

Nota Técnica/Technical Note

DIAGNÓSTICO DE SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS DE MORINGA (*Moringa oleifera*)

Hugo Vieira¹, Lucia Helena Garófalo Chaves², Ricardo Almeida Viégas³

(recebido: 30 de novembro de 2006; aceito: 22 de maio de 2007)

RESUMO: Com o propósito de induzir e caracterizar os sintomas de deficiências dos macronutrientes em mudas de moringa (*Moringa oleifera*), conduziu-se, durante 30 dias, um ensaio em casa de vegetação usando mudas de moringa, cultivadas em vasos contendo areia de rio, com as seguintes soluções nutritivas: -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, e solução nutritiva completa. Após 15 dias, começaram a aparecer os sintomas de deficiência devido à omissão destes macronutrientes, com exceção do tratamento -S. Os sintomas de deficiência de N, P, K, Ca e Mg observados foram semelhantes aos descritos na literatura para outras espécies vegetais. A omissão de N foi o tratamento que mais afetou a produção de matéria seca. Pela ordem decrescente, seguiram-se os das ausências de P, Mg e S. A omissão de K e Ca não trouxeram para o período considerado, restrições na produção de matéria seca.

Palavras-chave: Deficiência nutricional, diagnose visual, solução nutritiva.

DIAGNOSIS OF MACRONUTRIENT DEFICIENCY SYMPTOMS IN SEEDLINGS OF MORINGA (*Moringa oleifera*)

ABSTRACT: To characterize macronutrient deficiencies in seedlings of moringa (*Moringa oleifera*), an experiment was carried out under greenhouse conditions, during 30 days, using plants of moringa, grown in pots containing river sand as substrate and the following nutrient solutions: -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S and complete. The symptoms deficiencies had started to appear 15 days after omission of nutrients. Except for the -S treatment, all the other treatments showed nutritional deficiency symptoms. The N, P, K, Ca and Mg deficiency symptoms observed were similar to the described ones in literature for other vegetal species. The omission of N was the treatment which most affected the dry matter yield, followed by P, Mg and S. The omission of K and Ca did not affect the dry matter yield.

Key words: Nutrition deficiency, visual diagnosis, nutritive solution.

1 INTRODUÇÃO

A moringa (*Moringa oleifera*), pertencente à família Moringaceae, é uma planta nativa da região nordeste da Índia e vem sendo cultivada em vários países das regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, desde 1985, adaptou-se muito bem às regiões do cerrado e semi-árida do Nordeste (BAKKE, 2001). Pelas qualidades que apresenta, a moringa vem sendo utilizada na alimentação humana e animal, na indústria e na medicina. O seu múltiplo uso e sua adaptação à região semi-árida são motivos que têm levado ao desenvolvimento de várias pesquisas, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da moringa quando submetida a diferentes níveis de salinidade e diferentes sais.

No tocante às exigências nutricionais e sintomas de deficiência, a moringa é uma planta ainda pouco estudada. Isto evidencia a necessidade de tais estudos uma vez que, o comprometimento de uma cultura, traduzido muitas vezes na diminuição de sua produção é, em geral, precedida por sintomas visuais, que geralmente são mais evidentes nas folhas. Mas a produção pode já estar comprometida mesmo antes da manifestação dos sintomas (MALAVOLTA et al., 1997).

A diagnose visual de deficiências nutricionais, que pode ser observada nas folhas das plantas bem como o conhecimento dos seus teores de nutrientes, pode constituir uma técnica auxiliar na avaliação das necessidades nutricionais da planta (MALAVOLTA, 1980). A técnica do cultivo de plantas em substrato que não seja

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande/UFCG – Av. Aprígio Veloso, 882 – 58109970 – Campina Grande, PB – hugo1vieira@yahoo.com.br

²Professora Titular da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande/UFCG – Av. Aprígio Veloso, 882 – 58109970 – Campina Grande, PB – lhgarofalo@hotmail.com

³Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande/UFCG – Campus de Patos – 58700970 – Patos, PB – raviegas@uol.com.br

o solo, tem permitido avanços no conhecimento dessas necessidades, pois controla mais adequadamente a composição da solução e elimina a heterogeneidade e complexidade que se apresenta no solo (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

Objetivou-se caracterizar os sintomas de deficiências nutricionais apresentados pela moringa frente à omissões individuais de macronutrientes, quando cultivada em solução nutritiva.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB). As sementes de moringa foram completamente imersas em água destilada, por um período de 24 horas, objetivando-se acelerar como também obter uma homogeneidade no processo de germinação. Após este período, as sementes foram postas para germinar em bandejas com areia lavada, período em que a umidade deste substrato foi mantida próxima à capacidade de campo, mediante irrigações diárias com solução 1,0 mmol L⁻¹ de CaSO₄. Decorridos quinze dias após a germinação, as plantas uniformes quanto ao

tamanho (aproximadamente 10 cm de altura), com dois pares de folhas definitivas, foram transferidas para vasos com volume total de, aproximadamente, 0,5 dm³ contendo o mesmo substrato, tendo permanecido uma planta por vaso. Durante oito dias as plantas receberam solução nutritiva com todos os macro e micronutrientes (Tabela 1), preparada segundo Hoagland & Arnon (1950), mas, diluída a 1:10 (10%) de sua força iônica.

A cada três dias a força iônica da solução foi, gradualmente, sendo duplicada até atingir, ao final de 9 dias, 8:10 (80%) de sua força iônica original (OLIVEIRA et al., 1991). Após vinte dias nessas condições, iniciaram-se os tratamentos, irrigando-se as plantas 2 vezes ao dia com um volume de solução suficiente para permitir uma ampla drenagem. O volume utilizado, variou de 200 a 250 mL planta⁻¹ dia⁻¹, sendo o mesmo estabelecido de acordo com o estágio de crescimento das plantas e com as condições de clima. Esse procedimento foi necessário para manter tanto a concentração dos nutrientes como o valor de pH, no meio de crescimento das raízes, com um mínimo de variação ao longo do dia. As plantas foram irrigadas com as soluções, correspondentes aos tratamentos, por 30 dias após o qual procedeu-se à coleta das plantas, separando-as em folhas e caules. O material colhido foi

Tabela 1 – Composição das soluções nutritivas completa e com deficiência dos nutrientes.

Table 1 – Composition of complete and incomplete nutrient solutions.

Solução Estoque	Tratamentos						
	Completo	- N	- P	- K ⁺	- Ca ⁺²	- Mg ⁺²	- S
	mL de solução-estoque / L solução de trabalho						
KNO ₃	4,8	-----	4,8	-----	4,8	4,8	4,8
Ca(NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	3,2	-----	3,2	3,2	-----	3,2	3,2
NH ₄ H ₂ PO ₄	0,8	-----	-----	0,8	0,8	0,8	0,8
MgSO ₄ . 7H ₂ O	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	-----	-----
NH ₄ NO ₃	-----	-----	-----	0,8	0,8	-----	-----
NaNO ₃	-----	-----	-----	3,2	4,8	-----	-----
KH ₂ PO ₄	-----	0,8	-----	-----	-----	-----	-----
K ₂ SO ₄	-----	4,0	-----	-----	-----	-----	-----
(NH ₄) ₂ SO ₄	-----	-----	0,4	-----	-----	-----	-----
MgCl ₂ . 6H ₂ O	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,6
Na ₂ SO ₄	-----	-----	-----	-----	-----	1,6	-----
CaCl ₂ – 2H ₂ O	-----	1,6	-----	-----	-----	-----	-----
Fé-EDTA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Micronutrientes	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

acondicionado em saco de papel e colocado em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir peso constante. Após este período, foi determinado o peso da matéria seca das diferentes partes da planta. Durante o experimento, as plantas foram monitoradas quanto ao aparecimento de sintomas visuais de deficiências nutricionais e quando do aparecimento, estes foram descritos.

Os tratamentos utilizados foram: solução nutritiva completa e omissão de cada um dos seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S. Usou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados da matéria seca foram submetidos a análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas geralmente apresentam sintomas característicos em resposta à falta dos nutrientes ou quando estes se encontram em um nível abaixo daquele considerado crítico, para o desenvolvimento normal das plantas (MALAVOLTA, 1980). O modelo experimental, adotado no presente estudo permitiu avaliar os sintomas de deficiência apresentados pelas plantas de moringa, descritos a seguir.

As plantas de moringa somente começaram a exibir sintomas visuais de deficiência nutricional 15 dias após o início dos tratamentos, também em relação ao crescimento

em altura. Aparentemente, duas questões podem estar envolvidas com este resultado. A primeira diz respeito ao fato das plantas terem recebido solução nutritiva completa no período inicial do desenvolvimento, permitindo, possivelmente, a formação de um estoque de nutrientes. A segunda diz respeito à eficiência de utilização desses nutrientes. Provavelmente, parte dos nutrientes absorvidos na fase inicial do desenvolvimento das plantas não tenha sido imediatamente envolvida em processos fisiológicos e bioquímicos relacionados com o crescimento, ficando disponível para ser utilizados pelas plantas, mesmo após o início dos tratamentos.

É interessante lembrar que a deficiência nutricional pode existir bem antes que o sintoma visual seja evidente. Assim, se somente os sintomas visuais forem adotados para diagnosticar as deficiências, boa parte do crescimento potencial pode ser perdido, no período anterior a uma ação corretiva.

Corroborando com os sintomas visuais de deficiência nutricional, observados ao longo do experimento, têm-se os resultados referentes às produções de matéria seca (MS), do caule, folhas e total, que constam na Tabela 2.

Deficiência de N: A omissão de N do meio de cultivo provocou o aparecimento dos primeiros sintomas visuais de deficiência, 15 dias após o início dos tratamentos. Com a evolução dos sintomas as plantas apresentaram uma

Tabela 2 – Produções médias de matéria seca de caules (MSC), folhas (MSF) e total (MST) de plantas de *Moringa oleifera* Lam. em função dos tratamentos

Table 2 – Dry matter production of stem (DMS), leaves (DML) and total (DMT) of *Moringa oleifera* Lam. plants in function of the treatments.

Tratamentos	Matéria Seca		
	Caule	Folha	Total
	g planta ⁻¹		
Completo	23,09 a	23,53 a	46,62 a
Omissão de N	12,53 d	12,26 c	24,79 d
Omissão de P	13,12 c d	17,90 b	31,02 c
Omissão de K ⁺	21,52 a b	24,68 a	46,20 a
Omissão de Ca ⁺²	20,54 a b	23,15 a	43,68 a
Omissão de Mg ⁺²	15,92 c	17,89 b	33,81 c
Omissão de S	19,45 b	19,12 b	38,57 b
DMS	3,14	2,17	4,67
CV (%)	6,24	3,92	4,43

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem, estatisticamente (Tukey $p > 0,05$).

visível paralisação do crescimento, caules finos e folhas pouco desenvolvidas, que resultaram numa menor produção de matéria seca, quando comparada ao tratamento completo (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Barroso et al. (2005), Monteiro et al. (1995), Sarcinelli et al. (2004) e Veloso & Muraoka (1993). Esta menor produção pode ser explicada pelo papel desempenhado pelo N, no metabolismo das plantas, pois este elemento é um constituinte de todas as proteínas e ácidos nucléicos, portanto essencial ao crescimento delas. Em geral, a carência de N diminui o tamanho das células, aumenta a espessura de suas paredes (WILD, 1988) e diminui a divisão e a expansão celular, provocando redução no tamanho de todas as partes morfológicas da planta, principalmente folhas e frutos (BARROSO et al., 2005; HEWITT & SMITH, 1975; LIMA FILHO & MALAVOLTA, 1997; RAIJ, 1991; SALVADOR et al., 1999; SARCINELLI et al., 2004; TISDALE et al., 1993).

A omissão de N também provocou o aparecimento da coloração amarela (clorose) em toda a área foliar, iniciando-se nas folhas mais velhas (folhas basais) e progredindo, com o tempo, em direção às folhas mais jovens. Isto é consequência da redistribuição do N para áreas de crescimento quando ocorre deficiência do mesmo nas plantas, uma vez que o elemento é bastante móvel no floema. Nas folhas mais velhas das plantas deficientes em N, as proteínas são hidrolizadas, resultando em aminoácidos que são redistribuídos para folhas novas e outras regiões apicais. A proteólise causa um colapso dos cloroplastos, diminuindo o conteúdo de clorofila com o consequente aparecimento da clorose (MALAVOLTA et al., 1997; MENGEL & KIRKBY, 1982; SALVADOR et al., 1999). Isto já foi observado em outras espécies florestais como *Eucalyptus citriodora* (MAFFEIS et al., 2000), *Myrcodruon urundeuva* (MENDONÇA et al., 1999), *Aspidosperma polyneurom* (MUNIZ & SILVA, 1995), *Cedrella fissilis* (SILVA & MUNIZ, 1995) e de *Acacia mangium* (DIAS et al., 1994).

Com o início do aparecimento da deficiência de N, os brotos terminais das plantas apresentaram aspecto de atrofiamento (redução do tamanho), contudo permaneceram verdes durante o período do experimento, devido à redistribuição do N para estas áreas de crescimento. Sintomas semelhantes foram encontrados por Veloso et al. (1998) em pimenta-do-reino.

Deficiência de P: Os sintomas caracterizados por uma coloração verde bastante intensa, tendendo para o azul, particularmente na parte basal das plantas (folhas

mais velhas), provocados pela deficiência de P, somente começaram a ser visualmente percebidos a partir do 26º dia da omissão de P do meio de cultivo das plantas de moringa. Esses sintomas foram semelhantes aos descritos por Dell et al. (1995), Silveira et al. (2002) e Veloso & Muraoka (1993). A localização basal dos sintomas visuais está associada à facilidade de redistribuição do P de um órgão para outro, e especialmente das folhas mais velhas em direção às mais novas, de forma semelhante ao que acontece com o nitrogênio. Ressalta-se que o verde intenso nas folhas, provocado pela deficiência de P, está associado à acumulação de antocianina (SALISBURY & ROSS, 1985).

Previamente ao surgimento da coloração característica de deficiência de P, aos 18 dias de tratamento, as plantas cultivadas, na ausência do elemento, apresentaram redução de altura quando comparada, visualmente, com as plantas do tratamento completo, fato este observado também por Lima Filho & Malavolta (1997) e Veloso & Muraoka (1993). Nesta época, o broto terminal também demonstrou uma aparência de atrofiamento.

O menor crescimento das plantas deficientes de P, quando comparado ao das plantas que receberam o tratamento completo, resultaram em menor produção de matéria seca (Tabela 2), ao contrário do que foi observado por Sarcinelli et al. (2004). Isso pode ser explicado pela diminuição do fornecimento de energia química produzida no cloroplasto, para os processos metabólicos, como por exemplo, síntese protéica e de ácidos nucléicos (MENGEL & KIRKBY, 1982). De acordo com Malavolta (1980) e Salvador et al. (1999), o relevante papel do P, na síntese de proteínas, determina que sua carência se reflita no menor crescimento vegetal.

Dentre os elementos analisados no presente estudo, os sintomas relacionados à deficiência de P foram aqueles mais tardiamente apresentados, como tem sido a regra para a grande maioria das plantas (MALAVOLTA, 1980).

Deficiência de K⁺: Os primeiros sintomas visuais de deficiência de potássio foram observados 21 dias após o início da omissão de K⁺. Esses sintomas foram caracterizados pelo amarelecimento, (caracterizado por uma tonalidade escura de amarelo), das folhas basais e medianas o qual com o tempo, progrediu em direção ao broto terminal. Os sintomas observados tiveram início na porção apical das folhas evoluindo para a base e, mais acentuadamente, envolveram áreas internervais, o que também foi observado por Barroso et al. (2005), Lima Filho & Malavolta (1997), Salvador et al. (1999) e Silveira et al. (2002). A localização preferencial dos sintomas, nas folhas mais velhas, mostra que o K⁺, a exemplo do P e N, é um elemento facilmente

redistribuído entre órgãos e partes da planta. Embora os sintomas de deficiência de K^+ tenham sido tardios, a sua evolução foi, por outro lado, bastante rápida. A omissão do K^+ , durante o período do experimento, não proporcionou redução significativa na produção de matéria seca em relação ao tratamento completo (Tabela 2), corroborando com Monteiro et al. (1995). O fornecimento de solução completa às plantas no período inicial do desenvolvimento das mesmas, possivelmente, permitiu o acúmulo do nutriente e a formação de um estoque que passou a ser utilizado pela planta quando houve a suspensão do nutriente.

Deficiência de Ca^{+2} : Os sintomas da deficiência de Ca^{+2} surgiram 19 dias após a omissão do nutriente do meio de cultivo, com um leve amarelecimento das folhas a partir da parte mediana da planta em direção à parte apical, ou seja, amarelecimento das folhas mais novas, concordando com Veloso & Muraoka (1993). Não foi observada, como é característico da deficiência de Ca^{+2} , morte das gemas apicais. Provavelmente, o curto intervalo de tempo de exposição das plantas à omissão de Ca^{+2} tenha contribuído para tal acontecimento, pois diversos trabalhos evidenciam a morte da gema apical de várias culturas quando deficientes em Ca^{+2} (BARROSO et al., 2005; KAUL et al., 1970; LIMA FILHO & MALAVOLTA, 1997). As folhas da parte basal das plantas (folhas mais velhas) apresentaram aspectos normais. O tratamento com omissão de Ca^{+2} , em relação ao tratamento completo, não proporcionou redução na produção de matéria seca (Tabela 2), corroborando com Monteiro et al. (1995). Vale ressaltar que no tratamento completo, todo o N é fornecido como nitrato (NO_3^-), enquanto que no tratamento com omissão de Ca^{+2} o N é fornecido, em parte, como amônio (NH_4^+), o qual, por já se encontrar na forma reduzida, é incorporado pela planta, praticamente sem gasto de energia (TISDALE et al., 1993). No entanto, a presença de Ca^{+2} na solução nutritiva, algumas vezes, pode inibir a absorção do íon amônio (FRIED et al., 1965, citados por MONTEIRO et al., 1995). Tal fato pode explicar, em parte, o bom desenvolvimento das plantas submetidas à omissão de Ca^{+2} , pois a absorção do N não estaria sendo limitada.

Deficiência de Mg^{+2} : Os sintomas de deficiência de Mg^{+2} começaram a ser visualmente observados 17 dias após a omissão do nutriente do meio de cultivo. Ao contrário do Ca^{+2} , o Mg^{+2} é facilmente translocado para as regiões novas de crescimento ativo. Como consequência, os sintomas de deficiência iniciaram-se na parte mediana das plantas, progredindo em direção à parte superior das mesmas, correspondendo a uma clorose internerval,

concordando com o que foi observado por Barroso et al. (2005), Mendonça et al. (1999), Muniz & Silva (1995), Silveira et al. (2002) e Veloso & Muraoka (1993). Nas proximidades das nervuras, o amarelecimento foi menos intenso (amarelo com tonalidade esverdeada). A presença de Mg como átomo central da molécula de clorofila, função bioquímica bem conhecida do nutriente, é uma característica determinante dos efeitos da deficiência de Mg^{+2} (HEWITT & SMITH, 1975), pois sua deficiência acarreta diminuição no pigmento, provocando clorose. Com o aumento do tempo de exposição das plantas à falta de Mg^{+2} , além desta clorose, as folhas começaram a apresentar manchas brancas; esses sintomas foram também registrados por Mendonça et al. (1999) em plantas de aroeira do sertão e por Veloso et al. (1998), em plantas de pimenta-do-reino. O crescimento da planta foi afetado pela omissão de Mg^{+2} , com conseqüente redução na produção de matéria seca total (Tabela 2), corroborando com Monteiro et al. (1995), mas contrariando o que foi observado por Lima Filho & Malavolta (1997) e Veloso & Muraoka (1993).

Deficiência de S: Os sintomas visuais de deficiência de S não foram observados nas plantas de moringa submetidas à omissão de nutriente, a não ser na redução da altura das mesmas resultando em menor produção de matéria seca (Tabela 2). Dados semelhantes foram encontrados por Lima Filho & Malavolta (1997) e Mendonça et al. (1999) em plantas jovens de estévia e de aroeira do sertão, respectivamente. De acordo com os autores, a ausência de S não afetou o aspecto visual das plantas nem a altura e produção de massa seca da aroeira do sertão, mas, no caso da estévia, foi encontrada correlação negativa significativa, entre o teor de S nas folhas e produção da parte aérea das plantas. Redução no crescimento de mudas de teca submetidas à ausência de S, também foi observado por Barroso et al. (2005), contrariando o observado por Silveira et al. (2002), em clones híbridos de eucalipto. De acordo com Salisbury & Ross (1985), plantas com sintomas de deficiência de S não são freqüentemente encontradas em condições de campo. Isso devido às formas gasosas do elemento chegarem ao solo pela chuva, ou o S ser aplicado ao solo, direta ou indiretamente, através de determinado insumo, ou mesmo, devido ao próprio intemperismo da rocha matriz do solo, que pode ter o elemento na sua composição.

4 CONCLUSÃO

Com exceção do tratamento -S, todos os outros apresentaram sintomas visuais de deficiência.

Os sintomas visuais de deficiência de N, P, K, Ca e Mg observados foram semelhantes aos descritos na literatura, para outras espécies vegetais.

A omissão de nitrogênio foi o tratamento que mais afetou a produção de matéria seca de moringa, seguindo-se os de omissão de fósforo, magnésio e enxofre.

As omissões de potássio e cálcio possibilitaram produções de matéria seca semelhantes às do tratamento completo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKKE, I. A. **Características de crescimento e valor forrageiro da moringa (moringa oleifera lam.) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte.** 2001. 46 f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2001.
- BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; PEREIRA, R. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 671-679, 2005.
- DELL, B.; MALAJCZUK, N.; GROVE, T. S. **Nutrients disorders in plantation eucalypts.** Camberra: Australian Center for International Agriculture Research, 1995. 104 p.
- DIAS, L. E.; FARIA, S. M.; FRANCO, A. A. Crescimento de mudas de *Acacia mangium* Willd. em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 123-131, 1994.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Tradução de Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Planta, 2006. 404 p.
- HEWITT, E. J.; SMITH, T. A. **Plant mineral nutrition.** London: The English Universities, 1975. 298 p.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plant without soil.** Berkley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 39 p. (Bulletin, 347).
- KAUL, O. N.; SRIVASTAVA, P. B. L.; TANDON, V. N. Nutrition studies on *Eucalyptus*: IV. diagnoses of mineral deficiencies in *Eucalyptus globulus* seedlings. **Indian Forester**, New Delhi, v. 96, n. 6, p. 453-456, 1970.
- LIMA FILHO, O. F.; MALAVOLTA, E. Sintomas de desordens nutricionais em estévia *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, p. 53-61, 1997.
- MAFFEIS, A. R.; SILVEIRA, R. L. V. A.; BRITO, J. O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 87-98, 2000.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MENDONÇA, A. V. R.; NOGUEIRA, F. D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J. S. Exigência nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. *All* (Aroeira do Sertão). **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 65-75, 1999.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** 3. ed. Bern: International Potash Institute, 1982. 655 p.
- MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D.; ABREU, J. B. R.; DAIUB, J. A. S.; SILVA, J. E. P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. Cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.
- MUNIZ, A. S.; SILVA, M. A. G. Exigências nutricionais de mudas de *Peroba Rosa* (*Aspidosperma polyneurom*) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, p. 263-271, 1995.
- OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. (Coords.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo.** Brasília, DF: Embrapa-SEA, 1991. 392 p. (Documento, 3).
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato/ Agronômica Ceres, 1991. 343 p.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology.** 3. ed. Belmont: Wadsworth, 1985. 540 p.
- SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MURAOKA, T. Sintomas visuais de deficiências de nutrientes e composição mineral de folhas em mudas de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1655-1662, 1999.

- SARCINELLI, T. S.; RIBEIRO JUNIOR, E. S.; DIAS, L. E.; LYNCH, L. S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 173-181, 2004.
- SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S. Exigências nutricionais de cedro (*Cedrela fissilis*) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, p. 415-425, 1995.
- SILVEIRA, R. L. V. A.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E. N.; SGARBI, F.; BRANCO, E. F. Síntomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 107-116, 2002.
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizers**. New York: Macmillan, 1993. 634 p.
- VELOSO, C. A. C.; MURAOKA, T. Diagnóstico de sintomas de deficiência de macronutrientes em pimenteira do reino (*Piper nigrum*, L.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 232-236, 1993.
- VELOSO, C. A. C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J. G. de. Diagnose de deficiências de macronutrientes em pimenta-do-reino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 11, p. 1889-1896, 1998.
- WILD, A. **Russel's soil conditions and plant growth**. 11. ed. New York: J. Wiley, 1988. 991 p.