



EFEITO DA ADUBAÇÃO SILICATADA NO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE PINHÃO MANSO SOB DÉFICIT HÍDRICO

Gabriel S. Parreira¹ (IC), Gabriel. H. F. de Lima¹ (IC), Igor A. S. Freitas¹ (PG), Camila L. Amaro¹ (PG), Diego B. de Oliveira¹ (PG), Leciana M. Zago² (PG), Samantha S. Caramori² (PG), Fabio S. Matos¹ (PG).

¹ Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri.

² Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Henrique Santillo.

Resumo: O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do Si no crescimento e produtividade do pinhão-mansó em restrição hídrica. O trabalho foi conduzido em duas etapas: em casa de vegetação com mudas de 60 dias de idade. E em campo, com plantas de dois anos de idade na área experimental da UEG, Unidade Ipameri. O experimento em campo foi montado seguindo o DBC com cinco níveis de silício: (0; 10; 20; 40 e 80 mM L⁻¹/planta). O experimento em casa de vegetação foi montado seguindo o DIC em arranjo fatorial 5 x 2 com cinco níveis de silício: (0; 10; 20; 40 e 80 mM L⁻¹/planta aplicados 50 dias após a germinação), dois tratamentos de suprimento hídrico: irrigação diária com volume de água referente a 50% e 100% da capacidade de campo. Foram feitas análises de crescimento, porcentagem de Si nas folhas, produtividade, transpiração, biomassa, carotenóides e clorofilas totais nas folhas, máxima eficiência fotoquímica do FSII. Houve significância nas variáveis massa seca foliar, Si, Clorofila na etapa feita em casa de vegetação, no campo somente o diâmetro de copa. Concluímos que o pinhão-mansó não é acumulador de Si e as doses utilizadas não aumentaram a biomassa e produtividade.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*. Silício. Seca. Biocombustível. Manejo.

Introdução

O pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.) é uma cultura que se destaca pela elevada produtividade e característica satisfatória do óleo para a produção de biodiesel. É uma espécie perene e monóica encontrada em várias regiões do Brasil e oriunda da América Central. *Jatropha curcas* L é uma Euforbiácea da mesma família da mandioca (*Manihot sp.*), mamona (*Ricinus sp.*) e seringueira (*Hevea spp.*). A planta pode atingir mais de 5 m de altura, possui frutos encapsulados ovóides com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, trilocular, contendo três sementes, sendo uma por lóculo. As sementes possuem um comprimento de 1,5 a 2,0 cm e 1 a 1,3 cm de largura, tem

REALIZAÇÃO



teor de óleo variando entre 33 a 38% que representam 53 a 79% do peso do fruto (LAVIOLA & DIAS, 2008). Segundo ALVES et. al. (2008) o pinhão-mansão permanece vivo com 200mm de chuvas anuais e por até três anos de secas contínuas, interrompendo seu desenvolvimento havendo senescência foliar e sustentando-se somente com a água acumulada nos caules. Ou seja, a planta é extremamente tolerante a seca, fator de grande significância para a fabricação de biocombustível no país.

O déficit hídrico é um problema para a produção de biodiesel, afim de reduzir o dano causado pela falta d'água são escolhidas espécies tolerantes a seca, como o pinhão-mansão que segundo CARVALHO (2013) é uma cultura que mesmo com baixo suprimento hídrico consegue adaptar-se a várias condições edafoclimáticas. A regulação da perda de água é uma das ferramentas utilizadas pelas plantas para evitar períodos de estiagem, o Silício é um dos nutrientes benéficos para as plantas e o uso deste elemento mineral tem minimizado a desidratação.

O silício não é um elemento essencial para a planta, ou seja, a planta consegue sobreviver na sua ausência. Porém segundo CASTELLANOS et al (2016), o uso de silício permite que as plantas tenham aumento de produtividade, tolerância a ataque de pragas e doenças, flexibilidade ao estresse salino e hídrico e também a diminuição de metais tóxicos. Devido a sua competência tem sido um elemento que tem gerado um grande interesse por pesquisadores e nutricionistas vegetais, mesmo ainda não havendo um consenso sobre o seu uso. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do Si no crescimento e produtividade de plantas de *Jatropha curcas* sob déficit hídrico.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em duas etapas: i) experimento em casa de vegetação com mudas de 60 dias de idade; ii) experimento em campo, com plantas de dois anos de idade em espaçamento de 3 x 2 m na área experimental da Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri (Lat. 17° 43' 19" S, Long. 48° 09' 35" W, Alt. 773 m), Ipameri, Goiás. Esta região é dotada de clima tropical úmido, segundo a classificação de Köppen (verão chuvoso e inverno seco), com duas estações bem definidas: a chuvosa nos períodos de outubro a abril, e a seca,



compreendida de maio a setembro. O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho-amarelo (EMBRAPA SOLOS, 2013). A calagem e adubação foram realizadas com base na análise de solo seguindo recomendações técnicas para a cultura (MATOS et al., 2014b). O experimento em campo foi montado seguindo o delineamento em blocos casualizados com cinco níveis de silício (Si): (0; 10; 20; 40 e 80 mM L⁻¹ em volume de 300 ml/planta/ aplicação), cinco repetições e parcela de duas plantas úteis.

O Si foi fornecido em duas aplicações com intervalo de 30 dias em toda a copa das plantas a iniciou-se no mês de dezembro quando as mesmas possuíam elevado número de folhas. O experimento em casa de vegetação foi montado seguindo o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5 x 2 com cinco níveis de Si: (0; 10; 20; 40 e 80 mM L⁻¹ em volume de 30 ml/planta/aplicação fornecido em quatro pulverizações, quando as plantas estavam com 20 30 40 e 50 dias após a germinação), dois tratamentos de suprimento hídrico: irrigação diária com volume de água referente a 50% da capacidade de campo e irrigação diária com volume de água referente a 100% da capacidade de campo, seis repetições e parcela de uma planta.

As soluções foram preparadas diluindo SiO₂ (produto Protect Bugram RSO 380 com 94,6% de Si) em água deionizada. Os tratamentos com Si e déficit hídrico em casa de vegetação foram iniciadas quando as plantas chegaram a 15 dias de idade. As aplicações foram diretamente nas folhas da copa para disponibilizar o Si nas células do mesofilo conforme recomendado por Bukhari et al. (2015).

Em campo, as avaliações ocorreram a partir do mês de setembro quando as plantas completaram três meses sem precipitação e as análises realizadas foram: Número de ramos, altura de planta, diâmetro do caule e copa, concentrações foliares de clorofilas e carotenoides totais, máxima eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), área foliar, porcentagem de Si nas folhas, teor relativo de água e produtividade de grãos Em casa de vegetação, as avaliações ocorreram aos 45 dias após imposição dos tratamentos quando as mudas estavam com 65 dias de idade e os parâmetros avaliados foram: Número de folhas, altura de planta, diâmetro do caule, biomassa total, razões de massa radicular, caulinar e foliar, concentrações



foliares de clorofilas e carotenoides totais, máxima eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), área foliar, espessura foliar, porcentagem de Si e concentração de N nas folhas, teor relativo de água e transpiração.

Os experimentos foram montados e analisados separadamente, seguindo o delineamento em blocos ao acaso (campo) e delineamento inteiramente casualizado (casa de vegetação) com cinco níveis de silício. Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão. Para a realização dessas análises foi utilizado o software Sisvar (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância e regressão para altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, comprimento de raiz e áreas de raízes e folhas de plantas de *Jatropha curcas* sob diferentes doses de Silício em casa de vegetação é mostrado na Tabela 1. Todas as variáveis citadas apresentaram ausência de significância e nenhuma exibiu ajuste de regressão. A diferença no suprimento hídrico não interferiu no crescimento vegetativo de plantas de *J. curcas*. Matos et al. (2014a), as plantas de pinhão manso são tolerantes a seca com manutenção da hidratação e crescimento sob limitação hídrica. A camada sílica formada em espécies acumuladoras de Si segundo Ma, (2004) parece não ocorrer em plantas de pinhão manso e, provavelmente este tenha sido o motivo da ausência de efeito do Si no crescimento de *J. curcas*.

Tabela 1. Análise de variância e regressão para altura de plantas (ALT), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), área raiz (AR), área foliar (AF) em plantas de *Jatropha curcas* sob déficit hídrico e diferentes doses de Silício (0; 10; 20; 40; 80 mg L⁻¹) em casa de vegetação.

Quadrados Médios							
Fonte de Variação	Gl	ALT (cm)	DC (mm)	NF	CR (cm)	AR (cm ²)	AF (cm ²)
Silício	4	22.16 ^{ns}	6.31 ^{ns}	1.09 ^{ns}	29.35 ^{ns}	0.51 ^{ns}	195.57 ^{ns}
DH	1	21.60 ^{ns}	2.46 ^{ns}	0.61 ^{ns}	3.75 ^{ns}	5.2 ^{ns}	14.11 ^{ns}
Si*DH	4	87.93 ^{ns}	3.13 ^{ns}	0.42 ^{ns}	23.58 ^{ns}	1.17 ^{ns}	32.43 ^{ns}
Resíduo	50	39.74	4.95	0.90	24.48	1.33	85.46
CV (%)		21.49	10.52	21.01	22.14	12.25	26.53
Regressão							
Linear		ns	ns	Ns	ns	ns	ns
Quadrática		ns	ns	Ns	ns	ns	ns

*significativo a 5% de probabilidade; ns= não significativo pelo teste F.

O resumo da análise de variância e regressão para transpiração, biomassa, massa seca da raiz, do caule, das folhas e teor relativo de água de plantas de *Jatropha curcas* sob diferentes doses de Sílicio em casa de vegetação é mostrado na Tabela 2. Todas as variáveis citadas com exceção do teor relativo de água apresentaram ausência de significância e nenhuma exibiu ajuste de regressão. Houve significância no tratamento para as doses de Si somente na massa seca das folhas, mas não houve ajuste significativo de regressão linear ou quadrática. Miranda et.al. (2002) ressalta que, para plantas de moringa, a aplicação de Si reduz os efeitos do estresse salino aumentando a produção de matéria seca das folhas. Para o suprimento hídrico houve diferença significativa somente para o teor relativo de água. As plantas que foram tratadas com 100% de água referente a capacidade de campo obtiveram maior porcentagem do que as demais plantas tratadas com 50%. Matos et. al. (2014) afirma que as plantas em condição de déficit hídrico têm menor teor relativo de água.

Tabela 2. Análise de variância e regressão para transpiração (E), biomassa (BIO), massa seca da raiz (MSR), do caule (MSC), das folhas (MSF) e teor relativo de água (TRA) em plantas de *Jatropha curcas* sob déficit hídrico e diferentes doses de Sílicio (0; 10; 20; 40; 80 mg L⁻¹) em casa de vegetação.

Quadrados Médios							
Fonte de Variação	GL	E(gH ₂ O/dia ⁻¹)	BIO (g)	MSR (g)	MSC (g)	MSF (g)	TRA (%)
Sílicio	4	13196.30 ^{ns}	5078.13 ^{ns}	6.83 ^{ns}	2212.83 ^{ns}	1664.02*	18.43 ^{ns}
DH	1	18691.35 ^{ns}	15.81 ^{ns}	24.38 ^{ns}	0.31 ^{ns}	69.72 ^{ns}	395.34*
Si*DH	4	8130.72 ^{ns}	2996.40 ^{ns}	12.24 ^{ns}	1624.57 ^{ns}	674.75 ^{ns}	36.16 ^{ns}
Resíduo	50	10085.59	3479.76	11.94	1789.13	494.52	64.97
CV (%)		66.37	26.26	22.23	28.86	35.56	10.43
Tratamento		Médias					
50%		133.66a	224.12a	16.18a	146.48a	61.45a	74.69b
100%		168.96a	225.14a	14.90a	146.63a	63.60a	79.82a
Regressão							
Linear		ns	Ns	ns	ns	ns	ns
Quadrática		ns	Ns	ns	ns	ns	ns

*significativo a 5% de probabilidade; ns= não significativo pelo teste F.

O resumo da análise de variância e regressão para carotenoides e clorofilas totais nas folhas, máxima eficiência fotoquímica do FSII (Fv/Fm), porcentagem de

silício nas folhas e teor de nitrogênio em plantas de *Jatropha curcas* sob diferentes doses de silício em casa de vegetação é mostrado na Tabela 3. Nenhuma das variáveis exibiu ajuste de regressão. O menor percentual de Si nas folhas de pinhão manso sob déficit hídrico pode estar associado a menor hidratação dos tecidos foliares e a maior concentração de clorofilas totais certamente representam efeito de diluição. Os pigmentos fotossintéticos não foram influenciados pelas diferentes doses de Si e os dados não corroboram aos de Farias et al. (2012) e Groth et al. (2017) que identificaram variações nas concentrações de clorofilas em plantas submetidas a doses de Si.

Tabela 3. Análise de variância e regressão para carotenoides (CAR) e clorofilas (Cl a+b) totais nas folhas, máxima eficiência fotoquímica do FSII (FV/FM), número em porcentagem de silício nas folhas (SIL) e quantidade de nitrogênio (N) em plantas de *Jatropha curcas* sob déficit hídrico e diferentes doses de Silício (0; 10; 20; 40; 80 mg L⁻¹) em casa de vegetação.

Quadrados Médios						
Fonte de Variação	GL	CAR (mmol/kg)	Cl a+b (mmol/kg)	FV/FM	Si (%)	N (g/kg)
Silício	4	0.0041 ^{ns}	0.19*	0.0011 ⁿ _s	0.18*	39.90 ^{ns}
DH	1	0.0029 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.0014 ⁿ _s	0.25*	81.66 ^{ns}
Si*DH	4	0.0038 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.0015 ⁿ _s	0.03 ^{ns}	47.12 ^{ns}
Resíduo	50	0.0038	0.05	0.00095	0.04	63.05
CV(%)		41.10	35.59	5.00	19.01	20.28
Tratamento		Médias				
s						
50%		0.15 ^a	0.72a	0.62a	1.31b	40.31a
100%		0.14 ^a	0.60b	0.61a	1.60a	37.98a
Regressão						
Linear		Ns	ns	ns	ns	ns
Quadrática		Ns	ns	ns	ns	ns

*significativo a 5% de probabilidade; ns= não significativo pelo teste F.

O resumo da análise de variância e regressão para altura de planta, área foliar, diâmetro de copa, diâmetro de caule e número de ramos em plantas de *Jatropha curcas* sob diferentes doses de silício em campo é mostrado na Tabela 4. Apenas o diâmetro de copa apresentou significância, como pode ser ilustrado na Figura 1, e ajuste ao modelo de regressão linear em função das doses de Si.

Resultados opostos ao de Prates et. al. (2011) que afirma que as doses de Si aplicadas nas plantas não interferem no crescimento da copa.

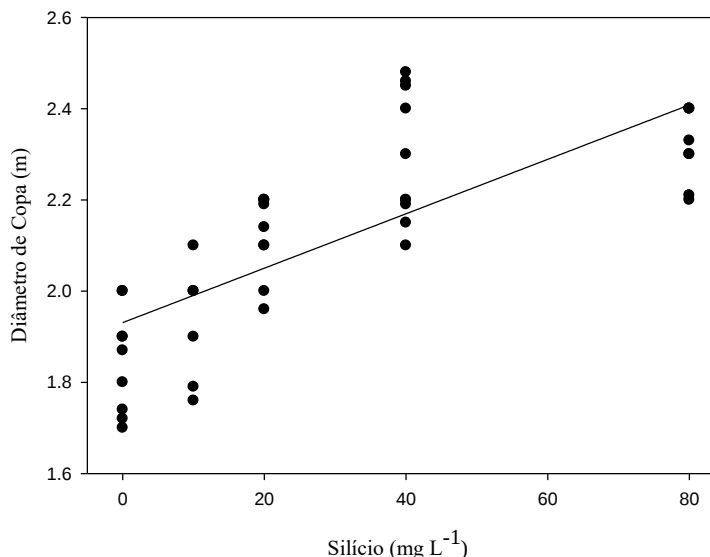


Figura 1. Equação de regressão do diâmetro da copa ($Y = 1.9310 + 0.0060x$, $R^2 = 0.60$) de plantas de *Jatropha curcas* cultivadas com diferentes doses de silício (0; 10; 20; 40; 80 mg L⁻¹) em campo.

Tabela 4. Análise de variância e regressão para altura de planta (ALT), área foliar (AFL), diâmetro de copa (DCO), diâmetro de caule (DCA) e número de ramos (NRA) em folhas em plantas de *Jatropha curcas* cultivadas com diferentes doses de silício (0; 10; 20; 40; 80 mg L⁻¹) em campo.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		ALT (cm)	AFL (cm ²)	DCO (cm)	DCA (mm)	NRA
Doses	4	0.07 ^{ns}	213.12 ^{ns}	0.25*	123.68 ^{ns}	8.97 ^{ns}
Erro	45	0.02	695.22	0.07	95.16	8.81
CV (%)		10.46	28.59	13.96	19.50	19.90
R ² Linear		ns	ns	*	ns	ns
R ² Quadrática		ns	ns	Ns	ns	ns

*significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

O resumo da análise de variância e regressão para clorofilas e carotenoides totais, produtividade, máxima eficiência quântica do FSII (Fv/Fm) e porcentagem de silício nas folhas em plantas de *Jatropha curcas* sob diferentes doses de sílcio em campo é mostrado na Tabela 5. As diferentes doses de Si não interferiram nas variáveis citadas que apresentaram ausência de significância e nenhuma exibiu

ajuste de regressão. Dados contraditórios ao de Deren (2001) no qual afirma que a presença de Si na planta pode acarretar no aumento do teor de clorofila, e consequentemente, o aumento da taxa fotossintética. Lana et. al. (2003) e Gomes et. al. (2009), utilizando concentrações de Si, não obtiveram significância na produtividade com a cultura do tomate e da batata-inglesa, respectivamente.

Tabela 5. Análise de variância e teste de média para Produtividade (PROD), Máxima eficiência fotoquímica do FSII (FV/FM), Número em porcentagem de silício nas folhas (SIL) em plantas de *Jatropha curcas* cultivadas em diferentes doses de silício (0; 10; 20; 40; 80 mg L⁻¹) em campo.

Quadrados Médios						
Fonte de Variação	GL	CL (mmol/kg)	CAR (mmol/kg)	PROD (g)	FV/FM	SIL (%)
Doses	4	0.31 ^{ns}	0.01 ^{ns}	18991.68 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	0.04 ^{ns}
Erro	45	0.14	0.006	18579.15	0.001	0.15
CV (%)		29.08	37.26	48.32	4.26	28.22
R ² Linear		ns	ns	ns	ns	ns
R ² Quadrática		ns	ns	ns	ns	ns

*significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

Considerações Finais

Na etapa de casa de vegetação, podemos observar que o déficit hídrico interferiu na absorção de Si da planta, ou seja, as plantas sem déficit acumularam maior porcentagem de Si. Porém, esse fator não interferiu na produção de biomassa. Já no campo, as doses de Si promoveram o maior diâmetro de copa da planta, porém, não interferiu na produtividade e nem da absorção de Si nas folhas.

A partir deste estudo foi possível observar que o pinhão-mansão não é uma planta acumuladora de Si. As concentrações aplicadas desse elemento químico não promoveram o aumento da biomassa e nem da produtividade dos grãos.

Concluimos que o pinhão-mansão não é acumulador de Si e as doses utilizadas não aumentaram a biomassa e produtividade

Agradecimentos

Agradeço a UEG pela área experimental, infraestrutura e a bolsa para realização da pesquisa.

Referências

ALVES, J. A. A.; SOUSA, A. A.; SIVA, S. R. G.; LOPES, G. N.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S. C. P. Pinhão-Mansão: Uma Alternativa para Produção de Biodiesel na



Agricultura Familiar da Amazônia Brasileira. **Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 2, p. 57-68, 2008.

BUKHARI, M. A.; ASHRAF, M. Y.; AHMAD, R.; WARAICH, E. A.; HAMEED, M. Improving drought tolerance potential in wheat (*Triticum aestivum* L.) through exogenous silicon supply. **Pakistan Journal of Botany**, v.47, n.5, p.1641-1648, 2015.

CARVALHO, C. M.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B.; JÚNIOR, L. A. L.; JÚNIOR, M. V. Pinhão-manso: Crescimento sob condições diferenciadas de irrigação e de adubação no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, p. 487-496, 2013.

CASTELLANOS, C. I. S.; ROSA, M. P.; DEUNER, C.; BOHN, A.; BARROS, A. C. S. A.; MENEGHELLO, G. E. Aplicação ao solo de cinza de casca de arroz como fonte de silício: efeito na qualidade de sementes de trigo produzidas sob stress salino. **Revista de Ciências Agrárias**, Capão-de-Leão, v. 39(1), p. 95-104, 2016.

DEREN, C.H. Plant genotype, silicon concentration, and silicon-related responses. IN: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDORFER, G.H. (Editors). **Silicon in Agriculture**. Deren University of Florida, Everglades Research and Education Center. Florida, USA, p.149 –158, 2001.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília-DF, 2013, 3 ed. 353p. 5 664, 1999.

FARIAS, A. T. V. **Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro em função de doses de silício e ácido salicílico**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia** [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>. Acesso em: 10.02.18.

GOMES, F. B.; MORAES, J.C.; NERI, D. K. P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciências agrotécnicas**, Lavras, v.33, n.1, p.18-23. 2009.



- GROTH, M. Z.; BELLÉ, C.; BERNARDI, D.; FILHO, R. C. B. Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos Powder-basalt in the development of lettuce plants and population dynamics of insects. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.16, n.4, p.433-440, 2017.
- LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; SILVA, A. F.; LANA, A.M.Q. Efeito de silicato de cálcio sobre a produtividade a cumulação de silício no tomateiro. **Bosci. J.** Uberlândia, v.19, n.2, p.15-20, 2003.
- LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e Acumulo de Nutrientes em Folhas e Frutos de Pinhão-Manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p.1969-1975, 2008.
- MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In. DATNOFF, L. F.; SNEDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. (Ed.). **Silicon in Agriculture**. Amsterdam; Elsevier, p.17-39, 2001.
- MATOS, F. S., JUNIOR, H. D. T., ROSA., V. R., SANTOS, P. G. F., BORGES, L. F. O., RIBEIRO, R. P., NEVES, T. G., CRUVINEL, C. K. L. Estratégia morfofisiológica de tolerância ao déficit hídrico de mudas de pinhão manso. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 26, n. 1, p. 19 - 27, 2014.
- MATOS, F. S.; ROSA, V. R.; BORGES, L. F. O.; RIBEIRO, R. P.; CRUVINEL, C. K. L.; DIAS, L. A. S. Response of *Jatropha curcas* Plants to Changes in the Availability of Nitrogen and Phosphorus in Oxissol. **Academic Journals**, v.9, p.3581-3586, 2014.
- MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G., SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O., BERTONI, J. C.; MELO, J. R. M.; CALDAS, A. L. Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleifera* LAM.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26. p.957-965, 2002.
- PRATES, F.B.S.; SAMPAIO, R. A.; SILVA, W. J.; FERNANDES, L. A.; JUNIO, G. R. Z.; SATURNINO, H. M. Crescimento e teores de macronutrientes em pinhão manso adubado com lodo de esgoto e silicato de cálcio e magnésio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 101-112, 2011.