

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO PINHÃO MANSO EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES

GROWTH AND YIELD OF *JATROPHA* PLANTS IN RESPONSE TO MICRONUTRIENTS SUPPLY

Fernando Grandizoli BOTARO¹

Enes FURLANI JÚNIOR^{2*}

Samuel FERRARI³

Danilo Marcelo Aires dos SANTOS⁴

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o crescimento e produtividade de plantas de pinhão manso em resposta a aplicação de doses de boro, zinco, cobre e molibdênio em cobertura na região do Cerrado. Foram instalados quatro experimentos de campo com os seguintes tratamentos: 4 doses de boro (0; 0,25; 0,5 e 1,0 kg ha⁻¹); 4 doses de zinco (0; 0,5; 1,0 e 2,0 kg ha⁻¹); 4 doses de cobre (0; 0,4; 0,8 e 1,6 kg ha⁻¹) e 4 doses de molibdênio (0; 0,15; 0,3 e 0,6 kg ha⁻¹). As avaliações de altura de plantas, diâmetro do caule, número de ramos e de inflorescências foram medidas mensalmente entre o período de janeiro a abril 2011. A produtividade de sementes foi obtida por coleta entre os meses de março a maio de 2011. A adubação com micronutrientes boro, zinco e cobre não afetou os parâmetros de crescimento e produtividade de sementes de pinhão manso em segundo ano de plantio nas condições ambientais de Selvíria-MS. Com adubação de molibdênio em cobertura ocorreu diminuição do número de inflorescências por planta, aumento do diâmetro do caule e número de ramos por planta não alterando a produtividade de sementes de pinhão manso. Conclui-se que não há

¹ Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira (UNESP/FEIS).

² Professor Titular, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira (UNESP/FEIS), Departamento de Fitotecnia Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia. Email: enes@agr.feis.unesp.br

³ Professor Assistente, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Registro, Rua Nelson Brihi Badur, 430, Vila Tupy, CEP 11.900-000, Registro/SP.

⁴ Pós Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira (UNESP/FEIS).

necessidade de aplicação de micronutrientes na fase de implantação do pinhão manso.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*, crescimento vegetal, nutrição mineral, micronutrientes.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of boron, zinc, copper and molybdenum supply on yield and growth of *Jatropha curcas* plants growing in Cerrado's region. The experimental design consisted of 4 levels of boron (0, 0.25, 0.5 and 1.0 kg ha⁻¹); 4 levels of zinc (0, 0.5, 1.0 and 2.0 kg ha⁻¹); 4 levels of copper (0, 0.4, 0.8 and 1.6 kg ha⁻¹) and 4 levels of molybdenum (0, 0.15, 0.3 and 0.6 kg ha⁻¹) applied on top dress of *Jatropha* plants. The evaluation of plant height, stem diameter, number of branches and inflorescences were monthly measured from January to April 2011. The yield of *Jatropha curcas* was obtained by collecting the seeds during the period from March to May 2011. The application of boron, zinc and copper showed no effect on growth parameters and yield of *Jatropha* plants during the second year growing season in Cerrado's area. In addition, molybdenum fertilizer application decreased the number of inflorescences per plant, increased stem diameter and number of branches per plant showing no effect on yield of young *Jatropha* plants. These results suggest that there is no need to apply micronutrients on young plants in *Jatropha* orchards.

Keywords: *Jatropha curcas*, growth vegetative, yield components

INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido mundialmente como o produtor mais competitivo de bicomcombustíveis e esta liderança representa uma vantagem fundamental, pois se bem empregada pode transformar o país em potência energética de primeira grandeza. O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) apresenta alto teor de óleo em suas sementes (Vanzolini et al., 2010; Sá et al., 2011; Carreira et al., 2012; Panazzo et al., 2013) sendo uma planta oleaginosa viável para a obtenção do biodiesel (Achten et al., 2008; Laviola & Dias, 2008). No entanto as sementes apresentam substância tóxica não podendo ser fornecida para alimentação animal (Silva et al., 2008; Carreira et al., 2012).

A cultura do pinhão manso responde de forma significativa à adubação química ou orgânica. A recomendação de adubação de uma cultura depende das demandas nutricionais das plantas para o crescimento vegetativo e reprodutivo (Ferrari et al., 2012a). Também devem ser levadas em consideração a eficiência de aproveitamento dos adubos aplicados e a fração de nutrientes suprida pelo solo (Rosolem et al., 2012; Ferrari et al., 2012b).

Muitas enzimas requerem o íon zinco (Zn²⁺) para suas atividades, tendo como atuação a biossíntese de clorofila (Boadley et al., 2007). A deficiência de zinco proporciona menor síntese de RNA, diminuindo divisão celular da planta. (Taiz & Zeiger, 2013). Sintomas de

deficiência de Zn no pinhão manso são verificados pelo encurtamento dos internódios e clorose internerval (Silva et al., 2009). O cobre está associado a enzimas envolvidas em reações redox, por meio das quais é reversivelmente oxidado de Cu^+ a Cu^{2+} (Yruela, 2009). Plantas de pinhão manso deficientes em cobre apresentaram engrossamento das nervuras, clorose internerval, manchas avermelhadas e encarquilhamento das folhas (Silva et al., 2009). O boro atua sobre o metabolismo dos ácidos nucléicos e participa da síntese de bases nitrogenadas como a uracila. É encontrado, sobretudo, nos brotos novos em franco desenvolvimento, nas flores e no floema sendo requerido por essas células para multiplicação (Taiz & Zeiger, 2013). Com omissão de boro, foram observadas brotações laterais e morte prematura do meristema

MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados quatro experimentos de campo na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, FEIS/UNESP, localizada no município de Selvíria-MS, com coordenadas geográficas 20°22' de Latitude Sul e 51°22' de Longitude Oeste, altitude média de 335m e região com vegetação nativa de Cerrado. O clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com temperatura média anual de 24,5 °C, precipitação média anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8% assim como pode ser observado na Figura 1. O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO

apical, além de clorose em folhas novas e seu encarquilhamento para cima (Silva et al., 2009). O íon molibdênio (Mo^{4+} até Mo^{6+}) é componente de várias enzimas, incluindo a nitrato redutase e a nitrogenase (Schwarz & Mendel, 2006), sua falta pode causar amarelecimento nas regiões periféricas das folhas de pinhão manso.

A produtividade do pinhão manso é muito variável, dependendo da região, do método de cultivo e dos tratamentos culturais, da regularidade pluviométrica e da fertilidade do solo (Oliveira et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e produtividade de plantas de pinhão manso no segundo ano de plantio em função da aplicação de doses de boro, zinco, cobre e molibdênio em cobertura.

Distrófico típico muito argiloso, com 500, 50 e 450 g kg^{-1} de areia, silte e argila, respectivamente. Foi realizada amostragem de solo em agosto de 2009 para caracterização das propriedades químicas que revelou os seguintes valores: pH (CaCl₂) = 4,7; $\text{P}_{\text{resina}} = 10 \text{ mg dm}^{-3}$; M.O. = 22 g dm^{-3} ; K = 2,0 mmolc dm^{-3} ; Ca = 14 mmolc dm^{-3} ; Mg = 10 mmolc dm^{-3} ; H+Al = 31 mmolc dm^{-3} ; Al = 9 mmolc dm^{-3} ; CTC = 57 mmolc dm^{-3} ; V = 46 %; S = 3 mg dm^{-3} ; B = 0,27 mg dm^{-3} ; Cu = 2,6 mg dm^{-3} ; Fe = 19 mg dm^{-3} ; Mn = 18,1 mg dm^{-3} e Zn = 0,5 mg dm^{-3} .

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições para cada experimento com aplicação de fertilizantes à base de micronutrientes em cobertura. As

doses estabelecidas para o experimento com boro foram: 0; 0,25; 0,5 e 1,0 kg ha⁻¹ de boro – fonte Boráx (0; 0,15; 0,3; e 0,6 g planta⁻¹ de boro). As doses estabelecidas para o experimento com zinco foram: 0; 0,5; 1,0 e 2,0 kg ha⁻¹ de zinco – fonte Sulfato de Zinco (0; 0,3; 0,6; e 1,2 g planta⁻¹ de zinco). As doses estabelecidas para o experimento com cobre foram: 0; 0,4; 0,8 e 1,6 kg ha⁻¹ de cobre – fonte Sulfato de Cobre (0; 0,24; 0,48 e 0,96 g planta⁻¹ de cobre). As doses estabelecidas para o experimento com molibdênio foram: 0; 0,15; 0,3 e 0,6 kg ha⁻¹ de molibdênio – fonte Molibdato de Amônio (0; 0,09; 0,18 e 0,36 g planta⁻¹ de molibdênio).

As mudas foram adquiridas da Cati de Marília-SP sendo formadas em tubetes florestais, com capacidade de 120 cm³ e utilizado substrato vermiculita.

Os experimentos foram instalados em área com sistema convencional de preparo do solo, e para tanto, foram realizadas uma aração e duas gradagens. O plantio das mudas (com aproximadamente 20 cm de altura e 4 meses de idade) nos diferentes experimentos foi realizado em 21 de janeiro de 2010. Cada parcela experimental foi composta por três linhas de cultivo com quatro plantas por linha, totalizando doze plantas por parcela, com espaçamento de 3 metros entre linhas e 2 metros entre plantas (1667 plantas ha⁻¹).

No momento do plantio foi aplicado calcário dolomítico nas covas abertas com de 30 x 30 x 30 cm na proporção de 0,6 kg cova⁻¹, misturado e na sequência realizada adubação de plantio com 90 g cova⁻¹ do fertilizante 08-28-16 (N P K respectivamente). A adubação química no plantio foi

realizada na mesma dosagem para todas as parcelas experimentais, com base nos resultados de análise de fertilidade do solo, tomando-se como fundamentação teórica as recomendações de adubação para a cultura da mamoneira, de acordo com Rajj et al. (1997) por ser uma cultura da mesma família (Euforbiácea) do pinhão manso, também produtora de sementes ricas em óleo. Tal procedimento foi adotado por não existir, até o momento, recomendações de adubação específicas para a cultura do pinhão manso. Por fim, na cova de plantio foi aplicado o inseticida (Triadimenol - 15 g/kg + Dissulfotom - 75 g/kg) com 25 g cova⁻¹ do produto comercial. Somente no primeiro mês após o plantio das mudas foi realizada irrigação com intervalos de 3 dias sendo aplicado em cada planta de pinhão manso o volume de água de 20 litros, com auxílio de trator e tanque de irrigação com capacidade de 2000 litros.

Em 20 de novembro de 2010 foram feitas as adubações de cobertura com os diferentes micronutrientes e doses propostas. No momento da aplicação para cada planta estes foram diluídos em água potável (500 ml) e aplicados no solo, na projeção da copa, de maneira uniforme.

O controle de plantas daninhas foi realizado, sempre que necessário, através de capinas manuais e por manejo químico. Os herbicidas utilizados foram glyphosate (4 L ha⁻¹) e oxifluorfem (4 L ha⁻¹). As principais pragas encontradas e controladas foram: cigarrinha verde (*Empoasca kraemerii*) e ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*).

As avaliações de altura de planta (com auxílio de trena, do nível do solo à última ramificação do ápice),

diâmetro do caule (com auxílio de paquímetro, na altura de 2 cm do nível do solo) e número de ramos e de inflorescências (contagem direta do número das brotações) foram realizadas mensalmente entre os meses de dezembro de 2010 a abril de 2011 avaliando-se quatro plantas previamente marcadas na área útil de cada parcela experimental. Os dados obtidos foram transformados em porcentagem de incremento de um mês para o outro, sendo dessa forma o primeiro mês com médias de janeiro de 2011. O valor do incremento (%) foi calculado pela diferença entre os valores obtidos no mês de avaliação (A1) com os valores do mês anterior (A0), dividido

pelo valor do mês anterior multiplicado por 100, ou seja,

$$((A1-A0/A0)*100)$$

Com o aparecimento dos frutos, estes foram colhidos gradualmente, entre os meses de março a maio de 2011, estando com aspecto secos (umidade de 10%), pesados e quantificados em produtividade em kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F e regressão polinomial ao nível de significância de 5%. O software estatístico utilizado foi o SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que não houve efeito significativo para o incremento em altura de plantas, diâmetro do caule e número de ramos nas avaliações efetuadas de janeiro a abril de 2011 em função da aplicação de doses de boro. Tais resultados indicam que, pelas plantas de pinhão manso estarem no início do segundo ano de plantio, a quantidade existente no solo (teor médio segundo Raij et al., 1997) é suficiente para promover o crescimento vegetativo dessas plantas. Da mesma forma a porcentagem de incremento para a característica reprodutiva de número de inflorescências não foi significativo. Oliveira et al. (2012) ao estudar o efeito da aplicação de doses de K em plantas de pinhão manso em primeiro e segundo ano de plantio não verificaram efeito significativo para crescimento

vegetativo em altura, diâmetro e número de ramificações.

Com relação à aplicação de doses de zinco na cultura do pinhão manso pode-se observar que não houve efeito significativo para porcentagem de incremento em altura, diâmetro do caule, número de ramos e número de inflorescências por planta nas avaliações efetuadas entre os meses de janeiro a abril de 2011 (Tabela 2). Sendo plantas de primeiro para segundo ano de plantio, a quantidade de zinco existente no solo, mesmo em baixos teores (Raij et al., 1997) aliado à quantidade de chuvas (média anual de 1.232 mm - Figura 1 a e b) foi suficiente para promover crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas de pinhão manso.

De acordo com Saturnino et al. (2005), as plantas de pinhão manso vegetam em regiões com 480 a 2.380 mm anuais de chuvas, com resultados melhores quando a taxa

pluviométrica anual atinge valores superiores a 600 mm.

Dados biométricos como altura de plantas, diâmetro do caule, número de ramos e número de inflorescências de pinhão manso com resultados expressos em porcentagem de incremento observa-se que não houve efeito significativo para as características em função da aplicação de doses de cobre (Tabela 3). O resultado da análise química do solo na área do experimento pode ser interpretado como teores altos de cobre, o que muito provavelmente supriu a necessidade deste nutrientes nas plantas, tendo com melhor resultado nessa situação a não aplicação de cobre para o crescimento das plantas até segundo ano de plantio. Tais condições adequadas de crescimento para a cultura são importantes uma vez que, segundo Anez et al. (2005), quanto maior for o número de ramificações na planta maior será, possivelmente, sua produtividade.

Com relação à porcentagem de incremento em altura de plantas de pinhão manso avaliada entre os meses de janeiro a abril de 2011 em função da aplicação de doses de molibdênio foi possível observar que não houve efeito significativo entre as médias (Tabela 4).

Para a avaliação de diâmetro do caule de plantas de pinhão manso após aplicação de doses de molibdênio ocorreu efeito significativo, sendo possível verificar que no mês de março ocorreu máximo incremento com a dose de $0,316 \text{ kg ha}^{-1}$. Por outro lado, no mês de abril de 2011 verificou-se menor porcentagem de incremento com o aumento das doses. O número de ramos também sofreu alterações em função da aplicação de doses de molibdênio, verificado no mês de fevereiro de 2011 ocorreu a diminuição dos ramos em função do fertilizante aplicado. Da mesma forma o número de inflorescências no mês de abril de 2011 foi alterado pelo uso do molibdênio até a dose de $0,35 \text{ kg ha}^{-1}$ de molibdênio.

De acordo com a Tabela 5 observa-se que não houve efeito significativo na produtividade de sementes do pinhão manso em função de doses de boro, zinco, cobre e molibdênio. Oliveira et al. (2012) estudando o efeito da fertilização com K em plantas de pinhão manso cultivadas em Lavras-MG não verificaram efeito significativo para produtividade de sementes, além de terem encontrado produtividade média muito semelhante com este estudo.

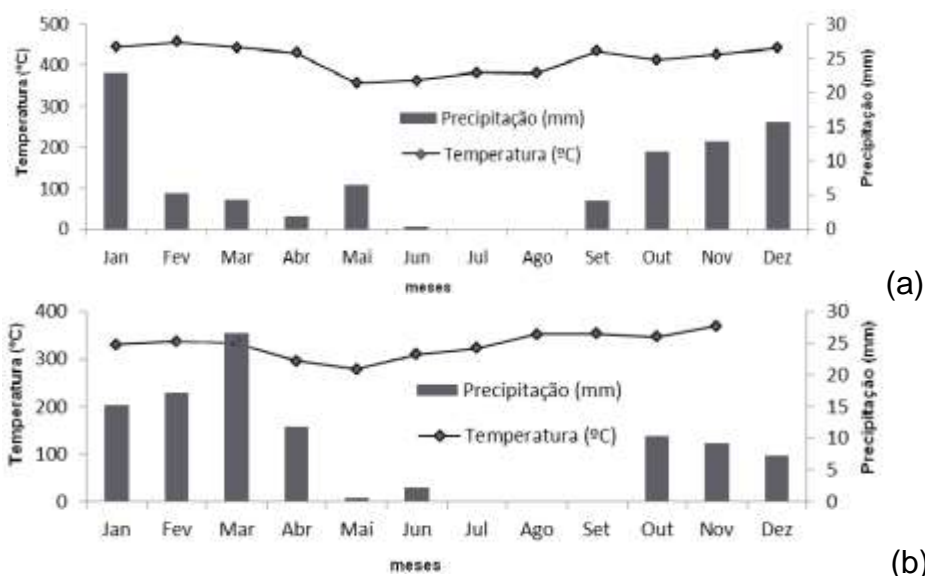


Figura 1. Precipitação pluvial e temperaturas médias, no período de janeiro a dezembro dos anos de 2010 (a) e 2011 (b). Selvíria-MS

Tabela 1. Porcentagem de incremento de altura de plantas, diâmetro do caule, número de ramos e número de inflorescências de pinhão manso em função de doses de boro. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2011

Doses kg ha ⁻¹	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Altura de plantas (%)				
0	37,02	14,25	0,17	0,22
0,25	37,28	12,54	1,02	0,00
0,5	38,89	14,58	0,00	0,17
1,0	41,72	12,93	0,00	0,55
CV%	11,31	19,59	18,44	215,45
Diâmetro do caule (%)				
0	61,17	0,00	0,00	0,25
0,25	59,31	0,57	0,12	1,02
0,5	55,61	1,00	0,85	0,85
1,0	54,09	0,61	0,71	0,75
CV%	7,69	89,11	15,21	25,87
Número de ramos (%)				
0	10,79	0,14	8,32	6,33
0,25	0,00	5,30	2,22	5,00
0,5	0,00	0,00	6,15	15,00
1,0	0,00	0,00	13,96	7,00
CV%	46,41	34,64	38,76	28,65
Número de inflorescências (%)				
0	492,85	195,65	0,00	13,00
0,25	535,23	200,30	0,80	0,00
0,5	1143,59	203,90	0,00	7,00
1,0	486,90	183,88	0,00	6,33
CV%	97,89	45,42	46,41	97,71

Tabela 2. Porcentagem de incremento de altura de plantas, diâmetro do caule, número de ramos e número de inflorescências de pinhão manso em função de doses de zinco. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2011

Doses kg ha ⁻¹	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
	Altura de plantas (%)			
0,0	50,81	13,46	0,00	0,40
0,5	58,24	8,11	0,00	0,00
1,0	57,27	9,16	1,32	0,00
2,0	53,16	13,54	1,19	0,73
CV%	13,81	34,49	264,83	224,76
	Diâmetro do caule (%)			
0,0	2,81	63,63	0,50	0,88
0,5	0,00	67,63	1,00	1,02
1,0	0,00	58,03	1,47	1,45
2,0	0,00	69,03	0,99	0,79
CV%	46,41	12,63	36,47	48,24
	Número de ramos (%)			
0,0	2,15	228,28	0,00	9,33
0,5	0,00	172,40	12,83	7,00
1,0	0,00	226,48	2,04	11,66
2,0	0,00	191,46	7,85	13,66
CV%	46,41	25,72	83,59	55,27
	Número de inflorescências (%)			
0,0	0,00	288,89	194,94	0,00
0,5	50,00	730,00	290,90	0,00
1,0	3,33	339,49	295,21	0,94
2,0	433,33	732,14	261,99	0,00
CV%	315,61	113,57	28,77	346,41

Tabela 3. Porcentagem de incremento de altura de plantas, diâmetro do caule, número de ramos e número de inflorescências de pinhão manso em função de doses de cobre. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2011

Doses kg ha ⁻¹	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
	Altura de plantas (%)			
0,0	28,31	18,90	7,00	0,74
0,4	26,52	19,31	5,96	2,64
0,8	27,16	14,36	9,44	0,36
1,6	26,02	20,47	8,54	0,00
CV%	8,89	16,43	46,66	29,02
	Diâmetro do caule (%)			
0,0	17,66	15,61	11,34	0,28
0,4	14,02	13,06	1,71	1,28
0,8	17,81	15,83	6,10	4,25
1,6	16,36	12,28	13,94	2,58
CV%	17,41	170,07	72,91	59,25
	Número de ramos (%)			
0,0	31,28	63,27	21,52	0,66
0,4	25,27	77,83	15,89	0,66
0,8	29,68	74,83	15,60	0,00
1,6	35,21	94,45	2,49	0,00
CV%	30,28	40,29	78,47	264,58
	Número de inflorescências (%)			
0,0	57,58	747,18	41,90	11,48
0,4	45,29	697,91	61,91	4,32
0,8	43,21	805,55	55,99	9,14
1,6	28,96	1165,91	88,67	3,96
CV%	42,58	53,99	50,05	39,52

Tabela 4. Porcentagem de incremento de altura de plantas, diâmetro do caule, número de ramos e número de inflorescências de pinhão manso em função de doses de molibdênio. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2011

Doses kg ha ⁻¹	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Altura de plantas (%)				
0,0	26,24	28,22	8,02	1,11
0,15	22,82	29,79	5,76	2,52
0,3	25,29	26,28	6,12	0,53
0,6	25,96	26,46	4,05	1,56
CV%	9,78	14,73	42,94	123,48
Diâmetro do caule (%)				
0,0	12,09	28,12	9,02 ^{*(1)}	5,09 ^{*(2)}
0,15	13,54	25,38	15,96	1,75
0,3	11,01	19,89	17,20	0,41
0,6	11,53	24,07	10,84	6,27
CV%	16,87	18,79	27,06	85,43
Número de ramos (%)				
0,0	26,00	45,71 ^{***(3)}	2,58	11,33
0,15	16,91	50,76	15,18	0,66
0,3	23,71	43,04	12,51	3,33
0,6	23,67	36,26	10,18	6,33
CV%	61,02	6,69	82,43	59,61
Número de inflorescências (%)				
0,0	2400,00	123,16	0,00	18,00 ^{***(4)}
0,15	1402,78	101,10	2,44	3,33
0,3	2012,22	99,49	0,00	0,00
0,6	1780,55	116,58	10,94	7,33
CV%	55,59	34,31	68,90	55,79

Equações Polinomiais

$$^{(1)}\hat{y} = 9,24 + 89,17x - 235,97x^2 \quad R^2=0,98 \qquad ^{(2)}\hat{y} = 5,15 - 54,25x + 159,09x^2 \quad R^2=0,99$$

$$^{(3)}\hat{y} = + 49,08 - 32,65x \quad R^2=0,81 \qquad ^{(4)}\hat{y} = 17,45 - 178,45x + 419,01x^2 \quad R^2=0,98$$

*, Significativo a $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente pelo teste F da análise de variância.

Tabela 5. Produtividade de pinhão manso em segundo ano após plantio (kg ha⁻¹ de sementes) em função de doses (kg ha⁻¹) de boro, cobre, molibdênio e zinco. Selvíria-MS, março a maio de 2011

Boro	0	0,25	0,50	1,0
Produtividade	236,85	267,87	236,06	203,70
CV%			18,87	
Zinco	0	0,3	0,6	1,2
Produtividade	227,31	189,35	291,20	221,76
CV%			24,49	
Cobre	0	0,4	0,8	1,6
Produtividade	117,59	128,24	138,42	110,64
CV%			13,00	
Molibdênio	0	0,15	0,3	0,6
Produtividade	139,35	140,28	124,07	132,41
CV%			23,51	

CONCLUSÕES

A adubação com micronutrientes boro, zinco e cobre não afetou os parâmetros de crescimento e produtividade de sementes de pinhão manso em segundo ano de plantio nas condições de Selvíria-MS.

Com adubação de molibdênio em cobertura ocorreu diminuição do

número de inflorescências por planta, aumento do diâmetro do caule e número de ramos por planta não alterando a produtividade de sementes de pinhão manso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHTEN, W. N. J.; VERCHOT, L.; FRANKEON, Y. J.; MATHIJS, E.; AERTS, R.; MUYS, B. *Jatropha* biodiesel production and use. *Biomass and Bioenergy*, v. 32, n. 4, p. 1063-1084. 2008.
- ANEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica*. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 28, n. 3, p. 563-568. 2005.
- BROADLEY, M. R.; WHITE, P. J.; HAMMOND, J. P.; ZELKO, I.; LUX, A. Zinc in plants. *New Phytologist*, v. 173, n. 3, p. 677-702. 2007.
- CARREIRA, R. A. B.; VELOSO, C. M.; KNUPP, L. S.; SOUZA JUNIOR, A. H.; DETMANN, E.; LANA, R. de P. Protein co-products and by-products of the biodiesel industry for ruminants feeding. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 4, p. 1202-1211. 2012.
- FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J.V.; SANTOS, D. M. A. dos; PEREIRA, G. A.; SOUZA, W. J. O de. Avaliação do estado nutricional e produtividade do algodoeiro em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em pré-

- semeadura. *Científica*, v. 40, n. 1, p. 164-172. 2012a.
- FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J.V.; ALBERTON, J.V. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na cultura do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 7, n. 2, p. 226-232. 2012b.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 4, p. 1039-1042. 2011.
- LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, v. 32, n. 4, p. 1969-1975. 2008.
- OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MELO, P. C. Resposta do pinhão-manso à aplicação de níveis de irrigação e doses de adubação potássica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 3, p. 593-598. 2012.
- PANOZZO, L. E.; ZUCHI, J.; PINHO, D. B.; NICOLI, A.; MAGANO, D. A.; STOHLIRCK, L.; DIAS, D. C. F. dos S. Micro-organismos associados a sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 8, n. 3, p. 618-622. 2013.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, Campinas, Brasil. 285 p. 1997.
- ROSOLEM, C. A.; ECHER, F. R.; LISBOA, I. P.; BARBOSA, T. S. Acúmulo de Nitrogênio, fósforo e potássio pelo Algodoeiro Sob Irrigação Cultivado em Sistemas Convencional e Adensado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 2, 457-466. 2012.
- SÁ, D. A. C.; SANTOS, G. R. dos; FURTADO, G. Q.; ERASMO, E. A. L.; NASCIMENTO, I. R. do. Transporte, patogenicidade e transmissibilidade de fungos associados as sementes de pinhão manso. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 2, p 663-669. 2011.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão. *Informe Agropecuário*, v. 26, n. 1 p. 44-78. 2005.
- SCHWARZ, G.; MENDEL, R. R. Molybdenum cofactor biosynthesis and molybdenum enzymes. *Annual Review of Plant Biology*, v. 57, n. 2, 623-647. 2006.
- SELVA, E. B.; TANURE, L. P. P.; SANTOS, S. R.; RESENDE JÚNIOR, P. S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-manso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 2, p. 392-397. 2009.
- SILVA, H. P. da; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO JUNIOR, D. da S.; COSTA, C. A. da. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-manso. *Revista Caatinga*, v. 21, n. 1, 178-184. 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 918 p. 2013.
- VANZOLINI, S.; MEORIN, E. B.; SILVA, R. A.; NAKAGAWA, J. Qualidade sanitária e germinação de sementes de pinhão manso. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, .1, p. 9-14. 2010.
- YRUELA, I. Copper in plants: Acquisition, transport and interactions. *Functional Plant Biology*, v. 36, n. 2, p. 409-430. 2009.