



## CRESCIMENTO DE DOIS ACESSOS DE *Jatropha curcas* L. SUBMETIDOS AO DÉFICIT HÍDRICO SIMULADO PELO POLIETILENOGLICOL 6000 GROWTH OF TWO ACCESSES OF *Jatropha curcas* L. SUBMITTED TO THE POLYETHYLENE GLYCOL 6000 SIMULATED WATER DEFICIT

Nascimento, FVS<sup>1</sup>; Melo, YL<sup>2</sup>; Ortega-Rodes, P<sup>3</sup>; Macedo, CEC<sup>4</sup>;

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Natal-RN. Brasil [fernandavitnasc@gmail.com](mailto:fernandavitnasc@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande- PB. Brasil;

<sup>3</sup>Universidad de La Habana, La Habana, Cuba;

<sup>4</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Biologia Celular e Molecular, Natal-RN. Brasil

### Resumo

Um dos estresses abióticos que mais afeta o desenvolvimento de plantas na região semiárida é a seca. A baixa disponibilidade de água provoca danos diretos às células inibindo seu crescimento. Conhecimentos sobre a capacidade de resistência de determinadas espécies vegetais, quanto a esse tipo de estresse, são de fundamental importância para o manejo e conservação das mesmas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas fisiológicas de *Jatropha curcas* quando submetidas ao déficit hídrico induzido pelo agente estressor Polietilenoglicol (PEG 6000) em condições de casa de vegetação. Foram utilizadas sementes de *J. curcas* de dois acessos, um de origem cubana (CNPAPM–XVIII) e outro de origem brasileira (CNPAPM–X). Após o período de aclimação, as plântulas foram colocadas na ausência (controle) e na presença do agente estressor PEG 6000 a -0,4 MPa. As plântulas permaneceram no estresse durante um período de 24 horas. Além da área foliar (AF), foram mensurados o percentual de umidade (U%), o comprimento da parte aérea (CPA), o diâmetro do caule (DC), o comprimento de raiz (CR) e as massas fresca (MF) e seca (MS) de folha, caule e raiz. O déficit hídrico afetou o crescimento de plântulas de *J. curcas*. A intensidade da resposta variou conforme o acesso e órgão estudado. As folhas foram as mais afetadas ao longo do processo. O acesso CNPAPM–X apresentou maiores condições de resistência através dos indicadores de crescimento avaliados.

**Palavras – chave:** Seca; Pinhão-manso; Estresse abiótico; Resposta fisiológica.

### Introdução

A seca é um dos estresses abióticos com grande impacto no desenvolvimento das plantas, causando graves perdas no rendimento agrícola de inúmeras espécies (HA et al., 2014). O efeito desse estresse está relacionado à perda da homeostase hídrica, caracterizada pelo componente osmótico, afetando os processos de absorção, acúmulo e manutenção de água e de íons nos tecidos. Com isso, o déficit hídrico ocasiona danos celulares que levam à desidratação e à perda de turgor nas células, com consequente redução no crescimento celular (IMADA, et al., 2009; D’SOUZA & DEVARAJ, 2010).

No entanto, a resposta a esse estresse é diferente para as espécies, onde o grau com que cada agente estressor afeta o crescimento e desenvolvimento da planta depende de diversos fatores, incluindo os relacionados ao próprio vegetal, ao estresse aplicado e as condições ambientais, bem como a interação entre eles (DÍAZ-LÓPEZ et al., 2012).

Certas espécies apresentam mecanismos eficientes de controle da homeostase hídrica e iônica quando estão expostas a condições de estresse, uma delas é *Jatropha curcas* L (pinhão-manso) (SILVA et al., 2015). *Jatropha curcas* L. é uma espécie promissora para a produção de biodiesel devido ao alto teor de óleo em suas sementes (~40-60%), rápido crescimento, fácil propagação e baixo custo. Adicionalmente, apresenta grande adaptabilidade a condições adversas como a salinidade e seca, comuns em zonas áridas e semiáridas (LAVIOLA et al.,



2013; ALENCAR et al., 2015). No Brasil, é encontrada principalmente na região Nordeste, com ampla distribuição devido à sua adaptação por se desenvolver em vários tipos de solo, inclusive salino-sódicos (ANDRÉO-SOUZA et al. 2010).

Neste sentido, dada à importância da *J. curcas* L. quanto aos seus benefícios socioeconômicos, estudos que contribuam para o conhecimento sobre a fisiologia em resposta ao déficit hídrico, são essenciais para obtenção de novas informações que favoreçam o manejo desta espécie, permitindo assim formas mais econômicas e viáveis de aumento da produtividade agrícola da região. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas fisiológicas através de indicadores de crescimento em dois acessos diferentes de *Jatropha curcas* submetidos ao déficit hídrico induzido pelo PEG 6000 em condições de casa de vegetação.

## Metodologia

O experimento foi realizado na casa de vegetação localizada no Laboratório de Estudos em Biotecnologia Vegetal, situada no Centro de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em Natal – RN.

Sementes de *J. curcas* de dois acessos, um de origem cubana (CNPAPM–XVIII) e outro de origem brasileira (CNPAPM–X) foram utilizadas neste experimento. As sementes foram selecionadas e seus tegumentos retirados para posterior germinação em sistema de rolo em papel toalha do tipo Germitest®, seguindo os procedimentos descritos por Dantas et al. (2011), com algumas modificações. Após a germinação, plântulas com 8 dias e 6 cm de altura foram fixadas em placas de isopor e colocadas em frascos plásticos individuais contendo a solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950), com  $\frac{1}{4}$  de força e pH 5,7-6,0. Diariamente, o volume da solução foi completado para compensar a perda por evapotranspiração, aerado com bombas de aquarofilia para manter a oxigenação, e semanalmente a solução era renovada.

Os frascos contendo as plântulas foram mantidos em casa de vegetação sob temperatura de  $30\pm 5^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar de  $40\pm 10\%$  durante 41 dias para aclimação. Após o período de aclimação, plântulas dos 2 acessos foram colocadas na ausência (controle) e na presença do agente estressor Polietilenoglicol (PEG 6000) a -0,4 MPa, de acordo com Villela et al. (1991), simulando a condição de déficit hídrico.

Antes e após a aplicação do estresse, todas as folhas foram medidas com auxílio de uma régua para a determinação da área foliar, seguindo os métodos descritos por Pompelli et al. (2012). As plântulas permaneceram no estresse durante um período de 24 horas. Além da área foliar (AF), foram mensurados o percentual de umidade (U%), o comprimento da parte aérea (CPA), o diâmetro do caule (DC), o comprimento de raiz (CR) e as massas fresca (MF) e seca (MS) de folha, caule e raiz.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial  $2 \times 2$ , com dois acessos (CNPAPM–XVIII e CNPAPM–X) e dois tratamentos (controle e -0.4 MPa de PEG), com 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os dados das coletas foram submetidos à análise de variância pelo teste F, onde as médias foram comparadas pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Sisvar 5.6.

## Resultados e Discussão

O déficit hídrico simulado pelo PEG 6000 induziu respostas no crescimento que variaram de acordo com o acesso e o órgão de plântulas de *J. curcas* estudados. As folhas foram o órgão mais afetado pelo déficit hídrico, principalmente porque a presença do agente estressor reduziu o U% em 40% no acesso CNPAPM–XVIII, comparado ao seu grupo controle (Tabela 1). Em condições de déficit hídrico o acesso CNPAPM–X não apresentou diferenças



significativas com relação ao %U, apresentando ainda o maior valor médio de %U em folhas, comparado ao acesso CNPAPM-XVIII.

O déficit hídrico afetou a massa fresca (MF), nas folhas do acesso CNPAPM-X a redução foi de 27% e no acesso CNPAPM-XVIII a redução foi de 48%, em relação aos controles (Tabela 1). No acesso CNPAPM-X, submetido ao déficit hídrico, observou-se um aumento de 20% na MF do caule e uma redução de 25% na MF da raiz, comparados aos seus respectivos grupos controles (Tabela 1). As massas frescas do caule e da raiz do acesso CNPAPM-XVIII não apresentaram alterações em condições de déficit hídrico. É possível observar ainda que em condições de déficit hídrico, o acesso CNPAPM-X apresentou o maior valor médio para a MF de folhas, comparado ao acesso CNPAPM-XVIII.

Independente do acesso, a adição do PEG provocou um aumento de massa seca (MS) nas folhas do acesso CNPAPM-X de 27% e em CNPAPM-XVIII de 68%, ambos em relação aos seus respectivos controles (Tabela 1). No caule, o acesso CNPAPM-X apresentou aumento de 23% em relação ao controle. Contrariamente, o caule do acesso CNPAPM-XVIII reduziu sua MS em 34%, comparado ao controle (Tabela 1). Em condições de déficit hídrico, o acesso CNPAPM-XVIII apresentou o maior valor médio para a produção de MS em folhas, comparado ao acesso CNPAPM-X.

O déficit hídrico afetou drasticamente a área foliar (AF) das plântulas dos 2 acessos de *J. curcas*. O acesso CNPAPM-X apresentou redução de 250% em relação ao controle, enquanto que no acesso CNPAPM-XVIII o efeito foi mais pronunciado, atingindo uma redução de 355% (Tabela 1). Ao avaliar o CPA, observou-se que apenas no acesso CNPAPM-XVIII houve redução de aproximadamente 15% (Tabela 1). Quanto ao DC, não foram observadas diferenças representativas em nenhum dos dois acessos estudados. O déficit hídrico afetou o CR apenas no acesso CNPAPM-X, reduzindo em 11% o tamanho deste órgão em comparação ao controle (Tabela 1). Quanto ao acesso CNPAPM-XVIII, observou-se que as raízes continuaram crescendo em presença do PEG, apresentando um aumento de 16% em relação ao controle (Tabela 1).

**Tabela 1: Percentual de umidade (U%), massas fresca (MF) e seca (MS) de folhas, caule e raiz, área foliar (AF), comprimento de parte aérea (CPA), diâmetro do caule (DC) e comprimento de raiz (CR) de plântulas de *J. curcas* submetidas ao déficit hídrico. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as médias dos tratamentos no mesmo acesso e minúsculas comparam as médias do mesmo tratamento entre os acessos.**

|      | CNPAPM - X            |                       |                       |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                          |             |            |            |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|
|      | U <sub>F</sub><br>(%) | U <sub>C</sub><br>(%) | U <sub>R</sub><br>(%) | MF <sub>F</sub><br>(g) | MF <sub>C</sub><br>(g) | MF <sub>R</sub><br>(g) | MS <sub>F</sub><br>(g) | MS <sub>C</sub><br>(g) | MS <sub>R</sub><br>(g) | AF<br>(cm <sup>2</sup> ) | CPA<br>(cm) | DC<br>(cm) | CR<br>(cm) |
| Ctrl | 75,7Aa                | 77,2ns                | 90,1ns                | 6,3Aa                  | 5,7Bb                  | 7,4Aa                  | 0,8Ba                  | 0,9Bb                  | 0,4ns                  | 14,7Ab                   | 12,2Ab      | 0,8ns      | 20,7Aa     |
| PEG  | 70,6Aa                | 77,6ns                | 88,3ns                | 4,6Ba                  | 6,9Aa                  | 5,6Ba                  | 1,0Ab                  | 1,2Aa                  | 0,4ns                  | -22,0Ba                  | 13,4Aa      | 0,9ns      | 18,3Ba     |
|      | CNPAPM - XVIII        |                       |                       |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                          |             |            |            |
|      | U <sub>F</sub><br>(%) | U <sub>C</sub><br>(%) | U <sub>R</sub><br>(%) | MF <sub>F</sub><br>(g) | MF <sub>C</sub><br>(g) | MF <sub>R</sub><br>(g) | MS <sub>F</sub><br>(g) | MS <sub>C</sub><br>(g) | MS <sub>R</sub><br>(g) | AF<br>(cm <sup>2</sup> ) | CPA<br>(cm) | DC<br>(cm) | CR<br>(cm) |
| Ctrl | 76,4Aa                | 76,4ns                | 87,7ns                | 6,9Aa                  | 6,6Aa                  | 6,6Aa                  | 0,8Ba                  | 1,9Aa                  | 0,4ns                  | 21,2Aa                   | 16,3Aa      | 0,8ns      | 17,6Bb     |
| PEG  | 46,1Bb                | 75,3ns                | 86,5ns                | 3,6Bb                  | 7,0Aa                  | 6,2Aa                  | 1,4Aa                  | 1,3Ba                  | 0,4ns                  | -54,0Bb                  | 13,9Ba      | 0,9ns      | 20,4Aa     |

Neste estudo foi possível observar que o déficit hídrico provocou alterações no desenvolvimento de plântulas de ambos os acessos de *J. curcas*, o que provavelmente repercutiu nos indicadores de crescimento estudados. A resposta fisiológica foi mais evidente em folhas, principalmente do acesso CNPAPM-XVIII, onde houve reduções do U%, da MF e da AF, levando a notável perda de turgescência foliar e ressecamento, mostrando claramente o efeito do agente estressor sob a quantidade de água disponível na planta. A redução no



crescimento deve-se provavelmente a perda da homeostase hídrica provocada pelo déficit hídrico. Isto ocorre devido ao suprimento de água se dar em quantidades menores, baixando o componente de potencial de pressão do protoplasto sobre a parede da célula, resultando em diminuição de turgor, e, por fim, afetando a elongação e a divisão celular (BEZERRA, 2015). Para caule e raiz a manutenção do U% sugere que esses órgãos não são afetados diretamente pela adição do PEG, possivelmente por eles atuarem na retenção de água que foi absorvida a fim de manter o status hídrico e conseqüentemente a sobrevivência da plântula.

Em folhas do acesso CNPAPM-X a não variação do %U e o aumento da MS sugerem um possível ajustamento osmótico realizado por este acesso quando submetidos a condições de déficit hídrico, uma vez que o U% representa a quantidade de água presente na planta e a MS o peso total seco na ausência de água de determinado órgão. Possivelmente, este ajustamento osmótico se deu a partir da síntese de fotoassimilados, que podem incluir carboidratos, proteínas ou aminoácidos, como uma forma de manter os processos fotossintéticos da planta. Conforme afirma Silva et al. (2010), raízes e folhas de *J. curcas* possuem mecanismos efetivos de ajustamento osmótico envolvendo a produção de solutos, tendo os açúcares solúveis uma maior participação na osmorregulação, afim de melhorar o aporte hídrico celular. Este mecanismo pode ter contribuído também para manutenção do CPA deste acesso em condições de déficit hídrico.

A redução de MF, observada principalmente em folhas de ambos os acessos, pode estar ligada tanto a perda de água como a baixa produção e/ou partição de fotoassimilados nos órgãos da plântula. Neste caso, a redução em ambos os acessos ocorreu provavelmente devido à perda de água, já que houve um acúmulo de fotoassimilados neste órgão. Em relação à MS, independente do acesso, a adição do PEG provocou um aumento de massa em todas as partes. Esse aumento pode está relacionado ao acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos.

O acesso CNPAPM-X, em presença de PEG, apresentou melhores indicadores para o crescimento da parte aérea (folhas e caule) em detrimento ao sistema radicular, sugerindo uma preferência pela manutenção dos processos fotossintéticos. Já o acesso CNPAPM-XVIII parece ter investido seu crescimento no desenvolvimento radicular e manutenção do crescimento do caule, sugerindo uma preferência pela busca e captação de água em condições de estresse. Tal resposta evidencia que provavelmente os acessos possuem mecanismos diferentes para enfrentar o déficit hídrico. Segundo pesquisas realizadas por Moura et al. (2016) e Silva et al. (2010) o déficit hídrico é capaz de afetar as relações hídricas em plantas de *J. curcas* L., no entanto, essa espécie por meio da produção de solutos orgânicos e inorgânicos possui mecanismos de ajustamento osmótico que a permite ser tolerante à seca.

## Conclusões

Plântulas de *Jatropha curcas* apresentaram respostas fisiológicas diferentes quando submetidas ao déficit hídrico, variando conforme o acesso e o órgão estudado.

As folhas foram o órgão mais afetado pelo déficit hídrico.

Baseado nos parâmetros fisiológicos avaliados o acesso de origem brasileira (CNPAPM - X) apresentou maior resistência ao déficit hídrico.

## Agradecimentos

Ao PIBIC - CNPq pela bolsa concedida e ao Laboratório de Estudos em Biotecnologia Vegetal (DBG - UFRN) pelo espaço para realização do experimento.

## Referências





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.

ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A.L.; SILVA, F.F.S.; RIEBEIRO-REIS, R.C.; EVANGELISTA, M.R.V.; CASTRO, R.D.; DANTAS, B.F. Efeito da salinidade na germinação de sementes no crescimento inicial de mudas de Pinhão-mansô. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 083-092, 2010.

BEZERRA, Lisiane Lucena. *Indicadores de crescimento em cártamo (Carthamus tinctorius L.) submetido ao estresse salino e déficit hídrico*. 2015. 99f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

D'SOUZA, M. R. D.; DEVARAJ, V. R. Biochemical responses of Hyacinth bean (*Lablab purpureus*) to salinity stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 32, p. 341–353, 2010.

DANTAS, C.V.S.; SILVA, I.B.; PEREIRA, G.M.; MAIA, J.M.; LIMA, J.P.M.S.; MACEDO, C.E.C. Influência da salinidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 574-582. 2011.

DÍAZ-LÓPEZ, L.; GIMENO, V.; LIDÓN, V.; SIMÓN, I.; MARTÍNEZ, V.; GARCÍA- SÁNCHEZ, F. The tolerance of *Jatropha curcas* seedlings to NaCl: An ecophysiological analysis. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 54, p. 34–42, 2012.

HA, C.V.; LEYVA-GONZÁLEZ, M.A.; OSAKABED, Y.; TRANA, U.T.; NISHIYAMAA, R.; WATANABEA, Y.; TANAKAE, M.; SEKIE, M.; YAMAGUCHIF, S.; DONGB, N.V.; YAMAGUCHI-SHINOZAKIG, K.; SHINOZAKID, K.; HERRERA-ESTRELLAC, L.; TRAN, L.S.P. Positive regulatory role of strigolactone in plant responses to drought and salt stress. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 2, p. 851–856, 2014.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural Experimental Station**, Berkeley. p. 347, 1950.

IMADA, S.; YAMANAKA, N.; TAMAI, S. Effects of salinity on the growth, Na partitioning, and Na dynamics of a salt-tolerant tree, *Populus alba* L. **Journal of Arid Environments**, v.73, n.3, p.245-251, 2009.

LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A.; ROCHA, R.B.; DRUMOND, M.A. The importance of *Jatropha* for Brazil. In: CARELS, N.; SUJATHA, B.; BAHADUR, B. (Ed.). **Jatropha, challenges for a new energy crop. Volume 1: farming, economics and biofuel**. New York: Springer; p. 71–94, 2013.

MOURA, A.R.; NOGUEIRA, R.J.M.C; SILVA, J.A.A; LIMA, T.V. Relações hídricas e solutos orgânicos em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. sob diferentes regimes hídricos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n.2, p. 345-354, 2016.

POMPELLI, M.F; ANTUNES, W.C; FERREIRA, D.T.R.G; CAVALCANTE, P.G.S; WNADERLEY-FILHO, H.C.L; ENRES, L. Allometric models for non-destructive leaf area estimation of *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**. v. 36, p. 77-85, 2012.

SILVA, E. N; FERREIRA-SILVA, S.L; VIÉGAS, R.A; SILVEIRA, J.A.G. The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants. **Environmental and Experimental Botany**. v. 69, p. 279-285, 2010.

SILVA, E.N.; SILVEIRA, J.A.G.; RODRIGUES, C.R.F.; VIÉGAS, R.A. Physiological adjustment to salt stress in *Jatropha curcas* is associated with accumulation of salt ions, transport and selectivity of K<sup>+</sup>, osmotic adjustment and K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> homeostasis. **Plant Biology**, v. 17, p. 1023–1029, 2015.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.1957-1968, 1991.

