



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## RESPOSTA DA MAMONEIRA ADUBADA COM ZINCO E COBRE

Lúcia Helena Garófalo Chaves<sup>1</sup>; Genival Barros Junior<sup>2</sup>; Rogério Dantas de Lacerda<sup>3</sup>; Paulo Cesar Cabral<sup>4</sup>; Tássio Henrique Cavalcanti da Silva Cunha<sup>5</sup>

### RESUMO

Apesar da adubação mineral aumentar a produção de mamona, há poucas pesquisas utilizando os elementos zinco e cobre. Objetivando avaliar os efeitos destes elementos no crescimento inicial da mamoneira, dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação em Campina Grande, PB. O substrato utilizado foi Neossolo Quartzarênico coletado na camada superficial do solo e peneirado 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 doses de Zn (0; 2; 4; 6 e 8 mg dm<sup>-3</sup>) e cinco doses de cobre (0; 1; 2; 3 e 4 mg dm<sup>-3</sup>), os quais foram aplicados antes do plantio. Após o desbaste foi deixado em cada vaso uma planta da cultivar BRS 188 – Paraguaçu. Aos 21, 34, 77 e 103 dias após o plantio foram avaliados os parâmetros altura de plantas, número e tamanho de folhas, diâmetro caulinar e produção de fitomassa na última etapa da avaliação das plantas. As doses de zinco não influenciaram nos parâmetros avaliados. As doses de cobre só tiveram influência na massa seca das folhas e na fitomassa total da parte aérea. O comportamento desses parâmetros foi melhor explicado pela regressão quadrática.

**Palavras-chaves:** micronutrientes, *Ricinus communis*, crescimento, nutrição mineral

### CASTOR BEAN RESPONSE TO ZINC AND COPPER FERTILIZATION

#### ABSTRACT

Despite mineral fertilization to increase castor yield, there are few studies using the elements zinc and copper. In order to evaluate the effects of these elements on castor bean plant growth two experiments were carried out in a greenhouse, in Campina Grande, Paraíba State, Brazil. 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 doses of Zn (0; 2; 4; 6 and 8 mg dm<sup>-3</sup>) and five doses of Cu (0; 1; 2; 3; and 4 mg dm<sup>-3</sup>) which were applied at the time of planting. One plant of castor bean, cultivar BRS 188 – Paraguaçu, was grown per pot after thinning. Data on plant height, number and length of leaves and stem diameter were measured at 21, 34, 77 and 103 days after planting. Under conditions that the experiments were carried out the Zn doses used did not affect the castor bean plants growth; Cu doses only influenced the leaves and shoot biomass dry mass and the quadratic trend was the best to show the behavior of these parameters.

**Keywords:** micronutrient, *Ricinus communis*, growth, mineral nutrition

Trabalho recebido em 11/08/2009 e aceito para publicação em 01/12/2009.

<sup>1</sup> Professora Dra. Titular da Universidade Federal de Campina Grande. Departamento de Engenharia Agrícola. Campina Grande-PB. e-mail: lhgarofalo@hotmail.com;

<sup>2</sup> Professor Dr. Adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Serra Talhada-PE. e-mail: genival@uast.ufrpe.br;

<sup>3</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB. e-mail: rogerio\_dl@yahoo.com.br;

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB. e-mail: pcpc\_05@yahoo.com.br;

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB. e-mail: tassiohenrique@gmail.com.

## 1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), pertencente à família Euphorbiaceae, é uma oleaginosa de grande importância econômica e social. Devido a perspectiva de utilização do óleo da mamona como fonte energética na produção de biocombustível, nos últimos anos a ricinocultura vem se desenvolvendo em várias regiões brasileiras, como é o caso da região semi-árida. Os solos desta região são, quase sempre, bem supridos de macronutrientes, no entanto, o baixo teor de matéria orgânica, a forte adsorção de metais, ou o pH elevado em algumas áreas, reduzem a capacidade desses solos em fornecer os micronutrientes, como por exemplo, o zinco e o cobre.

A mamoneira por ser naturalmente vigorosa e de fácil propagação, teve, por muito tempo, poucos cuidados dispensados ao manejo de água e de sua nutrição. No entanto, por ser exigente em nutrientes minerais e esgotante do solo onde é cultivada, fez com que o fator nutrição ganhasse importância nesse momento de expansão da cultura. No Brasil, são poucos os estudos envolvendo nutrição mineral desta cultura, realizados no intuito de caracterizar deficiências e teores adequados de macro e micronutrientes para a planta (ROJAS & NEPTUNE, 1971; SOUZA & NATALE, 1997; FERREIRA et al., 2004 a,b; SEVERINO et al., 2004;

LANGE et al., 2005; SEVERINO et al., 2006). Especificamente, sobre os micronutrientes, não existem dados na literatura sobre a extração dos mesmos pela mamoneira, nem tão pouco sobre os teores adequados para a cultura. Segundo Santos et al. (2004) e Ferreira et al. (2004a,b), a deficiência dos macronutrientes afeta não só o crescimento vegetativo mas, também, o reprodutivo, enquanto que a dos micronutrientes se expressa, principalmente sobre o crescimento reprodutivo.

O zinco (Zn) e o cobre (Cu) são nutrientes essenciais para o crescimento das plantas quando em níveis adequados, sendo conhecidos por desenvolverem importante papel na nutrição mineral, bioquímica e fisiologia das plantas, uma vez que são grupos prostéticos de enzimas ou fazem parte da estrutura de moléculas importantes (MARSCHNER, 1995). Alguns trabalhos, conduzidos com mamoneira, tem relatado sintomas de deficiências desses elementos, promovendo deformações nas folhas novas e atrofio que poderão afetar o desenvolvimento e produção da cultura. No entanto, em ensaio de diagnose por subtração, conduzido por Lange et al. (2005), utilizando a cultivar Íris, a omissão de Cu e Zn não provocou sintomas de deficiência e nem redução na produção de matéria seca total das plantas. Nesta

mesma linha de pesquisa, Ferreira et al. (2004b) observaram que a omissão de Cu provocou perdas substanciais de produtividade enquanto que os sintomas da omissão de Zn não foram observados.

A mamoneira é muito sensível a baixos teores de Cu no solo, condição que impõem reduções na produtividade superiores a 50% (SANTOS et al., 2004; FERREIRA et al., 2004b). No entanto, é mais tolerante a deficiência de Zn, seja por sua baixa necessidade ou pela alta capacidade de extração desse nutriente do solo (FERREIRA et al, 2004b).

De acordo com Hocking (1982), os teores foliares de zinco na mamoneira variam de 14 mg kg<sup>-1</sup> em plantas desenvolvidas em solo de baixa fertilidade, a 43 mg kg<sup>-1</sup> (SOUZA & NATALE, 1997), em solo fértil. Esta variação pode ser atribuída a diferentes épocas de coleta, tipo de amostragem e variedade (LANGE et al., 2005).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de zinco e de cobre sobre o desenvolvimento inicial da cultivar BRS 188 – Paraguaçu, por não se ter na literatura descrições efetivas a esse respeito.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados em casa de vegetação na Unidade

Acadêmica do de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, no período de julho a novembro de 2007, dispostos em um delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos em um deles consistiram da aplicação de cinco doses de Zn (0; 2; 4; 6 e 8 mg dm<sup>-3</sup>), e no outro, da aplicação de cinco doses de Cu (0; 1; 2; 3 e 4 mg dm<sup>-3</sup>), 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<sup>-3</sup> de Zn e 1,5 mg dm<sup>-3</sup> 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.

Utilizou-se, nos dois experimentos, 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: areia = 770,5 g kg<sup>-1</sup>; silte = 84,6 g kg<sup>-1</sup>; argila = 144,9 g kg<sup>-1</sup>; pH (H<sub>2</sub>O) = 6,5; Ca = 2,41 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg = 2,37 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Na = 0,04 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; K

= 0,02 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; H = 0,95 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Al = 0,20 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; MO = 6,5 g kg<sup>-1</sup>; P = 21,7 mg kg<sup>-1</sup>. De acordo com estes resultados atribuiu-se a este solo a classificação de franco arenoso.

Após seco e peneirado 32,5 litros de solo foram acondicionados em vasos plásticos com capacidade para 25 litros, recebendo em seguida uma adubação equivalente a 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. 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 mamona cultivar BRS 188 – Paraguaçu. O desbaste foi feito 20 dias após a emergência das plantas, mantendo-se uma planta por vaso.

Durante todo o período experimental (103 dias) o solo foi mantido com umidade próxima da capacidade de campo, tendo o conteúdo de água do solo sido monitorado por pesagem dos vasos e reposição de água, quando esta atingia níveis inferiores aos 100 % da água disponível para as plantas.

Aos 21, 34, 77 e 103 dias após o plantio, foram avaliados os parâmetros

biológicos indicativos do desenvolvimento das plantas como: altura da planta, diâmetro do caule na base, número e comprimento de folhas. Para determinar a matéria seca (MS) das várias partes da planta, foram colhidos separadamente, folhas, caules e cachos, os quais foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante. A matéria seca total foi calculada pela somatória das referidas partes. O cálculo da área foliar (AF) foi feito de acordo com o método de Wendt (1967), utilizando a fórmula  $\text{Log}(Y) = -0,346 + [2,152 \times \text{Log}(X)]$ , sendo Y a área foliar em cm<sup>2</sup> e X o comprimento da nervura central da folha em cm.

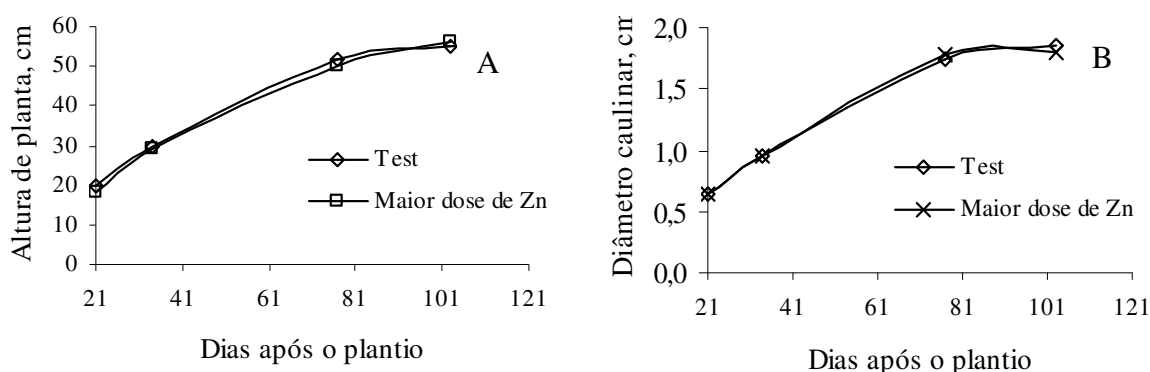
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância mediante significância do teste F.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes ligados ao crescimento das plantas, submetidas aos tratamentos com Zn, como altura e diâmetro caulinar, tiveram comportamento semelhante ao longo do período experimental, ou seja, aumentaram até os 77 dias após o plantio para depois, praticamente, estabilizarem, ou apresentarem um crescimento menor, como pode ser observado nas Figuras 1A e 1B. Para melhor visualização, devido à

sobreposição das linhas, essas figuras mostram o comportamento apenas das plantas que não receberam zinco (Test) e daquelas que receberam a maior dose do elemento. No entanto, todas as plantas

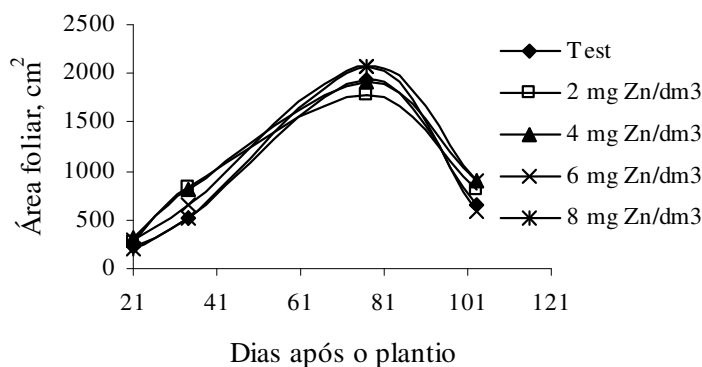
tiveram o mesmo comportamento, sugerindo não haver efeito dos tratamentos (Tabela 1).



**Figura 1.** Comportamento da altura (A) e do diâmetro caulinar (B) das plantas da mamoneira que não receberam zinco e daquelas que receberam a maior dose do elemento durante o período experimental.

Em todos os tratamentos, a área foliar das plantas também aumentou até, aproximadamente, aos 77 dias após o plantio, para depois diminuir (Figura 2). Isto pode ser considerado normal, visto que

as plantas, a partir desta época, foram perdendo as folhas que entraram em senescência, provavelmente pela deficiência nutricional.



**Figura 2.** Comportamento da área foliar das plantas de mamoneira com diferentes doses de zinco, durante o período experimental

A análise de variância dos dados referentes à altura de planta, diâmetro caulinar e área foliar, avaliados aos 21, 34,

77 e 103 dias após o plantio, mostrou não haver efeito significativo dos tratamentos sobre tais parâmetros (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância de altura de planta, diâmetro de caule e área foliar da mamona em função de doses de zinco

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Altura da planta	Diâmetro caulinar	Área Foliar
<i>21 dias após o plantio</i>				
Tratamentos	4	8,042 <sup>ns</sup>	0,0012 <sup>ns</sup>	5180,711 <sup>ns</sup>
Resíduos	10	3,090	0,0032	5008,034
CV %		8,78	8,99	27,27
<i>34 dias após o plantio</i>				
Tratamentos	4	3,900 <sup>ns</sup>	0,0144 <sup>ns</sup>	71844,503 <sup>ns</sup>
Resíduos	10	8,083	0,0051	27728,468
CV %		9,61	7,31	25,02
<i>77 dias após o plantio</i>				
Tratamentos	4	4,8167 <sup>ns</sup>	0,0118 <sup>ns</sup>	50533,937 <sup>ns</sup>
Resíduos	10	19,767	0,0159	29118,984
CV %		8,81	7,45	8,73
<i>103 dias após o plantio</i>				
Tratamentos	4	9,5167 <sup>ns</sup>	0,0479 <sup>ns</sup>	60926,603 <sup>ns</sup>
	10	31,417	0,0602	34761,804
		10,35	13,27	24,31

Na Tabela 2 são apresentadas as médias dos valores da matéria seca do caule, folhas, cachos e fitomassa total da parte aérea obtidos após o corte das plantas. Da mesma forma que para os

demais parâmetros discutidos anteriormente, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

**Tabela 2.** Resumo das análises de variâncias da fitomassa da parte aérea (caule, folhas, cachos e total) da mamona em função das doses de zinco

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		Caule	Folhas	Cachos	Total
<b>Tratamentos</b>	4	1,71439 <sup>ns</sup>	1,97826 <sup>ns</sup>	18,52012 <sup>ns</sup>	23,01942 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	10	3,04813	4,14839	6,8902	15,55221
<b>CV %</b>		3,97	15,34	10,94	8,07
<b>Doses de Zn (mg dm<sup>-3</sup>)</b>		<b>Médias (g)</b>			
<b>0</b>		13,33	13,41	26,09	52,84
<b>2</b>		11,57	13,17	24,01	48,74
<b>4</b>		12,47	12,39	20,17	45,02
<b>6</b>		11,96	12,86	24,33	49,15
<b>8</b>		13,16	14,56	20,90	48,62
<b>DMS</b>		4,70	5,48	6,80	10,61

A explicação para o fato de não ter havido efeito significativo dos tratamentos sobre os parâmetros avaliados pode estar atrelada a uma série de hipóteses ou mesmo a uma combinação de fatores. Uma delas estaria relacionada com as doses de N, P e K que as plantas receberam.

Apesar de terem sido aplicadas quantidades de N e K acima daquelas recomendadas por Azevedo et al. (1997), mantendo-se P (30 kg ha<sup>-1</sup>) dentro da dose recomendada pelos autores, percebeu um declínio nas plantas de todos os tratamentos já aos 30 dias após o plantio. Os resultados encontrados ficaram muito abaixo dos que foram alcançados por Almeida et al. (2007) que, 77 dias após o plantio de mamona cultivar BRS 188 –

Paraguaçu, em ensaios com variações de N, P, K, aplicando doses 04 vezes superior as utilizadas no presente trabalho, obtiveram valores de altura de plantas 40 % acima daqueles apresentados na Tabela 1 e praticamente o dobro do diâmetro de caule para esta cultivar de mamona. Segundo a literatura (FERREIRA et al., 2004a), a quantidade de P aplicada foi a responsável pelo atraso no desenvolvimento da cultura, de acordo com a Lei do Mínimo (RAIJ, 1991). Esta constatação é reforçada por Severino et al. (2006), segundo os quais a mamoneira é exigente em fertilidade do solo e por Souza et al. (1974), que estudando os efeitos da adubação N, P, K na cultura, constataram que o incremento no teor de fósforo foi

responsável pela maior produção. Assim, o fato das plantas não terem tido desenvolvimento adequado, provavelmente, fez com que elas não respondessem às crescentes doses de zinco incorporadas ao solo.

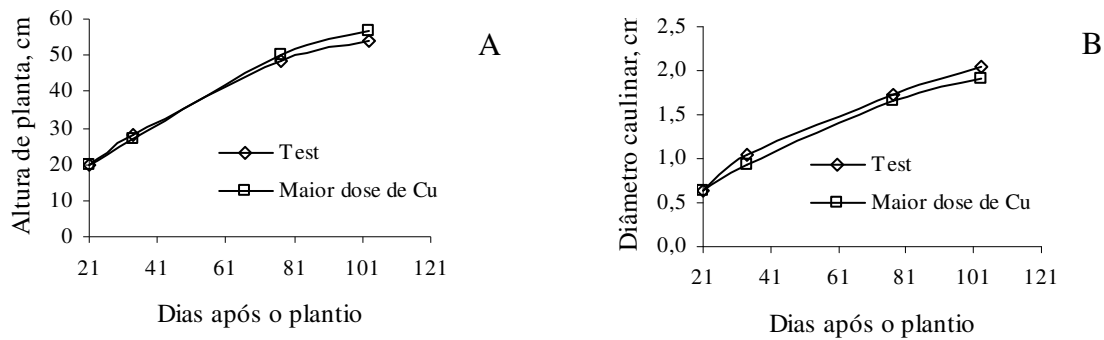
Outra hipótese a ser considerada seria o tamanho dos vasos que foram utilizados para o cultivo da mamoneira durante os 103 dias, onde os 32,5 L de solo disponíveis não teriam sido suficientes para proporcionar um satisfatório desenvolvimento do sistema radicular da cultura, conseqüentemente de sua parte aérea. No entanto, em experimento, também conduzindo em casa de vegetação avaliando doses crescentes de N, P e K, em vasos com capacidade de 100 L, utilizando a mesma cultivar de mamona do presente trabalho, as plantas aos 80 dias após o plantio que receberam a dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> de P, apresentaram altura média de 55,5 cm (dados ainda não publicados), muito próximo do 50,5 cm obtidos aos 77 dias após o plantio das plantas do presente trabalho. Isto demonstra que neste período de, aproximadamente, 80 dias após o

plantio a capacidade dos vasos utilizados não deve ter influenciado no desenvolvimento da cultura, conseqüentemente, não exercendo influência sobre a resposta das plantas ao Zn aplicado no solo, como foi observado (Tabela 1).

Finalmente, uma terceira hipótese, seria o fato de que o solo utilizado para este estudo já apresentava 10 mg dm<sup>-3</sup> de Zn, valor este considerado alto (RIBEIRO et al., 1999), podendo já ser suficiente para o desenvolvimento da cultura da mamona nas condições do experimento, impedindo uma resposta da mesma aos tratamentos utilizados.

A altura e diâmetro caulinar das plantas que receberam cobre, aumentaram em função do tempo, observando-se nas Figuras 3A e 3B que esses parâmetros continuariam aumentando caso o período experimental fosse maior, uma vez que, não se verifica uma estabilização dos valores entre as duas últimas épocas de avaliação.

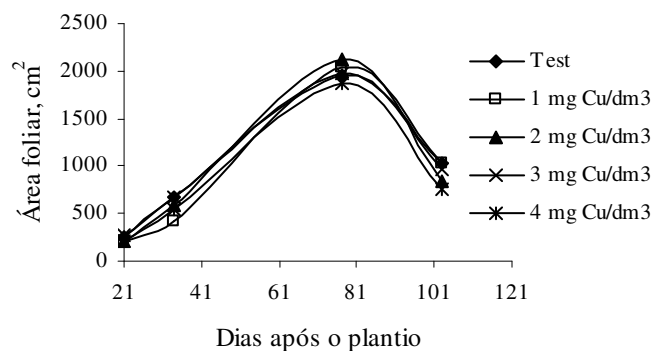




**Figura 3.** Comportamento da altura (A) e do diâmetro caulinar (B) das plantas da mamoneira que não receberam cobre e daquelas que receberam a maior dose do elemento durante o período experimental.

O comportamento da área foliar das plantas que receberam Cu foi semelhante aquele das plantas que receberam Zn, ou seja, a área foliar aumentou até

aproximadamente aos 77 dias após o plantio, para depois decrescer, como pode ser observado na Figura 4.



**Figura 4.** Comportamento da área foliar das plantas de mamoneira com diferentes doses de cobre, durante o período experimental

Apesar de ter sido observado, através da análise de variância, uma diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as médias do diâmetro caulinar aos 21 e 77 dias após o plantio, esta diferença não se manteve podendo-se dizer que, no geral, os tratamentos que receberam o Cu também

não apresentaram efeito sobre este parâmetro e sobre a altura e a área foliar das plantas (Tabela 3). Da mesma forma como ocorreu com os tratamentos com Zn, as quantidades de N, P e K utilizadas no experimento, como já foi comentado anteriormente, podem ter provocado sérias

implicações sobre o rendimento das plantas. Outro aspecto a ser levado em conta, diferentemente do Zn, é que o teor inicial de Cu no solo (0,2 mg dm<sup>-3</sup>), considerado baixo ou muito baixo, mesmo somado às quantidades fornecidas do

elemento através dos tratamentos, não foi suficiente para que houvesse resposta significativa das plantas quanto aos parâmetros diâmetro caulinar, altura e a área foliar.

**Tabela 3.** Resumo das análises de variâncias de altura de planta, diâmetro de caule e área foliar da mamona em função das doses de cobre

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		Altura da planta	Diâmetro caulinar	Área Foliar
<i>21 dias após o plantio</i>				
Tratamentos	4	9,889 <sup>ns</sup>	0,0057 <sup>*</sup>	2891,84 <sup>ns</sup>
Resíduos	10	3,645	0,0012	3883,39
CV %		10,21	5,57	27,15
<i>34 dias após o plantio</i>				
Tratamentos	4	9,52 <sup>ns</sup>	0,018 <sup>ns</sup>	29266,04 <sup>ns</sup>
Resíduos	10	4,43	0,016	15879,84
CV %		8,00	13,12	21,90
<i>77 dias após o plantio</i>				
Tratamentos	4	11,058 <sup>ns</sup>	0,0012 <sup>*</sup>	26737,16 <sup>ns</sup>
Resíduos	10	10,550	0,0229	41981,001
CV %		6,71	8,92	10,29
<i>103 dias após o plantio</i>				
Tratamentos	4	13,64 <sup>ns</sup>	0,022 <sup>ns</sup>	46951,96 <sup>ns</sup>
Resíduos	10	23,23	0,020	79963,21
CV %		8,81	7,41	30,33

O efeito dos tratamentos só foi observado sobre os dados de peso seco das folhas ( $p \leq 0,05$ ) e sobre a fitomassa total da parte aérea ( $p \leq 0,01$ ), obtidos no final do experimento (Tabela 4), tendo a maior dose de cobre se destacado das demais.

Diferentemente das variáveis analisadas anteriormente, as parcelas conduzidas com os níveis mais baixos de Cu apresentaram uma diminuição considerável na fitomassa produzida, em relação aos demais tratamentos, de forma que o incremento na

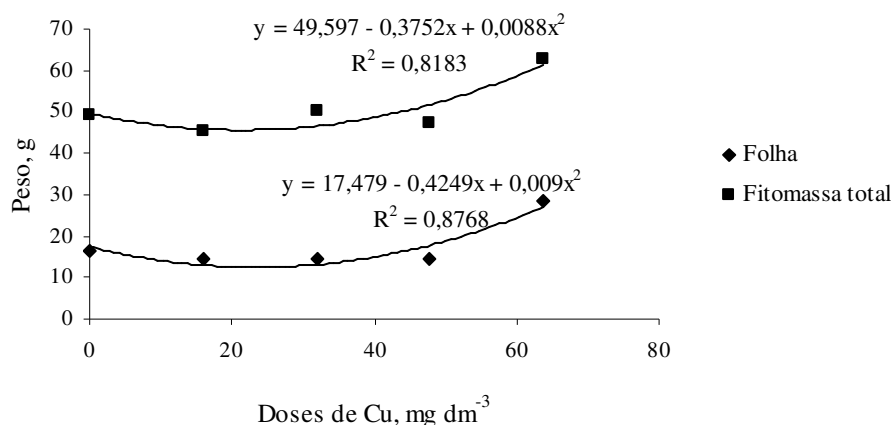
oferta deste elemento no solo proporcionou uma melhor condição de distribuição e armazenamento de assimilados nos diversos órgãos das plantas da mamoneira (BENINCASA, 1988).

**Tabela 4.** Resumo das análises de variâncias da Fitomassa da parte aérea (caule, folhas, cachos e total) da mamona em função das doses de cobre

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		Caule	Folhas	Cachos	Total
<b>Tratamentos</b>	4	13,80439 <sup>ns</sup>	110,97961 <sup>*</sup>	17,92192 <sup>ns</sup>	143,23514 <sup>**</sup>
<b>Regressão linear</b>	1	-	176,7584 <sup>*</sup>	-	259,95520 <sup>**</sup>
<b>Regressão quadrática</b>	1	-	217,14881 <sup>**</sup>	-	209,08486 <sup>*</sup>
<b>Resíduo</b>	10	9,49795	18,75249	31,71597	23,63148
<b>CV %</b>		21,92	24,40	27,93	9,5
<b>Doses de Cu (mg dm<sup>-3</sup>)</b>		<b>Médias (g)</b>			
<b>0</b>		17,75	16,47	19,76	49,25
<b>1</b>		13,71	14,58	17,04	45,33
<b>2</b>		12,27	14,42	23,50	50,19
<b>3</b>		13,60	14,74	19,07	47,41
<b>4</b>		12,96	28,53	21,44	62,93
<b>DMS</b>		8,29	11,65	15,15	13,08

A regressão quadrática é a que melhor explica o comportamento do peso seco das folhas e da fitomassa total da parte aérea (Figura 5), ao longo do período

de desenvolvimento das plantas nas condições em que foram realizados os trabalhos.



**Figura 5.** Efeito do cobre sobre o peso seco das folhas e da fitomassa da parte aérea

#### 4. CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos as doses de zinco não influenciaram nos parâmetros avaliados, provavelmente, pelo teor do elemento disponível no solo, antes da aplicação dos tratamentos, já ter sido suficiente para o desenvolvimento da cultura. As doses de cobre não influenciaram na altura das plantas, no diâmetro caulinar e na área foliar, entretanto influenciaram na massa seca das folhas e da fitomassa total da parte aérea. O comportamento desses parâmetros foi melhor explicado pela regressão quadrática.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. P.; GUERRA, H. O. C.;  
 BARROS JÚNIOR, G.;  
 CAVALCANTI, M. F.;

LACERDA, R. D.  
 Desenvolvimento e produção da variedade de mamona BRS-188 sob diferentes níveis e fontes de macronutriente. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 4, 2007, Campina Grande. **Anais...**, Campina Grande: UFCG, 2007. CDRon

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F.;  
 BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, J. J.; VIEIRA, R. M.; MOREIRA, J. A. N.  
**Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no nordeste do Brasil.** Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1997. 52p. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnica, 25).

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas.** Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise de solo.** 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo, 1997. 212p.
- FERREIRA, G B.; SANTOS, A. C. M.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...**, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. CDRon.
- FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; SANTOS, A. C. M.; XAVIER, R. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de enxofre e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...**, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. CDRon.
- HOCKING, P. J. Accumulation and distribution of nutrients in fruits of castor bean (*Ricinus communis* L.). **Annals of Botany**, v.49, p.51- 62, 1982.
- LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C.; SORREANO, M. C.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n.1, p. 61-67, 2005.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação.** 3.ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1981. 606p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2.ed. San Diego: Academic, 1995. 902p.
- RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª. Aproximação.** Viçosa, MG, 1999. 359p.

- ROJAS, A. I.; NEPTUNE, A. M. L. Efeitos dos macronutrientes e do ferro no crescimento e composição química da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivada em solução de nutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.28, p.31-67, 1971.
- SANTOS, A. C. M.; FERREIRA, G. B.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINI, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de cálcio e magnésio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...**, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CDRon.
- SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; FERREIRA, G. B.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Adubação química da mamoneira com NPK, cálcio, magnésio e micronutrientes em Quixeramobim, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...**, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CDRon.
- SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p.563-568, 2006.
- SOUZA, E. A.; FERREIRA, M. E.; BONO, G. M.; BANZATTO, D. A. Efeitos da fertilização nitrogenada, fosfatada e potássica na produção da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Científica**, v.2, n.2. p. 162-168, 1974.
- SOUZA, E. C. A.; NATALE, W. Efeito do boro e do zinco na cultura da mamoneira. **Científica**, v.25, n.2, p. 327-333, 1997.
- WENDT, C. W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castors (*Ricinus communis* L.), and Sorghum (*Sorghum vulgare* L.), **Agronomy Journal**, v.59, n.5, p.484-486, 1967.