gomide et al. \(1969\)](#). O aumento nas concentrações de N e S foi devido à maior disponibilidade desses nutrientes causada pela dose de nitrogênio N2, que foi parcelada em duas vezes, sendo a primeira na forma de sulfato de amônio (21 % N e 24 % S) e a segunda na forma de uréia.

Gomide et al. (1969) estudaram seis espécies de gramíneas tropicais, entre elas o *Panicum maximum*, submetidas a doses de N de 100 e 200 kg ha⁻¹ e testemunha não adubada com N, com avaliações aos 28, 48, 140, 196 e 252 dias de rebrotação. Relataram decréscimo nas concentrações de K, P e Mg com o aumento do tempo de rebrotação, sendo que as doses de N não alteraram as concentrações dos macronutrientes estudados. Também, [Sartain e Dudeck \(1982\)](#) descreveram aumento na concentração de N em *Cynodon dactylon* e *Lolium perenne* quando submetidos a doses de N, com conseqüente diminuição na concentração de P.

No ciclo de pastejo de outono, as doses de nitrogênio N1 e N2 proporcionaram concentrações de P significativamente diferentes (Tukey, $P < 0,05$) de 3,37 e 2,86 g kg⁻¹, respectivamente, não alterando as concentrações dos demais macronutrientes. As doses de calcário, fósforo e potássio CPK1 e CPK2 propiciaram concentrações de P de 2,85 e 3,38 g kg⁻¹, respectivamente, sendo essas médias significativamente diferentes (Tukey, $P < 0,05$).

[Mistura et al. \(2002\)](#), estudando doses de N e P na composição mineral do capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) avaliado durante três cortes em intervalos de 56 dias, relataram significância da interação entre doses de N e número de cortes para a concentração de P na parte aérea e nas folhas do capim. A concentração de P variou de forma inversa com as doses de N no terceiro corte na planta inteira de 5,1 a 2,7 g kg⁻¹, na folha de 4,6 a 2,6 g kg⁻¹ e no colmo de 7,4 a 3,7 g kg⁻¹. Para a concentração de K, não ocorreu efeito significativo ($P > 0,05$) dos tratamentos, discordando de [Paciullo \(1997\)](#), que relatou decréscimo na concentração de K no capim-elefante anão em função de doses de N, com variação entre 30,1 e 22,9 g kg⁻¹. Nas concentrações de Ca e Mg, Mistura et al. (2002) encontraram aumentos em função de doses de N, enquanto não verificaram alteração significativa em razão de doses de P.

Dessa discussão, fica evidente certa divergência quanto aos resultados da descrição do comportamento das concentrações de macronutrientes ao longo do crescimento de plantas forrageiras. Assim, decréscimos ([PALHANO; HADDAD, 1992](#); [SANTOS JUNIOR; MONTEIRO, 2003](#)), acréscimos (CECATO et al., 2002), estabilidade ([SOTOMAYOR-RIOS et al., 1976](#)) e ausência de padrão ([HERRERA; HERNANDEZ, 1987](#)) na variação da concentração de macronutrientes podem ser explicados principalmente pela utilização de concentrações referentes à parte aérea total das plantas, com contribuições variáveis das diversas partes da planta (colmos, categorias de folhas e material morto) e dependentes do estado atual do pasto por ocasião da amostragem, que, provavelmente, diferem entre as condições experimentais onde foram realizadas as avaliações e, quando da avaliação das folhas diagnósticas, por relações alométricas entre o acúmulo de nutrientes e o de massa seca na parte da planta em estudo.

A combinação de doses de N e de CPK e, principalmente, avaliações realizadas ao longo da rebrotação, permitiram melhor entendimento da variação nas concentrações de macronutrientes nas folhas diagnósticas de capim-Tanzânia.

Para tanto, a descrição dos valores de IAF e da altura do dossel forrageiro ao longo da rebrotação fez-se necessária e mostrou-se ferramenta útil na interpretação de resultados em que o tempo é utilizado como variável independente.

Conclusão

A concentração dos macronutrientes nas folhas diagnósticas, em sucessivas amostragens ao longo da rebrotação do capim-Tanzânia, varia dentro de faixas de concentração consideradas adequadas aos macronutrientes, sugerindo que o estágio de melhor valor nutritivo, IAF e a altura de pastejo devem ser considerados como ponto limítrofe para interpretação da faixa adequada.

Referências

- BALDOCK, J. O.; SCHULTE, E. E. Plant analysis with standardized scores combines dris and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, p. 448-456, 1996.
- CECATO, U.; CANO, C. C.; CANTO, M. W.; MIRA, R.; PEPILASCO, L. S.; RODRIGUES, A. B.; SANTOS, G. T.; SARTI, L. L. Disponibilidade de massa seca e conteúdo de minerais em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) pastejado em diferentes alturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FAGUNDES, J. L.; HADDAD, C. M.; ROSSI, C.; HEISECKE, O. R. P. Produção, teores e acúmulo de macronutrientes na parte aérea de Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis* Vandyerst) em função da idade de corte na época de inverno. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 794-803, 2000.
- GOMIDE, J. A.; NOLLER, C. H.; MOTT, G. O.; CONRAD, J. H.; HILL, D. L. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, p. 120-123, 1969.
- HERRERA, R. S.; HERNANDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la Bermuda Cruzada-1. I. Componentes solubles. **Pastos y Forrajes**, Habana, v. 10, p. 160-168, 1987.

- LEMAIRE, G.; AVICE, J-C; KIM, T-H; OURRY, A. Developmental changes in shoot N dynamics of lucerne (*Medicago sativa* L.) in relation to leaf growth dynamics as a function of plant density and hierarchical position within the canopy. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 56, p. 935–943, 2005.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: ESALQ, 2000. 509 p.
- MEHLICH, A. Mehlich-3 soil test extractant: a modification of Mehlich-2 extractant. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 15, p. 1409-1416, 1984.
- MISTURA, C.; KROLOW, R.; COELHO, R. W.; ZONTA, E. P. Doses de nitrogênio e fósforo na composição mineral do capim-elefante anão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.
- MONTEIRO, F. A. Concentração e distribuição de nutrientes em gramíneas e leguminosas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 71-107.
- MONTEIRO, F. A.; MATTOS, W. T.; MARTIM, R. A. Partes das plantas e diagnose nutricional de fósforo em *Braquiária decumbens*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Resumos expandidos**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 556-557.
- MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 55-84.
- NETER, J.; KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. Chicago: Irwin, 1996. 1408 p.
- NORRIS, K. H.; BARNES, R. F.; MOORE, J. E.; SHENK, J. S. Predicting forage quality by near infrared reflectance spectroscopy. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 43, p. 889-897, 1976.
- ORELLANA, A. P.; HAAG, H. P. Nutrição mineral do *Andropogon gayanus* Kunth. var. *bisguamulatus*. I. Recrutamento de macronutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 39, p. 11-47, 1982.
- PACIULLO, D. S. C. **Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) ao atingir 80 e 120 cm de altura sob diferentes doses de nitrogênio**. 1997. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

PALHANO, A. L.; HADDAD, C. M. Exigências nutricionais e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 1429-1438, 1992.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B.; QUAGGIO, J. A.; SILVA, N. M. Extraction of phosphorus, potassium, calcium and magnesium from soils by an ion-exchange resin procedure. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 17, p. 547-566, 1986.

SANTOS JUNIOR, J. D. G; MONTEIRO, F. A. Nutrição em nitrogênio do capim Marandu submetido a doses de nitrogênio e idades de crescimento. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 60, p. 139-146, 2003.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56 p.

SARTAIN, J. B.; DUDECK, A. E. Yield and nutrient accumulation of tifway bermudagrass and overseded ryegrass as influenced by applied nutrients. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 488-491, 1982.

SOTOMAIOR-RIOS, A.; VÉLEZ-SANTIAGO, J.; TORRES-RIVERA, S.; SILVA, S. Effects of three harvest intervals on yield and composition of nineteen forage grasses in the humid mountain region of Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 60, n. 3, p. 294-309, 1976.

VIEIRA, J. D. **Produção de matéria seca, coeficiente de digestibilidade e concentração de nutrientes no capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) em função dos cortes aos 30, 45, 60 e 75 dias**. 1979. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1979.

WEBER, O. L. S.; HAAG, H. P. Nutrição mineral do *Panicum maximum* cv. Makueni I. Crescimento, concentração e extração dos macronutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 41, p. 761-793, 1984.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. De O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1996. p. 263-273.