

# ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Jatropha curcas* L. SUBMETIDAS AO CLORETO DE SÓDIO

## PHYSIOLOGICAL CHANGES OF SEEDS AND SEEDLINGS OF *Jatropha curcas* L. SUBMITTED TO SODIUM CHLORIDE

Rafaela Pereira Souza de Araújo<sup>1</sup>, Elaine Cristina Alves da Silva<sup>2</sup>, Cibele Alves dos Santos<sup>2</sup>, Natália Vaz da Silva<sup>3</sup>, Rejane Jurema Mansur Custódio Nogueira<sup>4</sup>



**Resumo:** Objetivou-se avaliar a tolerância de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* submetidas a diferentes concentrações de NaCl. Para imposição do estresse salino, as sementes foram postas para germinar em substratos umedecidos com soluções de cloreto de sódio (0, 50, 75 e 100 mM de NaCl), sendo ao final do 14º dia avaliadas quanto a porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), crescimento inicial e teores de solutos orgânicos. O IVG e o crescimento inicial foram reduzidos com o aumento da concentração salina, assim como houve aumento no TMG necessário para a germinação das sementes. Os carboidratos solúveis totais e a prolina livre presentes na raiz são reduzidos nas concentrações intermediárias de NaCl. As alterações ocasionadas pelo cloreto de sódio na fisiologia e bioquímica das sementes e plântulas de pinhão manso demonstram que a germinação e o crescimento inicial são prejudicados.

**PALAVRAS-CHAVE:** crescimento, germinação, estresse salino, solutos orgânicos

**Abstract:** This study aimed to evaluate the tolerance of seeds and *Jatropha curcas* seedlings subjected to different concentrations of NaCl. For the saline stress, the seeds were germinated in moistened substrates with sodium chloride solutions (0, 50, 75 and 100 mM NaCl), and the end of the 14 evaluated day as the germination percentage (% G), germination speed index (GSI), germination mean time (GMT), initial growth and organic solutes levels. The GSI and early growth were reduced with increasing salt concentration, and there was an increase in GMT required for germination. The total soluble carbohydrates and free proline present in the root are reduced in the intermediate concentrations of NaCl. The changes caused by sodium chloride in the physiology and biochemistry of seeds and *Jatropha* seedlings show that the germination and early growth are impaired.

**KEY WORDS:** growth, germination, saline stress, organic solutes

<sup>1</sup>Mestre em Ciências Florestais, UFRPE/Recife – PE, rafinha.pereira588@gmail.com, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife – PE

<sup>2</sup>Doutoranda em Biotecnologia, Mestre em Ciências Florestais, UFRPE/Recife – PE

<sup>3</sup>Mestre em Ciências Florestais, UFRPE/Recife – PE

<sup>4</sup>Profª. Titular, Doutorado em Ecologia, UFSCar/São Carlos - SP

Recebido: 21/12/2016 – Aprovado: 05/06/2017

## INTRODUÇÃO

Estima-se que mais de 20% das terras cultivadas em todo o mundo, aproximadamente cerca de 45 milhões hectares esteja salinizada, e esta quantidade vem aumentando dia após dia (GUPTA; HUANG, 2014). Na irrigação o uso contínuo da água com características salinas, acarreta o acúmulo de sais no solo, e a presença destes é bastante nociva e acabam por interferir diretamente na produção e desenvolvimento das culturas, principalmente na fase germinativa (FURTADO et al., 2007).

Conforme Nunes et al. (2014) a resposta das sementes à salinidade é um fenômeno complexo, que envolve alterações morfofisiológicas e de crescimento. Dentre essas respostas, podem ser citadas a diminuição ou inibição da germinação, redução do índice de velocidade e do tempo médio de germinação e decréscimo do crescimento das plântulas (FURTADO et al., 2007; SANTOS et al., 2013; SÁ et al., 2015; SANTOS et al., 2016). De acordo com Gordin et al. (2012) os sais afetam a germinação não só por ação dos efeitos osmóticos, relacionados ao movimento da água, mas também pelos efeitos iônicos, que podem ser altamente tóxicos, pela invasão e presença dos íons nas células, ocasionando danos antes e/ou após a inicialização do processo germinativo.

Lima et al. (2015) reportam que um dos métodos mais difundidos para o estudo da tolerância das plantas ao estresse salino é a avaliação da porcentagem de germinação das sementes em substrato salino. Segundo Oliveira et al. (2008) resultados de decréscimos na germinação, ao se estabelecer um comparativo entre plantas controles e estressadas, servem como parâmetro indicador do grau de tolerância da espécie a salinidade. Ainda segundo os autores, a habilidade das sementes em germinar possivelmente também pode indicar a tolerância à salinidade nos estádios subsequentes do desenvolvimento.

Entretanto, Fageria et al. (2010) salientam que a tolerância à salinidade varia de acordo com a espécie, genótipo e estágio de desenvolvimento

do vegetal e duração temporal do estresse. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a tolerância de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* submetidas a diferentes concentrações de NaCl.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal (LFV) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no mês de julho de 2015. Foram utilizadas sementes de *Jatropha curcas* do genótipo CNPAE 253, fornecidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Agroenergia- Brasília/DF.

Para realizar a assepsia das sementes, as mesmas foram imersas em solução de água e detergente, na proporção de cinco gotas de detergente para cada 100 ml de água, conforme descrito nas Instruções Para Análises de Sementes Florestais (BRASIL, 2013).

Para imposição do estresse salino nas sementes, quantidades do cloreto de sódio (NaCl) (0; 1,461; 2,1915 e 2,922 g) foram diluídos em 0,5 L de água destilada. A constatação dos tratamentos foi efetuada através de leituras da condutividade elétrica das soluções (0, 5, 7 e 10 dS m<sup>-1</sup>), com um condutímetro portátil digital tipo caneta modelo CD-880. Os tratamentos impostos foram: T1 = 0 mM de NaCl (água destilada); T2 = 50 mM de NaCl; T3 = 75 mM de NaCl; T4 = 100 mM de NaCl.

Como substrato, foram utilizadas três folhas de papel do tipo germitest, umedecidas 2,5 vezes o peso do papel quando seco. Os rolos de papel foram acondicionados em sacos plásticos transparentes e em seguida postos em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) a 30°C e luz constante.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos salinos (0, 50, 75 e 100 mM de NaCl) e 4 repetições de 25 sementes cada. Para avaliação da porcentagem de germinação (%G), as sementes foram contabilizadas diariamente desde a implantação do teste até o 14º dia. Foram consideradas germinadas as plântulas com 2 mm

de radícula e que possuíam estruturas essenciais completas e sadias. Para o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG) foram realizadas contagens diárias e utilizadas a fórmula proposta por Maguire (1962):  $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$ . O tempo médio de germinação (TMG) foi calculado segundo Edmond e Drapala (1965), seguindo a fórmula a seguir:  $TM = G1T1 + G2T2 + \dots + GnTn / G2 + G2 + \dots + Gn$ .

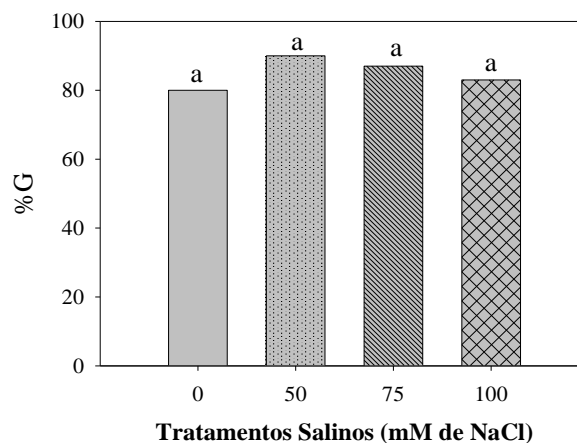
Ao 14º dia após a semeadura, utilizando régua graduada, foram realizadas as seguintes medidas: comprimento da parte aérea, comprimento radicular, comprimento total obtido pela soma da parte aérea e raiz e o peso total da matéria fresca pesados em balança analítica. No final do período experimental, para avaliação da produção de biomassa seca, as plântulas foram separadas em parte aérea e raiz e foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e levadas para estufa de circulação de ar forçada à 65°C, até atingir peso constante. Posteriormente, essas amostras foram pesadas em balança de precisão para obtenção do peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e das raízes (PMSR) segundo Benincasa (1988).

Para as análises bioquímicas, foi coletado 1 g de matéria fresca da parte aérea e das raízes das plântulas, que foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e posteriormente conservadas em freezer -80 °C. Os carboidratos solúveis foram determinados pelo método do fenol-ácido sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). Os aminoácidos solúveis totais foram analisados pelo método da ninhidrina (YEMM; COCKING 1955), já a prolina livre foi avaliada pelo método da ninhidrina ácida (BATES, 1973). A determinação de proteínas solúveis foi feita pelo método da ligação ao corante Coomassie Brilliant Blue, de acordo com a metodologia de Bradford (1976).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o software Assistat, versão 7.6 beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

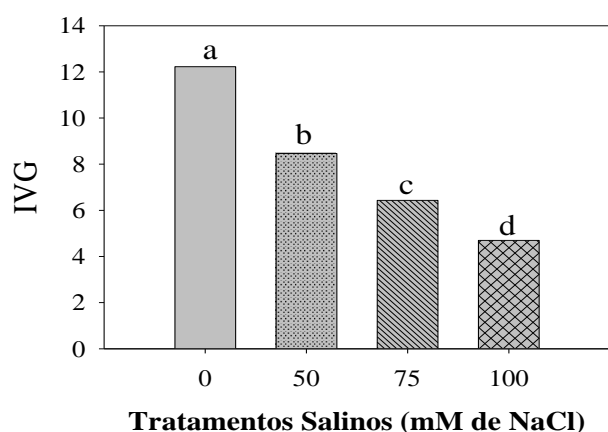
Para a variável porcentagem de germinação, não foram constatadas diferenças significativas, demonstrando que os níveis de salinidade impostos (0, 50, 75 e 100 mM de NaCl) não impediram que a germinação das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas*) ocorresse (Figura 1).



**Figura 1.** Porcentagem de germinação (%G) de sementes de *Jatropha curcas* submetidas a diferentes níveis de salinidade (0, 50, 75 e 100 mM de NaCl). Recife, 2016. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Secco et al. (2010), a avaliação da %G de sementes submetidas à salinidade constitui-se como um dos métodos mais consolidados para avaliar tolerância das espécies. Oliveira et al. (2016) verificaram redução na %G em sementes de pinhão manso nas concentrações de 25, 50, 75 e 100 mM de NaCl. Estes resultados comprovam que o genótipo utilizado na presente pesquisa (CNPAE 253) apresenta tolerância aos níveis de salinidade impostos, por não ter a germinação afetada até 100 mM de NaCl.

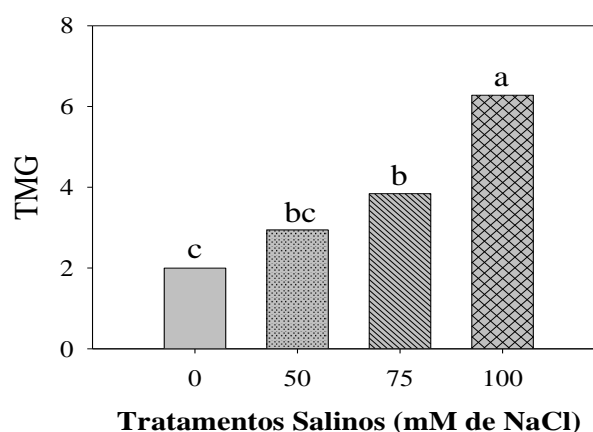
O estresse salino diminuiu o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes, com redução de 30% já a partir do tratamento 50 mM de NaCl, e de 47 e 61% para os tratamentos 75 e 100 mM de NaCl, respectivamente, evidenciando que o incremento da salinidade provoca retardos substanciais na emergência das plântulas (Figura 2).



**Figura 2.** Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Jatropha curcas* submetidas a diferentes níveis de salinidade (0, 50, 75 e 100 mM de NaCl). Recife, 2016. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esses dados revelam que o IVG é mais sensível aos efeitos da salinidade na germinação do que a %G. Lopes e Macedo (2008) afirmam que o movimento da água nos tecidos que permeiam as sementes são cruciais para determinar se o processo de germinação será bem sucedido. Nesse sentido, a salinidade afeta o potencial hídrico do substrato, ocasionando decréscimos em seu gradiente de potencial em relação à superfície da semente, resultando em menor captação da água pela semente e consequentemente, menor taxa de germinação.

Em relação ao tempo médio de germinação foram observadas diferenças significativas para todos os tratamentos avaliados (Figura 3). As sementes submetidas ao tratamento 100 mM de NaCl germinaram em maior tempo (aproximadamente 6 dias) e o tratamento 0 mM de NaCl em menor tempo (aproximadamente 2 dias). Os tratamentos de 50 e 75 mM de NaCl levaram aproximadamente 3 e 4 dias para germinarem, evidenciando que o tempo para que as sementes iniciassem o processo germinativo foi maior na presença do cloreto de sódio.



**Figura 3.** Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Jatropha curcas* submetidas a diferentes níveis de salinidade (0, 50, 75 e 100 mM de NaCl). Recife, 2016. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Corroborando com os resultados obtidos na presente pesquisa, Santos et al. (2016) verificaram que no nível de 0,8 e -1,2 MPa de NaCl, sementes de catingueira (*Poincianella pyramidalis*) têm o TMG aumentado. De acordo com Pereira et al. (2012), as reduções no potencial osmótico ocasionadas pela concentração de sais no meio, resultam no prolongamento do tempo necessário para a emergência das plântulas, devido a maior gasto energético e maior requisição de tempo para embebição de água pelas sementes.

Verificou-se que a salinidade reduziu o comprimento da parte aérea em 18 e 32% nos tratamentos 75 e 100 mM de NaCl, respectivamente, quando comparados às plântulas isentas de sal (Tabela 1). O comprimento da raiz também foi reduzido em todos os tratamentos salinos, com menor comprimento radicular (3,86 cm) para o maior nível de estresse, com reduções de 9, 24 e 34% nos tratamentos 50, 75 e 100 mM de NaCl, respectivamente, em relação as plântulas que não receberam adição de sal. O comprimento total das plântulas foi afetado nos níveis mais elevados de salinidade, ou seja, nos tratamentos 75 e 100 mM de NaCl com reduções de 21 e 33%, respectivamente. Com relação ao peso da

matéria fresca total (MFT) e da matéria seca da folha (MSF), verifica-se que as concentrações salinas de 75 e 100 mM de NaCl ocasionaram reduções nessas variáveis na ordem de 32,8 e 56% para PMFT e de 21 e 42% para MSF, respectivamente. Para a MSF, foi observado que houve um incremento de 18% quando a cultura foi submetida a 50 mM de NaCl. Embora a salinidade tenha reduzido o acúmulo de MFT, a matéria seca das raízes do tratamento mais severo foi inalterada comprovando que o desenvolvimento nesse órgão não foi paralisado.

Lima Junior e Silva (2010) enfatizam que a salinidade ocasiona efeitos negativos no crescimento e na produtividade das espécies vegetais, e em situações extremas, pode ocasionar a morte da cultura. Lopes e Klar

(2009) acrescentam que esta redução no crescimento pode estar vinculada ao gasto energético envolvido na síntese de compostos osmorreguladores, que serão compartimentados na célula favorecendo a regulação do transporte íons.

Cunha et al. (2013), em estudo com plantas de pinhão manso sob salinidade, verificaram que nos níveis de 60, 75 e 100 mM de NaCl, a matéria fresca total e a matéria seca total das plantas foi reduzida. Esses resultados corroboram com os encontrados na presente pesquisa, uma vez que a MFT foi reduzida a partir de 75 mM de NaCl, o que sugere que a espécie é sensível a tais níveis de salinidade.

**Tabela 1.** Análise do crescimento de plântulas de pinhão manso (*Jatropha curcas*) submetidas a diferentes níveis de salinidade (0, 50, 75 e 100 mM de NaCl). Recife, 2016. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

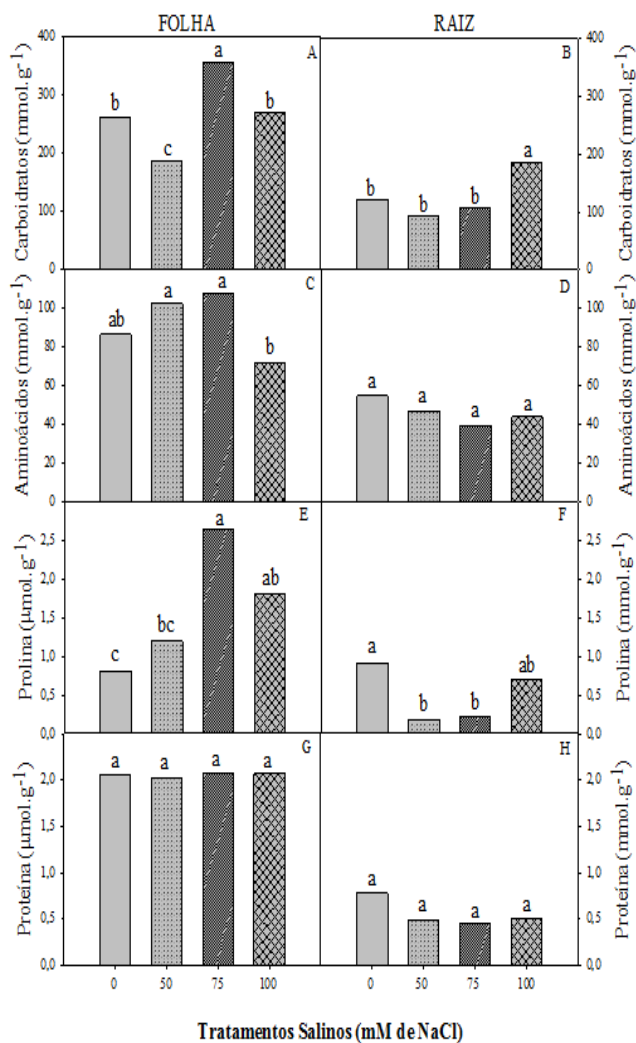
Tratamentos (mM de NaCl)		Variáveis					
		Comprimento (cm)			Peso da Matéria (g)		
		Parte Aérea	Raiz	Total	Fresca Total	Seca Folha	Seca Raiz
0	Média	6,48 a	5,88 a	12,36 a	1,25 a	1,58 b	0,17 a
	Desv. Pad.	±0,88	±1,28	±1,69	±0,23	±0,04	±0,009
50	Média	6,09 a	5,31 b	11,4 a	1,13 a	1,88 a	0,19 a
	Desv. Pad.	±1,46	±1,26	±2,45	±0,37	±0,06	±0,02
75	Média	5,31 b	4,45 c	9,76 b	0,84 b	1,25 c	0,22 a
	Desv. Pad.	±1,59	±1,28	±2,56	±0,41	±0,14	±0,01
100	Média	4,39 c	3,86 d	8,26 c	0,55 c	0,92 d	0,18 a
	Desv. Pad.	±1,43	±1,3	±0,52	±0,3	±0,15	±0,02

Sabe-se que as folhas são responsáveis pela realização da fotossíntese, portanto, como o comprimento da parte aérea e a matéria seca das folhas não foram afetados no tratamento de 50 mM de NaCl, sugere-se que o genótipo CNPAE 253 tolera esse nível de salinidade. Segundo Santos et al. (2013) a avaliação do crescimento a partir do acúmulo da matéria seca quantificada ao longo do tempo é utilizada na estimativa de vários fatores fisiológicos envolvidos com o

desempenho individual dos cultivares.

Com relação aos teores de solutos orgânicos, os mesmos foram maiores nas folhas do que nas raízes, e o incremento da salinidade provocou aumento nos teores de carboidratos, aminoácidos e prolina nas folhas das plântulas, principalmente no tratamento de 75 mM de NaCl (Figura 4).

Figura 4. Concentração de solutos orgânicos em folha e raiz: teores de carboidratos livres totais (A-B), aminoácidos (C-D), prolina livre (E-F) e proteínas (G-H) em plântulas de *Jatropha curcas* submetidas a diferentes níveis de salinidade (0, 50, 75 e 100 mM de NaCl). Recife, 2016. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



A concentração de carboidratos na folha foi aumentada em 35% nas plântulas submetidas à concentração de 75 mM de NaCl, quando comparadas com as plântulas isentas de sal (Figura 4 A). Já nas raízes, o teor de carboidratos foi aumentado apenas nas plântulas do tratamento 100 mM de NaCl, sendo esse aumento de aproximadamente 53% (Figura 4 B). Para os demais tratamentos, não houve diferença significativa. A concentração de aminoácidos nas folhas das plântulas dos tratamentos 50 e 75 mM

de NaCl não apresentaram diferenças significativas em relação às plantas isentas de sal, no entanto, no tratamento 100 mM de NaCl, houve um decréscimo de aproximadamente 17% (Figura 4C). Com relação às concentrações dos aminoácidos nas raízes, essas não diferiram estatisticamente com o incremento da salinidade (Figura 4 D).

O teor de prolina nas folhas foi aumentado nas concentrações salinas de 75 e 100 mM de NaCl, que apresentaram incremento de 326 e 223%, respectivamente em relação à concentração de 0 mM de NaCl (Figura 4 E). Em relação à prolina na raiz, foi evidenciado que o estresse salino ocasionou decréscimos acentuados na ordem de 79% nas plântulas submetidas a 50 mM de NaCl e 76% nas plântulas do tratamento de 75 mM de NaCl com relação ao controle (Figura 4 F). Em relação às concentrações de proteínas nas folhas e nas raízes, não houve diferença estatística entre os tratamentos e as médias encontradas foram de 2,06 µmol.g<sup>-1</sup> para as folhas e 0,55 µmol.g<sup>-1</sup> para as raízes (Figuras 4 G e 4 H).

A maior concentração de solutos orgânicos nas folhas em detrimento das raízes pode ser justificada pelo fato de a parte aérea ter sido o local de maior produção de biomassa fresca, já que, segundo Alencar et al. (2015), a concentração de solutos está diretamente relacionada com a mobilização de substâncias de reserva para o desenvolvimento das plântulas.

Gimeno et al. (2011) não verificaram diferenças significativas nos açúcares solúveis nas raízes de plantas de pinhão manso submetidas aos níveis de 0, 50 e 300 mM de NaCl. Já Cunha et al. (2013), verificaram que as concentrações de 15 e 30 mM de NaCl aumentam os carboidratos nas plântulas de pinhão manso. No entanto, Alencar et al. (2015) encontraram um aumento na concentração de carboidratos solúveis após 4 dias de protrusão radicular de sementes de pinhão manso isentas de sal e o correlacionaram com a redução na concentração de lipídeos que podem ser convertidos em carboidratos solúveis. Isso pode ter ocorrido com as plântulas do tratamento mais

severo que podem ter conseguido fazer essa conversão e aumentar os carboidratos solúveis como mecanismo para manter o acúmulo de matéria seca das raízes semelhante ao das plântulas controle.

Alencar et al. (2015) dizem ainda que durante o desenvolvimento de plântulas de pinhão, a mobilização de proteínas pode ser afetada negativamente pela salinidade, o que pode levar a um decréscimo também na concentração de aminoácidos livres. Já Campos et al. (2012) estudaram o pinhão manso sob condição de salinidade por 50 dias e verificaram incrementos de 32 e 21% nos teores de aminoácidos das plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 2,8 e 3,5 dS.m<sup>-1</sup> em relação às irrigadas com 0 dS.m<sup>-1</sup>. No entanto esses comportamentos não foram observados nas plântulas desse trabalho, uma vez que não houve alterações significativas nas concentrações desses solutos entre as plântulas dos tratamentos salinos em relação ao tratamento controle.

Patel et al. (2010), em estudo com mudas de pinhão manso durante nove meses em casa de vegetação, submetidas aos níveis de condutividade elétrica de 0,3; 3,9; 6,0; 7,9 e 10 dS.m<sup>-1</sup> observaram incrementos no teor de prolina nas folhas com o aumento da salinidade. Estes resultados corroboram com os encontrados na presente pesquisa, uma vez que os tratamentos de 75 e 100 mM de NaCl provocaram aumento da prolina nas folhas. Segundo Silva et al. (2009), o pinhão manso se ajusta osmoticamente em presença de salinidade, basicamente pelo uso do sódio e do cloreto presentes na própria solução, uma vez que, em termos quantitativos a prolina não contribui de forma significativa na osmorregulação desta espécie, mesmo que seus teores sejam aumentados.

Além do aumento da concentração de prolina, Melo (2016) considerou também o aumento das proteínas solúveis totais e a manutenção dos aminoácidos livres totais e dos açúcares solúveis totais, como a justificativa para o ajustamento osmótico encontrado em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. submetidas a

salinidade. O autor testou o efeito da adição de potássio e cálcio na resposta à salinidade, porém independente dos efeitos deles, ele considera que o ajustamento osmótico se deu principalmente pelos compostos nitrogenados, o que pode ser considerado para as plântulas da presente pesquisa já que houve alterações semelhantes dos solutos, principalmente nas folhas.

Desta forma, considerando todas as variáveis analisadas pode-se dizer, assim como visto por Alencar et al. (2015), que em plantas de pinhão manso submetidas à 100 mM de NaCl há um efeito mais severo no desenvolvimento das plântulas do que na germinação das sementes.

## CONCLUSÃO

Níveis crescentes de salinidade ocasionam redução no índice de velocidade de germinação e no crescimento inicial das plântulas de *J. curcas*. Os carboidratos livres totais e a prolina livre nas folhas das plântulas são aumentados no tratamento 75 mM, enquanto a prolina livre nas raízes é reduzida nos tratamentos de 50 e 75 mM de NaCl. As alterações ocasionadas pelo cloreto de sódio na fisiologia e bioquímica das sementes e plântulas de pinhão manso demonstram que a germinação e o crescimento inicial são prejudicados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, N. L. M.; GADELHA, C. G.; GALLÃO, M. I.; DOLDER, M. A. H.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Ultrastructural and biochemical changes induced by salt stress in *Jatropha curcas* seeds during germination and seedling development. **Functional Plant Biology**, v. 42, p. 865–874, 2015.
- BATES, L. S. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Short communication. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205-207, 1973.

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** Jaboticabal: FUNEP, 1988.42p.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análises de Sementes Florestais. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2013. 98p.
- CAMPOS, M. L. O.; HSIE, B. S.; GRANJA, J. A. A.; CORREIA, R. M.; CORTEZ, J. S. A.; POMPELLI, M. F. Photosynthesis and antioxidant activity in *Jatropha curcas* L. under salt stress. **Brazilian Society of Plant Physiology**, v. 24, n. 1 p. 55-67, 2012.
- CUNHA, P. C.; MENDES, B. S. S.; FILHO, R. A. O.; CAMARA, T. R.; WILLADINO, L. G. Crescimento, síntese de solutos orgânicos e equilíbrio iônico de plântulas de pinhão-manso sob estresse salino. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 46-52. 2013.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.
- EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Journal Society for Horticultural Science**, v. 71, p. 428-434, 1965.
- FAGERIA, N. K.; FILHO, W. S. S.; GREYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerante a salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (org.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos Básicos e Aplicados.** Fortaleza: INCT Sal, Cap. 13, p. 206-218, 2010.
- FURTADO, R. F.; MANO, A. R. O.; ALVES, C. R.; FREITAS, S. M.; MEDEIROS FILHO, S. Efeito da salinidade na germinação de sementes de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 224-227, 2007.
- GIMENO, V.; SYVERTSEN, J. P.; SÍMON, I.; NIEVES, M.; DÍAZ-LOPEZ, L.; MARTÍNEZ, V.; GARCÍA-SÁNCHEZ. Physiological and morphological responses to flooding with fresh or saline water in *Jatropha curcas*. **Environmental and Experimental Botany**, v.78, p. 47-55, 2011.
- GORDIN, C. R. B.; MARQUES, R. F.; MASETTO, T. E.; SOUZA, L. C. F. Estresse salino na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.). **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 966-972, 2012.
- GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. **International Journal of Genomics**, 2014. 18p.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method of growing plants without soil.** Berkeley, University of California, 1950. 32p.
- LIMA, M. F. P.; PORTO, M. A. F.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; CARVALHO, D. R. Emergência e crescimento inicial de plântulas de albizia submetidas à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19 n. 2, p. 106-112, 2015.
- LIMA JUNIOR, J. A.; SILVA, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Biosfera-Centro Científico Conhecer**, v. 6, n.11, p. 1-21, 2010.
- LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008.
- LOPES, T. C.; KLAR, A. E. Influência de diferentes níveis de salinidade sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus*



- urograndis*. **Revista Irriga**, v. 14, n. 1, p. 68-75, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MELO, Yuri Lima. Suplementação de potássio e cálcio contribui na proteção osmótica e iônica em *Jatropha curcas* L. exposta à salinidade. 2016. 144p. (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN. Disponível em: <http://bdtd.ufersa.edu.br:80/tede/handle/tede/609>
- NUNES, D. P.; SCALON, S. P. Q.; BONAMIGO, T.; MUSSURY, R. M. Germinação de sementes de marmelo: temperatura, luz e salinidade. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1737-1745, 2014.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. DE; OLIVEIRA, M. K. T.; LIMA, C. J. G. S.; GALVÃO, D. C. Efeito da água salina na germinação de *Stylosanthes capitata* Vogel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, p. 77-82, 2008.
- OLIVEIRA, B. L. N.; STEINER, F.; HONDA, G. B.; SOTTA, J. Seed germination and early growth of physic nut seedlings under salinity stress. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 4, p. 416-420, 2016.
- PATEL, A. D.; PANCHAL, N. S.; PANDEY, I. B.; PANDEY, A. N. Growth, water status and nutrient accumulation of seedlings of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) in response to soil salinity. **Anales de Biología**, v. 1, n. 32, p. 59-71, 2010.
- PEREIRA, A. M.; QUEIROGA, R. C. F.; SILVA, G. D.; NASCIMENTO, M. G. R.; ANDRADE, S. E. O. Germinação e crescimento inicial de meloeiro submetido ao osmocondicionamento da semente com NaCl e níveis de salinidade da água. **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 205-211, 2012.
- SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; FERREIRA, I. B.; ANTÔNIO NETO, P.; SILVA, L. A.; COSTA, F. B. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 544-556, 2015.
- SANTOS, J. B.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS Energia submetida à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 145-152, 2013.
- SANTOS, C. A.; SILVA, N. V.; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 219-224, 2016.
- SECCO, L. B.; QUEIROZ, S. O.; SOUZA, Y. A.; SILVA, P. R. Germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. **Revista Verde**, v. 4, n. 4, p. 129- 135, 2010.
- SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S.; VIÉGAS, R. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-manso submetido à salinidade. **Revista Pesquisas Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 5, p. 437- 445, 2009.
- YEMM, E. W.; COCKING, E. C. Determination of amino acids with ninhydrin. **Analyst**, v. 80, p. 209-213, 1955.