

Características produtivas do capim-tanzânia cultivado com combinações de potássio e de magnésio

Dylnei Consolmagno Neto¹, Francisco Antonio Monteiro^{2*} e Antonio Roque Dechen³

¹Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

²Departamento de Ciência do Solo, Universidade de São Paulo, Cx. Postal 9, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: famonte@esalq.usp.br

RESUMO. Objetivou-se obter informações quanto à relação entre os nutrientes potássio e magnésio, pela avaliação de número de perfilhos e de folhas, de área foliar, de teor de clorofila nas folhas e de produção de massa da parte aérea do *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Foi conduzido um experimento com solução nutritiva, em casa de vegetação, no período da primavera, em Piracicaba, Estado de São Paulo. Utilizou-se o esquema fatorial 5² incompleto, com doses de potássio e de magnésio, em delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições. Realizaram-se 2 cortes nas plantas. As combinações de potássio e de magnésio foram determinantes para a produção de massa seca da parte aérea no segundo crescimento. De forma isolada, as doses de potássio alteraram o número de perfilhos e de folhas e a área foliar nos dois crescimentos, enquanto influenciaram a produção da parte aérea no primeiro crescimento. As doses de magnésio, isoladamente, fizeram variar a concentração de clorofila nos dois crescimentos e tiveram influência na área foliar no segundo crescimento.

Palavras-chave: gramínea forrageira, macronutrientes, *Panicum maximum*, solução nutritiva.

ABSTRACT. Productive parameters of tanzania grass grown with potassium and magnesium combinations. The objective was to obtain information for *Panicum maximum* v. Tanzânia related to the combined supply of potassium and magnesium, through the evaluation of the number of tillers and leaves, leaf area, leaf chlorophyll concentration, and shoots dry matter yield. An experiment was carried out in a greenhouse by using nutrient solution during the Spring season in Piracicaba, state of São Paulo. An incomplete 5² factorial was used, with potassium and magnesium rates, in a randomized block design, with four replications. Plants were harvested twice. Potassium and magnesium rate combinations highly influenced shoots yield in the second harvest. Potassium rates significantly changed the number of tillers and leaves, and leaf area at both growth periods, whereas forage yield was influenced only in the first growth. Magnesium rates resulted in changes in chlorophyll concentration in the two growths, but promoted changes in leaf area in the second growth.

Key words: forage grass, macronutrients, *Panicum maximum*, nutrient solution.

Introdução

As pastagens ocupam aproximadamente um quarto da área do Brasil e constituem a principal fonte de alimentos e as de menor custo para os bovinos. O capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) é uma das cultivares amplamente utilizadas na formação de pastagens no país e, quando bem adubada e manejada, apresenta boa produção de massa seca e cobertura do solo.

O potássio é de grande relevância em funções fisiológicas e metabólicas, tem apresentado concentração similar à do nitrogênio em tecidos vegetais e tem sido limitante em sistemas de utilização intensiva da pastagem. Mesmo sem se

conhecer as exigências específicas das culturas em magnésio, e por vezes ignorando a disponibilidade de magnésio no solo, a real demanda das gramíneas forrageiras por esse nutriente não tem sido avaliada. Acrescenta-se a isso que os efeitos do fornecimento de magnésio às plantas usualmente não são isolados daqueles do cálcio, em função do suprimento dos dois pelos corretivos de acidez do solo (Almeida, 1998).

O fornecimento de potássio e de magnésio tem elevado a produtividade das gramíneas forrageiras, como demonstrado por Vicente-Chandler *et al.* (1962), Ferrari Neto (1991), Monteiro *et al.* (1995), Corrêa (1996), Pereira (2001) e Lavres Junior (2001), dentre outros. Por outro lado, como

destacado por Chapman e Lemaire (1993), aspectos da morfogênese dos capins têm sido mais estudados com relação ao suprimento de nitrogênio, o que provoca lacuna de conhecimento no que se refere aos demais nutrientes. Outros aspectos como número de perfilhos, folhas, área foliar e concentração de clorofila necessitam de mais estudos, principalmente quanto ao fornecimento desses dois nutrientes.

Esses dois macronutrientes podem interagir entre si, tanto externa como internamente nas plantas. Sabendo-se da necessidade desses dois nutrientes para o desenvolvimento das plantas e das relações antagonônicas entre a absorção do potássio e do magnésio, fica clara a necessidade de estudos aprofundados sobre essa relação nas plantas forrageiras.

Objetivou-se, neste trabalho, obter informações para o capim-tanzânia, no que diz respeito à relação entre os nutrientes potássio e magnésio, por meio da avaliação do número de perfilhos e de folhas, da área foliar, da determinação da concentração de clorofila nas folhas e da produção de massa da parte aérea.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada em Piracicaba, Estado de São Paulo, com a forrageira *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia. Para a obtenção de mudas do capim, sementes foram colocadas para germinar em bandejas plásticas, contendo areia lavada com água desionizada. Quando atingiram a altura aproximada de 3 cm (o que ocorreu aos 14 dias após semeadura), 15 mudas foram transplantadas para cada vaso e foram realizados desbastes até restarem 5 plantas homogêneas por vaso.

Foram utilizados vasos plásticos de 3,6 litros, contendo sílica como substrato, com grânulos de aproximadamente 3 mm e livres de impurezas, após múltiplas lavagens com água corrente e desionizada. Inicialmente, cada vaso recebeu solução diluída a 25% da definitiva para cada combinação K x Mg, a qual foi utilizada por 3 dias, quando ocorreu a substituição pela solução definitiva. A troca de solução ocorreu a cada 14 dias. As soluções foram circuladas 3 vezes ao dia e, no início da noite, eram drenadas para um recipiente, onde permaneceram até a manhã seguinte. O volume de um litro foi completado com água desionizada, em cada manhã.

Foram utilizadas 5 doses de potássio de 0,4; 3,2; 6,0; 8,8 e 11,6 mmol L⁻¹ e 5 doses de magnésio de 0,05; 0,7; 1,35; 2,0 e 2,65 mmol L⁻¹ na solução nutritiva, combinadas conforme o esquema fatorial 5² fracionado de Littell e Mott (1975), perfazendo o

total de 13 combinações (0,4 K e 0,05 Mg; 0,4 K e 1,35 Mg; 0,4 K e 2,65 Mg; 3,2 K e 0,7 Mg; 3,2 K e 2 Mg; 6 K e 0,05 Mg; 6 K e 1,35 Mg; 6 K e 2,65 Mg; 8,8 K e 0,7 Mg; 8,8 K e 2 Mg; 11,6 K e 0,05 Mg; 11,6 K e 1,35 Mg; 11,6 K e 2,65 Mg). As soluções foram preparadas a partir da solução de Sarruge (1975), devidamente modificada para atender as doses de potássio e de magnésio. Para todas as doses, utilizou-se inicialmente (no dia da troca de solução) a proporção de 68,3:31,7 entre N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺, mas com a adição de 3 mmol L⁻¹ de nitrato de amônio, fracionada em dias subseqüentes; a proporção final foi de 63,1:36,9 entre N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺.

Nos experimentos realizados por Lavres Junior (2001) e Santos Junior (2001) com gramíneas forrageiras tropicais em solução nutritiva, foi observado que a dose de nitrogênio de 15 mmol L⁻¹ (usual da solução de Sarruge, 1975) estava abaixo da ideal para a expressão do potencial produtivo dessas plantas. Com base nesses estudos, optou-se por adicionar nitrogênio de 6 mmol L⁻¹ a essa concentração usual na solução, na forma de nitrato de amônio, totalizando 21 mmol L⁻¹ desse nutriente. As aplicações foram fracionadas (1 mL de solução de nitrato de amônio com 1 mmol L⁻¹ em cada litro de solução) e realizadas nos dias 6, 8 e 10, a partir do suprimento da solução nutritiva, considerando o dia da troca de solução nutritiva como dia zero.

A determinação da concentração de clorofila foi efetuada nas lâminas de folhas recém-expandidas mais novas (folha +1), aos 29 dias no primeiro crescimento e aos 20 dias no segundo crescimento. Com auxílio de um vazador de rolhas com área de 1 cm², foram coletados 5 discos foliares em cada vaso, os quais foram acondicionados em papel alumínio e congelados a -80° C. Em seguida, as amostras foram retiradas do congelador e imersas em nitrogênio líquido, macerando-se até a formação de pequenas partículas. Adicionaram-se 10 mL de acetona 80%, tamponada em carbonato de potássio, concluindo-se a maceração. Transferiu-se o líquido para tubos de ensaio e realizou-se centrifugação por dois minutos. A leitura de absorbância foi realizada no espectrofotômetro, nos comprimentos de onda de 663,6 e 646,6 nm e a quantidade total de clorofila foi determinada segundo metodologia de Porra *et al.* (1989).

Efetuiu-se a contagem de perfilhos e de folhas, com a inclusão do colmo principal (planta-mãe), no primeiro e no segundo crescimento das plantas, antes do corte delas. O primeiro corte foi realizado 46 dias após o transplante das mudas e o segundo, aos 28 dias após o primeiro. Logo após a coleta das lâminas, foi efetuada a determinação da área foliar, com auxílio do integrador de área foliar LICOR[®]-

3100. O tecido vegetal, coletado na ocasião de cada corte, foi seco em estufa a 65°C, por 72 horas e, em seguida, pesado.

As análises estatísticas foram executadas com auxílio do programa "SAS" (SAS Institute, 1999). Inicialmente, utilizou-se o teste F e, em seguida, no caso de significância da interação entre doses de potássio e de magnésio, a análise de regressão polinomial (superfície de resposta), por meio do procedimento RSREG. Para as variáveis-resposta nas quais a interação entre o potássio e o magnésio não foi significativa, efetuaram-se as análises de regressão para as doses de cada nutriente. Adotou-se o nível de significância de 5% em todos os casos analisados.

Resultados e discussão

A interação entre doses de potássio e de magnésio, à exceção da produção de massa seca da parte aérea no segundo corte, não foi significativa para os parâmetros do capim-tanzânia testados no presente trabalho. Entretanto significâncias foram obtidas para os efeitos principais das doses de potássio e de magnésio, isoladamente.

Número de perfilhos

No perfilhamento do capim-tanzânia, observou-se que houve significância apenas para as doses de potássio, tanto no primeiro como no segundo crescimento do capim. O perfilhamento no primeiro crescimento foi representado por equação de segundo grau (Figura 1A) e verificou-se que a dose de potássio 10,8 mmol L⁻¹ proporcionou o máximo perfilhamento. No segundo crescimento, o perfilhamento foi representado por equação de primeiro grau (Figura 1B), demonstrando que a dose 11,6 mmol L⁻¹ de potássio não foi suficiente para o capim expressar seu máximo potencial de perfilhamento.

O número total de perfilhos foi bem mais elevado no segundo crescimento que no primeiro. Esse fato deve estar relacionado com o maior direcionamento de energia para o estabelecimento da planta no primeiro crescimento, com a formação de um sistema radicular vigoroso. No segundo crescimento, a planta já tinha seu sistema radicular bem formado, necessitou de menor quantidade de energia para a formação de raízes e aumentou a capacidade de emissão de perfilhos. Outro ponto relevante é que o corte das plantas quebrou a dominância apical, promovendo indução das gemas basais e, conseqüentemente, aumentando a emissão de perfilhos.

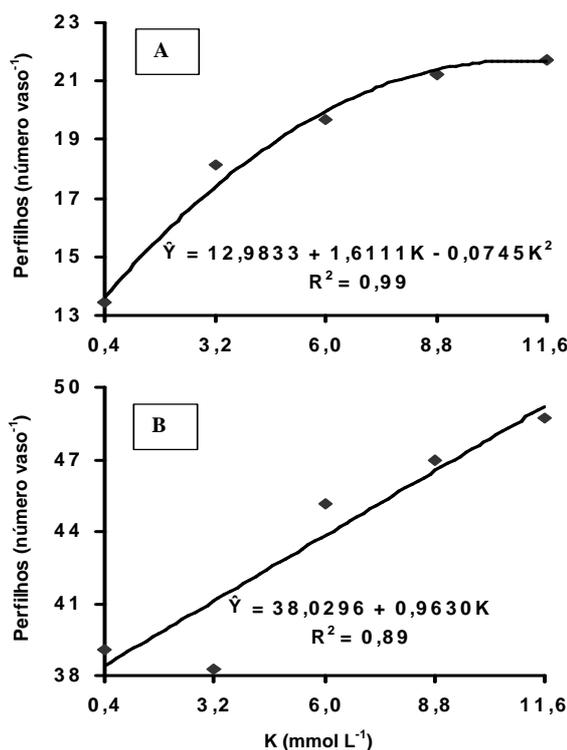


Figura 1. Número de perfilhos no primeiro (A) e no segundo crescimento (B) do capim-tanzânia, em função das doses de potássio na solução nutritiva.

Mattos (1997), conduzindo dois experimentos em casa de vegetação com solução nutritiva e avaliando a diagnose nutricional de potássio em *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, também constatou que o incremento de potássio na solução nutritiva proporcionou aumento no perfilhamento das duas espécies, em dois períodos de crescimento das plantas.

Efeitos significativos de doses de potássio, quanto ao perfilhamento do capim-mombaça em solução nutritiva, foram verificados por Pereira (2001), tanto no primeiro quanto no segundo crescimento. Naquele experimento, a dose 8 mmol L⁻¹, no primeiro crescimento, e a dose 12 mmol L⁻¹, no segundo crescimento, proporcionaram os máximos números de perfilhos nas plantas.

Lavres Junior (2001), estudando os efeitos das adubações nitrogenada e potássica em capim-mombaça, constatou o maior número de perfilhos com a dose de potássio de 7,5 mmol L⁻¹ no primeiro crescimento e com a dose de potássio de 10,2 mmol L⁻¹ no segundo crescimento. Assim como no presente estudo, o autor também observou número maior de perfilhos no segundo crescimento do capim-mombaça.

Em estudos com situações independentes, Lavres Junior (2001) e Pereira (2001) obtiveram dose mais

alta de potássio para maximizar perfilhos no segundo crescimento do que no primeiro crescimento do capim-mombaça.

Os resultados de Faquin *et al.* (1995), Mattos (1997), Lavres Junior (2001) e Pereira (2001), quanto ao número de perfilhos, assemelham-se aos encontrados no presente trabalho e confirmam que o suprimento de potássio exerce importante efeito no perfilhamento das gramíneas forrageiras bem supridas com nitrogênio.

Número de folhas

A exemplo do que ocorreu com o número de perfilhos, observou-se que houve significância apenas para as doses de potássio, nos dois crescimentos do capim-tanzânia. No primeiro crescimento, o número total de folhas foi representado por equação de segundo grau (Figura 2A) e a dose de potássio necessária para o máximo número de folhas foi de 9,2 mmol L⁻¹. No segundo crescimento, esse efeito foi representado por equação de primeiro grau (Figura 2B), demonstrando que a dose de potássio de 11,6 mmol L⁻¹ não foi suficiente para o capim-tanzânia expressar seu máximo potencial de produção de folhas. Isso também ocorreu com perfilhos, indicando a elevada exigência dessa gramínea forrageira quanto ao suprimento de potássio, com o intuito de maximizar a produção de perfilhos e de folhas.

Comparando-se os dois crescimentos do capim, pode ser observado que no segundo o número de folhas foi maior que no primeiro. Isso deve estar relacionado com o maior número de perfilhos emitidos na rebrota do capim, pois se sabe que é relativamente constante o número de folhas por perfilho e, portanto, o maior número de perfilhos resultou no maior número de folhas no segundo do que no primeiro crescimento.

Estudando 7 doses de potássio (0; 0,25; 1; 2; 4; 6 e 8 mmol L⁻¹) em solução nutritiva, Silva *et al.* (1995) apresentaram respostas positivas às doses de potássio quanto ao número de folhas do capim-tanzânia. Lavres Junior (2001), em avaliação da emissão de folhas pelo capim-mombaça recebendo aplicação de potássio, também obteve respostas positivas, sendo que o primeiro crescimento do capim foi representado por equação de primeiro grau, demonstrando que a dose para máxima produção de folhas seria superior à máxima utilizada no experimento (11 mmol L⁻¹).

Os resultados com capim-tanzânia no presente trabalho e com o mesmo ou outros capins estudados por outros autores, realçam o efeito significativo do potássio no surgimento de perfilhos e na emissão de folhas das gramíneas forrageiras tropicais. Isso

demonstra que essas forrageiras, particularmente da espécie *Panicum maximum*, necessitam de elevadas doses de potássio em solução nutritiva, superiores às preconizadas por Sarruge (1975) para culturas em geral (de 6 mmol L⁻¹), para expressar o máximo potencial de emissão de folhas e de perfilhos.

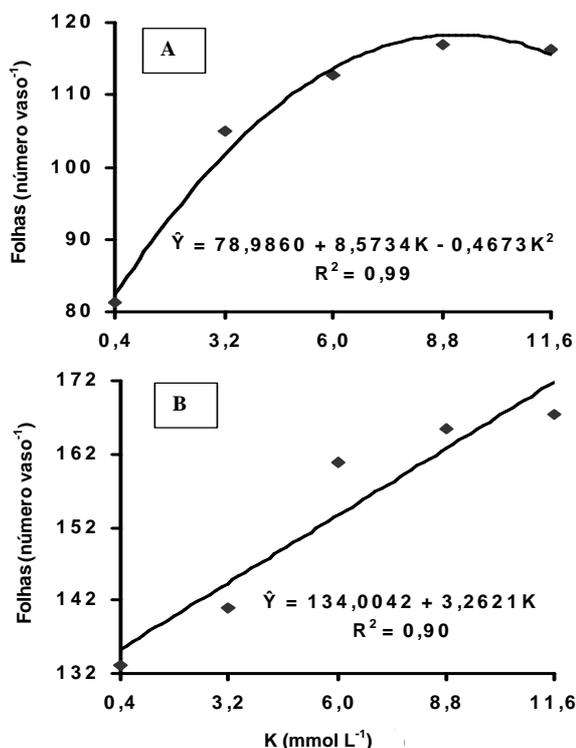


Figura 2. Número de folhas no primeiro (A) e no segundo crescimento (B) do capim-tanzânia, em função das doses de potássio na solução nutritiva.

Chapman e Lemaire (1993) destacaram que o número de perfilhos é alterado por fatores ambientais, apontando entre eles o suprimento de nitrogênio. No presente trabalho, está evidente também a influência do potássio no número total de perfilhos dessa gramínea.

Área foliar

A área foliar do capim-tanzânia apresentou variação significativa somente com as doses de potássio, tanto no primeiro como no segundo crescimento. Os resultados de determinação da área foliar total ajustaram-se a equações de segundo grau, com máxima área foliar no primeiro crescimento em dose de potássio superior a 11,6 mmol L⁻¹ (Figura 3A) e no segundo com a dose de potássio de 10,8 mmol L⁻¹ (Figura 3B).

Comparando a área foliar do capim nos dois crescimentos, observou-se que o comportamento foi semelhante ao relatado para o número de perfilhos e

de folhas, ou seja, os valores encontrados no segundo crescimento foram superiores aos do primeiro. Isso ocorreu porque no segundo crescimento a disponibilização de energia para a formação do sistema radicular certamente foi bem menor que no primeiro e, conseqüentemente, mais energia tornou-se disponível para o desenvolvimento da parte aérea.

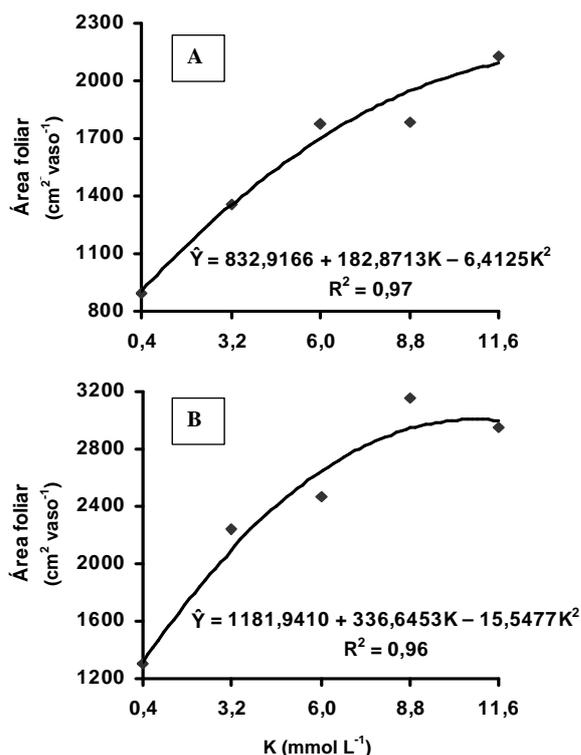


Figura 3. Área foliar no primeiro (A) e no segundo crescimento (B) do capim-tanzânia, em função das doses de potássio na solução nutritiva.

Chapman e Lemaire (1993) apontaram que o nitrogênio influi na elongação foliar, resultando em maior área foliar. O potássio tem papel na extensão da célula e, conseqüentemente, incrementou a área foliar, como pode ser observado nas Figura 3. Avaliando o crescimento de folhas de milho (*Zea mays*), Meiri *et al.* (1992) relataram a importância do suprimento de potássio no desenvolvimento das folhas e atentaram para o fato de a expansão foliar estar diretamente relacionada à atividade da ATPase (extrusão de H^+) na membrana plasmática.

A folha é responsável pela captação de energia solar, de tal forma que mais área foliar proporciona maior exposição à luz e, por sua vez, é importante fator para a produtividade da comunidade vegetal. As folhas também representam o principal componente no consumo da pastagem pelos animais (Moraes e Palhano, 2002). A busca da maximização

da área foliar do capim-tanzânia é, portanto, uma das principais formas de aumentar a produtividade de uma pastagem.

Pereira (2001), em experimento com aplicação de doses de potássio (0,25; 1; 2; 4; 6; 8 e 12 mmol L⁻¹) para dois crescimentos do capim-mombaça, verificou incrementos significativos e lineares na área foliar do capim para as doses desse nutriente na solução nutritiva, em ambos os crescimentos.

Estudando combinações de doses de nitrogênio e de potássio em solução nutritiva para o capim-mombaça, Lavres Junior (2001) relatou que a área foliar variou segundo modelo polinomial nos dois crescimentos e afirmou que a máxima área foliar seria obtida no primeiro crescimento com a dose de potássio de 12,8 mmol L⁻¹ e no segundo com 12,2 mmol L⁻¹. Os resultados descritos em literatura, da mesma forma que os do presente trabalho, demonstram que as gramíneas forrageiras necessitam de elevado suprimento de potássio para maximizar a área foliar. Esse elevado suprimento de potássio supera o recomendado na solução nutritiva de Sarruge (1975) para culturas em geral, que é de 6 mmol L⁻¹.

Para as doses de magnésio, as respostas quanto à área foliar não foram significativas no primeiro crescimento, mas tiveram significância para essa área no segundo crescimento. Esses resultados do segundo crescimento do capim ajustaram-se à equação exponencial (Figura 4). Dessa forma, apenas as doses muito baixas de magnésio utilizadas no experimento não foram suficientes para que a gramínea forrageira tivesse expressado, no segundo crescimento, todo seu potencial de produção de área foliar.

Meiri *et al.* (1992), avaliando o crescimento de folhas de milho com relação às doses de magnésio, ressaltaram a necessidade de altas concentrações do nutriente nas células em divisão, para resultar em maior expansão e crescimento foliar.

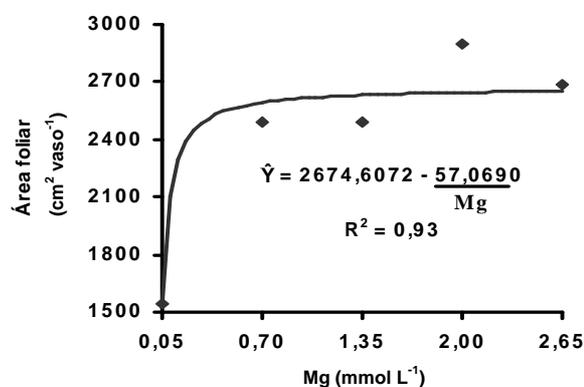


Figura 4. Área foliar no segundo crescimento do capim-tanzânia, em função das doses de magnésio na solução nutritiva.

Em estudo com doses de magnésio no capim-mombaça em solução nutritiva, Pereira (2001) obteve respostas significativas quanto à área foliar, nos dois crescimentos da gramínea. Os resultados corroboram os observados no presente trabalho, mostrando que para a espécie *Panicum maximum* há que se atentar para o suprimento de magnésio, quando se deseja maximizar a área foliar.

Concentração de clorofila

Na concentração de clorofila em uma das lâminas de folhas recém-expandidas (+1) do capim-tanzânia, por ocasião do primeiro e do segundo crescimentos, verificou-se que houve significância para as doses de magnésio nas duas épocas avaliadas.

As concentrações obtidas no primeiro e no segundo crescimento foram representadas por equação exponencial (Figura 5A e B), demonstrando que apenas nas doses extremamente baixas de magnésio ocorreram reduções nas concentrações de clorofila na lâmina da folha recém-expandida do capim.

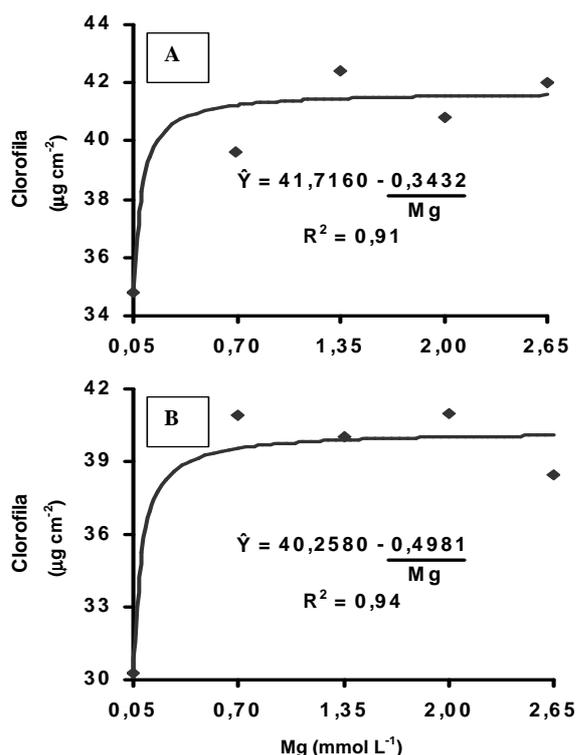


Figura 5. Concentração de clorofila no primeiro (A) e segundo crescimento (B) do capim-tanzânia, em função das doses de magnésio na solução nutritiva.

Segundo Mengel e Kirkby (2001), entre 15 e 20% de todo magnésio absorvido pela planta participa como átomo central da molécula de clorofila. O aumento de suprimento do magnésio na solução nutritiva, dentro das doses mais baixas,

elevou a concentração de clorofila das folhas de capim-tanzânia.

De acordo com Marschner (1995), a quantidade de clorofila *a* e *b* é afetada pela deficiência de magnésio nas plantas. Em experimento com doses de magnésio em feijão (*Phaseolus vulgaris*), Cakmak e Marschner (1992) observaram que a concentração de clorofila variou de 5,3 a 11,3 mg g⁻¹ de massa seca, respectivamente, com o suprimento de magnésio entre 0,02 e 1 mmol L⁻¹.

Massa seca da parte aérea

O suprimento de potássio e de magnésio na massa seca da parte aérea, no primeiro corte do capim, resultou em variação significativa para as doses de potássio, com ajuste dos resultados ao modelo quadrático (Figura 6) e com produção máxima na dose 9,8 mmol L⁻¹.

Estudos com doses de potássio foram conduzidos por Mattos (1997) com os capins Braquiária e Marandu e por Pereira (2001) com capim-mombaça, os quais observaram as máximas produções de massa seca da parte aérea, no primeiro crescimento com as respectivas doses de potássio de 13,6; 9,4 e 12,0 mmol L⁻¹ na solução nutritiva. Dessa forma, mais uma vez pode ser destacado que a dose de potássio de 6 mmol L⁻¹ (234 mg L⁻¹) estabelecida por Sarruge (1975), para as culturas em geral, está abaixo da necessária para que as gramíneas forrageiras tropicais expressem todo seu potencial produtivo.

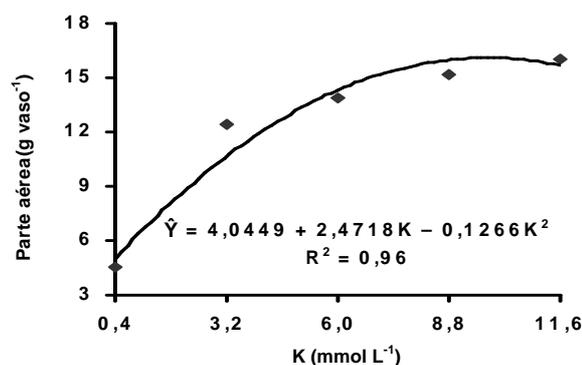


Figura 6. Produção de massa seca da parte aérea do capim-tanzânia no primeiro crescimento, em função das doses de potássio na solução nutritiva.

Em grande parte dos experimentos em que foi comparada a produção de gramíneas forrageiras, com omissão de potássio em relação ao tratamento completo, ocorreram diferenças expressivas na produção de massa seca da parte aérea. França e Haag (1985), com o capim-tobiatã (*Panicum maximum*), e Pereira (2001), em dois crescimentos do capim-mombaça, relataram essas reduções nessa

produção de massa seca. Ferrari Neto (1991) verificou que a produção de massa seca dos capins Braquiária e Colônião foi influenciada pelo potássio, pois na não-aplicação do elemento a produção dessas plantas forrageiras, em dois cortes, correspondeu a 30% daquela do tratamento completo.

Herling *et al.* (1991), avaliando a influência das adubações nitrogenada e potássica em capim-setária (*Setaria anceps* Stapf Ex. Massey cv. Kazungula), relataram incrementos de produção de massa seca mediante o fornecimento de doses de nitrogênio e de potássio.

Em experimento com doses de potássio para os capins Braquiária e Colônião, Faquin *et al.* (1995) verificaram incrementos significativos na produção de massa seca da parte aérea das plantas forrageiras nos dois crescimentos e as equações de regressão mostraram relação quadrática com as doses de potássio, em ambas as espécies. Considerando o total dos cortes, relataram que a produção de massa seca em função das doses de potássio aumentou em quase 4 vezes no capim-braquiária e em quase 5 vezes no capim-colônião.

Mattos (1997), avaliando nutrição com potássio em *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em dois experimentos com solução nutritiva, verificou que o incremento de potássio na solução nutritiva proporcionou aumentos na produção de massa seca da parte aérea desses capins.

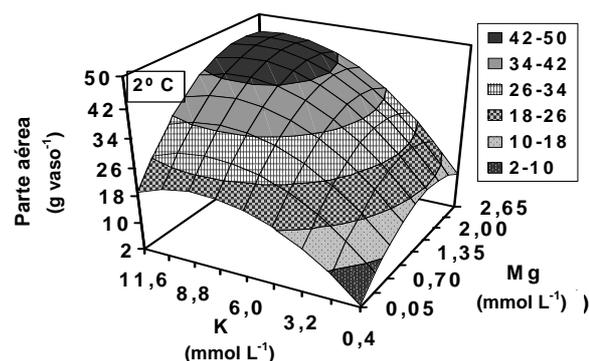
A adubação potássica tem apresentado importantes resultados no incremento de massa seca não apenas em casa de vegetação com solução nutritiva, mas também em trabalhos de campo, como o relatado por Vicente-Chandler *et al.* (1962) que, trabalhando com as adubações nitrogenada e potássica em capim-colônião com regime de cortes mecânicos, observaram incremento na produção de massa seca até a dose de potássio de 440 kg ha⁻¹, quando forneceram o nitrogênio abundantemente. Andrade *et al.* (2000), realizando a aplicação de doses de nitrogênio e de 7 doses de potássio (16; 40; 80; 160; 240; 280; e 304 kg ha⁻¹), relataram que a adubação potássica influenciou positivamente a produção de massa seca do capim-Elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum* cv. Napier).

Os resultados mostrados no presente trabalho corroboram os de Silva *et al.* (1995), em estudos com 7 doses de potássio (0; 0,25; 1; 2; 4; 6 e 8 mmol L⁻¹) no capim-tanzânia, os quais também demonstraram respostas positivas às doses de potássio na produção de massa seca da parte aérea.

Na ocasião do segundo corte do capim-tanzânia, a interação entre as doses de potássio e de magnésio

foi significativa para a produção de massa seca da parte aérea e os resultados ajustaram-se ao modelo polinomial (Figura 7). As doses de potássio de 10,0 mmol L⁻¹ e de magnésio de 2,2 mmol L⁻¹ maximizaram a produção de massa seca da parte aérea. A relação entre essas doses de potássio e de magnésio é de 4,6:1. A produção de massa seca da parte aérea no primeiro corte do capim na dose de potássio de 11,6 mmol L⁻¹ foi 2,9 vezes menor que a do segundo corte na dose de potássio de 11,6 mmol L⁻¹ combinada com a de magnésio de 2,65 mmol L⁻¹. Assim como para emissão de folhas, aparecimento de perfilhos e área foliar, expressiva diferença na produção de massa seca da parte aérea foi constatada entre os dois crescimentos do capim.

Quando se elevou apenas a dose de potássio, durante o segundo crescimento do capim, mantendo-se baixa a dose de magnésio, os incrementos em produção de massa seca da parte aérea foram pouco expressivos, sendo que a maximização da produção de massa seca do capim-tanzânia ocorreu quando se aumentou não somente a dose de potássio, mas também a de magnésio.



$$Y = -0,4010 + 5,4295K - 0,3313K^2 + 18,2561Mg - 5,4378Mg^2 + 0,5436KMg \quad R^2 = 0,89$$

Figura 7. Produção de massa seca da parte aérea do capim-tanzânia no primeiro corte, em função das doses de potássio na solução nutritiva.

Lavres Junior (2001), conduzindo experimento em casa de vegetação, com combinações de doses de nitrogênio e de potássio, constatou a necessidade de potássio de 11,1 mmol L⁻¹ no primeiro crescimento e de 10,2 mmol L⁻¹ no segundo para maximizar a produção de massa seca da parte aérea do capim-mombaça.

Avaliando a combinação entre doses de nitrogênio (3, 15 e 27 mmol L⁻¹) e de magnésio (0,2 e 2 mmol L⁻¹) em 3 cultivares de *Panicum maximum*, Corrêa (1996) relatou efeito significativo do suprimento de magnésio na produção de massa seca da parte aérea, somente quando utilizou doses mais elevadas de nitrogênio na solução nutritiva (o que também se verificou no presente trabalho).

Pereira (2001), avaliando doses de magnésio na solução nutritiva para o capim-mombaça, observou resposta quadrática no primeiro corte e linear no segundo corte para a produção de massa seca da parte aérea. A dose para máxima produção de massa seca da parte aérea no primeiro crescimento foi de 2,5 mmol L⁻¹ e no segundo foi superior à dose máxima utilizada no experimento (2,5 mmol L⁻¹).

Analisando os resultados disponíveis na literatura e os observados no presente experimento, nota-se que as gramíneas forrageiras são exigentes em magnésio, o que muitas vezes não é evidenciado pelas quantidades de magnésio que são adicionadas ao solo juntamente com o calcário, visando à correção da acidez do solo.

Conclusão

As combinações de doses de potássio e de magnésio são determinantes para a produção da parte aérea no segundo crescimento do capim-tanzânia. De forma isolada, as doses de potássio alteram o número de perfilhos e de folhas e a área foliar nos dois crescimentos da gramínea, enquanto influenciam a produção da parte aérea no primeiro crescimento. As doses de magnésio, isoladamente, fazem variar a concentração de clorofila nos dois crescimentos do capim-tanzânia e promovem alterações na área foliar no segundo crescimento dessa gramínea.

Referências

ALMEIDA, J.C.R. *Combinação de doses de fósforo e magnésio na produção e nutrição de duas braquiárias*. 1998. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

ANDRADE, A.C. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-Elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, p. 1589-1595, 2000.

CAKMAK, I.; MARSCHNER, H. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiol.*, New York, v. 98, p. 1222-1227, 1992.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. *Proceedings...* Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 95-104.

CORRÊA, B.D. *Doses de nitrogênio e de magnésio afetando aspectos produtivos e bioquímicos dos capins Colômbio, Tanzânia-1 e Vencedor*. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

FAQUIN, V. et al. O potássio e o enxofre no crescimento de braquiária e do colômbio em amostras de um Latossolo na região Noroeste do Paraná. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 19, p. 87-94, 1995.

FERRARI NETO, J. *Limitações nutricionais para o colômbio (Panicum maximum Jacq.) e braquiária (Brachiaria decumbens Stapf.) em Latossolo da Região Noroeste do Estado do Paraná*. 1991. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.

FRANÇA, A.F.S.; HAAG, H.P. Nutrição mineral de gramíneas tropicais. Carências nutricionais de capim-tobiatã (*Panicum maximum* Jacq.). *Anais da Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v. 62, p. 38-95, 1985.

HERLING, V.R. et al. Influência de níveis de adubações nitrogenada e potássica e estádios de crescimento sobre o capim-setária (*Setaria anceps* Stapf Ex. Massey cv. Kazungula). I- Produção de matéria seca e fisiologia de perfilhamento. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 20, p. 561-571, 1991.

LAVRES JUNIOR, J. *Combinações de doses de nitrogênio e potássio para capim-mombaça*. 2001. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

LITTELL, R.C.; MOTT, G.O. Computer assisted design and analysis of response surface experiments in agronomy. *Soil Crop Soc. Fla. Proc.*, Ona, v. 34, p. 94-97, 1975.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. London: Academic Press, 1995.

MATTOS, W.T. *Diagnose nutricional de potássio em duas espécies de braquiária*. 1997. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

MEIRI, A. et al. Growth and deposition of inorganic nutrient in developing leaves of *Zea mays* L. *Plant Physiol.*, New York, v. 99, p. 972-978, 1992.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. 5 ed. Dordrechth: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MONTEIRO, F.A. et al. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissão de macronutrientes. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 52, p. 135-141, 1995.

MORAES, A.; PALHANO, A.L. Fisiologia de produção de plantas forrageiras. In: WACHOWICZ, C.M.; CARVALHI, R.I.N. (Ed.). *Fisiologia vegetal - Produção e pós-colheita*. Curitiba: Champagnat, 2002. p. 249-271.

PEREIRA, W.L.M. *Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para o capim-mombaça*. 2001. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PORRA, R.J. et al. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls *a* and *b* extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochim. Biophys. Acta*,

Canberra, v. 975, p. 384-394, 1989.

SANTOS JUNIOR, J.D.G. *Dinâmica de crescimento e nutrição do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio*.

2001. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. *Summa Phytopathol.*, Piracicaba, v. 1, p. 231-233, 1975.

SILVA, A.A. *et al.* Potássio e sódio em capim-tanzânia-1 cultivado em solução nutritiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1995, Rio

de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: CBCS, 1995. p. 284.

SAS Institute. *Statistical Analysis System: user's guide statistics*. version 8.0, Cary, 1999.

VICENTE-CHANDLER, J. *et al.* Potassium fertilization of intensive managed grasses under humid tropical conditions. *Agron. J.*, Madison, v. 54, p. 450-453, 1962.

Received on January 31, 2006.

Accepted on March 29, 2007.