

Emergência e crescimento inicial de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) cultivado sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação

Emergence and early growth physic nut (*Jatropha curcas* L.) Grown under different levels of salinity in irrigation water

Evandro Manoel da Silva^{1*}, Josiglei de Abrantes Soares¹, Raimundo Raniêr Pereira Filho¹, José Raimundo de Sousa Júnior¹, Reginaldo Gomes Nobre²

Resumo: Em consideração a potencialidade do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) na produção de óleo para biodiesel e sendo esta uma oleaginosa apropriada ao cultivo em região semiárida devido a sua rusticidade e resistência às condições adversas de clima e solo, principalmente ao estresse hídrico, abrem-se novas perspectivas de estudos voltados para o relacionamento da espécie com a salinidade. Com ênfase neste aspecto, este trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros de emergência e o crescimento inicial do pinhão-mansão sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG, no período de maio a junho de 2012. As mudas foram produzidas em substrato composto de solo e esterco bovino curtido (2:1), com tratamentos dispostos em delineamento de blocos ao acaso com três repetições, sendo cinco níveis de salinidade da água de irrigação referentes à condutividade elétrica (CEa) de 0,2; 1,2; 2,2; 3,2 e 4,2 dS m⁻¹. Cada parcela foi composta por quatro plantas. Avaliou-se percentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, e aos 46 dias após a semeadura, altura de planta, diâmetro do colo, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea e massa seca da raiz. A salinidade da água de irrigação afetou apenas o diâmetro do colo e a massa fresca da parte aérea com decréscimos de 6,39 e 13,81%, respectivamente, por aumento unitário da CEa.

Palavras-chave: potencialidade do pinhão-mansão, salinidade, rusticidade e resistência.

Abstract: Into account the potential of physic nut (*Jatropha curcas* L.) oil production for biodiesel and this being a suitable oilseed cultivation in semiarid region due to its hardiness and resistance to adverse conditions of climate and soil, primarily to water stress opens up new perspectives for studies focused on the relationship of the species with salinity. With emphasis on this aspect, this study aimed to evaluate the parameters of emergence and early growth of physic nut under different salinity levels of irrigation water. The experiment was conducted in a greenhouse at the Center for Science and Technology Agrifood UFCG in the period May-June 2012. The seedlings were grown in a mixture of soil and cattle manure (2:1), with treatments arranged in a randomized block design with three replications, five salinity levels of irrigation water regarding electrical conductivity (EC w) 0, 2, 1.2, 2.2, 3.2 and 4.2 dS m⁻¹. Each plot consisted of four plants. We evaluated the percentage of emergence, speed of emergence and at 46 days after sowing, plant height, stem diameter, leaf area, fresh and dry weight of shoot and root dry mass. The salinity of irrigation water affected only the stem diameter and fresh weight of shoots with decreases of 6.39 and 13.81%, respectively, per unit increase of ECw.

Keywords: potential of physic nut, salinit, hardiness and endurance.

INTRODUÇÃO

O pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) é uma planta pertencente à família *Euphorbiaceae*, havendo dúvidas sobre sua origem (NERY et al., 2009); mas, conforme o Anuário Brasileiro de Agroenergia – ABA (2007), seu mais provável local de origem é a América Central, sendo

o México apontado como principal país de origem (TOMINAGA et al., 2007).

A possibilidade do uso do óleo do pinhão-mansão para a produção do biodiesel, abre novas e amplas perspectivas de estudos, imprescindíveis para se ter tecnologia de suporte ao aumento das áreas de plantio com essa cultura, no semiárido nordestino (DRUMOND et al., 2010)

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 24/09/2012; aprovado em 02/11/2012

¹ Estudantes de agronomia, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, campus de Pombal-PB. CEP: 58.840-000. E-mail: evandroagroman@hotmail.com*

² Eng. Agr. Dr.º. Professor adjunto da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, campus de Pombal-PB. CEP: 58.840-000. E-mail: rgomesnobre@ccta.ufcg.edu.br

Dentre as oleaginosas, o pinhão-manso destaca-se como excelente produtor de óleo vegetal através de suas sementes, que associado a suas condições de rusticidade ou até mesmo de tolerância a certas condições ambientais pode se tornar uma alternativa econômica para milhares de famílias de pequenos produtores rurais que podem utilizar o máximo de seus recursos disponíveis a condições de semiárido para cultivar esta planta. Segundo Ramos et al. (2003) o cultivo de espécies oleaginosas constitui alternativas em apoio à agricultura familiar, criando melhores condições de vida em regiões carentes, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas a problemas econômicos e sócio-ambientais.

No Brasil, o interesse na produção do pinhão-manso surgiu com a implantação do Plano Nacional de Produção de Biodiesel. Nery et al. (2009) e Andréo-Souza et al. (2010) definem que esta oleaginosa é considerada uma cultura potencial para atender a este programa, pois possui potencial de rendimento de grãos e óleo e, em sua fase inicial, permite o cultivo em consórcio com outras culturas de interesse econômico e alimentar.

Desta forma, com a possibilidade do uso do óleo de pinhão-manso para a produção de biodiesel, abrem-se amplas perspectivas para o aumento das áreas de plantio com esta cultura no semiárido nordestino (ARRUDA et al., 2004).

Contudo, sabe-se que no semiárido muitas fontes hídricas está relacionada, principalmente, as águas de poços, situados no cristalino, e águas superficiais de reservatórios, em locais com propensão à salinização (MEDEIROS, 1992). Com escassez de águas de boa qualidade em todo o mundo, o uso de fontes salinas na irrigação deve ser considerado uma alternativa importante, desde que se garanta o uso de tecnologia para evitar maior impacto às áreas irrigadas, através de um manejo cuidadoso (VENGOSH, 2007).

Cabe salientar que a região semiárida do Brasil é caracterizada por apresentar insuficiência hídrica e irregularidade de distribuição das chuvas e, dessa forma, o sistema de produção depende da irrigação (REBEQUI et al., 2010), onde boa parte dos produtores dispõem apenas de águas com teores consideráveis de sal para o uso na agricultura, fato que é de fundamental importância o estudo do comportamento de espécies de plantas, aos quais propiciadas ao cultivo sob condições de semiárido nordestino.

Para Severino et al. (2007), o pinhão-manso já é tida uma oleaginosa apropriada ao cultivo em região semiárida devido a sua rusticidade e resistência às condições adversas de clima e solo, principalmente ao estresse hídrico.

Levando em consideração a potencialidade do pinhão-manso e as afirmações diante exposta, cabe à necessidade desenvolver pesquisas também voltadas para a análise da influência da salinidade na água de irrigação sobre esta cultura. Com ênfase neste aspecto, o trabalho teve como objetivo avaliar a emergência e o crescimento inicial de

pinhão-manso, cultivado sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em condições de casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, no período de maio a junho de 2012. O substrato foi preparado na composição (2:1), sendo 2 partes de solo e 1 parte de esterco bovino curtido, em seguida, acondicionado em sacos de polietileno com volume de 1,6 L.

Os tratamentos corresponderam a 5 níveis de salinidade na água de irrigação com 3 repetições dispostos em delineamento de blocos ao acaso, definidos pela de condutividade elétrica (CEa) de 0,2; 1,2; 2,2; 3,2 e 4,2 dS m⁻¹, sendo preparadas a partir da água de abastecimento de CEa de 0,2 dS m⁻¹, mediante adições de NaCl.

A semeadura foi feita utilizando 8 sementes por parcela em substrato previamente colocado em capacidade de campo, distribuindo 2 sementes por saco, que após emergidas fez-se o desbaste deixando apenas 1 planta por saco, ou seja, 4 plantas por repetição. Para atender a exigência hídrica da cultura sob as condições do trabalho, as irrigações foram realizadas diariamente, correspondentes a 60 ml planta⁻¹ durante os primeiros 10 dias após a semeadura (DAS) e 120 ml a partir dos 11 DAS até a coleta final do material.

Para avaliação de emergência foram realizadas a análise de percentagem de emergência – PE (%) e o índice de velocidade de emergência – IVE. A emergência teve início aos 4 DAS e a PE foi determinada pelo percentual de plântulas emergidas no final da contagem (16 DAS). O IVE foi calculado pela seguinte fórmula proposta por Maguire (1962): $IVE = E1/T1 + E2/T2 + \dots + Ei/Ti$, onde E1 até Ei = Número de plântulas emergidas da primeira até a última contagem e, T1 até Ti = Número de dias da semeadura até a última contagem.

Os parâmetros de crescimento foram analisados aos 46 DAS, onde se avaliou altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), área foliar (AF), massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR). A altura de plantas foi determinada da superfície do solo até a gema apical com auxílio de uma trena milimetrada, o diâmetro do colo 3 cm do solo com um paquímetro digital, a matéria fresca e seca pesada em balança de 0,001 g de precisão, sendo a massa seca determinada após a secagem da massa fresca em estufa de circulação de ar a 65 °C por 48 horas. Para determinação da área foliar utilizou-se a fórmula proposta por Severino et al. (2004), $AF = LF^{1,87}$, onde AF = área foliar (cm²) e LF = largura da folha (cm).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste “F” com auxílio do programa de análise estatística SISVAR, enquanto que as médias dos parâmetros de crescimento foram submetidas à regressão linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância (Quadro 1), verificou-se que o percentual de emergência e o índice de velocidade de emergência do pinhão-manso, não sofreram influência significativa quando irrigadas com água salina de até 4,2 dS m⁻¹. Segundo O'Leary (1995), as sementes são sensíveis à salinidade e, quando semeadas empregando soluções salinas, ocorre inicialmente uma redução na taxa de absorção de água e posteriormente uma diminuição na velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos (FLOWERS, 2004).

Contudo, de acordo com o trabalho, verifica-se que, com relação a emergência, o pinhão-manso apresenta

tolerância à salinidade na água de irrigação, devido suas sementes conseguirem absorver água o suficiente para sua germinação e posterior emergência mesmo em condições salinas, fato que representa um processo alternativo para perpetuação da espécie. Analisando o Quadro 2 da análise de variância dos parâmetros de crescimento, observa-se que apenas o DC e a MFPA tiveram influência significativa dos níveis salinos incrementados na água de irrigação.

Analisando o Quadro 2 da análise de variância dos parâmetros de crescimento, observa-se que apenas o DC e a MFPA tiveram influência significativa dos níveis salinos incrementados na água de irrigação.

Quadro 1: Resumo da análise de variância para percentagem de emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas de pinhão-manso sob níveis de salinidade da água de irrigação.

FONTE DE VARIACÃO	QUADRADOS MÉDIOS		
	GL	Percentagem de Emergência (PE) ¹	Índice de velocidade de emergência (IVE) ¹
Níveis de salinidade	4	0,978 ^{ns}	0,0074 ^{ns}
Blocos	2	0,376 ^{ns}	0,0056 ^{ns}
Resíduo	8	0,500	0,0083
CV(%)		8,67	17,46

¹ dados transformadas em \sqrt{X} ; ^{ns} não significativo

Quadro 2: Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), área foliar (AF), massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de pinhão-manso cultivadas em casa de vegetação sob níveis de salinidade na água de irrigação, aos 46 dias após a semeadura (DAS).

FONTE DE VARIACÃO	QUADRADOS MÉDIOS						
	GL	AP	DC	AF ¹	MFPA ¹	MSPA ¹	MSR ¹
Níveis de salinidade	4	12,30 ^{ns}	5,41**	10,563 ^{ns}	1,192*	0,277 ^{ns}	0,025 ^{ns}
Blocos	2	7,12 ^{ns}	2,66*	1,032 ^{ns}	0,403 ^{ns}	0,463 ^{ns}	0,026 ^{ns}
Resíduo	8	3,39	0,57	3,744	0,231	0,130	0,008
CV(%)		9,70	7,65	16,67	12,67	19,43	14,43

¹ dados transformadas em \sqrt{X} ; ^{ns} não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.

Altura de plantas

O incremento de salinidade da água de irrigação provocou uma redução, porém, não promoveu efeito significativo na AP aos 46 DAS. Plantas irrigadas com água de CEA de 0,2 dS m⁻¹ obtiveram maior altura (Figura 1). Observa-se que a AP estimada para o menor nível salino de 0,2 dS m⁻¹ foi de 20,17 cm, enquanto, que para o

maior nível foi de 15,39 cm, correspondendo a uma queda estimada de 23,70% na AP. Para cada incremento unitário de CEA na água de irrigação houve uma redução na AP de 1,19 cm, equivalente a 5,9%. Rebequi et. al., (2010), observaram no pinhão-manso uma AP máxima estimada de 18,91 cm aos 30 DAS, quando irrigado com água salina máxima estimada de 1,93 dS m⁻¹.

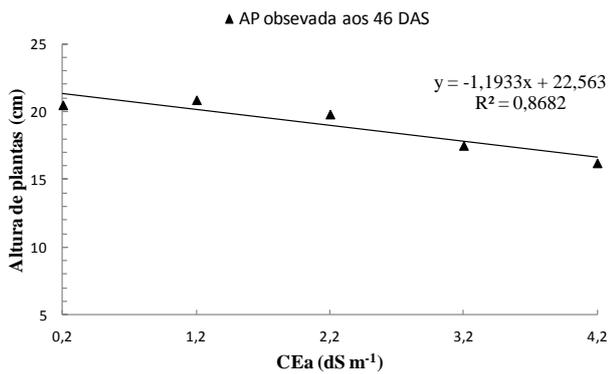


Figura 1: Altura de plantas (AP) de Pinhão-mansão aos 46 DAS em casa de vegetação em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

Vale et al. (2006) ao submeterem o pinhão-mansão a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação, em casa de vegetação, na fase inicial de crescimento (30 DAS), verificaram que a altura do pinhão-mansão foi afetada pela CEa, entre as plantas irrigadas com águas de CE de 0,06 e 4,2 dS m⁻¹, constatando uma redução da AP de 19,7 para 13,3 cm, correspondendo a cerca de 7,85% por aumento unitário de CEa. Estes resultados podem indicar que o pinhão-mansão pode apresentar para AP maior tolerância a salinidade com o avanço gradativo de seu ciclo no período inicial.

Diâmetro do colo

O DC das plantas sofreu influência significativa ($P < 0,01$) dos níveis de salinidade na água de irrigação aos 46 DAS (Quadro 2), apresentando um decréscimo linear em decorrência do aumento da CEa (Figura 2).

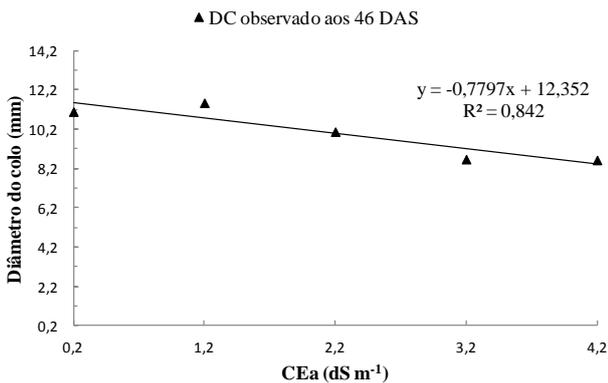


Figura 2: Diâmetro do colo (DC) de plantas de Pinhão-mansão aos 46 DAS em casa de vegetação em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

A queda estimada no DC foi de 6,39% para cada aumento unitário de CEa e de 25% entre 4,2 e 0,2 dS m⁻¹ da água de irrigação. Isto corresponde a 0,8 mm e 3 mm, respectivamente. Desta forma, assim como Nery et al. (2009) afirmaram, deduz-se, que com base em

decréscimos, o DC do pinhão-mansão é mais sensível a salinidade que a AP. Vale et al. (2006) constataram, na fase inicial de crescimento (30 DAS), que o do pinhão-mansão foi afetado, linearmente, pela condutividade elétrica da água, com redução de 7,68% por aumento unitário de CEa, efeito próximo semelhante ao observado na altura (7,85%). As observação de Nery et al. (2009) citado acima, foram dos 58 aos 163 DAS, sendo os resultados mais notáveis nas últimas avaliações. No entanto, é possível reforçar que o DC seja mais afetado pela salinidade que a AP, de acordo com avanço da idade da planta.

Área foliar

Com relação a AF do pinhão-mansão, observa-se que o incremento de salinidade da água de irrigação não promoveu efeito significativo aos 46 DAS (Quadro 2). No entanto, houve um decréscimo com aumento da CEa pelo qual as plantas foram irrigadas (Figura 3). A redução linear estimada da AF foi de 13,75%, ou seja, 26,58 cm², para cada unidade de CE incrementada na água de irrigação. Verificou-se uma área foliar máxima de 193,15 cm², e mínima de 86,81 cm², em plantas irrigadas com águas de 0,2 e 4,2 dS m⁻¹, respectivamente, demonstrando uma queda de 55,05% (106,34 cm²) na área foliar. Para Tester & Davenport (2003) o decréscimo da AF está relacionado, provavelmente, a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a sua superfície transpirante. Nas folhas de *Jatropha curcas* L. à medida que as concentrações salinas aumentam ocorre redução no número de células de xilema e floema, desorganização na distribuição dessas células e ausência de drusas nas células parenquimáticas (MELO et al., 2011). Nota-se que aos 46 DAS, os fatores que caracterizam nas folhas o estresse salino já se manifestavam no pinhão-mansão, porém, a cultura ainda se demonstrou tolerante sobre estes aspectos neste período.

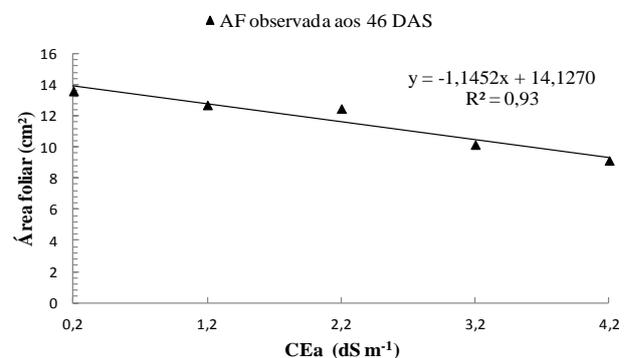


Figura 3: Área foliar (AF) de plantas de pinhão-mansão transformada em \sqrt{X} , aos 46 DAS em casa de vegetação em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

Massa fresca da parte aérea

De acordo com a análise de variância (Quadro 2), a MFPA foi afetada de maneira significativa aos 46 DAS ($P < 0,05$) em decorrência da elevação dos níveis salinos na água de irrigação (Figura 4). O decréscimo linear estimado da MFPA foi de 13,81%, correspondendo a 2,85 g para cada aumento unitário de CEa. A estimativa da MFPA máxima por planta foi de 20,64 g, quando irrigadas com água de CEa de 0,2 dS m^{-1} , enquanto que a MFPA mínima estimada de plantas irrigadas com água de CEa de 4,2 dS m^{-1} foi de 9,22 g. Isto representa uma redução estimada de 11,42 g (55,33%) entre o maior e o menor níveis salinos estudados. Esta redução significativa pode ser resultante da queda na disponibilidade de água dos tecidos vivos, em consequência da elevação dos níveis de CEa. No entanto, para Silva et al., (2009a) o pinhão-mansó é capaz de se ajustar osmoticamente em presença de salinidade, por redução intensa no potencial osmótico e aumento do estado hídrico das folhas em concentrações elevadas de NaCl. O aumento nos valores da suculência foliar e no conteúdo relativo de água induzido pelo NaCl são indicativos de ocorrência de um efetivo ajustamento osmótico em plantas com estresse (MARTÍNEZ et al., 2004). Observando os dados da Figura 4, nota-se que não houve ajustamento osmótico, de modo a compensar o acúmulo de MFPA com o incremento de CEa.

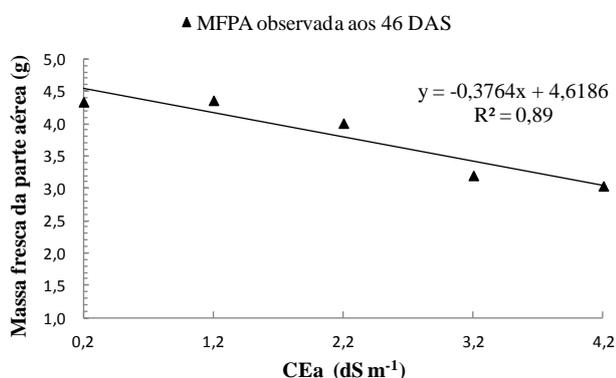


Figura 4: Massa fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de pinhão-mansó transformada em \sqrt{X} , aos 46 DAS em casa de vegetação em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

Massa seca da parte aérea

Para MSPA, o incremento de salinidade na água de irrigação não promoveu efeito significativo aos 46 DAS (Quadro 2). No entanto, de acordo com a Figura 5, houve um decréscimo linear estimado da MSPA de 0,62 g, ou seja, 12,70% para cada aumento unitário de CEa. A MSPA máxima estimada correspondeu a 4,90 g planta^{-1} , enquanto que MSPA mínima foi de 2,38 g planta^{-1} , sendo estas plantas irrigadas com águas de 0,2 e 4,2 dS m^{-1} , respectivamente. Este decréscimo no acúmulo de MSPA proporcionou uma variação de 50,81% entre as plantas

irrigadas com águas entre o maior e menor nível de CEa. O resultado deste trabalho para este parâmetro contradiz outro obtido por Oliveira et al. (2010), onde houve redução significativa da MSPA pelo incremento do nível de salinidade da água de irrigação entre os níveis de 0,5 e 5,5 dS m^{-1} , com redução variando entre 2,8 e 0,5 g planta^{-1} , porém, o referido autor conduziu seu trabalho em campo aberto e os dados foram obtidos aos 30 DAS. Com relação ao declínio percentual, Silva et al. (2009b) verificaram redução de 50% na massa seca da parte aérea do pinhão-mansó cultivado em solução nutritiva em casa de vegetação com uma concentração estimada em 47 mM de NaCl aos 15 dias após a aplicação da solução salina.

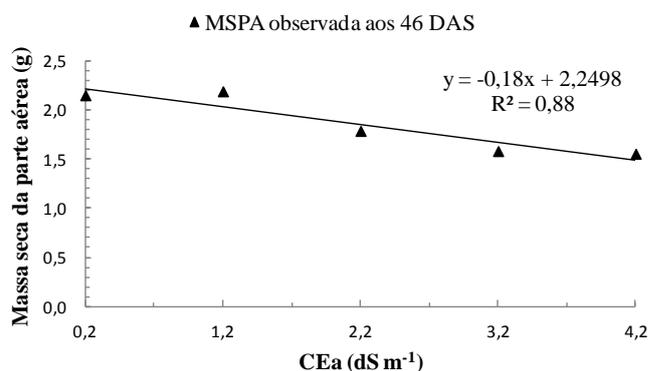


Figura 5: Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de pinhão-mansó transformada em \sqrt{X} , aos 46 DAS em casa de vegetação em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

Em relação a estes trabalhos, determina-se que o pinhão-mansó é capaz de sofrer influência oscilatória no seu crescimento de acordo com o período de desenvolvimento inicial e o ambiente em que é cultivado, quando submetido a condições de salinidade.

Massa seca da raiz

No que se refere MSR, foi possível determinar que os diferentes níveis de salinidade da água de irrigação não promoveram efeito significativo sobre o pinhão-mansó aos 46 DAS (Quadro 2). Contudo, analisando a Figura 6, observa-se o declínio MSR com o aumento unitário de CEa. A perda de acúmulo da MSR do pinhão-mansó aos 46 DAS foi de 12,26% para cada aumento unitário de CEa, sendo esta perda percentual bem aproximada à redução da MSPA que foi de 12,70%, demonstrando que o efeito do sal pode afetar negativamente em termos aproximados tanto o desenvolvimento aéreo como radicular da planta de pinhão-mansó. A produção máxima de MSR foi de 0,53 g planta^{-1} e mínima de 0,27 g planta^{-1} , quando irrigadas com águas de CEa de 0,2 e 4,2 dS m^{-1} , respectivamente. Isto representou uma redução linear estimada de 49,06% no conteúdo de MSR. É possível que a maioria dos parâmetros de crescimento do pinhão-mansó seja acompanhada pelo desenvolvimento do seu sistema

radicular, em decorrência de sua função primordial na absorção de água e nutrientes e seletividade de íons.

Alguns trabalhos relatam alterações anatômicas que os sais podem promover em raízes de pinhão-mansão, fato que pode explicar a sua ligação direta com a parte aérea. Melo et al. (2011) comprovaram em seu trabalho que quando as raízes de pinhão-mansão são submetidas ao estresse salino apresentam maior lignificação das células xilemáticas e endodérmicas e redução no diâmetro e no número de elementos de vaso; além do mais, evidencia-se a presença de estrias de Caspary, contendo maior quantidade de lignina, com maior fortalecimento a barreira apoplástica para o fluxo de íons e de água (CASTRO et al., 2009), sendo quanto maior a deposição de lignina mais difícil se torna a perda radial de oxigênio (COLMER et al., 2005), elemento fundamental no processo de exclusão de sódio em plantas submetidas ao estresse salino (MELO et al., 2011). Melo et al. (2011), ainda em seu trabalho evidenciou que a ocorrência de tricomas foi inversamente proporcional à concentração de cloreto de sódio, onde sua redução, sugere uma diminuição da área de superfície de absorção das raízes em contato com a solução salina do substrato.

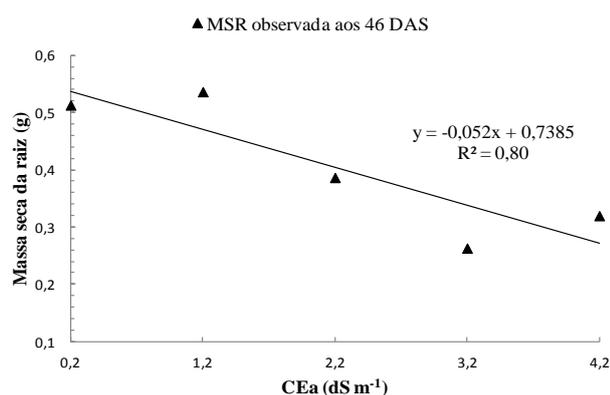


Figura 6: Massa seca da raiz (MSR) de plantas de pinhão-mansão transformada em \sqrt{X} , aos 46 DAS em casa de vegetação em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

É importante salientar que a planta pode se precaver na absorção de sais na solução do solo, porém, intercepta parcialmente a absorção de água, nutrientes e outros compostos essenciais, os quais refletem negativamente sobre os parâmetros de crescimento e desenvolvimento, tanto do sistema aéreo, como radicular.

CONCLUSÕES

A emergência, índice de velocidade de emergência, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz do pinhão-mansão não foram afetados pela água salina.

Entre os parâmetros de crescimento, apenas o diâmetro do colo e a massa fresca da parte aérea foram afetados de forma negativa pela salinidade na água de irrigação com decréscimos de 6,39 e 13,81%, respectivamente, por

aumento unitário da CEa, quando cultivado em casa de vegetação aos 46 dias após a sementeira.

REFERÊNCIAS

- ABA – Anuário Brasileiro de Agroenergia. **Pinhão manso**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2007. 520p.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão-mansão (*Jatropha curcas*) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.
- CASTRO, E. M. de; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: Editora UFLA, 2009. 234p.
- COLMER, T. D.; MUNNS, R.; FLOWERS, T. J. Improving salt tolerance of wheat and barley: future prospects. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 45, n. 11, p. 1425-1443, 2005.
- DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônomo de genótipos de pinhão manso no semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, v.40, p.44-47, 2010.
- FLOWERS, T.J. Improving Crop Salt Tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p.307-319, 2004.
- MARTÍNEZ, J.P.; LUTTS, S.; SCHANCK, A.; BAJJI, M.; KINET, J.M. Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub *Atriplex halimus* L.? **Journal of Plant Physiology**, v.161, p.1041-1051, 2004.
- MEDEIROS, J. F. assistidas pelo 'GAT' nos estados de RN, PB e CE. Campina Grande: CCT/UFPB, 1992. 173p. **Dissertação Mestrado**.
- MELO, G. M.; CUNHA, P. C.; PEREIRA, J. A. F., WILLADINO, L.; ULISSES, C. Alterações anatômicas em folhas e raízes de *Jatropha curcas* L. cultivadas sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 670-674, 2011.
- NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R. DA; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-mansão irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.551-558, 2009.
- OLIVEIRA, I. R. R. S.; OLIVEIRA, F. N., MEDEIROS, M. A.; TORRES, BARROS, S.; TEIXEIRA, F. J. V. Crescimento inicial do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 40-45, 2010.

O'LEARY, J.W. Adaptive components of salt tolerance. In: PESSARAKLI, M. (Ed). **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.577-585.

RAMOS, L.P.; KUCEK, K.T.; DOMINGOS, A.K.; WILHEIM, H.M. Biodiesel: Um Projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Revista de Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, n. 31, p.28-37, 2003.

REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, J. J. V. R.; FREIRE, J. L. O.; ALVES, G. S.; DINIZ, A. A. Resposta inicial do pinhão-manso à salinidade da água de irrigação, em solo com esterco bovino fermentado. **IV congresso brasileiro de mamona e I simpósio internacional de oleaginosas energéticas anais...**2010. Campina Grande, PB – 2010. p. 206-211.

SEVERINO, L.S.; LIMA, R. DE L.S.. BELTRÃO, N.E. DE M. SEVERINO, L. S. Avaliação de Mudanças de Pinhão Manso em Recipientes de Diferentes Volumes por e outros. Campina Grande, 2007. 14p. Embrapa Algodão. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 81**.

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. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.44, n.5, p.437-445, 2009a.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G., FERNADES, C. R. R.; DUTRA, T. B; ARAGÃO, R. M. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-manso sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 240-246, 2009b.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E. K.; SOUSA, L. A. S.; RESENDE, P. L.; SILVA, N. D. **Cultivo do pinhão-manso para produção de biodiesel**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2007. 220p.

VALE, L. S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. DE M. Efeito da salinidade da água sobre o pinhão manso. In: **Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel**. 1, 2006. Brasília: IBPS. Anais... 2006. p.87-90.

VENGOSH, A. Salinization and saline environments. **Treatise on Geochemistry**, v.9, p.1-35, 2007.