

Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansô

Enilson de Barros Silva⁽¹⁾, Luís Paulo Patente Tanure⁽¹⁾, Sheila Renata Santos⁽¹⁾
e Paulo Sérgio de Resende Júnior⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Departamento de Agronomia, Rua da Glória, nº 187, Centro, CEP 39100-000 Diamantina, MG. E-mail: ebsilva@ufvjm.edu.br, tanurelp@hotmail.com, sheilaresantos@hotmail.com, resendepsj@yahoo.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e caracterizar os sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em mudas de pinhão-mansô (*Jatropha curcas*). As mudas foram cultivadas em solução nutritiva completa e, também, em soluções com omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn ou Zn, pelo uso da técnica do elemento faltante. Foram avaliados os sintomas visuais de deficiência de nutrientes e a massa de matéria seca da parte aérea e das raízes, respectivamente aos 90 e 120 dias após a aplicação dos tratamentos. As omissões de macro e micronutrientes provocaram sintomas visuais de deficiência nutricional comuns a outras espécies. As deficiências limitaram a produção de massa de matéria seca na seguinte ordem: Ca>Mg>K>N>P>S, para macronutrientes; e Fe>Cu>Zn>Mn>B, para micronutrientes.

Termos para indexação: *Jatropha curcas*, diagnose visual, elemento faltante, solução nutritiva.

Visual symptoms of nutrient deficiency in physic nut

Abstract – The objectives of this work were to evaluate the growth of physic nut (*Jatropha curcas*) and to characterize visual symptoms of macro and micronutrient deficiencies in seedlings. The seedlings were cultivated in nutritive solution containing all required macro and micronutrients and in solutions with omission of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn or Zn, using the missing element technique. Visual deficiency symptoms and seedlings dry weight were evaluated at 90 and 120 days after treatments, respectively. The absences of macro and micronutrients in physic nut caused in nutritional deficiency visual symptoms known to other species. The deficiencies restricted the dry matter production according to the following order: Ca>Mg>K>N>P>S, for macronutrients, and Fe>Cu>Zn>Mn>B, for micronutrients.

Index terms: *Jatropha curcas*, visual diagnosis, missing element, nutrient solution.

Introdução

O pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.), embora seja uma planta conhecida e cultivada na América desde tempos remotos e disseminada por todas as áreas tropicais e algumas áreas temperadas, ainda se encontra em processo de domesticação. Somente nas últimas três décadas passou a ser estudado agronomicamente (Saturnino et al., 2005).

Após a crise do petróleo, na década de 70, estudos com combustíveis alternativos aos derivados do petróleo foram intensificados. A extração de óleo da semente do pinhão-mansô surgiu como boa alternativa, por se tratar de planta originária do continente sul-americano (Peixoto, 1973) e ser resistente a condições edafoclimáticas desfavoráveis, o que indica possibilidade de utilização em áreas marginais, sem competição por área com culturas alimentícias (Heller, 1996).

O desenvolvimento de programas de adubação para culturas agrícolas deve ser precedido pelo

conhecimento das consequências de deficiências minerais, sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas. O conhecimento de sintomas visuais de deficiência nutricional também é útil para decidir sobre a necessidade de realizar fertilizações. Das culturas alternativas com potencial de uso na produção de biocombustível, a mamoneira é a que dispõe de maior quantidade de informação sobre os sintomas de deficiências nutricionais (Lange et al., 2005; Lavres Júnior et al., 2005). A respeito de pinhão-mansô, no entanto, esse conhecimento é ainda incipiente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e caracterizar os sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em mudas de pinhão-mansô.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, de março a julho de 2007. O delineamento

experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com 12 tratamentos e quatro repetições: solução completa e omissão individual de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, em um total de 48 parcelas. Cada parcela foi constituída de uma planta por vaso de 4 L de capacidade.

Foram utilizadas sementes de pinhão-mansão, procedentes de uma população de plantas cultivadas em Janaúba, MG, com quatro anos de idade. As sementes foram postas a germinar em areia fina esterilizada em estufa a 50°C por 48 horas. Depois de 30 dias da emergência, as plântulas foram transferidas para solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950), em caixas de isopor com capacidade de 40 L, às quais foram adicionados 30 L de solução. Utilizaram-se soluções com forças iônicas de 25, 50 e 100%. As plântulas permaneceram por três dias em cada concentração, em sistema de aeração artificial contínuo, com uso de compressor de ar. Nesse período de adaptação, as soluções nutritivas continham somente macronutrientes. Após o período de adaptação, as plântulas foram individualizadas em vasos de plástico de 4 L, com 3 L de solução nutritiva, com aeração constante. As soluções com os diversos tratamentos foram trocadas a cada dez dias, durante os 120 dias de condução do experimento. O volume das soluções nos vasos foi verificado diariamente e, quando necessário, foi completado com água deionizada.

As soluções foram preparadas com reagentes puros, e a composição química da solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950) foi de 210,1 mg de N, 31 mg de P, 234,6 mg de K, 200,4 mg de Ca, 48,6 mg de Mg, 64,2 mg de S, 500 µg de B, 20 µg de Cu, 648 µg de Cl, 5.022 µg de Fe, 502 µg de Mn, 11 µg de Mo e 50 µg de Zn por litro de solução. Nas soluções relativas aos tratamentos, as concentrações dos nutrientes foram idênticas às da solução completa, exceto quanto ao nutriente omitido.

Os sintomas da deficiência dos nutrientes foram descritos e fotografados aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos. Após 120 dias, as plantas foram colhidas, e foi feita a separação da parte aérea e raízes. O material colhido foi lavado com água destilada, acondicionado em sacos de papel perfurados e colocado para secagem em estufa, com circulação forçada de ar a 65°C, até alcançar massa constante. Após a secagem, o material foi pesado.

Os dados obtidos de massa de matéria seca da parte aérea e das raízes foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (Scott & Knott, 1974).

Resultados e Discussão

O efeito dos tratamentos sobre a produção de matéria seca da parte aérea e de raízes está expresso na Tabela 1. Todos os tratamentos com omissão de nutrientes apresentaram produção de matéria seca total (MSTO) inferiores à do tratamento completo. Os macronutrientes que mais afetaram a produção de MSTO foram Ca, Mg e K, com redução de 95, 94 e 85%, respectivamente, em relação ao tratamento completo. A ordem de limitação foi Ca>Mg>K>N>P>S, para macronutrientes. Expressiva redução na produção de MSTO, em razão da deficiência de Ca, foi observada por Gonçalves et al. (2006) em umbuzeiro, e Barroso et al. (2005) em mudas de teca, e em ambos os trabalhos foi constatado que o Ca era o elemento mais demandado por essas plantas. Para a mamoneira cultivar Íris, espécie da mesma família do pinhão-mansão, o Ca foi o segundo macronutriente que mais restringiu a produção de MSTO (Lavres Júnior et al., 2005).

A omissão de Mg resultou em decréscimo na produção de MSTO estatisticamente igual à de Ca (Tabela 1), o que é indicio da importância da calagem para o pinhão-mansão e de que o uso de calcários dolomíticos ou magnesianos é mais indicado do que o de calcários calcíticos.

Tabela 1. Matéria seca da parte aérea (MSPA), de raízes (MSR) e total (MSTO) de mudas de pinhão-mansão, cultivadas em solução nutritiva completa e com omissões de nutrientes, aos 120 dias após a aplicação dos tratamentos⁽¹⁾.

Tratamento	MSPA (g)	MSR (g)	MSTO (g)
Completo	4,70a	1,38a	6,08a
Menos N	1,23f	0,56d	1,79f
Menos P	1,31f	0,64c	1,95f
Menos K	0,77g	0,13f	0,90g
Menos Ca	0,28h	0,04g	0,32h
Menos Mg	0,33h	0,06g	0,39h
Menos S	2,23e	0,95b	3,17e
Menos B	4,06b	0,98b	5,03b
Menos Cu	1,45f	0,45e	1,90f
Menos Fe	0,79g	0,17f	0,96g
Menos Mn	3,26c	0,95b	4,20c
Menos Zn	2,53d	0,93b	3,46d
CV (%)	10,44	11,31	2,51

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A omissão de N resultou na quarta maior redução de MSTO, entre os macronutrientes (Tabela 1), resultado diferente do observado na mamoneira, em que o N foi o nutriente mais limitante (Lavres Júnior et al., 2005).

As omissões de P e S resultaram nas menores reduções na produção de MSTO entre os macronutrientes (Tabela 1). Camargos et al. (2002) observaram, em castanheira-do-brasil, que as maiores produções de MSTO ocorreram nos tratamentos com omissão de P e S. Segundo esses autores, esse resultado pode ter ocorrido em razão de o fornecimento de P e S pela solução completa, usada na fase de adaptação, ter sido suficiente para o desenvolvimento inicial das plantas. No presente trabalho, no entanto, as reduções na produção de MSTO, pela omissão desses nutrientes, foram significativas.

A omissão de Fe, Cu, Zn, Mn e B reduziu a produção de matéria seca total em 84, 69, 43, 31 e 17%, respectivamente, em relação ao tratamento completo (Tabela 1). A maior exigência de Fe, entre os micronutrientes, também foi observada por Lange et al. (2005), em mamoneira cultivar Íris.

Com a omissão de B, observou-se a maior produção de MSTO, em relação aos demais tratamentos com omissão de nutrientes, ainda que a deficiência de B tenha resultado em redução significativa da MSTO, em relação ao tratamento com solução nutritiva completa. Essa maior produção de matéria seca deveu-se ao superbrotamento de ramos, ocasionado pela carência desse nutriente.

Os sintomas de deficiências de todos os nutrientes estavam completamente visíveis aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos (Figura 1). O último sintoma a se manifestar, aos 80 dias, foi o da omissão de N. A deficiência de N provocou severa diminuição no crescimento das plantas, quando comparado ao das plantas em solução completa (Tabela 1). O sintoma de deficiência de N caracterizou-se por clorose generalizada nas folhas mais velhas, seguida de necrose. Esses sintomas foram semelhantes aos descritos em outras espécies (Salvador et al., 1994; Lavres Júnior et al., 2005; Gonçalves et al., 2006). Os sintomas de deficiência são manifestações exteriores de eventos bioquímicos que ocorrem em nível molecular e celular, nos tecidos vegetais. Isso faz com que os sintomas de deficiências sejam reproduzíveis em plantas de espécies diferentes, uma vez que os processos bioquímicos exercem funções específicas, que variam pouco entre espécies.

Com a omissão de P, observou-se, a partir de 40 dias da aplicação do tratamento, o aparecimento de coloração arroxeadada nos bordos e na parte abaxial das folhas velhas e, com a evolução da deficiência, ocorreu necrose das folhas afetadas (Figura 1). Esse sintoma de arroxeadamento é decorrente do acúmulo de antocianina, comum também em outras espécies com deficiência de P (Marschner, 1995; Wasaki et al., 2003).

No tratamento com omissão de K, as mudas tiveram as folhas mais velhas com clorose marginal, com evolução posterior para necrose (Figura 1). A necrose foi observada a partir de 60 dias após a aplicação do tratamento. Os sintomas visuais de deficiência de K foram idênticos aos descritos por Salvador et al. (1994) em cupuaçuzeiro, e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holosericea*.

No tratamento com omissão de Ca, observou-se drástica redução no crescimento da planta, que culminou com a morte do meristema apical (Tabela 1), aos 40 dias após a aplicação do tratamento (Figura 1). Os resultados estão de acordo com os encontrados por Lavres Júnior et al. (2005), para mamoneira cultivar Íris. A deficiência de Ca normalmente retarda o crescimento e causa a morte dos ponteiros (Marschner, 1995).

Os sintomas de deficiência de Mg se caracterizaram por drástica redução no crescimento da planta (Tabela 1), acompanhada pelo aparecimento de manchas cloróticas entre as nervuras, que tiveram início aos 50 dias após a aplicação do tratamento e evoluíram rapidamente para necrose. Além disso, as folhas apresentaram encarquilhamento e enrolamento das folhas velhas, que voltaram-se para cima (Figura 1). Sintomas semelhantes foram observados em outras espécies (Salvador et al., 1994; Camargos et al., 2002; Sarcinelli et al., 2004; Barroso et al., 2005; Lavres Júnior et al., 2005; Gonçalves et al., 2006). Inicialmente, a nervura principal das folhas mais velhas ficaram levemente amarelas. Com o agravamento da deficiência, a clorose se expandiu entre as nervuras das folhas. Antes da abscisão, as folhas passaram da coloração amarela à arroxeadada, com posterior necrose nas bordas da folhas.

Os sintomas de deficiência de S apareceram aos 50 dias após a aplicação do tratamento. As plantas apresentaram clorose generalizada das folhas mais novas (Figura 1). Sintomas semelhantes são comuns

em outras espécies (Sarcinelli et al., 2004; Barroso et al., 2005; Gonçalves et al., 2006).

Os sintomas de deficiência de B foram um dos primeiros a serem observados, aos 30 dias após a

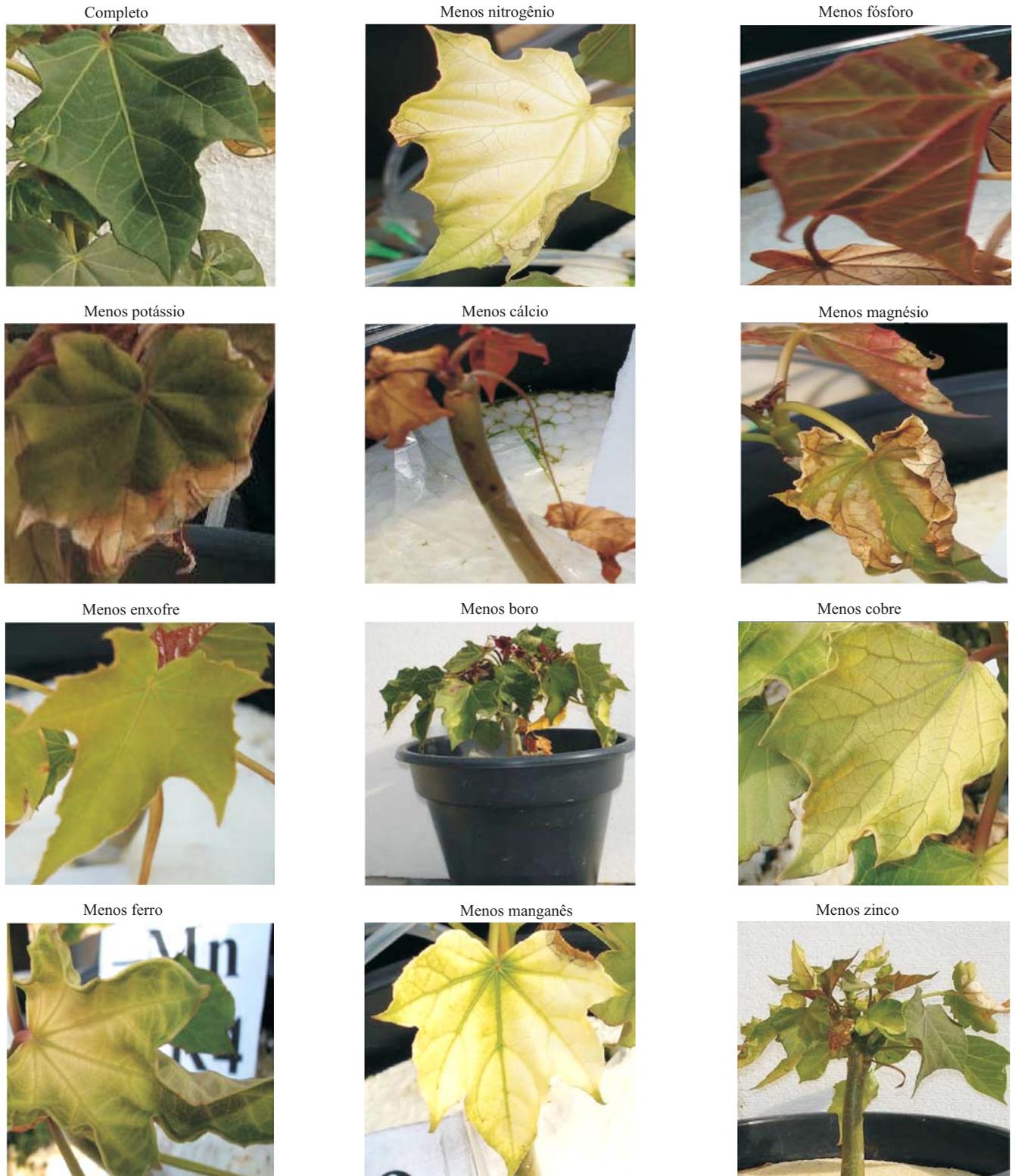


Figura 1. Sintomas de deficiência nutricional em folhas de mudas de pinhão-mansó submetidas aos tratamentos em solução nutritiva completa e com omissão de nutrientes, aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos.

aplicação do tratamento. Nas plantas cultivadas com a omissão de boro, foram observadas brotações laterais e morte prematura do meristema apical, além de clorose em folhas novas e seu encarquilhamento para cima (Figura 1). Os resultados foram semelhantes aos observados por Salvador et al. (1994) em cupuaçuzeiro, Neves et al. (2004) em umbuzeiro, e Lange et al. (2005) em mamona cultivar Íris.

Os sintomas de deficiência de cobre ficaram evidentes nas folhas mais novas, aos 65 dias após a aplicação do tratamento. As plantas deficientes em cobre apresentaram engrossamento das nervuras, clorose internerval, manchas avermelhadas e encarquilhamento das folhas (Figura 1). Camargos et al. (2002) também observaram engrossamento das nervuras, em mudas de castanheira-do-brasil com omissão de cobre.

Com a omissão de Fe, observou-se clorose internerval nas folhas mais novas, nas quais as nervuras permaneceram com a cor verde, formando um reticulado fino (Figura 1). Em seguida, observou-se necrose foliar, que evoluiu das margens para o centro, e morte do meristema apical. Os sintomas apareceram aos 25 dias da aplicação do tratamento. Esses mesmos sintomas foram observados por Lange et al. (2005), em mamona cultivar Íris, exceto quanto à morte do meristema apical, por Camargos et al. (2002) em mudas de castanheira-do-brasil, e por Salvador et al. (1994) em cupuaçuzeiro, no que diz respeito à clorose internerval com reticulado fino.

As plantas cultivadas em solução nutritiva com omissão de Mn apresentaram clorose internerval de folhas novas, com aparência de reticulado grosso, e em algumas folhas predominava a cor avermelhada. Também foi observado o encarquilhamento das folhas novas para cima (Figura 1). Esses sintomas foram visíveis a partir de 45 dias da aplicação do tratamento. Descrição semelhante foi feita por Salvador et al. (1994) e Lange et al. (2005), em outras espécies.

Com a omissão de Zn, verificaram-se encurtamento dos internódios, clorose internerval e encarquilhamento de folhas novas para cima, algumas das quais exibiam coloração avermelhada (Figura 1), visível principalmente a partir dos 40 dias da aplicação do tratamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Salvador et al. (1994) e Neves et al. (2004), em outras espécies.

Conclusões

1. As omissões de macro e micronutrientes para o pinhão-mansó provocam sintomas visuais de deficiência nutricional, comuns a outras espécies.

2. A ordem de limitação da produção de matéria seca total, em mudas de pinhão-mansó é $Ca > Mg > K > N > P > S$, para macronutrientes, e $Fe > Cu > Zn > Mn > B$, para micronutrientes.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo auxílio financeiro; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, por concessão de bolsa; à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pela infraestrutura necessária para a realização do experimento.

Referências

- BARROSO, D.G.; FIGUEIREDO, F.A.M.M. de A.; PEREIRA, R. de C.; MENDONÇA, A.V.R.; SILVA, L. da C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. *Revista Árvore*, v.29, p.671-679, 2005.
- CAMARGOS, S.L.; MURAOKA, T.; FERNANDES, S.A.P.; SALVADOR, J.O. Diagnose nutricional em mudas de castanheira-do-brasil. *Revista Agricultura Tropical*, v.6, p.81-96, 2002.
- GONÇALVES, F.C.; NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. de. Deficiência nutricional em mudas de umbuzeiro decorrente da omissão de macronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.1053-1057, 2006.
- HELLER, J. *Physic nut (Jatropha curcas L.): promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 1*. Roma: IBPGR, 1996. 66p.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. *The water culture method of growing plants without soil*. Berkeley: University of California, 1950. 32p.
- LANGE, A.; MARTINES, A.M.; SILVA, M.A.C. da; SORREANO, M.C.M.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.61-67, 2005.
- LAVRES JÚNIOR, J.; BOARETTO, R.M.; SILVA, M.L. de S.; CORREIA, D.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, E. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.145-151, 2005.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- NEVES, O.S.C.; SÁ, J.R. de; CARVALHO, J.G. de. Crescimento e sintomas visuais de deficiência de micronutrientes em umbuzeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.26, p.306-309, 2004.

- PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 282p.
- SALVADOR, J.O.; MURAOKA, T.; ROSSETTO, R.; RIBEIRO, G. de A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agricola**, v.51, p.407-414, 1994.
- SARCINELLI, T.S.; RIBEIRO JÚNIOR, E.S.; DIAS, L.E.; LYNCH, L. de S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.28, p.173-181, 2004.
- SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v.26, p.44-78, 2005.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.
- WASAKI, J.; YONETANI, R.; KURODA, S.; SHINANO, T.; YAZAKI, J.; FUJII, F.; SHIMBO, K.; YAMAMOTO, K.; SAKATA, K.; SASAKI, T.; KISHIMATO, N.; KIKUCHI, S.; YAMAGISHI, M.; OSAKI, M. Transcriptomic analysis of metabolic changes by phosphorus stress in rice plant roots. **Plant Cell and Environment**, v.26, p.1515-1523, 2003.

Recebido em 10 de dezembro de 2008 e aprovado em 31 de março de 2009