

Desempenho do capim-tanzânia cultivado em solução nutritiva com a omissão de macronutrientes

HOJO, R. H.¹; AVALHÃES, C. C.²; VALE, D.W.²; PRADO R. M.^{3*}; PIMENTEL, U.V.²

¹Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', UNESP, Campus Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP. e-mail: ronaldo.hojo@yahoo.com.br

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', UNESP, Campus Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP.

^{3*}Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto do Depto. de Solos e Adubos da Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', UNESP, Campus Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: rmprado@fcav.unesp.br

RESUMO

Os efeitos da desordem nutricional na planta depende do nutriente e da espécie cultivada. O experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito dos macronutrientes sobre a nutrição e o crescimento de plantas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, cultivado em solução nutritiva. As plantas do capim-Tanzânia foram cultivadas em vasos contendo solução nutritiva correspondendo a sete tratamentos sendo a completa e com ausência individual N, P, K, Ca, Mg e S, dispostos em delineamento inteiramente casualizado e três repetições. Após a descrição da sintomatologia dos nutrientes não aplicados, as plantas foram colhidas, 45 dias após o transplante, divididas em raiz e parte aérea e determinado os teores de macronutrientes. A supressão dos macronutrientes em capim-tanzânia provocou diminuição na produção de matéria seca destacando-se o nitrogênio, e na absorção de nutrientes, promovendo sintomas visuais característica para cada nutriente. Os teores dos macronutrientes na parte aérea do capim da solução nutritiva completa e com omissão dos nutrientes foram respectivamente: N = 23,6-11,4; P = 1,7-0,3; K = 15,2-2,0; Ca = 3,8-0,7; Mg = 3,0-0,3; S = 1,0-0,6 g kg⁻¹.

Palavras-chave: Ausência de nutrientes, sintomas, *Panicum maximum*.

ABSTRACT

Performance of tanzania grass grow in nutrient solutio with suppression of macronutrients

The effects of nutritional disorder depends on the plant nutrient and the crop species. The experiment was carried out to evaluate the effect of nutrients on the nutrition and plant growth of *Panicum maximum* cv. Tanzania, grown in nutrient solution. Plants of Tanzania grass were grown in pots containing nutrient solution corresponding to seven treatments, one complete and the others with individual absence of N, P, K, Ca, Mg and S, arranged in a randomized design with three replications. After describing the symptoms of the nutrients not applied, the plants were harvested 45 days after transplantation and divided into roots and shoots, and the levels of macronutrients were

determined. The removal of nutrients in Tanzania grass resulted in a decrease both of dry matter production, with emphasis on nitrogen, and nutrient uptake, producing typical visual symptoms for each nutrient. Macronutrient levels in the shoots of grass in nutrient solution and omitting the nutrients were, respectively: N = 23.6 to 11.4, P = 1.7 to 0.3, K = 15.2 to 2.0, Ca = 3.8 to 0.7, Mg = 3.0 to 0.3 S = 1.0 to 0.6 g kg⁻¹.

Keywords: suppression of macronutrients, symptoms, *Panicum maximum*.

INTRODUÇÃO

O capim *Panicum maximum* Jacq., planta de origem africana, é uma das gramíneas mais difundidas no Brasil. Para garantir alta produção de forragem é importante o atendimento das exigências nutricionais do capim, especialmente pelo fato que os solos tropicais apresentam baixa fertilidade. Segundo Jank (1995), todos os capins sofrem redução na produção de um ano para outro se não forem repostos os nutrientes retirados do solo, tendo observado, no cultivar "Tanzânia-1", reduções de 48 %, na produção do primeiro para o segundo ano. Portanto, a aplicação contínua dos fertilizantes é importante na produção da forrageira, comparada à aplicação descontínua (Martinello & Berardo, 2007).

O solo de alta fertilidade permite maior aproveitamento de nutrientes pela planta, obtendo assim plantas com estado nutricional adequado e vigorosas que possam oferecer produções elevadas (Rodrigues Filho et al., 1988). Na planta, a falta de um nutriente, ou a sua oferta em excesso, é traduzida em anormalidades visíveis, típicas de cada nutriente; entretanto, antes da manifestação visível da deficiência, o crescimento e a produção já poderão estar limitados: é o que se chama de fome oculta (Malavolta et al., 1997).

A nutrição mineral pode influenciar o crescimento e a produção das plantas cultivadas de forma secundária, causando modificações no crescimento, na morfologia, na anatomia e na sua composição química (Marschner, 1995). A importância dos elementos essenciais para o estabelecimento das plantas forrageiras em ecossistemas de pastagens e para a sua produtividade tem sido amplamente demonstrada (Prado, 2008). Em particular, nas condições tropicais, cuidados especiais com a correção da acidez do solo, com o fornecimento de cálcio, magnésio e com a carência de fósforo, constituem-se recomendações usuais na fase de implantação das pastagens, enquanto que um suprimento adequado de nitrogênio, potássio e enxofre são necessários para a manutenção da produtividade das forrageiras.

Os sintomas de deficiências minerais através da diagnose visual, juntamente com o conhecimento dos teores de nutrientes, é um método de avaliar o estado nutricional e posteriormente à necessidade de fertilizantes (Prado, 2008). Assim, um dos aspectos em destaque nos estudos de nutrição mineral das plantas esta a caracterização das deficiências dos elementos nutritivos e as conseqüências no desenvolvimento e composição das plantas.

O cultivo de plantas em solução nutritiva, tem permitido avanços no conhecimento da nutrição de plantas por controlar mais adequadamente a composição do meio e eliminar a heterogeneidade e complexidade do solo (Martinez e Silva Filho, 2004).

Os trabalhos relacionados aos estudos dos aspectos da desordem nutricional em plantas forrageiras como capim-tanzânia são restritos pois não foram encontradas pesquisas envolvendo os efeitos da omissão dos macronutrientes na absorção e na produção de matéria seca e os respectivos sintomas visuais.

Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito dos macronutrientes sobre a nutrição e o crescimento de plantas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, cultivado em solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação no período de 25/08 à 22/09/2008, utilizando-se sementes de capim-Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) foram colocadas para germinar e crescer por 15 dias, em vasos contendo areia lavada. Após este período, as plântulas foram lavadas em água destilada, selecionadas e transplantadas para os vasos plásticos com três litros de capacidade, contendo as soluções nutritivas correspondentes aos tratamentos. Os vasos providos de um sistema de aeração artificial contínuo por compressão de ar.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos, três repetições. Os tratamentos foram: solução completa (testemunha), e supressão individual de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. A parcela foi constituída por um vaso (2,5L), tendo quatro plântulas.

A solução nutritiva completa foi baseada em Hoagland & Arnon (1950). As trocas das soluções foram realizadas a cada 15 dias, sendo também realizadas a manutenção do pH a $5,9 \pm 0,1$ da solução nutritiva com HCl a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e NaOH a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ diariamente. Além disso, o volume das soluções nos vasos foi completado diariamente com água deionizada, com posterior controle do pH.

Após a descrição da sintomatologia das supressões dos nutrientes, as plantas foram colhidas, 45 dias após o transplante, e divididas em raiz e parte aérea. O material foi coletado lavado em água corrente e em água destilada e deionizada para remoção do excesso de solução nutritiva. Posteriormente acondicionado em sacos de papel. As amostras foram secadas em estufa a 70°C , com ventilação forçada, durante 48 horas, e pesadas obtendo-se a massa seca da parte aérea. Na sequência, foram realizadas as análises químicas do material vegetal, determinando-se os teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) conforme a metodologia descrita por Bataglia et al. (1983). Com os resultados da massa seca da parte aérea e o teor de nutrientes, calculou-se o acúmulo desses nutrientes na forrageira.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, sendo comparadas as médias dos tratamentos com a solução completa e solução com supressão de macronutrientes pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A supressão dos macronutrientes diminuiu a produção de massa seca da planta inteira (Tabela 1), refletiu na nutrição influenciando os teores da maioria dos nutrientes da parte aérea (Tabela 2) e o seu acúmulo na planta (Tabela 3), induzindo os sintomas de desordem nutricional no capim-tanzânia. Assim, os efeitos da supressão dos macronutrientes no desenvolvimento e na nutrição da planta forrageira, será descrito a seguir para cada nutriente.

Tabela 1. Resultados da matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca da planta inteira (MSPI) de capim-Tanzânia cultivado em solução nutritiva completa e com a supressão de cada macronutriente.

Tratamento	MSPA	MSR	MSPI
g por planta			

Completo	6,96 a	1,19 a	8,15 a
- N	0,29 b	0,21 b	0,50 c
- P	1,23 b	0,92 a	2,15 b
- K	1,37 b	0,48 b	1,85 b
- Ca	1,06 b	0,59 b	1,65 b
- Mg	2,13 b	0,45 b	2,58 b
- S	3,20 b	0,47 b	3,67 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Resultados do teor dos macronutrientes da parte aérea de capim-Tanzânia cultivado em solução nutritiva completa e com a supressão de cada macronutriente.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	23,6b	1,7b	15,2a	3,8a	3,0a	1,0c
- N	11,4d	3,4a	10,6a	3,7a	1,8b	0,7e
- P	17,5c	0,3d	8,7b	2,4c	2,9a	0,8d
- K	31,9a	1,8b	2,0c	2,4c	1,1c	1,1b
- Ca	29,0a	1,0c	6,8b	0,7f	1,0c	3,3a
- Mg	20,3c	2,1b	13,1a	3,0b	0,3e	1,0c
- S	20,4c	2,1b	8,3b	2,0d	0,8d	0,6e

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 3. Resultados do acúmulo de macronutrientes da parte aérea do capim-Tanzânia cultivado em solução nutritiva completa e com a supressão de cada macronutriente.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	1.929,9a	139,3a	1.242,8a	311,3a	248,5a	83,9a
- N	57,1d	17,2d	53,0d	18,5c	9,0d	3,5d
- P	376,2c	7,3d	187,0b	51,6b	62,3b	18,4c
- K	591,6b	34,7c	37,0d	44,4b	21,2c	20,9c
- Ca	479,3c	16,8d	112,2c	12,3c	17,3c	54,6b

- Mg	523,7c	55,7b	339,2b	78,6a	7,7d	27,0b
- S	751,6b	78,5b	304,6b	73,4a	29,3b	23,4b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Deficiência de nitrogênio

A supressão de nitrogênio (N) promoveu diminuição na produção de massa seca da parte aérea e raiz, refletindo na planta inteira (Tabela 1), atingindo redução da massa seca próximo de 95% em relação ao tratamento com solução completa. O efeito do N na diminuição da massa seca da planta ocorreu devido a sua importância no metabolismo dos vegetais. De acordo com Prado (2008), o N é o macronutriente aniônico mais abundante na planta e também é o nutriente mais exigido entre todos os demais, sendo constituinte de uma série de compostos indispensáveis à planta, a exemplo da síntese de clorofila.

A omissão de nitrogênio acarretou um decréscimo nos teores de todos nutrientes, exceto o teor de K. No entanto, salienta-se que o teor de N no tratamento completo (23,6 g kg⁻¹) está adequado na planta (15-25 g kg⁻¹), enquanto que no tratamento com omissão deste nutriente (11,4 g kg⁻¹) está abaixo da faixa adequada (Werner et al., 1997) (Tabela 2).

Observou-se ainda que a omissão do N diminuiu a absorção do mesmo na planta forrageira (57,2 mg/vaso), como mostra a Tabela 3. Quando comparado este tratamento com o tratamento completo (1929,9 mg/vaso), o acúmulo foi de 33 vezes maior. Além de proporcionar menor absorção de N, a omissão de N diminuiu a absorção de todos os demais macronutrientes na planta (Tabela 3). Este fato, também foi relatado por Prado & Vidal (2008) em plantas de milheto e por Santi et al. (2006) em plantas de girassol.

A ausência do N na planta de capim-Tanzânia ocasionou um menor desenvolvimento (Tabela 1) e diminuição na absorção dos nutrientes (Tabela 3) conforme descrito anteriormente e isso refletiu no desenvolvimento de sintomas de desordem nutricional. Com isso, verificou-se que a omissão do N promoveu amarelecimento das folhas mais velhas e com o decorrer do tempo progrediu para a planta toda. A ausência de N também por ter influência na síntese de clorofila (Prado, 2008) induziu uma coloração verde-claro nas folhas mais velhas, a qual progrediu para um amarelo uniforme intenso, devido à translocação do N para as partes mais novas da planta. O sistema radicular teve menor desenvolvimento e apresentou uma coloração escura.

Deficiência de fósforo

A omissão de fósforo diminuiu a produção de matéria seca da parte aérea, e refletiu na planta inteira (Tabela 1). Salienta-se, para os valores relacionados à matéria seca das raízes os tratamentos completo e com ausência de fósforo não diferiram entre si. O fato da omissão do P não ter diminuído a produção de matéria seca da raiz, ocorreu devido à estratégia da planta de sobrevivência quando submetida a esse tipo de estresse. Assim, as plantas sob deficiência têm mecanismo de adsorção, tendo maior translocação de carboidratos para a raiz minimizando prejuízos ao sistema radicular (Prado, 2008). Embora a planta tenha utilizado essa estratégia de minimizar a queda de biomassa de raiz, fato comum em plantas em crescimento submetidas a omissão do macronutriente, ocorreu prejuízo na produção de matéria seca da planta inteira, pois trata-se de um nutriente importante, o qual está envolvido nos sistemas de transferência de energia para

as sínteses orgânicas nas plantas (Prado, 2008). Resultados semelhantes foram obtidos por Werner (1986), verificou que o fósforo desempenha importante papel no desenvolvimento da planta e no perfilhamento das gramíneas.

A ausência de fósforo acarretou um decréscimo nos teores de todos os macronutrientes (Tabela 2). Salienta-se que o teor de P no tratamento completo ($1,7 \text{ g kg}^{-1}$) está adequado na planta, pois a literatura informa que os teores de fósforo devem estar entre $1-3 \text{ g kg}^{-1}$ (Werner et al., 1997) e no tratamento com omissão deste nutriente ($0,3 \text{ g kg}^{-1}$) está abaixo da faixa adequada.

Observou-se ainda que a omissão do fósforo diminuiu a absorção do mesmo na planta forrageira (Tabela 3) ($7,32 \text{ mg/vaso}$) comparado ao tratamento completo ($139,37 \text{ mg vaso}$) que foi dezenove vezes maior. Além de proporcionar menor absorção de fósforo, a omissão de P diminuiu a absorção de todos os demais macronutrientes na planta (Tabela 3), fato semelhante foi citada por Prado e Vidal (2008). O efeito da omissão de fósforo ter diminuído a absorção de nitrogênio na planta, é reportado na literatura, pois existe interação entre os elementos (Lira et al., 1994).

Outro fato é a relação do nitrogênio e fósforo, quando há sua omissão ocorre uma diminuição no acúmulo de enxofre na planta (Tabela 3). Werner & Monteiro (1988) relatam que respostas de pastagens de gramíneas à adubação com enxofre não são obtidas, a menos que o suprimento de nitrogênio e fósforo seja adequado.

A omissão de fósforo promoveu prejuízos no crescimento da planta e na absorção de nutrientes, quando comparado com o tratamento completo, conforme visto anteriormente. Este efeito refletiu em sintomas característicos de deficiência de fósforo, com aparecimento de folhas mais estreitas e uma diminuição no número de perfilhos. Observou-se ainda, coloração menos intensa e sem brilho das folhas. Não se observou sintomas de manchas arroxeadas nas folhas, no entanto são citados na literatura em gramíneas como o sorgo (Coelho et al., 2002; Vasconcelos et al., 1988), onde os sintomas são decorrentes do acúmulo de fotoassimilados nos tecidos, o que favorece a síntese de antocianina, induzindo cor avermelhada (Mengel & Kirkby, 1987).

Deficiência de potássio

A falta de potássio diminuiu a produção de matéria seca da parte aérea, raiz e da planta inteira (Tabela 1), comparado ao tratamento completo. Este fato é explicado devido a importância do potássio como ativador enzimático envolvido na síntese de diversos compostos orgânicos (Prado, 2008).

A omissão de potássio acarretou um decréscimo nos teores de todos os macronutrientes. Salienta-se que o teor de K no tratamento completo ($15,2 \text{ g kg}^{-1}$) está adequado na planta segundo Werner et al (1997) ($15-30 \text{ g kg}^{-1}$) e no tratamento com omissão deste nutriente ($2,0 \text{ g kg}^{-1}$) está abaixo da faixa adequada. Resultado semelhante foi obtido por Martins & Fonseca (1994) com forrageira (capim-elefante), onde na ausência de K na solução nutritiva, o teor do nutriente foi baixo ($2,0 \text{ g kg}^{-1}$) comparado ao tratamento completo ($15,25 \text{ g kg}^{-1}$).

Observou-se ainda que a omissão de potássio diminuiu absorção do mesmo na planta forrageira (Tabela 3) ($37,0 \text{ mg/vaso}$) comparado ao tratamento completo ($1.242,8 \text{ mg/vaso}$) que foi 33 vezes maior. Além de proporcionar menor absorção de potássio, a omissão desse macronutriente diminuiu a absorção de todos os demais nutrientes avaliados na planta (Tabela 3).

A omissão de potássio ao provocar diminuição da produção de matéria seca e na absorção de nutrientes, induziu sintomas de desordem nutricional na forrageira. Os sintomas iniciou-se com a clorose na ponta das folhas mais velhas e posteriormente progredindo para as margens das mesmas. Com a seca nas margens das folhas, as

mesmas tornam-se quebradiças. Outros autores (Fontes, 2001; Vicente-Chandler et al., 1962) também relatam sintomas semelhantes com a clorose amarelo-pálida inicialmente, seguido de morte, das pontas para a base e das bordas para o centro das folhas mais velhas.

A necrose das folhas que ocorre nas plantas deficientes em K é devido ao fato do acúmulo da putrecina, um composto tóxico (Malavolta & Crocomo, 1982). O principal papel do K na produção de biomassa das plantas ocorre pelo fato de ser grande ativador enzimático, ou seja, o nutriente induz mudanças de conformação nas enzimas e aumenta-se a taxa das reações catalíticas e, em muitos casos, também a afinidade pelo substrato (Evans & Wildes, 1971).

Deficiência de cálcio e de magnésio

A supressão de cálcio diminuiu a produção de matéria seca da parte aérea, raiz e da planta inteira (Tabela 1), comparado ao tratamento completo. E ainda a ausência deste macronutriente promoveu decréscimo dos teores de todos os nutrientes exceto os teores de N e S que apresentaram acréscimo (Tabela 2). Salienta-se que o teor de Ca no tratamento completo ($3,8 \text{ g kg}^{-1}$) está adequado na planta, como observado por Werner et al (1997), o qual deve estar entre $3-8 \text{ g kg}^{-1}$. No tratamento com omissão deste nutriente ($0,7 \text{ g kg}^{-1}$) está abaixo da faixa adequada.

Observou-se ainda que a omissão do cálcio diminuiu a absorção do mesmo na planta forrageira (Tabela 3) ($12,38 \text{ mg/vaso}$) comparado ao tratamento completo ($311,3 \text{ mg/vaso}$). Além de proporcionar menor absorção do cálcio, a sua omissão diminuiu a absorção de todos os demais macronutrientes na planta (Tabela 3). Esta observação também foi constatada por Prado e Vidal (2008). Nota-se, ainda o fato da ausência do Ca em ter elevado o teor de N e S (Tabela 2), deve-se ao efeito concentração, pois o menor crescimento de biomassa induziu maior teor dos mesmos na planta, e não uma maior absorção, ao contrário devido diminuição no acúmulo do N e S na planta (Tabela 3), descrito anteriormente.

Viégas et al. (2002) e Santi et al. (2006) observaram a redução nos teores de cálcio com as omissões de nitrogênio e fósforo, o mesmo sendo observado neste trabalho para os nutrientes acumulados, além também do magnésio.

Prado & Vidal (2008) relatam que a omissão de cálcio proporcionou aumento significativo nos teores de enxofre, fósforo, magnésio e nitrogênio, o que também foi observado no aumento dos teores de nitrogênio e enxofre. Segundo os mesmos autores, a elevação dos teores de alguns nutrientes, pela omissão de cálcio na solução nutritiva, possivelmente deve-se ao efeito de concentração, sendo que o menor crescimento concentrou os nutrientes nos tecidos vegetais.

A omissão do cálcio no capim-tanzânia ao promover diminuição da produção de matéria seca e na absorção de nutrientes, induziu sintomas característicos como anormalidades visuais nas folhas mais novas com o ápice fino e pequenos pontos necróticos com enrugamento para baixo e bordas recortadas. Mengel & Kirkby (2001) também descreveram sintomas semelhantes, onde a falta de cálcio é caracterizada pela redução do crescimento de tecidos meristemáticos, sendo observado, primeiramente, nas extremidades em crescimento e folhas mais jovens. Na literatura, é comum indicar que a deficiência de Ca promove deformação nas folhas, pois Avalhães et al. (2009) também observaram em capim-elefante, folhas com margens recortadas e tortas com pontas necróticas. Os efeitos do cálcio na dilaceração das margens das folhas devem-se ao seu papel nas plantas, fazendo parte dos pectatos de cálcio da parede celular, conferindo estruturação das células (Malavolta et al., 1989).

A supressão de magnésio diminuiu a produção de matéria seca da parte aérea, raiz e da planta inteira (Tabela 1), comparado ao tratamento completo, pois conforme Prado (2008), o mesmo exerce papel importante no metabolismo vegetal, como na ativação enzimática e na composição química da clorofila e portanto com reflexos na produção de biomassa.

A omissão de magnésio provocou decréscimo nos teores de todos os nutrientes exceto o teor de P. Salienta-se que o teor de Mg no tratamento completo ($3,0 \text{ g kg}^{-1}$) está adequado segundo Werner (1997) ($1,5 - 5,0 \text{ g kg}^{-1}$) e no tratamento com omissão deste nutriente ($0,3 \text{ g kg}^{-1}$) está abaixo da faixa adequada.

Observou-se ainda que a omissão do magnésio diminuiu a absorção do mesmo na forrageira (Tabela 3) ($7,74 \text{ mg/vaso}$) comparado ao tratamento completo ($248,5 \text{ mg/vaso}$). Além de proporcionar menor absorção de magnésio, a sua omissão diminuiu a absorção de todos os demais macronutrientes na planta (Tabela 3).

Diante dos efeitos da omissão de magnésio no crescimento e na nutrição da plantas, discutidos anteriormente, constatou-se reflexo nas plantas com surgimento de sintomas de desordem nutricional nas folhas mais velhas, com um amarelecimento e clorose internerval, em cor de verde intenso nas nervuras. Em seguida, os sintomas evoluem para a margem das folhas velhas, ficando necrosadas, e com o agravamento da deficiência ocorre o amarelecimento também das folhas mais novas. Santi et al. (2006) relatam que os sintomas de deficiência deste nutriente em sorgo, inicia com o amarelecimento da margem da folha para o centro e depois entre as nervuras, com o progresso do quadro sintomatológico as folhas mais novas foram atingidas.

Deficiência de enxofre

A omissão de enxofre diminuiu a produção de matéria seca da parte aérea, raiz e da planta inteira (Tabela 1), comparado com aplicação completa de macronutrientes. O enxofre nas plantas é importante, pois a maior parte deste nutriente, cerca de 90%, faz parte dos aminoácidos essenciais como a cistina, cisteína e metionina (Salisbury & Ross, 1992). portanto, a sua ausência na solução nutritiva promoveu diminuição da produção de matéria seca.

A falta de enxofre promoveu um decréscimo nos teores de todos os nutrientes exceto o teor de P que apresentou acréscimo. É importante verificar que o teor de S no tratamento completo ($1,0 \text{ g kg}^{-1}$) está adequado quando comparado com a literatura, onde os teores devem ser de $1 - 3 \text{ g kg}^{-1}$ (Werner, 1997) e no tratamento com omissão deste nutriente ($0,6 \text{ g kg}^{-1}$) está abaixo da faixa adequada.

Observou-se ainda que a omissão do enxofre diminuiu a absorção do mesmo na planta forrageira (Tabela 3) ($23,4 \text{ mg/vaso}$) comparado ao tratamento completo ($83,9 \text{ mg/vaso}$). Além de proporcionar menor absorção de enxofre, a sua omissão na solução nutritiva diminuiu a absorção de todos os demais macronutrientes na planta (Tabela 3). Prado & Franco (2007) também relatam menores teores de enxofre, fósforo, magnésio e ferro com a omissão de enxofre.

Os sintomas visuais de deficiência de enxofre no capim-tanzânia, ocorreu em função da diminuição da sua absorção pela planta, discutido anteriormente, sendo caracterizado por uma coloração amarelo-pálida nas folhas mais novas, que ocorreu lentamente, pois foi o último tratamento a desenvolver a sintomatologia. Marques et al. (2004) relatam que os sintomas de deficiência de S em paricá (*Schizolobium amazonicum*), iniciaram com a coloração verde-claro para verde-amarelo e progredindo para amarelo intenso em folhas novas, no entanto não houve redução no tamanho da planta.

Por fim, em geral, observou-se, que a omissão provocou alterações biológicas nas plantas e refletindo na diminuição na produção de MSPI de capim-Tanzânia, que ocorreu na seguinte ordem decrescente: N>Ca>K>P>Mg>S. Veloso & Muraoka (1993) também observaram que os nutrientes que mais afetaram a produção de matéria seca foram o nitrogênio, cálcio e o potássio. Prado & Franco (2007) citam também que o nitrogênio é o elemento que mais limita o crescimento e produção das gramíneas.

CONCLUSÕES

A supressão dos macronutrientes em capim-tanzânia provocou diminuição na produção de matéria seca destacando-se o nitrogênio, e na absorção de nutrientes, promovendo sintomas visuais característica para cada nutriente. Os teores dos macronutrientes na parte aérea do capim da solução nutritiva completa e com omissão dos nutrientes foram respectivamente: N = 23,6-11,4; P = 1,7-0,3; K = 15,2-2,0; Ca = 3,8-0,7; Mg = 3,0-0,3; S = 1,0-0,6 g kg⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVALHÃES, C. C.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; CORREIA, M. A. R. Omissão de macronutrientes no crescimento e no estado nutricional de capim-elefante cv. Mott cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.10, n.3, p.215-222, may./june 2009.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim técnico, 78).

COELHO, A. M. et al. **Seja o doutor do seu sorgo**. Piracicaba: Potafos, 2002. (Arquivo do agrônomo, 14).

EVANS, H. J.; WILDES, R.A. **Potassium and its role in enzyme activation**. In: Proc. 8th Colloq. Int. Potash Inst. Bern, p.13-39, 1971.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122 p.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soil**. Berkeley, California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p. (Boletim, 347).

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1995. p.21-58.

LIRA, M. de A.; FARIAS, I.; FERNANDES, A. de P.M.; SOARES, L.M. DUBEUX Jr., J.C.B. Estabilidade de resposta do capim-braquiária sob níveis crescentes de nitrogênio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.7, p.1151-1157, 1994.

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O.J. O potássio e a planta. In: POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina, 1982. **Anais...** Piracicaba, POTAFÓS, 1982. p.95-162.

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

MARTINELLO, P.; BERARDO, N. Residual fertilizer effects on dry-matter yield and nutritive value of Mediterranean pastures. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.62,p.87-99,2007.

MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B. **Introdução ao cultivo hidropônico**. 2^a Ed. Viçosa: UFV, 2004.111p.

MARQUES, T.C.L.L.S.M.; CARVALHO, J. G.; LACERDA, M.P.C.; MOTA, P.E.F. Crescimento inicial de paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.184-195, 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2nd ed. London; San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M. Manejo de solo e adubação de pastagem de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 82-115.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Berne: International Potash Institute, 1987.

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

PRADO, R.M.; FRANCO, C.F. Omissão de nutrientes no crescimento, na nutrição e nos sintomas visuais em plantas de milho variedade Al-Bandeirante. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.82, p.84-97, 2007.

PRADO, R.M.; VIDAL, A.A. Efeitos da omissão de macronutrientes em solução nutritiva sobre o crescimento e a nutrição do milheto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n.3, p.208-214, 2008.

PRADO, R.M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. FUNEP, 500p. 2008.

RODRIGUES FILHO, F. S. de O.; FEITOSA, C. T.; GERN, M. A. N. Omissão de macronutrientes em plantas de amendoim. **Bragantia**, Campinas, v.47, n.2, p.305-312, 1988.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**, 4. Ed. Belmont, CA: Wadsworth Publishing, 1992. 682p.

SANTI, A.; CAMARGOS, S.L.; SCARAMUZZA, W.L.M.P.; SCARAMUZZA, J.F. Deficiências de macronutrientes em sorgo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.2, p.228-233, 2006.

VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L. dos; FRANÇA, G.E. Calagem e adubação na cultura do sorgo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRO-PECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo**. 3. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1988. p. 19-26.

VICENTE-CHANDLER, J; FIGARELLA, J. Effects of the nitrogen sources on yields and composition of napier grass. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 44, n. 2, p. 215-227, 1962.

VIÉGAS, I. de J.M.; BATISTA, M.M.F.; FRAZÃO, D.A.C.; CARVALHO, J.G. de; SILVA, J.F. da. Avaliação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S em plantas de gravioleira cultivadas em solução nutritiva com omissão de macronutrientes. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 38, p. 17-28, 2002.

WERNER, J.C. & MONTEIRO, F.A. Respostas das pastagens a aplicação de enxofre. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.26, n.1, p.71-85, jan./mar. 1988.

WERNER, J.C. **Adubação de pastagem**. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, 1986, 49p. (Boletim técnico, 18).