

Crescimento inicial de genótipos de mamoneira irrigados com água salina

¹ Francisco Vanies da Silva Sá, ² Emanoela Pereira de Paiva, ³ Evandro Franklin de Mesquita, ⁴ Antônio Missiemário Pereira Bertino, ⁴ Antônio Michael Pereira Bertino, ³ Urandy Alves de Melo, ⁴ Núbia Marisa Ferreira

¹ Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó, CEP 58429-900, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: vanies_agronomia@hotmail.com

² Universidade Federal Rural do Semiárido, Rua Francisco Mota, 572, Costa e Silva, CEP 59600-971, Mossoró, RN, Brasil. E-mail: emanuelappaiva@hotmail.com

³ Universidade Estadual da Paraíba, R. Baraúnas, 351, Universitário, CEP 58429-500, Campina Grande, PB, Brasil. E-mails: elmesquita4@uepb.edu.br, urandyuepb@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, s/n, Castelo Branco, CEP 58051-900, João Pessoa, PB, Brasil. E-mails: missiemario1994@hotmail.com, ampbantonio@gmail.com, nubiamarisa1@hotmail.com

Resumo: A mamoneira é uma planta oleaginosa cultivada em todo o mundo, principalmente em regiões que enfrentam problemas com limitações hídricas, muitas vezes relacionadas com problemas de salinidade. Contudo, a identificação de materiais tolerantes à salinidade ainda é restrita. Diante disto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o crescimento inicial de genótipos de mamoneira irrigados com água salina. O experimento foi conduzido no período de outubro a novembro de 2013, em casa de vegetação, no município de Catolé do Rocha-PB. Foram avaliados dois níveis de salinidade da água (Sal): $S_1= 0,6$ e $S_2= 3,0$ dS m^{-1} na irrigação de seis genótipos de mamona (G): G1 - BRS Nordestina; G2 - BRS Energia; G3 - LA Guarani; G4 - BRS Gabriela; G5 - IAC- Guarani; G6 - IAC 028. Unindo-se os fatores em um delineamento em blocos casualizados, tem-se como resultado 12 tratamentos (2 níveis de salinidade (Sal) x 6 genótipos de mamona (G), com 3 repetições, perfazendo 36 unidades experimentais, sendo cada parcela constituída por 2 plantas úteis. Aos 30 dias após a semeadura as plantas foram avaliadas quanto ao crescimento e acúmulo de fitomassa. O aumento da salinidade da água afetou o crescimento e o acúmulo de matéria seca dos genótipos de mamoneira. Os genótipos BRS Nordestina, BRS Energia, BRS Gabriela e o IAC 028 são os mais tolerantes à salinidade na fase de crescimento inicial dentre os materiais estudados. Os genótipos BRS Nordestina e IAC 028 alteram a sua distribuição de fotoassimilados em função do aumento da salinidade, expressando alto grau de tolerância ao estresse salino.

Palavras chave: *Ricinus communis* L., Salinidade, Biometria, Desenvolvimento

Growth initial of genotypes of castor irrigated with saline water

Abstract: The Castor is an oilseed plant cultivated throughout the world, especially in regions facing problems with water limitations often related to salinity problems. However identifying tolerant materials salinity is restricted. Given this, in order to study the initial growth of castor bean genotypes irrigated with saline water. The experiment was conducted between October and November 2013 in the greenhouse, in city of Catolé do Rocha, PB, Brazil. Two levels of salinity (Sal) were evaluated: $S_1= 0.6$ and $S_2= 3.0$ dS m^{-1} in irrigation of six genotypes castor (G): G1 - BRS Nordestina; G2 - BRS Energia; G3 - LA Guarani; G4 - BRS Gabriela; G5 - IAC- Guarani; G6 - IAC 028. Joining the factors, in a randomized block design, have as a result 12 treatments (two levels of salinity (Sal) x 6 castor genotypes (G), with 3 replications, a total of 36 experimental units, being each plot consists of 2 plants useful. At 30 days after sowing were evaluated plant height, stem diameter, number of leaves, dry weight of shoot, root dry matter, total dry matter and relation root / shoot. Increased salinity affected the growth and dry matter accumulation of the genotypes of castor bean. The genotypes BRS Nordestina, BRS Energia, BRS Gabriela and IAC 028 are the most tolerant to salinity the early stage of growth among the evaluated. The genotypes BRS Nordestina and IAC 028 alter their of photosynthates distribution with increasing salinity, expressing high degree of salt tolerance.

Key words: *Ricinus communis* L., Salinity, Biometrics, Development

Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma espécie xerófila considerada de alto valor industrial, haja vista, que o óleo extraído de suas sementes é matéria-prima para várias indústrias, com destaque para a produção de biodiesel (Beltrão et al., 2003). Diante disto, em 2005 diversos Estados do Nordeste passaram a receber incentivos financeiros do governo federal para expandir a área de exploração de mamona, embasada principalmente na agricultura familiar (Beltrão et al., 2010 & Mesquita et al., 2012), que estão predominantemente inseridas no semiárido nordestino.

A cultura constitui-se alternativas a problemas econômicos e socioambientais, devido a sua ampla adaptabilidade climática, tolerância à deficiência hídrica e ser moderadamente tolerante aos sais (Babita et al., 2010), atuando como uma importante estratégia de convívio com o semiárido. Apesar das limitações produtivas em função da baixa disponibilidade hídrica nas regiões semiáridas, o aspecto qualitativo (ou rendimento do óleo) é um fator preponderante que justifica o baixo desempenho da cultura nesta região. Além das limitações quantitativas dos recursos hídricos, a salinidade da água disponível para irrigação é outro fator limitante para um maior desempenho da cultura (Medeiros et al., 2007, Nobre et al., 2012 & Mesquita et al., 2015).

De acordo com Cavalcanti et al. (2005) a salinidade da água utilizada para irrigação na região semiárida, atinge condutividade elétrica em torno de 5,0 dS m⁻¹. Lima et al. (2012) trabalhando com a cultivar BRS Energia observa que águas com salinidade superiores a 2,1 dSm⁻¹ reduzem drasticamente o crescimento inicial da cultura. Altas concentrações de sais no solo e na água podem reduzir o potencial hídrico do solo, provocando efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (Silva et al., 2003 & Soares et al., 2013).

Dessa forma, há necessidade de se encontrar genótipos tolerantes, em função das respostas diferenciadas ao estresse salino observado em indivíduos de uma mesma espécie (Ayers & Westcot, 1999), a exemplo de mecanismo, para regular o estresse osmótico e iônico. Uma estratégia para compreender isto, segundo Fageria et al. (2010), é que este fenômeno pode estar relacionado à absorção seletiva de íons apresentada em dados genótipos, pois plantas algumas tolerantes

possuem a capacidade de retirar nutrientes essenciais da solução salina, onde a concentração de íons não essenciais (tóxicos) é maior.

Contudo, devido a moderada tolerância aos sais (Babita et al., 2010 & Sá et al., 2016) associada à sua rusticidade em se adaptar à maioria dos solos da Região Nordeste, o cultivo da mamoneira em áreas semiáridas do Brasil com viabilidade econômica é uma das metas propostas pelo Programa Nacional de Biodiesel e, dependem principalmente do manejo da irrigação (Centeno et al., 2012) e do potencial genético dos materiais empregados.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o crescimento inicial de genótipos de mamoneira irrigados com água salina.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de outubro a novembro de 2013, em casa de vegetação do Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba [CCHA-UEPB], Campus IV, Catolé do Rocha-PB (6°20'38"S; 37°44'48"W; 275 m).

Foram avaliados dois níveis de salinidade da água de irrigação (Sal): S₁=0,6 e S₂=3,0 dS m⁻¹, sendo estas as salinidades mais usuais em poços de pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (Medeiros et al., 2003), especificamente na mesorregião de Catolé do Rocha-PB. Os respectivos níveis de salinidade foram testados em seis genótipos de mamona (G): G1=BRS Nordestina; G2= BRS Energia; G3= LA Guarani; G4= BRS Gabriela; G5= IAC- Guarani; G6= IAC 028. Unindo-se os fatores, em um delineamento em blocos casualizados, tem-se como resultado 12 tratamentos (2 níveis de salinidade (Sal) x 6 genótipos de mamona (G)), com 3 repetições, perfazendo 36 unidades experimentais, sendo cada parcela constituída por 2 plantas úteis.

Foi utilizado como substrato solo em vasos com capacidade de 2 dm³. Quanto à caracterização química, o solo possuía: pH = 7,02; P e K = 53 e 297 mg dm⁻³; Na⁺ = 0,3; Ca²⁺ = 4,63; Mg²⁺ = 2,39 ; Al³⁺ = 0,0, H⁺ = 0,0 e CTC = 8,08 cmol_c dm⁻³, respectivamente; saturação por bases V = 100% e MO = 1,8%, e foi classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico de textura franco arenosa, obtidos empregando-se as metodologias sugeridas pela Empresa Brasileira

de Pesquisa Agropecuária [Embrapa] (2011). Foi feita uma adubação suplementar utilizando solução proposta por Hoagland & Arnon (1950), composta por: N = 15; P = 1; K= 6; Ca= 5; Mg= 2; S= 2; Fe= 0,0625; Mn= 0,01; B= 0,05; Cu= 0,003; Zn= 0,008 e Mo = 0,001 mmol L⁻¹, na proporção de 5% do volume do substrato aos 10 dias após a semeadura.

A semeadura foi realizada utilizando-se quatro sementes por vaso distribuídas de forma equidistante na profundidade de 1 cm. Após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste quando estas apresentavam duas folhas definitivas, mantendo-se apenas uma planta em cada vaso.

As irrigações foram realizadas diariamente de modo a deixar o solo com umidade próxima à capacidade máxima de retenção, com base no método de lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 20%. O volume aplicado (Va) por recipiente foi obtido pela diferença entre a lâmina anterior (La) aplicada menos a média de drenagem (d), dividido pelo número de recipientes (n), em que $Va = (La - (d/n)) / (1 - FL)$.

As soluções utilizadas na irrigação foram preparadas com adição de sais de cloreto de sódio (NaCl), o qual, compõe 70% dos íons de sais em fontes de água utilizada para irrigação em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (Medeiros et al., 2003). O preparo das soluções com as diferentes condutividades elétricas (CE) foi por adição dos sais à água até ser atingido o nível desejado de CE, conferindo-se os valores com um condutivímetro portátil ajustado para a temperatura de 25 °C.

Aos 30 dias após a semeadura (DAS) foi avaliado altura de planta (AT) (cm), obtida pela distância entre o colo e o meristema apical das plantas; o diâmetro do colmo (DC) (mm), medido a um centímetro do solo e o número de folhas (NF), a partir da contagem das folhas fotossinteticamente ativas. Também aos 30 (DAS) as plantas de mamona foram coletadas separando-se a parte aérea e raízes e acondicionadas em estufa de circulação de ar, a 65 °C, para secagem do material que, após 72 horas, foi pesado em balança analítica. De posse destes dados, foi possível mensurar a matéria seca da parte aérea (MSPA) (g), matéria seca da

raiz (MSR) (g), matéria seca total (MST) e a relação raiz/parte aérea (RRPA).

A quantificação da tolerância das plantas a salinidade foi feito conforme a classificação de Fageria et al. (2010), baseada em quatro níveis de classificação: T (tolerante; 0-20%), MT (moderadamente tolerante; 21-40%), MS (moderadamente sensível; 41-60%) e S (Sensível; > 60%), considerando como referência a massa de matéria seca total de plantas não submetidas à salinidade.

Os resultados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizado o teste de agrupamento de médias Scott & Knott ($p < 0,05$) para o fator genótipos em cada nível de salinidade estudado, para o fator níveis de salinidade da água de irrigação em cada genótipo aplicou-se o teste médias Tukey ($p < 0,05$) com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

Observou-se influência significativa da interação entre níveis de salinidade da água de irrigação e genótipos de mamoneira ($p < 0,05$) para a altura, número de folhas, matéria seca da parte aérea, da raiz, total e relação raiz/parte aérea (Tabela 1 e 2). Há influência significativa da salinidade sobre os genótipos de mamoneira corroboram com o postulado por Ayers e Westcot (1999) e Sá et al. (2016), que plantas de uma mesma espécie podem apresentar respostas diferenciadas sob condições de salinidade.

Para o diâmetro do caule não foi verificado influência dos tratamentos estudados, o que indica que a variável não é representativa para a seleção de genótipos tolerantes a salinidade na fase inicial de crescimento (Tabela 1). Os resultados observados o corroboram com os resultado de crescimento em diâmetro do caule observados por Cavalcanti et al. (2004), Mesquita et al. (2012) e Costa et al. (2013), avaliando o crescimento das mamoneiras BRS-149 Nordestina, BRS Energia e BRS Paraguaçu durante os primeiros 30 e 40 dias após a semeadura.

Tabela 1 - Altura, diâmetro do caule e número de folhas de genótipos de mamoneira sob salinidade da água de irrigação, aos 30 dias após a semeadura.

Genótipos	Salinidade da água (dS m ⁻¹)					
	0,6		3,0		3,0	
	Altura (cm)		Diâmetro do caule (mm)		Número de folhas	
G1 - BRS Nordestina	11,0 Ab	8,0 Bb	6,7 Aa	5,7 Aa	3,0 Bc	5,0 Aa
G2 - BRS Energia	18,0 Aa	14,0 Ba	5,5 Aa	6,1 Aa	5,0 Aa	5,0 Aa
G3 - LA Guarani	19,0 Aa	10,7 Ba	5,6 Aa	5,8 Aa	4,0 Ab	3,3 Ab
G4 - BRS Gabriela	19,0 Aa	15,3 Ba	5,7 Aa	6,0 Aa	5,0 Aa	5,3 Aa
G5 - IAC-Guarani	10,0 Ab	8,7 Ab	5,2 Aa	4,7 Aa	4,0 Ab	4,7 Aa
G6 - IAC 028	12,3 Ab	10,0 Ab	6,4 Aa	5,5 Aa	4,0 Ab	4,0 Ab

Letras maiúsculas comparam os níveis de salinidade em cada genótipo (Teste de médias Tukey. $p < 0,05$) e as letras minúsculas os genótipos dentro de cada nível de salinidade (Teste de agrupamento de médias Scott e Knott, $p < 0,05$).

Tabela 2 - Matéria seca da parte aérea, raiz e total e relação raiz parte aérea de genótipos de mamoneira sob salinidade da água de irrigação, aos 30 dias após a semeadura.

Genótipos	Salinidade da água (dS m ⁻¹)			
	0,6		3,0	
	MSPA (g)		MSR (g)	
G1 - BRS Nordestina	0,86 Ab	0,77 Aa	0,71 Aa	0,36 Bb
G2 - BRS Energia	0,81 Ab	0,67 Bb	0,52 Ab	0,39 Bb
G3 - LA Guarani	1,05 Aa	0,63 Bb	0,61 Ab	0,28 Bb
G4 - BRS Gabriela	0,98 Aa	0,77 Ba	0,69 Aa	0,49 Ba
G5 - IAC-Guarani	0,93 Aa	0,80 Ba	0,69 Aa	0,31 Bb
G6 - IAC 028	0,89 Ab	0,68 Bb	0,66 Ab	0,43 Ba
Genótipos	MST (g)		RRPA	
G1 - BRS Nordestina	1,57 Aa	1,13 Ba	0,83 Aa	0,47 Bb
G2 - BRS Energia	1,33 Ab	1,05 Ba	0,65 Aa	0,59 Aa
G3 - LA Guarani	1,66 Aa	0,92 Ba	0,58 Aa	0,45 Ab
G4 - BRS Gabriela	1,67 Aa	1,27 Ba	0,71 Aa	0,64 Aa
G5 - IAC-Guarani	1,62 Aa	1,11 Ba	0,74 Aa	0,38 Bb
G6 - IAC 028	1,55 Ab	1,11 Ba	0,70 Aa	0,64 Aa

Letras maiúsculas comparam os níveis de salinidade em cada genótipo (Teste de médias Tukey. $p < 0,05$) e as letras minúsculas os genótipos dentro de cada nível de salinidade (Teste de agrupamento de médias Scott e Knott, $p < 0,05$).

O aumento da salinidade da água influenciou negativamente o crescimento em altura dos genótipos BRS Nordestina, BRS Energia, LA Guarani e BRS Gabriela, observando reduções de 27,3; 22,2; 43,7 e 19,5% respectivamente, quando comparado o crescimento no menor nível (0,6 dS m⁻¹) com o obtido no maior nível (3,0 dS m⁻¹) de salinidade estudado. Resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2012) e Silva et al.

(2013) estudando o crescimento inicial da BRS Energia sob condições de salinidade da água de irrigação, verificaram reduções no crescimento em altura conforme o aumento progressivo da salinidade da água de irrigação. Os autores acreditam que resultados são em função do efeito osmótico exercido pelo estresse salino, limitando absorção de água e com isso restringindo o crescimento da planta.

Observa-se ainda, que a salinidade da água de irrigação não afetou o crescimento em altura dos genótipos IAC- Guarani e IAC 028, no entanto, tais genótipos junto ao BRS Nordestina apresentam baixo potencial de crescimento em relação aos demais estudados, o que pode estar relacionado ao hábito de crescimento dos genótipos (Tabela 1). Os genótipos BRS Energia e BRS Gabriela obtiveram os maiores crescimentos em altura sob condições de alta salinidade, indicando maior potencial de crescimento desses materiais, mesmo sob condições de estresse salino, foto importante para cultivos em regiões afetadas por altas concentrações de sais e sódio na água de irrigação (Tabela 1).

Os genótipos BRS Nordestina, BRS Energia, BRS Gabriela e IAC- Guarani obtiveram o maior número de folhas quando submetidas ao maior nível de salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$), o maior número de folhas em plantas sob estresse salino pode estar relacionado ao mecanismos tolerância a salinidade, haja vista que aumento dos tecidos foliares aumentam o número de vacúolos, favorecendo com isso maior compartimentalização de solutos, os efeitos deletérios da salinidade sobre as plantas (Flowers & Flowoers, 2005) e (Taiz & Zeiger, 2013). As plantas do genótipo BRS Nordestina emitiram maior número de folhas sob condições de alta salinidade (5 folhas) em relação a baixa salinidade (3 folhas) (Tabela 1), fato pode estar relacionado ao mecanismo de tolerância do genótipo, de modo aumentar a emissão de folhas porém com área foliar reduzida e com isso, minimizando a transpiração e consequentemente absorção de sais (Sá et al., 2016).

Observa-se ainda que o genótipo LA Guarani, foi o único genótipo dentre os estudados que reduziu o número de folhas quando submetido ao maior nível de salinidade estudado ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$), indicando com isso a sua sensibilidade ao estresse salino. Nesse genótipo também foram verificadas as maiores reduções em altura, matéria seca da parte aérea, raiz e total (Tabelas 1 e 2).

Observaram-se reduções no acúmulo de matéria seca da parte aérea dos genótipos BRS Energia, LA Guarani, BRS Gabriela, IAC- Guarani e IAC 028, na ordem de 17,3; 40,0; 21,4; 14,0 e 23,6%, respectivamente, quando submetidos ao nível de alta salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) em relação ao nível de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$). Não foi verificada influência dos níveis de salinidade

sobre o acúmulo de matéria seca da parte aérea do genótipo BRS Nordestina, o que pode estar relacionado ao maior grau de tolerância desse genótipo (Tabela 2). Respostas promissoras do crescimento da mamoneira BRS Nordestina sob condições de estresse salino foram verificadas por Mesquita et al. (2015), avaliado o crescimento e acúmulo de biomassa das mamoneiras BRS Nordestina e BRS Paraguaçu cultivadas em solo sódico sob corretivos alternativos, os autores observaram que nas condições estudadas a BRS Nordestina superou a BRS Paraguaçu.

A redução no acúmulo de matéria seca da parte aérea segue em função da redução da área foliar (número de folhas e expansão foliar) e no crescimento do caule (altura e diâmetro), apesar da pequena influência da salinidade na redução do número de folhas dos genótipos de mamoneira, possivelmente a salinidade tenha reduzido à expansão foliar dos genótipos, o qual associado às reduções no crescimento em altura tenha afetado diretamente o acúmulo de matéria seca da parte aérea. Reduções na parte aérea das plantas, principalmente quanto associada à expansão foliar limitam a atividade fotossintética das mesmas, influenciando negativamente sob o crescimento e desenvolvimento vegetal. Redução no acúmulo de matéria seca de plantas de mamoneira sob condições de estresse salino foram verificadas por Cavalcanti et al. (2004) e por Lima et al. (2011) na mamoneira BRS Nordestina e BRS Energia respectivamente.

O aumento da salinidade da água de 0,6 para $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ proporcionou reduções no acúmulo de matéria seca da raiz de todos dos genótipos estudados (Tabela 2). A redução do sistema radicular pode estar relacionados aos mecanismos de tolerância da espécie, de modo a reduzir o crescimento do sistema radicular, e limitando a absorção de íons tóxicos pelas raízes, reduzindo com isso os efeitos deletérios dos sais sob as plantas (Flowers, Flowers, 2005, Nobre et al., 2012, Mesquita et al., 2015 & Sá et al., 2016).

As maiores reduções no acúmulo de matéria seca da raiz foram verificadas nos genótipos LA Guarani e IAC-Guarani, com reduções na ordem de 54,1 e 55,1%, respectivamente, quando submetidas a alta salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$), resultados estes que corroboraram com as maiores reduções observadas no acúmulo de matéria seca da parte aérea indicando com isso o maior grau de sensibilidade desse material ao estresse salino (Tabela 2). Resultados semelhantes foram

observado por Lima et al. (2014) em que a salinidade da água de irrigação reduziu o acúmulo de matéria seca das raiz da mamoneira BRS Energia.

Os resultados observados para o acúmulo de matéria seca total seguiram a mesma tendência dos observados para o acúmulo de matéria seca da raiz e da parte aérea, de modo, que todos os genótipos sofreram reduções no acúmulo de matéria seca total quando submetidos a alta salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) (Tabela 2). As reduções seguiram a ordem LA Guarani (44,6%) > IAC Guarani (31,5%) > BRS (IAC 028) (28,4%) > BRS Nordestina (28,0%) > BRS Gabriela (24,0%) > BRS Energia (21,1%), quando submetido ao maior nível de salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) em relação ao menor nível estudado ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) (Tabela 2). Levando em consideração a classificação de Fageria et al. (2010) podemos classificar os genótipos: LA Guarani como moderadamente sensíveis a salinidade; os genótipos IAC Guarani, IAC 028, BRS Nordestina, BRS Gabriela e BRS Energia como moderadamente tolerantes ao estresse salino.

Vale salientar que os genótipos BRS Energia e BRS Gabriela sofreram as menores reduções no acúmulo de matéria seca total entre os genótipos estudados, e com isso apresentam-se como materiais potenciais para o cultivo em regiões semiáridas, que enfrentam problemas com excesso de sais na água disponível para irrigação. Essas reduções seguem em função do conjunto de desordem fisiológicas e hormonais causadas pelo estresse salino (Taiz, Zaiger, 2013 & Sá et al., 2013), reduzindo a síntese de carboidratos no vegetal e em consequência o acúmulo de matéria seca do mesmo.

Observaram-se reduções significativas na relação raiz/parte aérea dos genótipos BRS Nordestina e IAC Guarani de 43,4 e 48,7% quando submetido ao maior nível de salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) em relação ao menor nível estudado ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) (Tabela 2). A redução da relação raiz/parte aérea é tida como uma reação da planta ao estresse, seja diminuindo a formação de fitomassa das raízes de modo reduzir a absorção de íons tóxicos pela planta evitando a toxidez por íons específicos ou aumentando o acúmulo de matéria seca na parte aérea, de modo a promover uma maior síntese de fotoassimilados, diluindo com isso os efeitos dos íons tóxicos, ou ainda aumentando a emissão e expansão foliar de modo a facilitar compartimentalização de solutos no vacúolo das

folhas velhas. Acredita-se que ambos os mecanismos tenha ocorrido neste trabalho em função do aumento no número de folhas e na redução do sistema radicular.

Resultados contraditórios foi observado por Cavalcanti et al. (2005) verificando aumento da relação RRPA do genótipo BRS 149 com o aumento da salinidade da água de irrigação. Os autores verificaram que a parte aérea foi mais afetada pela salinidade que as raízes. Fato contraditório ao observado no presente trabalho, no qual as cultivares de mamoneira sofreram maiores reduções na matéria seca da raiz, o que pode ser atribuído ao próprio mecanismo de tolerância dos genótipos em estudo como citado anteriormente.

Conclusões

O aumento da salinidade da água afetou o crescimento e o acúmulo de matéria seca dos genótipos de mamoneira, sendo a matéria seca da raiz a mais afetada pela salinidade.

Os genótipos BRS Nordestina, BRS Energia, BRS Gabriela e o IAC 028 são os mais tolerantes à salinidade dentre os materiais estudados.

Os genótipos BRS Nordestina e IAC 028 alteram a sua distribuição de fotoassimilados em função do aumento da salinidade, expressando alto grau de tolerância ao estresse salino.

Referências

- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1999). *A qualidade de água na agricultura* (2 ed.,153p) (FAO, Irrigação e Drenagem, n. 29). Campina Grande: UFPB.
- Babita, M., Maheswari, M., Rao, L. M., A. K., Shanker, Rao, A. K., & Rao, D. G. (2010). Osmotic adjustment, drought tolerance and yield in castor (*Ricinus communis* L.) hybrids. *Environmental and Experimental Botanic*, 69, 243-249.
- Beltrão, N. E. M., Vale, L. S., Marques, L. F., & Cardoso, G. D. (2010). Consórcio mamona e amendoim: Opção para a Agricultura Familiar. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 5, 222-227.

- Beltrão, N. E. M., Araújo, A. E., Amaral, J. A. B., Cardoso, G. D., & Pereira, J. R. (2003). *Zoneamento e época de plantio da mamoneira para o Nordeste brasileiro com aptidão sem restrições* (Comunicado Técnico, n.193). Campina Grande: Embrapa Algodão.
- Cavalcanti, M. L. F., Fernandes, P. D., Gheyi, H. R., Barros Jr., G., Soares, F. A. L., & Siqueira, E. C. (2005). Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: Germinação e características de crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9 (Supl.), 57-61.
- Cavalcanti, M. L. F., Barros Jr., G., Carneiro, P. T., Fernandes, P. D., Gheyi, H. R., & Cavalcanti, R. S. (2004). Crescimento inicial da mamoneira submetido à salinidade da água de irrigação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 4, 1-8.
- Centeno, C. R. M., Azevedo, C. A. V., Santos, D. B. Lira, V. M., & Santos, J. B. (2012). Estimación de la evapotranspiración del ricino (*Ricinus communis* L.) cv. BRS energía regado com diferentes niveles de água salina. *Agrociencia*, 42, 321-33.
- Costa, M. E., Morais, F. A. M., Souza, W. C. M., Gurgel, M. T., & Oliveira, F. H. T. (2013). Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. *Revista Ciência Agronômica*, 44 (1), 34-43.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2011). *Manual de métodos de análise do solo* (3 ed., 230p) (Documentos, n. 132). Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos.
- Fageria, N. K., Soares Filho, W. S., & Gheyi, H. R. (2010). Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados* (Cap 13, pp. 205-216). INCTSal
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência Agrotecnologia*, 35 (6), 1039-1042.
- Flowers, T. J., & Flowers, S. A. (2005). Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agricultural Water Management*, 78 (1), 15-24.
- Hoagland, D. R., & Arnon, D.I. (1950). *The water-culture method for growing plants without soil* (Circular, n. 347, 32p). Berkeley, California: Agricultural Experiment Station.
- Lima, G. S., Soares, L. A. A., Nobre, R. G., Gheyi, H. R., & Silva, S. S. (2011). Influência do estresse salino e da adubação nitrogenada no crescimento da mamoneira cv. BRS Energia. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6 (3), 213-221.
- Lima, G. S., Nobre, R. G., Gheyi, H. R., Soares, L. A. A., & Dias, A. S. (2012). Interação entre salinidade da água e adubação nitrogenada sobre o crescimento inicial da mamoneira. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 8 (2), 29-37.
- Lima, G. S., Nobre, R. G., Gheyi, H. R., Soares, L. A. A., & Silva, S. S. (2014). Respostas morfofisiológicas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. *Irriga*, 19 (1), 130-136.
- Medeiros, J. F. de, Lisboa, R. A., Oliveira, M. DE, Silva Jr., M. J., & Alves, L. P. (2003). Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7, 469-472.
- Medeiros, J. F., Silva, M. C. C., Sarmento, D. H. A., & Barros, A.D. (2007). Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11 (3), 248-255.
- Mesquita, E. F., Chaves, L. H. G., Guerra, H. O. C., & Lacerda, R. D. (2012). Crescimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob fertilização NPK. *Revista Caatinga*, 25 (2), 35-43.
- Mesquita, E. F., Sá, F. V. S., Bertino, A. M. P., Cavalcante, L. F., Paiva, E. P., & Ferreira, N. M. (2015). Effect of soil conditioners on the chemical attributes of a saline-sodic soil and on the initial growth of the castor bean plant. *Semina: Ciências Agrárias*, 36 (5), 2527-2538.
- Nobre, R. G., Lima, G. S., Gheyi, H. R., Medeiros, E. P., Soares, L. A. A., & Alves, A. N. (2012). Teor de óleo e produtividade da mamoneira de acordo com a adubação nitrogenada e irrigação com água salina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47 (7), 991-999.

Sá, F. V. S., Brito, M. E. B., Melo, A. S., Antônio Neto, P., Fernandes, P. D., & Ferreira, I. B. (2013). Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, 17 (10), 1047–1054.

Sá, F. V. S., Paiva, E. P., Mesquita, E. F., Bertino, A. M. P., Barbosa, M. A., & Souto, L. S. (2016). Tolerance of castor bean cultivars under salt stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20 (7), 557-563.

Silva, J. V., Lacerda, C.F., Costa, P. H. A., Enéas Filho, J., Gomes-Filho, E., & Prisco, J. T. (2003). Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. *Brazilian Journal Plant Physiology*, 15, 99-105.

Silva, S. S., Soares, L. A. A., Lima, G. S., Nobre, R. G., Gheyi, H. R., & Silva, A. O. (2013). Manejo de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira em área do semiárido Paraibano. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 9 (2), 110-117.

Soares, L. A. A., Lima, G. S., Nobre, R. G., Gheyi, H. R., & Lourenço, G. S. (2013). Características morfológicas e produtivas da mamoneira em cultivo com águas salinas e adubação nitrogenada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8 (2), 59-67.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegeta*. (5 ed., 918p). Porto Alegre: Artmed.

Recebido em: 08/10/2014

Aceito em: 12/09/2016