



CRESCIMENTO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO SOB ESTRESSE SALINO E NUTRICIONAL

Rosane Angélica Reis dos Anjos¹, Ricardo Pires Ribeiro¹, Tarik Galvão Neves¹, Clair Kássio Lamberty Cruvinel¹, Patrícia Souza da Silveira¹, Fábio Santos Matos¹

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da salinidade na disponibilidade de nutrientes em plantas de pinhão manso. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação com interceptação de 100% da radiação solar na Universidade Estadual de Goiás, campus de Ipameri, Goiás. O experimento foi montado em vasos de cinco litros seguindo o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4 x 2 (em dias pares as plantas foram irrigadas com solução de Clark completa¹ ou solução de Clark modificada para ausência de nitrogênio² ou solução de Clark modificada para ausência de potássio³ ou solução de Clark modificada para ausência de magnésio⁴. Em dias ímpares, metade das plantas de cada tratamento foram irrigadas com água deionizada¹ e a outra metade com água salina de condutividade elétrica igual a 2 ds m⁻¹ obtida pela adição de NaCl²). O experimento foi conduzido com seis repetições e parcela de uma planta útil por vaso. Todas as plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva de Clark completa até o 20º dia. A partir do 21º dia, as plantas foram submetidas aos tratamentos até completarem 60 dias. A salinidade da água de irrigação interfere negativamente na disponibilidade de nutrientes e no crescimento vegetativo de mudas de pinhão manso.

Palavras chave: *Jatropha curcas*, relações hídricas, biocombustível

***Jatropha curcas* SEEDLINGS GROWTH UNDER SALT STRESS AND NUTRITION**

Rosane Angélica Reis dos Anjos¹, Ricardo Pires Ribeiro¹, Tarik Galvão Neves¹, Clair Kássio Lamberty Cruvinel¹, Patrícia Souza da Silveira¹, Fábio Santos Matos¹

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of salinity on nutrient availability in *Jatropha curcas* plants. The work was conducted in a greenhouse with trap 100% of the solar radiation at the State University of Goiás, Campus Ipameri, Goiás. The experiment was a five-liter pots following the completely randomized design in a factorial arrangement 4



x 2 (in even days the plants were irrigated with a solution Clark completa¹ or modified Clark solution or absence of nitrogênio² modified Clark solution or absence of potássio³ Clark solution modified to lack of magnésio⁴. In odd days, half of the plants of each treatment were deionizada¹ irrigated with water and the other half with saline water conductivity equal to 2 dS m⁻¹ obtained by adding NaCl)².

⁽¹⁾ Grupo de pesquisa: Fisiologia da Produção, Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, rosane_angelica@hotmail.com

The experiment was conducted with six replications and parcel of a useful plant per pot. All plants were irrigated daily with complete Clark nutrient solution up to the 20 th day. From the 21st day, the plants were treated until they are 60 days. The salinity of irrigation water impairs the nutrient availability and vegetative growth of *Jatropha curcas* seedlings.

Keywords: *Jatropha curcas*, water relations, biofuel

INTRODUÇÃO

Jatropha curcas é originário da América Central, considerada planta rústica e adaptada às diversas condições edafoclimáticas (Dias et al., 2007; Matos et al. 2014). A planta se desenvolve em vários tipos de solos, inclusive nos arenosos, pedregosos, salinos, alcalinos e rochosos, os quais, sob o ponto de vista nutricional e físico, são restritivos ao pleno desenvolvimento de raízes (Carvalho et al., 2011). A espécie possui grande potencial econômico, sobretudo por suas sementes constituírem matéria-prima para a produção de óleo para biodiesel. Esta característica tem contribuído para o aumento da exploração comercial desta cultura. Trata-se de um arbusto de desenvolvimento rápido, podendo iniciar sua produção já no sétimo mês de plantio, permanecendo produtiva por aproximadamente 40 anos. Seu clímax produtivo ocorre a partir do quarto ano de campo (Dias et al., 2007). Apesar de rústica e tolerante ao déficit hídrico, a cultura carece de elucidação agrônômica, pois informações básicas como recomendação de adubação não estão disponíveis para a espécie (Matos et al., 2014).

É presumível que o máximo potencial genético seja manifestado em condições adequadas de nutrição e disponibilidade de água. O adequado suprimento hídrico aliado a adubação bem conduzida possibilita ganhos significativos de produtividade na maioria das plantas cultivadas (Freitas et al., 2012; Laviola e Dias, 2008). A escassez de água em inúmeros reservatórios fluviais intensifica a necessidade de pesquisas analisando a possibilidade de cultivo de espécies vegetais irrigadas com água salina.

O uso de água salina na irrigação torna-se importante alternativa diante da escassez de águas de boa qualidade em todo o mundo. A qualidade de muitas fontes hídricas é baixa, principalmente as águas de poços e reservatórios superficiais. Por



conter sais solúveis, a água utilizada em irrigações periódicas acarreta incorporação de sais ao perfil do solo. Na ausência de lixiviação, o sal se deposita na zona do sistema radicular e na superfície do solo, decorrente da evaporação da água (Veras et al., 2011).

Em condições naturais, os estresses abióticos podem ocorrer simultaneamente, causando às vezes, danos irreversíveis as plantas. A salinidade pode afetar a disponibilidade de nutrientes minerais em plantas de *Jatropha curcas* (Silva et al., 2009; Souza et al., 2011, Matos et al., 2012), no entanto, pouco se conhece sobre a bioquímica e a fisiologia de *Jatropha curcas*; não existem cultivares definidas e alguns aspectos agrônômicos ainda carecem de investigação como, por exemplo, os efeitos do estresse salino e nutricional simultâneos.

OBJETIVO

Tendo em vista o melhor entendimento fisiológico da salinidade e deficiência nutricional ocorrendo simultaneamente, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da salinidade na disponibilidade de nutrientes em plantas de pinhão manso.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação com interceptação de 100% da radiação solar na Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Ipameri (Lat. 17° 43' 19" S, Long. 48° 09' 35" W, Alt. 773 m), Ipameri, Goiás. Esta região possui clima tropical úmido, (Aw) de acordo com a classificação de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco. O experimento foi montado em vasos de cinco litros seguindo o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4 x 2 (Em dias pares as plantas foram irrigadas com solução de Clark completa¹ ou solução de Clark modificada para ausência de nitrogênio² ou solução de Clark modificada para ausência de potássio³ ou solução de Clark modificada para ausência de magnésio⁴. Em dias ímpares, metade das plantas de cada tratamento foram irrigadas com água deionizada¹ e a outra metade com água salina de condutividade elétrica igual a 2 dS m⁻¹ obtida pela adição de NaCl)². O experimento foi conduzido com seis repetições e parcela de uma planta útil por vaso. Todas as plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva de Clark completa (Clark, 1975) até o 20º dia. A partir do 21º dia, as plantas foram submetidas aos tratamentos. O volume de solução aplicado correspondeu a evapotranspiração diária de acordo com as recomendações da FAO 56 (Allen et al., 2006). Aos 60 dias após a germinação foram realizadas as seguintes análises: altura de planta, concentrações foliares de carotenoides e clorofilas totais, área foliar, biomassa total, teor relativo de água, concentrações de nutrientes no sistema radicular.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância e médias para altura de planta, carotenoides e clorofilas totais, área foliar, biomassa e teor relativo de água encontram-se na Tabela 1. Apesar do pouco tempo de imposição dos tratamentos foi verificada redução da biomassa, área foliar e teor relativo de água em plantas irrigadas com água salina. Possivelmente, a redução do potencial osmótico interferiu na disponibilidade de água, expansão foliar e crescimento do vegetal. A redução da biomassa total em condição de estresse salino é evento comum em diversas espécies (Severino, 2006; Nobre et al., 2011). O menor acúmulo de biomassa contribui para o desenvolvimento de mudas menos vigorosas com folhas, sistema radicular e condutor pouco eficiente em suas funções e, por fim, origina plantas com baixo potencial de adaptação às condições de campo. A pequena variação nas concentrações foliares de carotenoides e clorofilas totais é indicativo de ausência de efeitos tóxicos do sal.

O resumo da análise de variância para análise de nutrientes na raiz de plantas de *Jatropha curcas* encontram-se na Tabela 2. As alterações nas concentrações de nutrientes em plantas sob salinidade apontam para a importância do cálcio como mensageiro secundário importante no processo de sinalização (Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Lacerda et al. (2004) estudando os danos da salinidade sob diferentes doses de cálcio. Segundo estes autores, o cálcio atuando como mensageiro secundário minimiza os danos da salinidade da água de irrigação. O excesso de sódio causa danos por toxicidade quando não compartimentalizados adequadamente, exportados ou secretados (Fricke et al., 2006). Paralelamente ao aumento de Na foi observada redução nos teores do K, característico de plantas glicófitas. A manutenção de baixas relações Na/K, Na/Ca e Na/Mg, é considerada como um importante critério na caracterização da tolerância das plantas a salinidade (Saur et al., 1995).

Tabela 1. Análise de variância e teste de média para carotenoides e clorofilas totais, número de folhas, área foliar, biomassa (BT) e teor relativo de água na folha (TRA) de plantas de pinhão manso irrigadas com água salina e tratadas com diferentes doses de nutrientes.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		Altura (cm)	Car (g kg ⁻¹)	Cl a+b (g kg ⁻¹)	Área foliar (cm ²)	BT (g)	TRA (%)
Nutrientes	3	1,72 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,17 ^{ns}	868,8*	1,94*	40,9 ^{ns}
Sal	1	0,61 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,47 ^{ns}	495,3*	2,97*	516,2*
Nut. x sal	3	2,67 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,05 ^{ns}	628,1 ^{ns}	0,83 ^{ns}	54,8 ^{ns}
CV (%)		14,0	19,2	22,0	28,0	16,1	8,5



Tratamentos	Médias					
Sem N + sal	9,1 ^A	0,8 ^A	4,2 ^A	39,9 ^B	4,4 ^B	72,5 ^B
Sem N – sal	10,9 ^A	0,9 ^A	4,9 ^A	54,9 ^A	5,3 ^A	90,7 ^A
Sem K + sal	11,6 ^A	1,1 ^A	5,3 ^A	68,8 ^A	5,2 ^A	80,5 ^{AB}
Sem K – sal	10,4 ^A	1,0 ^A	5,4 ^A	68,8 ^A	5,3 ^A	81,6 ^{AB}
Sem Mg + sal	10,3 ^A	0,8 ^A	4,7 ^A	54,0 ^A	3,9 ^B	70,9 ^B
Sem Mg - sal	10,1 ^A	0,6 ^A	3,8 ^A	62,3 ^A	5,6 ^A	77,6 ^B
Completa + sal	11,3 ^A	0,9 ^A	5,1 ^A	41,7 ^B	5,0 ^A	80,3 ^{AB}
Completa - sal	10,3 ^A	0,9 ^A	5,0 ^A	36,5 ^B	4,9 ^A	86,5 ^A

* significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula dentro da coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

Tabela 2. Análise de variância e teste de média para concentrações de cálcio (Ca), nitrogênio (N), potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na) e razão entre sódio e cálcio (Na/Ca) em raízes de plantas de pinhão manso irrigadas com água salina e tratadas com diferentes doses de nutrientes.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		Ca	N	K	Mg	Na	Na/Ca
Nutrientes	3	0,01 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,56*	0,001 ^{ns}	0,2*	1,4 ^{ns}
Sal	1	0,05*	0,11 ^{ns}	1,72*	0,01 ^{ns}	3,2*	86,0*
Nut. x sal	3	0,03*	0,03 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,97 ^{ns}
CV (%)		21,0	21,0	17,2	26,0	23,0	22,0

Tratamentos	Médias (Dag/kg)					
Sem N + sal	0,23 ^B	1,04 ^A	1,25 ^B	0,21 ^A	1,27 ^A	5,72 ^A
Sem N – sal	0,30 ^{AB}	1,10 ^A	1,74 ^{AB}	0,24 ^A	0,58 ^B	1,97 ^C
Sem K + sal	0,28 ^{AB}	1,14 ^A	1,32 ^B	0,23 ^A	1,10 ^A	3,86 ^{AB}
Sem K – sal	0,33 ^{AB}	1,00 ^A	1,25 ^B	0,36 ^A	0,98 ^A	1,21 ^C
Sem Mg + sal	0,25 ^B	1,31 ^A	1,15 ^B	0,22 ^A	1,19 ^A	4,89 ^A
Sem Mg – sal	0,44 ^A	1,42 ^A	1,61 ^{AB}	0,27 ^A	0,64 ^B	1,56 ^C
Completa + sal	0,35 ^{AB}	1,45 ^A	1,72 ^{AB}	0,27 ^A	1,46 ^A	4,32 ^A
Completa - sal	0,30 ^{AB}	1,16 ^A	2,16 ^A	0,24 ^A	0,72 ^B	2,88 ^B

* significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula dentro da coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

Tabela 3. Desdobramento do teste de médias para a variável Cálcio na raiz das plantas de pinhão manso irrigadas com água salina e tratadas com diferentes doses de nutrientes.

Tratamentos	Cálcio (dag/kg)	
	Com salinidade	Sem salinidade
- N	0,196 bA	0,281 bA
- K	0,269 abA	0,339 abA



- Mg	0,230 abB	0,426 aA
Solução completa	0,335 aA	0,291 bA
CV (%)	27,05	

Letras minúsculas indicam diferença significativa entre os nutrientes; letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre os tratamentos dentro de cada material pelo teste de Newman Keuls a 5% de significância.

CONCLUSÕES

*A salinidade da água de irrigação interfere negativamente no crescimento vegetativo de mudas de pinhão manso;

*A salinidade da água de irrigação interfere na disponibilidade de nutrientes em plantas de pinhão manso.

LITERATURA CITADA

- Allen, R. G.; Pruit, W. O.; Wright, J. L.; Howell, T. A.; Ventura, F.; Snyder, R.; Itenfisu, D.; Steduto, P.; Berengena, J.; Yrisarry, J. B.; Smith, M.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Perrier, A.; Alves, I.; Walter, I.; Elliott, R.** A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by the FAO56 Penman-Monteith method. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.81, n.1, p.1-22, 2006.
- Carvalho, C. M.; Viana, T. V. A.; Marinho, A. B.; Junior, L. A. L.; Azevedo, B. M. A.; Sousa, G. G.** Adubação nitrogenada e crescimento inicial do pinhão manso irrigado. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. V.5, p.286 -295, 2011.
- Clark, R.B.** Characterization of phosphatase of intact maize roots. *J. Agric. Food Chem*, v.23, p.458-460, 1975.
- Dias, L.A.S.; Leme, L.P.; Laviola, B.G.; Pallini, A.; Pereira, O.L.; Carvalho, M.; Manfio, C.E.; Santos, 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: LAS Dias, 40p, 2007.
- Freitas, R.G.; Araujo, S.F.; Matos, F. S.; Missio, R.F.; Dias, L.A.S.** Desenvolvimento de mudas de pinhão manso sob diferentes doses de nitrogênio. *Revista Agrotecnologica*.v.3, p.24-35, 2012.
- Fricke, W. et al.** The short-term growth response to salt of the developing barley leaf. *Journal of Experimental Botany. Plants and Salinity Special Issue*, v. 57, n. 5, p. 1079-1095, 2006.
- Lacerda, C. F.; Cambraia, J.; Oliva, M. A.; Ruiz, H. A.** SOLUTOS EM PLÂNTULAS DE SORGO ESTRESSADAS COM CLORETO DE SÓDIO. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.289-295, 2004.



Laviola, B. G.; Dias, L. A. dos S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 05, p. 1969-1975, 2008.

Matos, F.S.; Oliveria, L.R.; Freitas, R.G.; Evaristo, A.B.; Missio, R.F. & Cano, M.A.O. Physiological characterization of leaf senescence of *Jatropha curcas* L. populations. *Biomass and Bioenergy*, v.45, n.10, p.57-64, 2012.

Matos, F.S.; Rosa, V.R.; Ribeiro, R.P.; Borges, L.F.O.; Cruvinel, C.K.L.; Dias, L.A.S. RESPONSE OF *Jatropha Curcas* PLANTS TO CHANGES IN THE AVAILABILITY OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN OXISSOL. V.9,n.49, p. 3581-3586, 2014.

Nobre, R.G.; Gheyi, H.G.; Soares, F.A.L. & Cardoso, J.A.F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:929-937, 2011.

Saur, E.; Lambrot, C.; Loustau, D.; Rotival, N.; Trichet, P. Growth and uptake of mineral elements in response to sodium chloride of three provenances of maritime pine. *Journal of Plant Nutrition*, 18:(2): 243-256. 1995.

Severino, L. S; Vale, L. S; Beltrão, N. E. M. Método para medição da área foliar do pinhão manso. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*. Campina Grande, v.14, n.1, p. 73-77, 2007.

Silva, M. B. R.; Neto J. D.; Fernandes, P. D.; Farias, M. S. S. Cultivo de pinhão manso sob condições de estresse hídrico e salino, em ambiente protegido. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 9, n. 02, p. 74-79, 2009.

Sousa, A. E. C.; Gheyi, H. R.; Correia, K. G.; Soares, F. A. L.; Nobre, R. G. Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 2, p. 310-318, 2011.

Veras, R. P.; Laime, E. M. O.; Fernandes, P. D.; Soares, F. A. L.; Freire, E. A. Altura de planta, diâmetro caulinar e produção do pinhão-manso irrigado sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.6, p.582-587, 2011.