

DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM SORGO¹

The macronutrients deficiency in sorghum

Adalberto Santi², Sânia Lúcia Camargos³,
Walcylen Lacerda Matos Pereira Scaramuzza⁴, José Fernando Scaramuzza⁵

RESUMO

A procura de informações sobre sorgo tem aumentado e parece estar associada ao seu maior potencial produtivo, maior resistência ao déficit hídrico, o surgimento de novas cultivares e expansão do seu cultivo na região do Cerrado. Com base nisso, objetivou-se com o presente trabalho verificar os sintomas típicos e individualizados de deficiência nutricional de macronutrientes na cultura do sorgo, mediante a observação dos efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento das plantas e avaliar os efeitos dessas omissões na composição mineral do sorgo. Foram cultivadas plantas de sorgo em solução nutritiva completa de Sarruge (1975), submetidas aos seguintes tratamentos: omissão de N, P, K, Ca, Mg e S. Aos dois dias após o início do ensaio, as plantas apresentaram os primeiros indícios de deficiência, que foram descritos e caracterizados. Quando os sintomas estavam definidos as plantas foram coletadas, lavadas, separadas em folhas, colmo e raízes, colocadas para secar, para posterior determinação de massa seca, área foliar e teores de macronutrientes. Os sintomas visuais de deficiência de nutrientes mostraram-se de uma maneira geral facilmente caracterizáveis. A produção de massa seca foi afetada pela omissão de nutrientes e os tratamentos que mais afetaram as diferentes partes das plantas e as áreas foliares foram as omissões de nitrogênio, cálcio e magnésio. O acúmulo de nutrientes pelas plantas obedeceu a seguinte ordem decrescente: N>K>Ca>Mg>P>S.

Termos para indexação: Nutrição mineral, cultivo hidropônico, *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

The searching for information about sorghum is increasing and seems to be connected to a greater potential of productivity, greater resistance to hydro deficit, the forthcoming of new cultivate with good characteristics for the grain production and expansion of its culture in the bushy region. Based on this, the objectives of this work was to verify the typical symptoms and the unique nutritional differences of macronutrients in the sorghum cultivate, by observation of the effects in the omission of nutrients in the development of the plants and this omission effects in the mineral composition of sorghum. The sorghum plants were cultivated in nutritive complete solution of Sarruge (1975), and subordinated to the following elements omissions: N, P, K, Ca, Mg and S. Two days after the start of the research the plants showed already deficiency which was described and characterized. When the symptoms were decisive the plants were collected, washed, separated in leaves, culms, roots, and put to dry, for a posterior determination of dried mass, leave's area and macro and micronutrients values. The visual symptoms of nutrients deficiency were easily seen. The treatments that most affect the dry mass of the different parts of the plants even the leaves were the Nitrogen Calcium and Magnesium omission. The accumulation of nutrients by the plants obeyed the following order: N>K>Ca>Mg>P>S.

Index terms: Mineral Nutrition, Hydroponics' Cultivate, *Sorghum bicolor*.

(Recebido para publicação em 12 de abril de 2004 e aprovado em 8 de novembro de 2005)

INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro é o segundo maior bioma nacional, com uma área de 207 milhões de hectares, correspondendo a cerca de 20% do território nacional. Nessa região, o cultivo do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), assume destaque em substituição ao milho

(*Zea mays* L.) como suplemento energético trazendo vantagens econômicas ao produtor, uma vez que essa substituição é tecnicamente viável, especialmente nas fronteiras agrícolas, tornando-se extremamente vantajoso o uso de grãos de sorgo (AMARAL et al., 1999).

¹Extraído da dissertação apresentada pelo primeiro autor à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAMEV – Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT – Av. Fernando Corrêa da Costa, s/nº – 78.060-900 – Cuiabá, MT.

²Engenheiro Agrônomo, mestrando em Agricultura Tropical – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAMEV – Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT – adalbertosanti@bol.com.br – Bolsista CAPES.

³Professora Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAMEV – Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT – sania@ufmt.br

⁴Bolsista PRODOC/CAPES – Departamento de Solos e Engenharia Rural – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAMEV – Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT – wilmperrei@pop.com.br

⁵Professor Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAMEV – Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT – jscaramuzza@uol.com.br

Os nutrientes têm funções essenciais e específicas no metabolismo das plantas. Dessa forma, quando um dos nutrientes essenciais não está presente em quantidades satisfatórias ou em condições que o tornam pouco disponível, a sua deficiência nas células promove alterações no seu metabolismo. Os sintomas de carências minerais são mais ou menos características para cada nutriente, dependendo também da severidade, da cultivar e de fatores ambientais (COELHO et al., 1996).

A diagnose visual de deficiências minerais em sorgo, juntamente com o conhecimento dos teores de nutrientes, pode constituir uma técnica auxiliar na avaliação da necessidade de fertilizantes e corretivos para a espécie em questão. A desordem nutricional, quer seja por deficiências ou excessos dos nutrientes minerais, causa diminuição na produção de qualquer cultura, inclusive para o sorgo.

A técnica de 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 (SARRUGE, 1975).

Com o presente trabalho, objetivou-se verificar os sintomas típicos e individualizados de deficiência nutricional de N, P, K, Ca, Mg e S na cultura do sorgo, mediante a observação dos efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento das plantas, avaliando também os efeitos dessas omissões na composição mineral da raiz e parte aérea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, Mato Grosso, no período de outubro a novembro de 2003.

As sementes de sorgo da cultivar Dow Agrosiences 822 (granífero), foram germinadas em recipientes plásticos de 60 x 40 x 9 cm contendo areia lavada e irrigada diariamente com água destilada. Aos dez dias, as plântulas tiveram as suas raízes lavadas com água destilada para obter uma completa limpeza, logo após selecionou-se três plântulas por vaso e as transplantaram para os vasilhames plásticos com dois litros de capacidade contendo solução nutritiva completa (SARRUGE, 1975), na proporção ¼ de força iônica, em sistema de aeração artificial contínuo, por um período de quatro dias. Decorrido esse período, substituiu-se a solução por uma outra de ½ força iônica por mais oito dias.

Após este período, foram iniciados os tratamentos de omissão de individual dos nutrientes: nitrogênio (-N),

fósforo (-P), potássio (-K), cálcio (-Ca), magnésio (-Mg), enxofre (-S) e a testemunha (Completo). As soluções foram preparadas com reagentes p. a. e a composição da solução nutritiva completa (SARRUGE, 1975), apresentou a seguinte característica: N - 210 mg L⁻¹, P - 31 mg L⁻¹, K - 234 mg L⁻¹, Ca - 200 mg L⁻¹, Mg - 48 mg L⁻¹, S - 64 mg L⁻¹, B - 0,5 mg L⁻¹, Cu - 0,02 mg L⁻¹, Fe - 5,0 mg L⁻¹, Mn - 0,5 mg L⁻¹, Zn - 0,05 mg L⁻¹, Mo - 0,01 mg L⁻¹.

O delineamento experimental foi blocos casualizados, com sete tratamentos e três repetições, num total de 21 unidades experimentais, sendo cada unidade experimental representada por um vaso plástico.

Durante a condução do ensaio a solução nutritiva foi mantida a pH 5,9 ± 0,1 e quando necessário foram feitas as correções com HCl 1,0 M ou NaOH 1,0 M. A renovação das soluções ocorreu a cada seis dias e o seu arejamento foi contínuo através de sistema de compressão de ar. Foi avaliado diariamente o volume das soluções nos vasos e quando necessário foi completado com água deionizada, com posterior controle do pH.

A sintomatologia das omissões de nutrientes foi descrita e acompanhada até a completa definição dos sintomas e, após esse período, as plantas foram coletadas separando-as em parte aérea e raízes. O material coletado foi lavado em água corrente e posteriormente, enxaguado em água destilada e deionizada para remoção do excesso de solução nutritiva, após a lavagem o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado para secagem em estufa com circulação forçada de ar (70 - 75°C) até peso constante. Após a secagem, o material foi pesado, obtendo-se a massa seca para cada parte da planta, moído em moinho tipo "Wiley", com peneira de 20 mesh para posterior análise química. Para determinação da área foliar, utilizou-se de imagens digitalizadas das plantas com a utilização do programa SigmaScan Pro 5.0.

As determinações dos teores de P, K, S, nas raízes, colmo e folhas foram feitas segundo Malavolta et al. (1997) e N, Ca, Mg de acordo com Miyazawa et al. (1999). O N foi mineralizado via digestão sulfúrica e para os demais elementos foi utilizada a digestão nítrica-perclórica. As determinações do N foram através do semi-micro Kjeldahl; o P foi dosado pela colorimetria; o K pela fotometria de emissão de chama; o Ca e o Mg por espectrofotometria de absorção atômica; o S por turbidimetria.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para as variáveis de resposta em questão pelo programa estatístico SAEG 8.0. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de massa seca e área foliar

Como indicadores do desenvolvimento, utilizaram-se os dados de produção de massa seca das diferentes partes das plantas, em função dos tratamentos (Tabela 1).

De uma maneira geral, observou-se que as médias de todos os tratamentos com omissão de nutrientes foram inferiores ao completo com relação à produção de MST e nas diferentes partes da planta, concordando com os dados encontrados por Veloso (1993).

Os nutrientes que mais limitaram o crescimento de sorgo foram: Ca, N e Mg. Fasabi (1996), também relatou em seu trabalho que o Ca e o N apresentaram as menores produções de MST. Já Veloso (1993) verificou que foram N e Fe.

A redução na produção de MST de plantas de sorgo, ocorreu na seguinte ordem decrescente: Ca>N>Mg>P>K>S.

Nas folhas, as menores produções de massa seca foram registradas nos tratamentos com omissão de Ca (0,6 g planta⁻¹), N (0,7 g planta⁻¹), Mg (0,8 g planta⁻¹), seguidos pelos tratamentos P (1,6 g planta⁻¹), K (1,7 g planta⁻¹) e S (2,4 g planta⁻¹), diferindo estatisticamente do tratamento completo (3,43 g planta⁻¹).

Os menores valores de massa seca do colmo ocorreram na omissão de N, Mg, Ca, K, P e S, com produções respectivas de 0,4; 0,4; 0,4; 0,7; 1,0 e 1,3 g planta⁻¹, estatisticamente inferiores ao obtido no completo (1,8 g planta⁻¹).

Nas raízes, a omissão de Ca, Mg, N, K, S e P, em ordem crescente, na produção de massa seca diferiram do tratamento completo.

A redução na área foliar de plantas de sorgo ocorreu na seguinte ordem decrescente: Ca>N>Mg>P>K>S.

Quando comparou-se com a ordem de redução na produção de MST, descrita anteriormente, notou-se uma certa similaridade na distribuição, com uma certa alternância nas posições entre os elementos P e K, concordando com os resultados de Fasabi (1996).

Sintomatologia visual das deficiências e teores de nutrientes

Nitrogênio

Dois dias após o início do tratamento com omissão de N, foram observados os primeiros sintomas de deficiência desse nutriente nas plantas de sorgo. Inicialmente, as plantas de sorgo exibiam clorose nas folhas velhas e nas folhas novas as nervuras principais apresentavam uma tonalidade amarelada. Com a evolução da deficiência a clorose evoluiu para as folhas mais novas.

Observou-se, também, plantas de porte reduzido, com área foliar pequena, plantas com colmo fino, quando comparado com o tratamento completo. Coelho et al. (2002) e Vasconcellos et al. (1988) relataram características similares de deficiência de N em seus trabalhos com sorgo.

Verifica-se que a omissão de N ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparado com o do tratamento completo (Tabela 2). O mesmo fato relatado anteriormente, foi observado por Amaral (1999) e Viégas et al. (2002).

Veloso (1993) e Monteiro et al. (1995) relataram que, em geral, as plantas deficientes em S apresentaram elevados teores de N nas raízes. Os dados obtidos no presente estudo apresentam concordância com os encontrados pelos autores acima mencionados.

TABELA 1 – Produções médias de massa seca das folhas, colmo, raiz total e área foliar do sorgo, nos tratamentos.

Tratamento	Folhas	Colmo	g planta ⁻¹			Área foliar cm ²
			Raízes	MST		
Completo	3,4 a	1,8 a	1,9 a	7,2 a	747,3 a	
Omissão de N	0,7 d	0,4 e	0,5 d	1,5 f	142,7 d	
Omissão de P	1,6 c	1,0 cd	1,5 b	4,1 cd	350,7 c	
Omissão de K	1,7 c	0,7 de	0,6 cd	3,0 de	365,2 c	
Omissão de Ca	0,6 d	0,4 e	0,4 d	1,4 f	130,6 d	
Omissão de Mg	0,8 d	0,4 e	0,4 d	1,7 ef	181,4 d	
Omissão de S	2,4 b	1,4 bc	1,4 b	5,2 bc	517,5 b	

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

TABELA 2 – Teor médio de macronutrientes (g kg⁻¹) nas folhas, colmo e raízes de sorgo, nos diferentes tratamentos.

Tratamento	Macronutriente					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas						
Completo	34,9 d	3,6 b	17,7 a	6,5 bc	4,1 c	1,2 d
Omissão de N	16,4 f	3,2 b	15,3 b	5,0 d	2,2 e	1,2 d
Omissão de P	24,4 e	0,9 c	16,3 ab	4,8 d	2,3 e	1,2 d
Omissão de K	39,8 bc	4,5 a	4,2 c	12,3 a	7,8 a	1,5 cd
Omissão de Ca	45,0 a	4,4 a	16,0 ab	2,9 e	5,3 b	2,3 a
Omissão de Mg	44,2 ab	4,3 a	22,7 a	5,7 cd	1,5 f	2,0 ab
Omissão de S	28,0 e	4,2 a	16,0 ab	5,7 cd	3,1 d	0,6 e
C.V. (%)	4,3	4,0	13,0	5,5	6,1	7,0
Colmo						
Completo	25,7 bc	3,4 b	25,3 abc	10,2 b	7,2 b	1,1 bcd
Omissão de N	8,2 d	3,6 b	22,0 bc	4,4 e	2,9 d	0,7 de
Omissão de P	20,0 c	0,8 c	26,0 abc	4,5 e	2,5 d	0,8 cde
Omissão de K	36,7 a	4,7 a	4,7 d	15,0 a	12,1 a	1,9 a
Omissão de Ca	31,1 ab	3,5 b	19,0 c	1,3 f	5,5 c	1,6 ab
Omissão de Mg	36,5 a	4,2 ab	32,7 a	7,0 cd	1,7 d	1,4 ab
Omissão de S	28,0 abc	4,1 ab	19,3 c	6,6 d	5,0 c	0,3 e
C.V.(%)	9,8	8,7	13,0	9,4	9,4	14,7
Raízes						
Completo	18,0 c	2,9 de	7,0 ef	7,8 a	5,6 a	3,6 a
Omissão de N	9,3 d	3,9 ab	20,0 b	2,0 cd	2,6 c	3,0 a
Omissão de P	18,8 c	0,8 f	14,3 bcde	2,9 bcd	5,4 a	3,3 a
Omissão de K	29,0 ab	4,0 ab	2,1 f	7,7 a	2,8 c	3,1 a
Omissão de Ca	29,6 ab	3,5 bcd	10,3 cde	1,2 d	2,2 cd	3,4 a
Omissão de Mg	29,8 ab	4,3 a	30,7 a	4,7 abcd	1,1 d	3,4 a
Omissão de S	33,2 a	3,7 abc	18,3 bc	6,5 ab	4,3 ab	0,5 b
C.V. (%)	6,3	8,2	8,1	24,0	11,1	13,1

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Fósforo

Os sintomas de deficiência de P apareceram oito dias após a aplicação do tratamento com omissão desse nutriente, no qual toda a planta exibiu uma coloração sem brilho, dando as plantas um aspecto de coloração verde mais escuro quando comparadas com o tratamento completo. Verificou-se, ainda, presença de folhas estreitas, colmos finos e diminuição dos ângulos de inserção das folhas em relação ao colmo, dessa forma as folhas apresentaram-se mais eretas.

O surgimento de manchas arroxeadas nas folhas mais velhas, relatado por Coelho et al. (2002) e

Vasconcellos et al. (1988), em sorgo não foi verificado, sintoma este decorrente do acúmulo de fotoassimilados nos tecidos, o que favorece a síntese de antocianina, pigmento que confere essa coloração (MENGEL & KIRKBY, 1987).

O menor teor de P nas partes da planta foi observado, quando houve omissão desse nutriente da solução nutritiva, comparando-se com os demais tratamentos (Tabela 2).

Nas folhas não houve diferenças entre K, Ca, Mg e S, e no colmo entre K, Mg e S. O mesmo efeito nas raízes foi observado por Amaral et al. (1999), Monteiro et al. (1995) e Viégas et al. (2002).

Potássio

A deficiência de K começou a se manifestar aos três dias após o início da aplicação dos tratamentos, e se caracterizou, inicialmente pelo avermelhamento marginal descontínuo nas folhas inferiores, que evoluiu para o centro da folha entre as nervuras, com posterior secamento e necrose, dando um aspecto de queima nas folhas. Com o decorrer do agravo da sintomatologia, verificou-se a presença de necrose de todas as pontas das folhas. Observou-se, ainda, redução do porte da planta, presença de colmo fino e o aspecto de encarquilhamento para cima nas folhas novas.

Sintomas semelhantes foram descritos por Mattos et al. (2002), Monteiro et al. (1995), Pereira (2001) e Veloso (1993), quando omitiram o elemento K em plantas de braquiária, pimenteira-do-reino, capim-Mombaça e capim-Tanzânia, respectivamente.

Os teores médios de K nas diversas partes das plantas de sorgo em função dos tratamentos diminuiu com a omissão desse nutriente (Tabela 2). O mesmo fato foi observado em capim Tanzânia (MATTOS et al., 2002).

Observou-se que os maiores teores de K nas folhas, colmos e raízes ocorreram na omissão de Mg. Fasabi (1996) também observou maior teor de K nas folhas com a omissão de Mg Marrocos (1997) e Veloso (1993) e nas raízes.

Verificou-se ainda, que o colmo apresentou maiores teores de K, em relação às demais partes da planta, este fato foi observado também por Mattos et al. (2002).

Cálcio

A deficiência de Ca teve o seu início constatado dois dias após a aplicação dos tratamentos. Observou-se uma redução drástica do crescimento e redução da área foliar.

Tanto as folhas superiores como as inferiores apresentaram-se com aspecto encharcado, com pontuações avermelhadas e a ocorrência de amarelecimento seguido por secamento e necroses circundadas por um halo vermelho na margem da folha. As pontas das folhas mais novas grudaram-se umas às outras à medida que as plantas cresceram, com posterior murcha e morte das regiões de crescimento. As raízes apresentaram-se pouco desenvolvidas com encurtamento das raízes secundárias e de coloração castanho-escuro e com ligeiro apodrecimento.

Em todas as partes da planta, evidenciou-se que a menor média foi devido à omissão nutritiva de Ca (Tabela 2). Além disso, observou-se que nos tratamentos com ausência de N, P, e Mg, os teores de Ca nas raízes não diferiram estatisticamente do tratamento com omissão

desse nutriente.

Observa-se maior teor de Ca nas folhas na ausência de K. Viégas et al. (2002), estudando os efeitos de omissão de nutrientes, encontraram os mesmos resultados. O colmo também apresentou resultado semelhante às folhas. Por outro lado, a redução dos teores de Ca nas folhas e colmo foi observada com as omissões de N e P, tais fatos foram também observados por Viégas et al. (2002). Nas raízes encontrou-se maior concentração de Ca quando se omitiu o K.

Magnésio

Os primeiros sintomas de deficiências de Mg puderam ser observados três dias após o início dos tratamentos. As folhas inferiores amareleciam da margem da folha para o centro da mesma e depois entre as nervuras. A nervura principal permaneceu verde. Com o progresso do quadro sintomatológico as folhas novas foram atingidas.

As características das deficiências de Mg descritas para sorgo coincidem com as apresentadas na maioria das culturas, como por exemplo, as observadas por Monteiro et al. (1995) e Pereira (2001), em plantas de braquiária e capim-Mombaça, respectivamente.

Verificou-se redução no teor de Mg em todas as partes das plantas, quando o mesmo foi omitido da solução nutritiva (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Camargos (1999) e Veloso (1993). As omissões de N, P e Mg, em relação ao colmo, não diferiram estatisticamente do tratamento com ausência de Mg. Nas raízes, apenas na solução em que se omitiu Ca, verificou-se resultados estatisticamente semelhantes.

Enxofre

A deficiência de S manifestou-se oito dias após o início dos tratamentos de omissão do elemento. As folhas novas e recém-formadas no cartucho, apresentaram a coloração verde-claro, quando comparado com o tratamento completo. Os sintomas ocorreram nas folhas novas, indicando que os tecidos mais velhos não puderam contribuir para o suprimento de S para os tecidos novos. Sintomas similares foram descritos por Amaral et al. (1999) em plantas de manjeriço.

Verificou-se que, no tratamento em que se omitiu o S, os teores desse elemento foram reduzidos significativamente nas diferentes partes da planta analisadas, quando comparado com o tratamento completo (Tabela 2). Tais fatos foram demonstrados também em outras culturas, como em plantas de pimenteira-do-reino descritas por Veloso (1993), em malva por Fasabi (1996) e em graviola por Viégas et al. (2002).

Nas raízes, os teores médios de S não diferiram entre todos os tratamentos, com exceção do tratamento com omissão de S, que foi significativamente inferior (Tabela 2). Nas raízes foram encontrados os maiores teores de S em relação ao colmo e folhas, o mesmo efeito foi verificado por Amaral et al. (1999), Camargos (1999), Monteiro et al. (1995), Veloso (1993) e Viégas et al. (2002).

CONCLUSÕES

Com o presente trabalho, observou-se os sintomas visuais de deficiências de nutrientes de uma maneira geral, facilmente caracterizáveis.

A produção de massa seca foi afetada pela omissão de nutrientes, tanto na parte aérea como nas raízes podendo dizer que os tratamentos mais atingidos em relação a massa seca, foram os que obtiveram às omissões de N, Ca e Mg.

O acúmulo de nutrientes nas plantas de sorgo obedeceu à seguinte ordem decrescente: N>K>Ca>Mg>P>S, em que foram constatados tanto em diagnose visual como em análise química.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J. F. T. do; FONSECA, A. F. A. da; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R.; FONTES, P. C. R. Deficiências de macronutrientes, Fe e B em manjeriço (*Ocimum sp.*), em cultivo hidropônico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 46, n. 265, p. 297-308, 1999.
- CAMARGOS, S. L. **Diagnose de deficiência, teor e acúmulo de nutrientes em castanheira-do-brasil**. 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.
- COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAN, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. **Seja o doutor do seu sorgo**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. 24 p. (Arquivo do agrônomo, 14).
- FASABI, J. A. V. **Carências de macro e micronutrientes em plantas de malva (*Urena lobata*), variedade BR-01**. 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – FCAP, Belém, 1996.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARROCOS, P. C. L. **Nutrição mineral da *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche**. 1997. 91 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- MATTOS, W. T. de; SANTOS, A. R. dos; ALMEIDA, A. A. da S.; CARREIRO, B. D. C.; MONTEIRO, F. A. Aspectos produtivos e diagnose nutricional do capim-Tanzânia submetido a doses de potássio. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2002.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Berne: International Potash Institute, 1987. 593 p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. de S. do; MELLO, W. J. de. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, J. C. **Manual de análise químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa, 1999. p. 171-224.
- MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D. de; ABREU, J. B. R. de; DAIUB, J. A. S.; SILVA, J. E. P. da; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. Cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.
- PEREIRA, W. L. M. **Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para capim-mombaça**. 2001. 124 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.
- SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 1, n. 3, p. 231-233, 1975.
- VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L. dos; FRANÇA, G. E. Calagem e adubação na cultura do sorgo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo**. 3. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1988. p. 19-26.
- VELOSO, C. A. C. **Deficiências de macro e micronutrientes e toxidez de alumínio e manganês na pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.)**. 1993. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1993.
- 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.