

ZINCO E COBRE EM PINHÃO MANSO. II. TEORES DOS ELEMENTOS EM FOLHAS E CAULE

Lúcia Helena Garófalo Chaves

Profa. Titular, UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola, CEP 58109-970, Campina Grande, PB,
e-mail: lhgarofalo@hotmail.com

Paulo César Pinto Cabral

Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG, CEP 58109-970, Campina Grande, PB, e-mail: pcpc_05@yahoo.com.br

Genival Barros Junior

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador do Departamento de Engenharia Agrícola, CEP 58109-970, Campina Grande, PB,
e-mail: barrosjunior@yahoo.com.br

Rogério Dantas de Lacerda

Engenheiro Agrícola, doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, CEP 58109-970, Campina Grande, PB,
e-mail: rogerio_dl@yahoo.com.br

Edvaldo Eloy Dantas Junior

Engenheiro Agrícola, mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, CEP 58109-970, Campina Grande, PB,
e-mail: edvaldoeloyjr@gmail.com

Resumo - O cultivo do pinhão manso (*Jatropha curcas*), vem despertando grande interesse para a produção de óleo e biodiesel. Apesar do conhecimento de suas necessidades nutricionais ser essencial para a elaboração das recomendações de adubação, poucas pesquisas têm sido feitas neste contexto, principalmente utilizando os elementos zinco e cobre. Objetivando avaliar o teor desses elementos em folhas e caule do pinhão manso, dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação em Campina Grande, Estado da Paraíba, no período de julho a dezembro de 2007. Os vasos utilizados nos experimentos foram preenchidos com amostras de solo (Neossolo Quartzarênico) coletadas na camada superficial e passadas em peneira com malha de 5 mm de abertura. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições. Os tratamentos do primeiro e segundo experimentos consistiram de cinco níveis de Zn (0; 2; 4; 6 e 8 mg dm⁻³) e cinco níveis de cobre (0; 1; 2; 3 e 4 mg dm⁻³), os quais foram aplicados antes do plantio. Após o desbaste foi deixado em cada vaso uma planta; a irrigação foi feita sempre que necessário para manter a umidade próxima a capacidade de campo. Aos 80, 100 e 120 dias após o plantio foram coletadas as 4^a. folhas de cada planta; no final do período experimental, todas as folhas e os caules foram coletados, separadamente; em todo material vegetal foram determinados os teores de zinco e cobre. Nas condições em que os experimentos foram conduzidos os tratamentos com zinco influenciaram de forma positiva o teor do elemento encontrado na quarta folha da planta, coletada aos 100 dias após a semeadura, sendo os mesmos considerados adequados. Os tratamentos com cobre influenciaram de forma positiva os teores do elemento encontrados na quarta folha coletada aos 80, 100 e 120 DAS, entretanto, os teores do elemento, em todas as épocas e em todas as partes das plantas, foram muito baixos.

Palavras-chave: micronutrientes, *Jatropha curcas*, nutrição mineral

ZINC AND COPPER IN *Jatropha curcas* .II. ELEMENTS CONCENTRATION IN LEAVES AND STEMS

Abstract - *Jatropha curcas* crop is raising attention as an alternative crop for oil and biodiesel production. Despite the knowledge about their nutritional demand is essential for fertilizer recommendation, few research has been made on this issue, mainly on the use of zinc and copper. In order to measure these elements concentration in leaves and stems of *Jatropha curcas* plant two experiments were carried out in a greenhouse, in Campina Grande, Paraíba State, Brazil, from July to December 2007. The substrate for the pot plants was a 5 mm-sieved surface soil (Neossolo Quartzarênico). The experimental design was a completely randomized with three replications. The treatments of first and second experiment were composed of five levels of Zn (0; 2; 4; 6 and 8 mg dm⁻³) and five levels of Cu (0; 1; 2; 3; and 4 mg dm⁻³) which were applied at the time of planting. One plant of *Jatropha curcas* was grown per pot after thinning and was irrigated whenever necessary. At 80, 100 and 120 days after planting were collected the 4th. leaves of each plant; at the end of the experimental period, all the leaves and stems were collected separately and in any plant material were determined the levels of zinc and copper. Under conditions that the experiments were carried out the treatments Zn influenced the content of the element found in the fourth leaf of the plant, collected at 100 days after sowing, and they

deemed appropriate. The treatments with copper influenced in a positive manner the content of the element found in the fourth leaf collected 80, 100 and 120 DAS, however, the levels of the element at all times and in all parts of the plants were very low.

Keywords: micronutrient, *Jatropha curcas*, mineral nutrition

INTRODUÇÃO

O pinhão manso é uma planta arbustiva pertencente à família das Euphorbiaceae, cujo cultivo requer tecnologia simples, e investimento modesto comparado a outras variedades. É considerado uma cultura rústica, adaptada as mais diversas condições edafoclimáticas que sobrevive em condições de solos marginais de baixa fertilidade natural (ARRUDA et al., 2004; SATURNINO, et al., 2005; DIAS et al., 2007). No entanto, a planta precisa estar bem nutrida para se obter alta produtividade de frutos e, neste caso, exige solos férteis.

Essa oleaginosa se encontra em fase de domesticação e os resultados de pesquisa com a mesma ainda são incipientes e preliminares, principalmente no que diz respeito a recomendação de adubação e suas demandas nutricionais. Todavia, Gusmão et al. (2007), trabalhando com diagnose por subtração, observaram que o crescimento e a área foliar do pinhão manso foram reduzidos pela omissão dos macronutrientes, principalmente fósforo, cálcio e magnésio e que as plantas não foram afetadas pela ausência dos micronutrientes, exceto pelo zinco que causou redução dos internódios e maior número de folhas. Também com diagnose por subtração, a omissão de zinco e cobre não provocaram sintomas de deficiência nas plantas (ANDRADE et al., 2007). Segundo Laviola & Dias (2008), avaliando a concentração e o acúmulo de nutrientes em folhas de pinhão manso, o zinco e o cobre foram os elementos entre os macro e micronutrientes que menos se acumularam nas folhas, apesar dos mesmos serem nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (MARSCHNER, 1995). Sabendo-se da importância de se ter informações sobre o acúmulo de nutrientes em folhas, as quais, posteriormente, podem servir como subsídio para se estimar a quantidade dos nutrientes a serem fornecidos às plantas, por meio da adubação, objetivou-se com este trabalho avaliar a marcha de absorção e o acúmulo de zinco e cobre nas partes aéreas do pinhão manso, na fase inicial de crescimento, quando adubado com esses elementos.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de julho a dezembro de 2007, dois experimentos foram realizados em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, no delineamento experimental inteiramente casualizado. Os tratamentos em um deles consistiram da aplicação de cinco doses de zinco (Zn) (0; 2; 4; 6 e 8 mg dm⁻³), e no outro, da aplicação de cinco doses de cobre (Cu) (0; 1; 2; 3 e 4 mg dm⁻³), com

três repetições, utilizando-se como fontes dos elementos cloreto de zinco e cloreto de cobre. A escolha das referidas doses teve como base as doses médias de 5 mg dm⁻³ de Zn e 1,5 mg dm⁻³ de Cu, indicadas como adequadas para experimentos em condições de vasos, segundo recomendação geral de Malavolta (1981). As doses de Zn e Cu foram aplicadas ao solo em fundação, antes do plantio.

Nos dois experimentos foram utilizadas amostras de solo coletadas na camada superficial (0 – 20 cm) de um Neossolo Quartzarênico. As amostras foram secas ao ar e passadas em peneira com malha de 5 mm de abertura, sendo retiradas subamostras. Essas subamostras foram passadas em peneira de 2 mm de abertura e submetidas a caracterização física e química segundo os métodos adotados pela Embrapa (1997), tendo apresentado os seguintes resultados: pH (H₂O) = 6,45; Ca = 2,41 cmol_c kg⁻¹; Mg = 2,37 cmol_c kg⁻¹; Na = 0,04 cmol_c kg⁻¹; K = 0,02 cmol_c kg⁻¹; H = 0,95 cmol_c kg⁻¹; Al = 0,20 cmol_c kg⁻¹; MO = 6,5 g kg⁻¹; P = 21,7 mg kg⁻¹; areia = 770,5 g kg⁻¹; silte = 8,46 g kg⁻¹; argila = 14,49 g kg⁻¹. De acordo com estes resultados atribuiu-se a este solo a classificação de franco arenoso.

Após secas e peneiradas, 22 kg de amostras de solo foram acondicionados em vasos plásticos com capacidade para 25 litros. A amostra de solo de cada vaso recebeu uma adubação equivalente a 50 kg ha⁻¹ de N, 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Como fonte de nutrientes, utilizou-se o sulfato de amônio, uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. O fósforo e 30% da dose de potássio foram aplicados no plantio, tendo, o restante da dose de potássio e a dose de nitrogênio sido parceladas e aplicadas em cobertura ao longo do período experimental.

Cada vaso recebeu três sementes de pinhão manso. O desbaste foi feito 20 dias após a emergência das plantas, mantendo-se uma planta por vaso.

Durante todo o período experimental (160 dias) o solo foi mantido com umidade correspondente a 80% da capacidade de campo tendo a umidade sido controlada por pesagem dos vasos e reposição de água, quando esta atingia níveis inferiores aos estabelecidos inicialmente.

Com o intuito de acompanhar a absorção de cobre e zinco pelas plantas, aos 80, 100 e 120 dias após a semeadura (DAS), de cada planta foi retirada a quarta folha do ramo principal, a partir do ápice, para que nela fossem determinados os teores desses elementos. No final do experimento, as partes aéreas das plantas coletadas foram divididas em caule e folhas (limbo e pecíolo). No caso das folhas, considerou-se apenas o limbo das amostras coletadas para que neles fossem determinados os teores de cobre e zinco. Todo o material colhido foi

identificado, acondicionado em sacos de papel, secado em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir peso constante, pesado e triturado em moinho tipo Wiley (peneira com diâmetro de malha de 1 mm). Para a determinação das análises químicas das plantas, as amostras do material colhido foram digeridas em ácido nítrico e perclórico concentrados, segundo o método descrito por Malavolta et al. (1997). Em seguida, nos extratos, determinou-se cobre e zinco por espectrofotometria de absorção atômica.

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância, sendo as medias comparadas pelo teste de Tukey. Efetuou-se análise de regressão dos teores dos elementos encontrados nas diversas partes das plantas em função dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fato das pesquisas com a cultura do pinhão manso terem iniciado recentemente, devido a perspectiva de usar o óleo extraído de suas sementes na fabricação do biodiesel, na literatura ainda não existem dados a respeito dos teores foliares de zinco e cobre que sejam adequados para o bom desenvolvimento da planta.

Com base nos teores de zinco encontrados nas folhas de mamona (*Ricinus sp.*), que, de acordo com a literatura variam de 14 mg kg⁻¹ (HOCKING, 1982) a 43 mg kg⁻¹ (SOUZA; NATALE, 1997) em plantas desenvolvidas em solo de baixa e de alta fertilidade, respectivamente, uma vez que esta cultura e a de pinhão manso pertencem a mesma família, observa-se na Tabela 1 que os teores do elemento encontrados na quarta folha das plantas correspondentes a cada tratamento, em sua maioria, estiveram dentro deste intervalo.

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos teores de zinco nas 4^a. folhas coletadas ao 80, 100 e 120 dias após a semeadura e nas folhas e caule coletados no final do experimento

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio				
		Quarta Folha			Total de Folhas	Caule
		80 DAS	100 DAS	120 DAS		
Tratamentos	4	3,9549ns	12,8349**	5,6862ns	37,1189ns	4,8455ns
Resíduos	10	12,626	1,975	3,299	15,046	4,683
CV %		14,46	7,31	11,50	23,76	16,32
Doses de Zn (mg dm ⁻³)		----- Médias mg kg ⁻¹ -----				
0		25,26	19,37	14,95	16,09	13,86
2		23,95	20,84	13,80	13,48	15,13
4		23,46	21,66	16,59	13,31	11,84
6		23,95	17,24	16,59	16,75	12,60
8		26,24	17,08	17,07	21,99	12,85
DMS		9,56	3,781	4,887	10,44	5,823
Regressão linear		1,152ns	20,106**	4,840ns	68,041ns	6,211ns
Regressão quadrática			15,50644*			

*, ** significativo a 0,05 e a 0,01 de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo.

Os teores de zinco nas folhas coletadas aos 80 DAS são semelhantes ao teor encontrado por Laviola & Dias (2008) em folhas de pinhão manso, que correspondeu a 22,7 mg kg⁻¹. Independentemente dos tratamentos, aos 100 e 120 DAS, esses teores diminuíram, como mostra a Figura 1. Essa diminuição, provavelmente pode ter ocorrido pelo fato do desenvolvimento das plantas, nesta

mesma época, ter estabilizado, ou seja, as plantas praticamente deixaram de crescer, talvez por deficiência nutricional em relação aos macronutrientes. Na falta de recomendação de adubação para pinhão manso, utilizou-se, nesta pesquisa, uma adubação básica recomendada para mamona, o que deve ter sido limitante para o desenvolvimento da cultura.

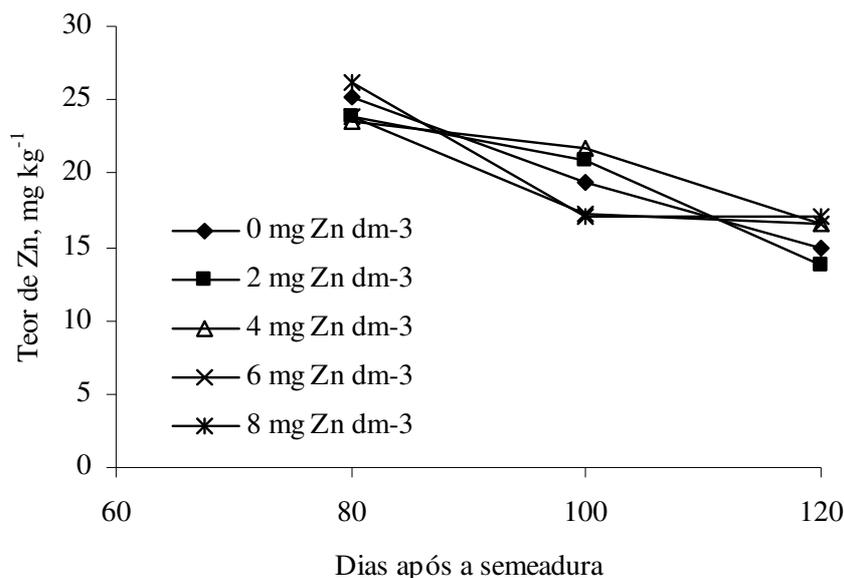


Figura 1. Teor de zinco nas 4^a. folhas do pinhão manso, coletadas em três épocas (80, 100 e 120 DAS), submetido aos tratamentos com zinco

Segundo Laviola & Dias (2008), o nitrogênio é o elemento requerido em maior quantidade pelas plantas para formação de suas folhas e o fósforo é muito limitante na fase inicial de crescimento do pinhão manso. Algumas pesquisas têm constatado que nos primeiros anos de cultivo o pinhão manso é muito responsivo à adubação fosfatada (SILVA et al., 2007; SANTOS et al., 2007).

A análise de variância dos teores de zinco encontrados nas folhas e no caule (Tabela 1), mostrou só haver efeito significativo dos tratamentos sobre os teores do elemento encontrados na quarta folha do pinhão manso, coletada aos 100 DAS, tendo esses teores variado conforme como que é mostrado na Figura 2.

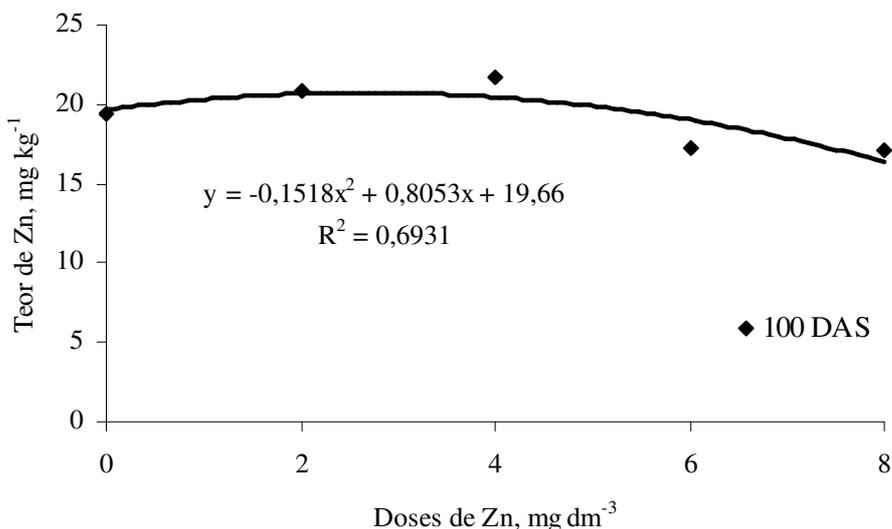


Figura 2. Teor de zinco nas 4^a. folhas, coletadas aos 100 dias após a semeadura, em função das doses do elemento aplicadas ao solo

O solo utilizado para este estudo apresentava, inicialmente, 10 mg dm⁻³ de zinco, valor este considerado alto (RIBEIRO, et al., 1999), podendo já ter sido

suficiente para o desenvolvimento da cultura de pinhão manso nas condições do experimento, impedindo, assim, uma resposta da mesma aos tratamentos utilizados.

Conforme foi mostrado por Andrade et al. (2007), em trabalhos de diagnose por subtração, com omissão deste elemento, a cultura do pinhão manso não é exigente em zinco.

Com exceção da testemunha, os teores de cobre nas folhas aumentaram no período de 80 a 100 DAS, tendo em seguida diminuído (Figura 3). Também neste caso, o lento crescimento das plantas neste período, pode ser a explicação para tal fato.

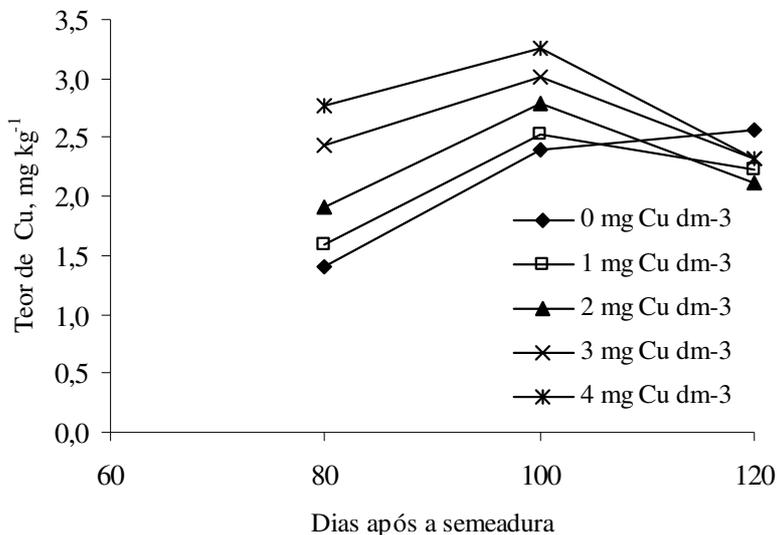


Figura 3. Teor de cobre nas 4ª. folhas do pinhão manso, submetido aos tratamentos com cobre, coletadas em três épocas (80, 100 e 120 DAS)

Ao contrário do zinco, os teores de cobre em todas as partes aéreas analisadas (Tabela 2), ficaram abaixo do valor de 10 mg kg⁻¹, encontrado por Laviola & Dias (2008), em folhas de pinhão manso.

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos teores de cobre nas 4ª. folhas coletadas ao 80, 100, 120 e 160 dias após a semeadura e nas folhas e caule coletados no final do experimento

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio				
		Quarta Folha			Total de Folhas	Caule
		80 DAS	100 DAS	120 DAS		
Tratamentos	4	0,9736 **	0,3636 *	0,085*	0,163ns	0,036ns
Resíduos	10	0,125	0,063	0,023	0,081	0,012
CV %		17,51	8,99	6,56	21,53	22,82
Doses de Cu (mg dm ⁻³)		Médias				
		mg kg ⁻¹				
0		1,40	2,39	2,57	1,30	0,30
1		1,60	2,53	2,22	1,71	0,50
2		1,91	2,78	2,12	1,20	0,50
3		2,43	3,02	2,33	1,10	0,60
4		2,77	3,25	2,33	1,30	0,50
DMS		0,953	0,675	0,408	0,765	0,48
Regressão linear		3,809 *	1,443**	0,046ns	0,113ns	0,075*
Regressão quadrática				0,218*		

*, ** significativo a 0,05 e a 0,01 de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo.

Apesar da cultura também não ser exigente em cobre (ANDRADE et al., 2007), o elemento não deixa de ser essencial para o seu desenvolvimento e, para que isto ocorra sem prejuízo, é preciso que as plantas tenham à sua disposição, pelo menos, o teor mínimo necessário para tal.

O teor inicial de cobre no solo, $0,2 \text{ mg dm}^{-3}$, é considerado baixo (RIBEIRO, et al., 1999), e, mesmo somado às quantidades do elemento fornecidas através dos tratamentos, talvez não tenha sido suficiente para que os seus teores na parte aérea se aproximassem de 10 mg kg^{-1} .

Conforme o que é apresentado na Tabela 2, os tratamentos tiveram efeito significativo sobre os teores do elemento encontrados nas folhas coletadas aos 80, 100 e 120 DAS, cujo comportamento foi crescente, como é mostrado na Figura 4. Isto vem corroborar o que foi comentado acima, ou seja, talvez as quantidades de cobre fornecidas às plantas, ainda estivessem abaixo da adequada. Provavelmente, se o fornecimento de cobre tivesse sido maior, elas teriam absorvido e acumulado maior quantidade do que foi observado no presente trabalho.

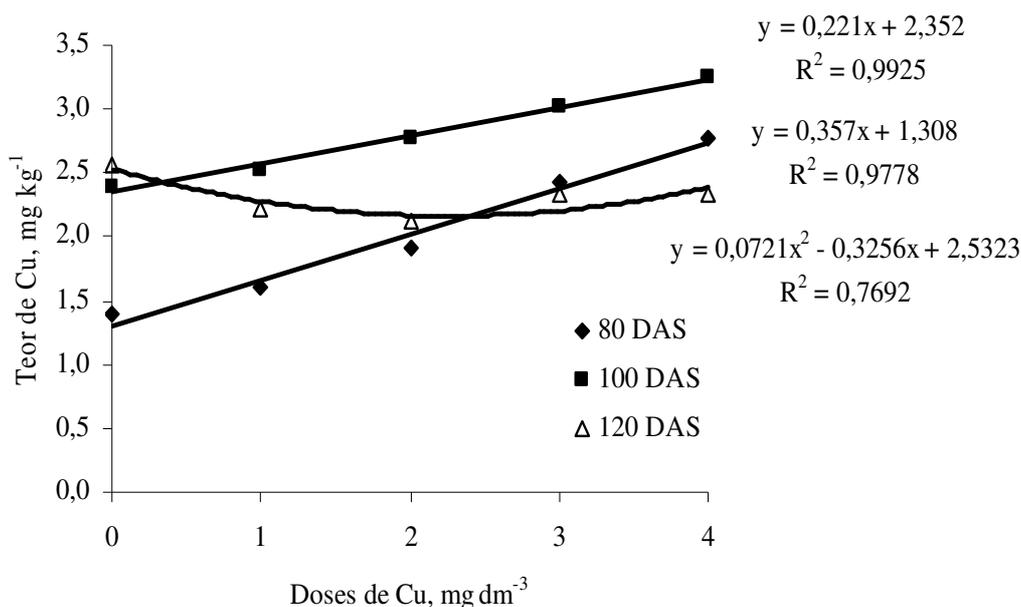


Figura 4. Teor de cobre nas 4ª. folhas, coletadas aos 80, 100 e 120 dias após a semeadura, em função das doses do elemento aplicadas ao solo

CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos os tratamentos com zinco influenciaram de forma positiva o teor do elemento encontrado na quarta folha da planta, coletada aos 100 dias após a semeadura, sendo os mesmos considerados adequados.

Os tratamentos com cobre influenciaram de forma positiva os teores do elemento encontrados na quarta folha coletada aos 80, 100 e 120 DAS, entretanto, os teores do elemento, em todas as épocas e em todas as partes das plantas, foram muito baixos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, T.M.; SANTOS, H.O.; SILVA-MANN, R.; BISPO, M.V.C.; SANTOS JUNIOR, J.B.; SANTANA, U.A. Deficiência de micronutrientes em mudas de *Jatropha curcas* L.: resultados preliminares. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura>. Acesso em 15 de abril de 2008.
- ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; SEVERINO, L.S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosas*, v.8, n.1, p.789-799, 2004.

- DIAS, L.A.S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O.L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C.E.; SANSTOS, A.S.; SOUSA, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S.; DIAS, D.C.F.S. **Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG, 2007. v.1.40p.
- GUSMÃO, C.A.G.; FERNANDES, L.A.; D'ANGELIS, S.J.; SOUZA, F.F.O.; VITORINO, D.S.J.; LEITE, G.L.D. Modificações no crescimento e na área foliar de plântulas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) ocasionadas por distúrbios nutricionais. Disponível em: <http://www.biodisiel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura>. Acesso em 15 de abril de 2008.
- HOCKING, P.J. Accumulation and distribution of nutrients in fruits of castor bean (*Ricinus communis* L.). **Annals of Botany**, London, v.49, p.51- 62, 1982.
- 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**, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1981. 606p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic, 1995. 902p.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5a. Aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- SANTOS, S.; FERREIRA, Jr., E.J.; PIRES, B.; NETTO, A.P.C. Efeito de diferentes adubações no desenvolvimento inicial de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Varginha, 2007. **Anais...** Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2007. p.547-554.
- SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informações Agropecuárias**, v.26, p.44-78, 2005.
- SILVA, J.T.A.; COSTA, E.L.; SILVA, I.P.; NETO, A.M. Adubação do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) com nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Varginha, 2007. **Anais...** Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2007. p.1316-1320.
- SOUZA, E.C.A.; NATALE, W. Efeito do boro e do zinco na cultura da mamoneira. **Científica**, São Paulo, v.25, n.2, p. 327-333, 1997.