

EFEITO DA OMISSÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES NO CRESCIMENTO DE PINHÃO-MANSO¹

JANINI TATIANE LIMA SOUZA MAIA^{2*}, DENILSON DE OLIVEIRA GUILHERME³, MARNEY APARECIDA DE OLIVEIRA PAULINO⁴, HELBERT REZENDE DE OLIVEIRA SILVEIRA⁵, LUIZ ARNALDO FERNANDES⁶

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi avaliar a limitação nutricional do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) e o efeito da omissão dos nutrientes no crescimento da planta. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Núcleo de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros, por meio da técnica de elemento faltante. Utilizaram-se amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico coletado da camada de 0-20 cm de profundidade, sob vegetação de cerrado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições, e os tratamentos foram: solo adubado com calagem, macro e micronutrientes, ausência de calagem e omissão de cada nutriente por vez. As plantas sob omissão de P, K e calagem apresentaram menor crescimento. A parte aérea das plantas deficientes em N, P, K, Ca, Mg e da calagem foi mais afetada. As raízes das plantas de pinhão-manso foram mais afetadas pela deficiência de N, P, Mg e Ca. Os resultados mostraram que a deficiência nutricional observada no pinhão-manso refere-se basicamente aos macronutrientes e à calagem.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*. Adubação. Macronutrientes.

EFFECT OF OMISSION OF MACRO AND MICRONUTRIENTS ON GROWTH OF PHYSIC NUT

ABSTRACT - The objective of this research was to characterize the nutritional limitations of *Jatropha curcas*, in addition the effect of the absence of certain nutrients in the growth of the plant. The research was carried in the greenhouse conditions at Agriculture Science Institute of Federal University of Minas Gerais, Brazil. The soil was used dystrophic Yellow Oxisol, collected in the superficial layer (0-20cm), under cerrado vegetation. The experimental design was totally randomized with 13 treatments and three replications. The treatments were based on the missing element technique (with omission of liming and each one of the macro and micronutrients). The plants without the nutrients P, K and liming showed less growth. The nutrients N, P, K, Ca, Mg e liming affected the shoot of plants. The roots were more affected by absence N, P, Mg and Ca. The results allowed concluding that the macronutrients were more limiting to growth of plant.

Keywords: *Jatropha curcas*. Fertilization. Macronutrients.

*Autor para correspondência.

Recebido para publicação em 29/09/2009; aceito em 18/11/2010.

²Departamento de Fitotecnia, UFV, av. PH Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa – MG; janinitimaia@yahoo.com.br

³Departamento de Produção Vegetal, UENF, av. Alberto Lamego, 2000, 28013-600, Campus dos Goytacazes – RJ; doliveiraguilherme@yahoo.com.br

⁴Faculdade Presidente Antônio Carlos, UNIPAC, av. Padre Chico, 403, 39400-000, Montes Claros – MG; apmar5@yahoo.com.br

⁵Departamento de Fisiologia Vegetal, UFLA, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras – MG; helbert_rezende@yahoo.com.br

⁶Instituto de Ciências Agrárias, UFMG, Caixa Postal 135, 39404-006, Montes Claros – MG; larnaldo@ufmg.br

INTRODUÇÃO

O pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) pertence à família Euphorbiaceae, conhecido também como pinhão do Paraguai, purgueira, pinha de purga e grão-de-maluco. É um arbusto de rápido crescimento, possuindo altura de dois a três metros, chegando até os cinco metros de comprimento quando submetido a condições especiais. As folhas são verdes esparsas e brilhantes, largas e alternadas (CORTESÃO, 1956; BRASIL, 1985) e o fruto é capsular ovóide com sementes relativamente grandes (ARRUDA et al., 2004). É uma planta que, no Brasil, ocorre em quase todas as regiões, com boa adaptação quanto às condições edafoclimáticas, sobretudo nos Estados do Nordeste, Goiás e Minas Gerais (CORTESÃO, 1956; PEIXOTO, 1973).

O pinhão-mansão pode ser plantado em qualquer tipo de solo, arenosos, salinos, e crescer em qualquer lugar como nas fendas de rochas (SINGH et al., 2007). Seu crescimento é limitado em locais alagados e em declividades superiores a 30° (BISWAS et al., 2006). Apesar de já ser cultivada ao longo de toda América tropical e em algumas áreas temperadas, é uma espécie que somente nas últimas décadas tem recebido atenção quanto às suas potencialidades (SATURNINO et al., 2005). A produtividade do pinhão-mansão depende muito da região e da condução da cultura. Brasil (1985) afirma que a produção anual de sementes varia de 3,0 a 4,0 t ha⁻¹. Existem referências quanto à produtividade do pinhão manso, variando de 0,8 t ha⁻¹ de sementes, quando em condições de aridez (HELLER, 1996), por outro lado CARNIELLI (2003) contesta que a produção chega a duas toneladas de óleo por hectare.

A viabilidade econômica da cultura do pinhão manso, sistemas de cultivos, condições edafoclimáticas favoráveis, população e configuração do plantio, são informações importantes e que precisam ser levantadas pela pesquisa, já que é uma planta com características que a tornam uma importante alternativa para a produção de biodiesel, desde a sua rusticidade, tolerância à seca, riqueza de óleo (SATURNINO et al., 2005). Informações sobre as necessidades nutricionais das plantas são de suma importância para conhecer a real demanda de cada nutriente, determinando-se a quantidade correta de fertilizantes a serem utilizados (BRAGA, 1983). O suprimento e a absorção de nutrientes em culturas de interesse comercial tem resultado, ao longo dos anos, em pesquisas pertinentes à nutrição e ao crescimento das plantas. Aspectos quantitativos e qualitativos podem ser observados quando se avalia a exigência nutricional das plantas (MALAVOLTA, 1980). A diagnose por omissão, ou técnica do elemento faltante fornece informações quantitativas relacionadas aos nutrientes que podem limitar o desenvolvimento da planta em questão (BRAGA, 1983; LOPES & CARVALHO, 1987).

O interesse por essa espécie tem crescido,

uma vez que o biodiesel torna-se uma alternativa viável como o combustível do futuro. Em estudo avaliando o crescimento inicial de plantas de pinhão-mansão em função da salinidade da água irrigada, observou-se existe diferença entre as sementes utilizadas quanto à tolerância ao sal (OLIVEIRA et al., 2010). O N foi o nutriente mais requerido para a formação das folhas e suprimento das demandas metabólicas dos frutos em plantas de pinhão-mansão (LAVIOLA et al., 2008).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar as limitações nutricionais do pinhão manso, bem como o efeito da omissão de nutriente sob o crescimento inicial das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Núcleo de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros - MG, por meio da técnica de elemento faltante. O trabalho foi conduzido no período de setembro a novembro de 2006, utilizando-se amostras de solo coletadas da camada de 0-0,20 m de profundidade, de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico (EMBRAPA, 1999), sob vegetação de cerrado, do município de Montes Claros-MG, com as seguintes características químicas e físicas: textura média; pH em água = 5,2; P = 0,0003 kg m⁻³; K = 0,03 kg m⁻³; Ca = 12 mol_c m⁻³; Mg = 6 mol_c m⁻³; SB = 18,8 mol_c m⁻³; Al = 33 mol_c m⁻³; H+Al = 103,9 mol_c m⁻³; V% = 15,0; M.O = 0,000188 kg kg⁻¹.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 13 tratamentos e três repetições, sendo os tratamentos: T1 – Completo 1 (C1) - calagem, macro e micronutrientes (testemunha); T2 – C1 menos calagem (Ca e Mg na forma de sulfato); T3 – C1 menos N; T4 – C1 menos P; T5 – C1 menos K; T6 – C1 menos Ca; T7 – C1 menos Mg; T8 – C1 menos S; T9 – C1 menos Zn; T10 – C1 menos B; T11 – C1 menos Cu; T12 – C2 menos Mg; T13 – C2 menos Ca. Com exceção dos tratamentos T3, T4, T5, T6 e T7, os demais receberam a aplicação da calagem. O carbonato de magnésio (MgCO₃) e o carbonato de cálcio (CaCO₃) foram utilizados como fontes na calagem, nas dosagens de 0,0021 kg vaso⁻¹ e 0,0062g vaso⁻¹ respectivamente, e que foram misturados homogeneamente ao substrato seco. Foram aplicados por m³ de solo 0,1 kg de N; 0,3 kg de P; 0,1 kg de K; 0,2 kg de Ca; 0,06 mg de Mg; 0,04 kg de S; 0,0005 kg de B; 0,0015 kg de Cu e 0,005 kg de Zn, omitindo-se, quando era o caso, o nutriente pertinente ao tratamento. As fontes utilizadas, reagentes P.A, foram: NH₄NO₃, H₃PO₄, K₂SO₄, H₃BO₃, CuSO₄.10H₂O, ZnCl₂, CaSO₄.2H₂O, MgSO₄.7H₂O, K₂PO₄ e KCl.

Realizou-se o plantio de duas sementes de

pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em vasos de plásticos, com capacidade para 0,003 m³ de solo. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação e as plantas foram irrigadas com água destilada. A umidade dos vasos foi mantida próxima à capacidade de campo, durante todo o período experimental. A coleta das plantas ocorreu no mês de novembro, quando as plantas tinham 70 dias, realizando o corte das plantas rente ao solo. As variáveis analisadas foram: altura de plantas, medindo-se o comprimento do corte realizado até o ápice, e diâmetro do caule, considerando-se a parte mais inferior do órgão. Em seguida separou-se a planta em parte aérea e raiz, para a determinação da matéria fresca. Assim, as partes separadas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas

em estufa de circulação forçada a 65 °C até que se obtivesse massa constante, para a determinação da matéria seca total da parte aérea e das raízes.

As variáveis foram submetidas à análise de variância, e os tratamentos comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à altura das plantas, diâmetro do caule, produção de massa fresca e seca da parte aérea e raiz de pinhão-manso em função dos tratamentos, aos 70 dias, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Crescimento em altura, diâmetro, produção de massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca e seca de raízes (MFR e MSR) de plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) submetidas aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Altura (m)	Diâmetro (m)	MFPA (kg)	MSPA (kg)	MFR (kg)	MSR (kg)
T1	0,138a	0,147a	0,0273a	0,0028b	0,0044a	0,0008a
T2	0,106b	0,112a	0,0174b	0,0030b	0,0042a	0,0006b
T3	0,114b	0,108a	0,0153b	0,0028b	0,0032b	0,0005b
T4	0,117b	0,102a	0,0134b	0,0024b	0,0027b	0,0005b
T5	0,117b	0,090a	0,0148b	0,0025b	0,0033b	0,0006b
T6	0,137a	0,108a	0,0230a	0,0041a	0,0044a	0,0008a
T7	0,140a	0,117a	0,0203a	0,0040a	0,0036b	0,0007a
T8	0,147a	0,117a	0,0269a	0,0046a	0,0047a	0,0008a
T9	0,127a	0,135a	0,0234a	0,0040a	0,0036b	0,0007b
T10	0,130a	0,115a	0,0227a	0,0045a	0,0043a	0,0009a
T11	0,147a	0,115a	0,0254a	0,0051a	0,0041a	0,0008a
T12	0,097b	0,098a	0,0110b	0,0022b	0,0032b	0,0005b
T13	0,098b	0,095a	0,0109b	0,0023b	0,0033b	0,0005b
CV(%)	11,5	15,7	23,6	29,7	18,08	22,4

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Com relação à altura das plantas, verificou-se que os tratamentos com omissões de P, K e de calagem influenciaram de forma negativa, o crescimento das plantas, uma vez que nesses tratamentos a altura de planta foi inferior ($P < 0,05$) aos demais tratamentos, que não diferiram a testemunha ($P > 0,05$). Nesses tratamentos, além da menor altura das mudas, observou-se clorose foliar e amarelamento, sintomas característicos de deficiência por P (PAIVA, 2000). Em relação à variável diâmetro do caule, observou-se que os tratamentos não diferiram entre si ($P > 0,05$). A redução do crescimento em plantas carentes de P deve-se ao comprometimento de processos como síntese protéica e fotossíntese, uma vez

que são realizados com participação de compostos fosforados (ALVARENGA, 2004). Apesar de não ser parte integrante de nenhum composto, o K é o macronutriente mais absorvido pelas hortaliças, e desempenha funções importantes na planta relacionadas às propriedades osmóticas, abertura e fechamento de estômatos, síntese de proteínas, fotossíntese e atividade enzimática entre outros (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Discordando com o presente trabalho, a omissão de N comprometeu severamente o crescimento das plantas de pinhão-manso, quando comparado ao tratamento controle (SILVA et al., 2009). Em mamoneira, foi observado em condições de deficiência de

N, Mg e S variações na altura média e no diâmetro médio do caule, comprometendo a produção (LAVRES JÚNIOR et al., 2009).

A omissão dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e da calagem influenciaram a produção de massa fresca e seca da parte aérea de plantas, com menores valores para o tratamento 12 (Figura 1). A ausência de Mg afeta o tamanho, estrutura e função dos cloroplastos, uma vez é átomo constituinte da molécula de clorofila, sua carência sempre resulta em clorose (MARSCHNER, 1995). O Mg ainda tem papel específico na ativação de enzimas envolvidas nos processos de respiração fotossíntese e síntese de DNA e RNA (TAIZ; ZEIGER, 2004). A deficiência de cálcio interfere no processo fotossintético reduzindo a carboxilação e a capacidade fotossintética, ocasionando diminuição na produção de biomassa das plantas afetadas (ALARCÓN et al., 1999; RAMALHO et al., 1995).

A ausência de macronutrientes afetou de forma significativa a massa seca total de plantas de pinhão-manso em trabalho realizado por Silva et al. (2009), sendo Ca, Mg e K os que mais foram limitantes. Fósforo, nitrogênio, potássio, magnésio e cálcio foram limitantes na produção de massa seca da parte aérea do açaizeiro (*Euterpe Oleracea*) em 48,94%, 49,33%, 33,15%, 37,14% e 27,21% respectivamente (VIÉGAS et al., 2004). Em aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All) P e Ca foram limitantes ao crescimento das mudas (MENDONÇA et al., 1999), Lavres Junior et al. (2005), avaliando o efeito da deficiência de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira (*Ricinus communis* L.), pertencente a mesma família do pinhão-manso constataram que a produção total da matéria seca das plantas avaliadas foi afetada pelas deficiências dos macronutrientes, principalmente do nitrogênio.

A massa fresca e seca de raízes de plantas de pinhão-manso também foi afetada pela deficiência de macronutrientes e calagem, em que T3, T4, T12 e T13 apresentaram os menores valores (Figura 1). Dentre os sintomas causados por deficiências em N é a ocorrência de raízes sem ramificações (SORREANO, 2006). A deficiência de Ca é caracterizada pela redução no crescimento de tecidos meristemáticos (MENGEL; KIRKBY, 2001).

Plantas de maxixe do reino cultivadas em ausência de calagem e adição de Ca e Mg apresentaram menor produção de matéria seca da parte aérea e raízes (FERNANDES et al., 2005). Em moringa (*Moringa oleifera* Lam.) com omissão de Ca as produções de massa seca em raízes, caules e folhas não foram influenciadas significativamente em relação à testemunha (VIEIRA et al., 2008). O sistema radicular sob omissão de N em plantas de paricá (*Schizolobium amazonicum*), mostrou-se menos desenvolvido e de coloração escura, aos 10 dias após a transferência para a solução nutritiva (DAT). Quando em ausência de Ca, aos 15 DAT, as raízes ainda

se apresentaram menos espessas e com poucas raízes laterais (MARQUES et al., 2004).

Quanto aos micronutrientes não foram observadas diferenças significativas quando se comparou com o controle (Figura 1). Elementos exigidos pelas plantas em concentrações muito baixas podem suprir as mesmas por meios de agentes contaminantes como recipientes e outros materiais, ou mesmo por pequenas quantidades contidas nos solos utilizados. Como confirmação dos dados obtidos, Chaves et al. (2009) em plantas de pinhão-manso observaram que diferentes níveis de Zn e Cu não influenciaram significativamente as características fitotécnicas avaliadas. Em mamoneira, as omissões de Cu, Mo e Zn não causaram sintomas de deficiência (LANGE et al., 2005). Também em aroeira do sertão, a omissão de Zn, S, Cu não teve efeito significativo na produção de matéria seca tanto da parte aérea quanto da raiz (MENDONÇA et al., 1999). Por outro lado, as plantas de umbuzeiro cultivadas com omissão de Fe, B, Zn + Cu e Zn apresentaram caules menos espessos (NEVES et al., 2004). A importância do zinco está relacionada a diversos processos metabólicos, por funcionar como ativador enzimático, ser essencial para a atividade, regulação e estabilização da estrutura protéica (FERNANDES, 2006). O boro tem como função fisiológica a formação de ligações pécticas na parede celular (O'NEILL et al., 1996). A maior parte do cobre presente em células foliares está associada a plastocianina, doador imediato de elétrons no fotossistema I e à eliminação de formas oxidativas (EPSTEIN; BLOOM, 2005).

Os resultados demonstraram que a deficiência nutricional observada no pinhão-manso refere-se basicamente aos macronutrientes N, P, K e à calagem, concordando com Arruda et al. (2004) que afirmam que em solos ácidos o pinhão manso não se desenvolve, sendo necessário a correção pela calagem com base na análise química do solo. De acordo com Saturnino et al. (2005), a correção do solo, quanto ao teor de alumínio livre, pela calagem, possui efeito satisfatório sobre o desenvolvimento do pinhão manso.

CONCLUSÃO

Os macronutrientes que mais limitam as plantas de pinhão-manso são N, P e K e a ausência de calagem também compromete o crescimento das plantas.

REFERÊNCIAS

ALARCÓN, A. L. et al. Calcium deficiency provoked by the application of different forms and concentrations of Ca²⁺ to soil-less cultivated muskmelons. *Scientia Horticulturae*, v. 81, n. 1, p. 89-102, 1999.

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.
- ARRUDA, F. P. et al. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.
- BISWAS, S.; KAUSHIK, N.; SRIKANTH, G. Biodiesel: technology and business opportunities - an insight. In: BIODIESEL CONFERENCE TOWARD ENERGY INDEPENDANCE – FOCUS OF JATROPHA, 2006, India. **Proceedings...** India: Technology Information, Forecasting and Assessment Council (TIFAC), 2006. p. 303-330.
- BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo**: ensaios de campo. Viçosa, MG: UFV. 1983. 101 p.
- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretária de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília: STI/CIT, 1985. 364p. (Documentos, 16).
- CARNIELLI, F. **O combustível do futuro**. Disponível em: www.ufmg.br/boletim/bul1413. 2003.
- CORTESÃO, M. **Culturas tropicais**: plantas oleaginosas. Lisboa: Clássica, 1956. 231 p.
- CHAVES, L. H. G. et al. Zinco e cobre em pinhão manso. I. Crescimento inicial da cultura. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 94-99, 2009.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.
- FERNANDES, L. A. et al. Nutrição mineral de plantas de maxixe-do-reino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 719-722, 2005.
- FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.
- HELLER, J. **Physic nut, *Jatrofa curcas* L**: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Gaterleben: International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 1996. 66 p.
- LANGE, A. et al. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da manomeira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 145-151, 2005.
- LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.
- LAVRES JUNIOR, J. et al. Deficiências de macronutrientes no crescimento e na produção da mamoneira cultivar Íris. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 4, p. 405-413, 2009.
- LAVRES JUNIOR, J. et al. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 145-151, 2005.
- LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. Métodos de diagnose da fertilidade do solo. In: FERNANDES, F. M.; NASCIMENTO, V. M. (Coord.). **Curso de atualização em fertilidade do solo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap. 9, p. 249-297.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MARQUES, T. C. L. L. S. M. et al. Crescimento inicial do 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 plants**. London: Academic, 1995. 856 p.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (Aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 65-75, 1999.
- MENGEL, K. KIRKBY, E. A. Boro. In: MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5. ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. p. 621-638.
- NEVES, O. S. C. et al. Crescimento e sintomas visuais de deficiência de micronutrientes em umbuzeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 306-309, 2004.
- O'NEILL, M. A. et al. Rhamnogalacturonan-II, a pectic polysaccharide in the walls of growing plant cell forms a dimer that is covalently cross-linked by a borate ester. In vitro conditions for the formation and hydrolysis of the dimer. **Journal of Biological Chemistry**, v. 271, n. 37, p. 22923-22930, 1996.
- OLIVEIRA, I. R. S. et al. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 40-45, 2010.
- PAIVA, R. **Fisiologia vegetal**. Lavras: UFLA, 2000. 75 p.
- PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284 p.

RAMALHO, J. C. et al. Effects of calcium deficiency on *Coffea arabica*. Nutrient changes and correlation of calcium levels with some photosynthetic parameters. **Plant and Soil**, v. 172, n. 1, p. 87-96, 1995.

SATURNINO, H. M. et al. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

SILVA, E. B. et al. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 392-397, 2009.

SINGH, R. A.; KUMAR, M.; HAIDER, E. Synergistic cropping of summer groundnut with *Jatropha curcas* – A new two-tier cropping system for Uttar Pradesh. **Journal of SAT Agricultural Research**, v. 5, n. 1, p. 1-2, 2007.

SORREANO, M. C. M. **Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas**. 2006. 296 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VIÉGAS, I. J. M. et al. Limitações nutricionais para o cultivo de açaizeiro em latossolo amarelo textura média, estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 382-384, 2004.

VIEIRA, H.; CHAVES, L. H. G.; VIÉGAS, R. A. Crescimento inicial de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) sob omissão de nutrientes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 4, p. 51-56, 2008.