

Utilização de águas salinas e doses de adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira cv. BRS Energia

Use of saline water and nitrogen fertilization in the cultivation of castor bean cv. BRS Energy

Geovani Soares de Lima¹, Reginaldo Gomes Nobre^{2*}, Hans Raj Gheyi³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares¹, Saulo da Silva Soares⁴

RESUMO – Com o objetivo de avaliar o crescimento e os componentes de produção da mamoneira em função de diferentes níveis salinidades da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada, conduziu-se um experimento em lisímetros sob condições de campo, no CCTA/UFCG, entre os meses de outubro de 2010 e fevereiro de 2011. Adotou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, cujos tratamentos consistiram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,4; 1,4; 2,4; 3,4 e 4,4 dS m⁻¹) e cinco doses de nitrogênio (50; 75; 100; 125 e 150% da dose recomendada para ensaio). A salinidade da água de irrigação influenciou linear e de forma decrescente o número de folhas, o diâmetro de caule, a fitomassa seca total, a relação número de sementes/comprimento do racemo primário e a massa seca do racemo primário, sendo que a massa seca do racemo primário a variável mais sensível; Condutividade elétrica da água de irrigação a partir 2,2 dS m⁻¹ e doses de adubação nitrogenada acima de 50% promove redução na relação raiz/parte aérea; A altura de planta é afetada pela interação entre os fatores salinidade da água e doses de nitrogênio para altura de plantas.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., Estresse salino, Condutividade elétrica

SUMMARY - In order to evaluate the growth and yield components of castor bean as a function of different salinity levels of irrigation water and nitrogen fertilizer levels, we conducted an experiment in lysimeters under field conditions, the CCTA/UFCG between the months October 2010 and February 2011. We adopted the design in randomized blocks in factorial 5 x 5 scheme with three replications and the treatments consisted of combination five levels of electrical conductivity of irrigation water - ECw (0.4; 1.4; 2.4; 3.4 and 4.4 dS m⁻¹) and five nitrogen doses (50, 75, 100, 125 and 150% of the recommended dose). The salinity of irrigation water influenced linear and so decreasing the number of leaves, stem diameter, total dry biomass, the relative number of seeds / primer raceme length and dry mass of the primary raceme, and the dry mass of primary raceme the most sensitive variable; electrical conductivity of irrigation water starting 2.2 dS m⁻¹ and nitrogen fertilization above 50% causes a reduction in the root / shoot; plant height is affected by interaction among salinity water and nitrogen levels on plant height.

Keywords: *Ricinus communis* L., Salt stress, Electric conductivity

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/05/2012; aprovado em 30/06/2012

¹ Eng. Agrônomo, pós-graduando em Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG, Campina Grande, PB, Brasil geovanisoareslima@gmail.com; laurispo@hotmail.com

² Eng. Agrônomo, D.Sc. Prof. do CCTA/UAGRA/UFCG, Pombal, PB, Brasil, Bairro Jardim Rogério, Rua Newton Seixas, 333, CEP: 58840-000, Pombal, PB, rgomesnobre@pq.cnpq.br

³ Prof. Visitante Sênior Nacional, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA. hans@pq.cnpq.br

⁴ Graduando em Agronomia, CCTA/UFCG, Pombal, PB, saulo20-@hotmail.com

INTRODUÇÃO

No mundo há uma procura crescente por novas fontes de energia, uma vez que as fontes convencionais agredem o meio ambiente. Esta busca por fontes alternativas e limpas de energia, nos últimos anos, tem priorizado as fontes renováveis que não causem impacto negativo ao meio ambiente, e neste sentido, a mamoneira vem se destacando, tendo consequente expansão de seu cultivo no Brasil devido à possibilidade do uso do óleo de suas sementes como biodiesel (AZEVEDO et al., 1997).

A escassez de recursos hídricos nas regiões áridas e semiáridas envolvem aspectos quantitativos e qualitativos, principalmente no que diz respeito à presença de sais, causando restrições de uso para o consumo humano, animal e irrigação (MEDEIROS et al., 2003). Com a redução da disponibilidade de águas de boa qualidade em todo o mundo, o uso de águas salinas na irrigação deve ser considerada 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).

As altas concentrações de sais no solo e na água, além de reduzir o potencial hídrico do solo, podem provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (SILVA et al., 2003). O mais importante mecanismo, segundo Fageria (1989), para regular o estresse osmótico, talvez seja a absorção seletiva de íons, pois plantas tolerantes possuem a capacidade de retirar nutrientes essenciais da solução salina, onde a concentração de íons não essenciais (tóxicos) é maior.

Entre as principais técnicas aplicadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas, destaca-se o suprimento nutricional, especialmente de nitrogênio, principalmente porque este nutriente participa diretamente no metabolismo das plantas, atuando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucléicos, aminoácidos e proteínas. Flores et al. (2001) relatam que a fertilização nitrogenada não só promove crescimento de planta, mas também pode reduzir o efeito da salinidade nas plantas.

Neste contexto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o crescimento e os componentes de produção da mamoneira em função da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre outubro de 2010 e fevereiro de 2011, em lisímetros sob condições de campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, PB, situada a 6°48'16" de latitude S, 37°49'15" de longitude W e altitude média de 144 m. De acordo com a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil (COELHO & SONCIN, 1982), o clima predominante na região é do tipo Aw: quente e úmido com chuvas de verão-outono e amplitude térmica inferior a 5°C.

Adotou-se o delineamento estatístico em blocos inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, cujos tratamentos consistiram de diferentes níveis de condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,4; 1,4; 2,4; 3,4 e 4,4 dS m⁻¹) associado a doses de adubação nitrogenada (50; 75; 100; 125 e 150% da recomendação de adubação nitrogenada para ensaios, conforme Novais et al. (1991).

Obtiveram-se os diferentes níveis de salinidade a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento local, cuja quantidade (C) foi determinada com base na equação de Richards (1954), sendo C (mg L⁻¹) = 640 x CEa (dS m⁻¹), onde a CEa representa o valor desejado da condutividade elétrica da água. As respectivas águas eram acondicionadas em tonéis plásticos de 100 L de capacidade.

Utilizou-se a cultivar de mamoneira 'BRS Energia', onde conforme Milani (2010) este material genético possui ciclo de 120 a 150 dias, frutos semi-indeiscentes, teor de óleo nas sementes em média de 48% e produtividade média de 1.800 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Utilizaram-se no experimento vasos plásticos de 100 L de capacidade, preenchidos com 2 kg de brita (número zero) a qual cobria a base e 107,8 Kg de material de solo (textura areia franca) não salino e não sódico proveniente de uma área do município de Pombal-PB cujas características físicas e químicas (Tabela 1), foram obtidas conforme metodologias recomendadas pela Embrapa (1997) e por Richards (1954). Os vasos possuíam furos na base para permitir a drenagem, onde foram instalados recipientes plásticos com capacidade de 2 L para o monitoramento do volume drenado e consumo hídrico (volume aplicado-volume drenado) pela cultura.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

| Característica | Valor |
|---|--------------|
| Classificação textural | Areia Franca |
| Densidade aparente – kg dm ⁻³ | 1,31 |
| Porosidade - m ³ | 48,22 |
| Complexo sortivo (cmol_c kg⁻¹) | |
| Cálcio (Ca ²⁺) | 7,50 |
| Magnésio (Mg ²⁺) | 5,15 |
| Sódio (Na ⁺) | 0,29 |
| Potássio (K ⁺) | 0,29 |
| Extrato de saturação | |
| pH _{ps} | 7,33 |
| CE _{es} – dS m ⁻¹ | 0,53 |
| Cloro (Cl ⁻) (mmol _c L ⁻¹) | 3,75 |
| Carbonato (CO ₃ ²⁻) (mmol _c L ⁻¹) | 0,00 |
| Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) (mmol _c L ⁻¹) | 2,00 |
| Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mmol _c L ⁻¹) | 0,89 |
| Cálcio (Ca ²⁺) (mmol _c L ⁻¹) | 1,87 |
| Magnésio (Mg ²⁺) (mmol _c L ⁻¹) | 1,25 |
| Sódio (Na ⁺) (mmol _c L ⁻¹) | 2,51 |
| Potássio (K ⁺) (mmol _c L ⁻¹) | 0,49 |

Na adubação de fundação foi aplicado 162,5 g de super fosfato simples, 12 g de K₂SO₄ e 2,2 Kg (equivalente a 2%) de húmus de minhoca (6,3 g de N kg⁻¹, 1,28 g de P kg⁻¹ e 0,53 g de K kg⁻¹) por vaso. O material de solo após acondicionado nos vasos foi posto em capacidade de campo, usando-se as respectivas águas conforme tratamentos.

A adubação nitrogenada foi parcelada em cinco vezes e aplicada via fertirrigação em intervalos de onze dias a partir de 24 dias após a semeadura (DAS), sendo aplicados por vaso no tratamento N₃, 16,67 g de fosfato monoamônio (MAP) mais 4,44 g de uréia.

O semeio foi realizado no dia 28 de outubro de 2010, semeando-se dez sementes por vaso a 2 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante. A emergência das plântulas teve início no 6º DAS e continuou até o décimo terceiro dia. Aos 14 DAS realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se apenas quatro plantas por vaso, as de melhor vigor. Aos 21, 35 e 46 DAS foram realizados novos desbastes, onde eliminou-se em cada um, uma planta por vaso.

Após a semeadura, fez-se irrigação diariamente, aplicando-se em cada vaso água com seus respectivos níveis de condutividade elétrica. As irrigações foram realizadas com base no balanço hídrico, acrescido de aproximadamente 10% de fração de lixiviação.

Para análise do efeito dos tratamentos foram avaliados aos 14 dias após semeio (DAS), o número de folhas (NF), o diâmetro de caule (DC) e a altura de planta (AP); na quantificação do NF, foram consideradas as folhas com no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa e comprimento mínimo de 3 cm;

o DC foi determinado a 5 cm do colo das plantas e a AP foi definida mensurando-se a distância entre o colo da planta e a inserção do racemo primário. A relação raiz/parte aérea (R/PA) foi avaliada aos 46 DAS, obtida pela relação entre a fitomassa seca da raiz e a massa seca da parte aérea. Aos 120 DAS determinou-se a fitomassa seca total (FST) através do somatório da massa seca das folhas, caules e raízes. Por ocasião da colheita dos racemos, iniciada aos 72 DAS, avaliaram-se a relação número de sementes/comprimento do racemo primário (NSem/CRP) e a massa seca do racemo primário (MSeCRP).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear, quadrática e cúbica utilizando do software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras, MG) (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se com base nos resultados do teste F (Tabela 2), haver efeito significativo (p<0,01) dos níveis de salinidade da água de irrigação para as variáveis NF, DC, AP e R/PA. No que diz respeito ao fator doses de adubação nitrogenada, verifica-se haver efeito significativo (p<0,01) apenas AP e R/PA, enquanto a interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) promoveu efeito significativo (p<0,05) sobre altura de planta.

Tabela 2- Resumo do teste de F para número de folhas (NF), diâmetro caulinar (DC), altura de planta (AP) aos 14 DAS e relação raiz/parte aérea (R/PA) aos 46 DAS de plantas de mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio.

| Fonte de Variação | Teste F | | | |
|------------------------|---------|-------|-------|-------------------|
| | NF | DC | AP | R/PA ¹ |
| Salinidade da água (S) | ** | ** | ** | ** |
| Reg. Linear | ** | ** | ** | ns |
| Reg. Quadrática | ns | ns | ns | * |
| Reg. Cúbica | ns | ns | ns | ns |
| Doses nitrogênio (N) | ns | ns | ** | ** |
| Reg. Linear | - | - | ** | ** |
| Reg. Quadrática | - | - | ns | ** |
| Reg. Cúbica | - | - | ns | ns |
| Interação (S x N) | ns | ns | * | ns |
| Bloco | * | ** | ** | ns |
| CV (%) | 11,83 | 10,36 | 14,42 | 6,00 |

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a p < 0,01 e p < 0,05; ¹ análise estatística realizada após transformação de dados em $\sqrt{X + 1}$

Os níveis crescentes da salinidade da água de irrigação afetaram significativamente (p<0,01) o NF das

plantas aos 14 DAS (Tabela 2) e conforme equação de regressão (Figura 1A), o modelo linear indica um

decréscimo de 4,19% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, ou seja, redução de 16,78% no NF das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ em relação as sob irrigação com água de 0,4 dS m⁻¹. Segundo Fageria (1989) decréscimos no número de folhas quando as plantas são cultivadas sob estresse salino, ocorrem como forma de adaptação, visando minimizar as perdas de água por transpiração. O aumento do potencial osmótico dificulta a absorção de água pela planta, e consequentemente afeta o crescimento e desenvolvimento da planta (TESTER & DAVENPORT, 2003). Cavalcanti *et al.* (2005) ao estudar a influência da

salinidade na germinação e no crescimento da mamoneira BRS 149 – Nordestina, também observaram o efeito negativo da salinidade sobre o crescimento da planta, verificando que o NF decresceu 2,95% por incremento unitário da CEa acima de 1,78 dS m⁻¹. Em estudos com a cultura da mamoneira em casa de vegetação, Silva *et al.* (2008), também verificaram que, a salinidade da água de irrigação promoveu redução progressiva do NF, com decréscimos por aumento unitário da CEa de 9,9 e 7,5% para as cultivares BRS Paraguaçu e BRS Energia aos 80 DAS, respectivamente.

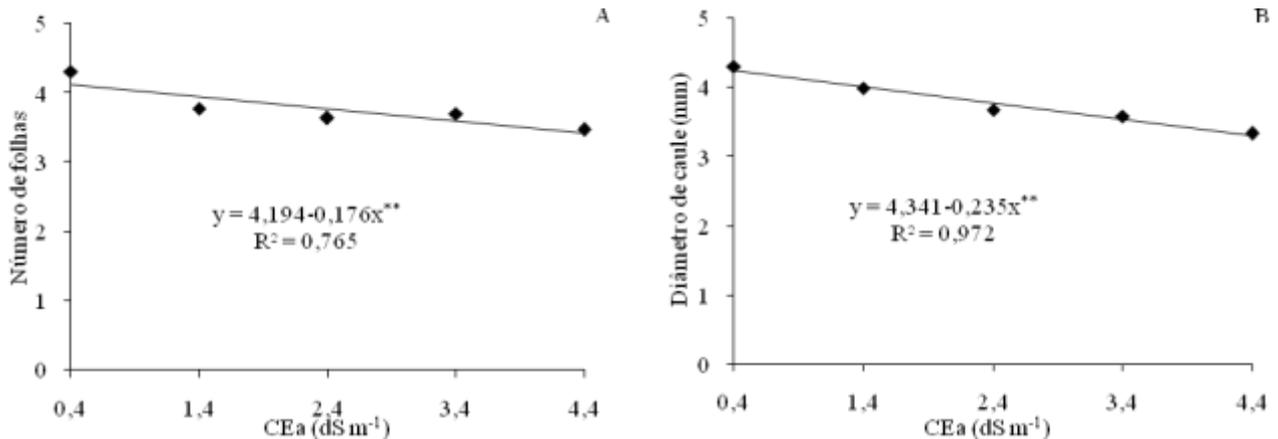


Figura 1 – Número de folhas (A) e diâmetro de caule (B) da mamoneira aos 14 DAS após o semeio, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.

O DC foi significativamente ($p < 0,01$) afetado pela salinidade crescente da água de irrigação (Tabela 2). De acordo com a equação de regressão (Figura 1B), houve resposta linear do DC com o aumento da CEa, com decréscimo de 5,41% por aumento unitário da CEa, ou seja, decréscimo de 21,65% (0,94 mm) no DC das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹, em relação à testemunha. Segundo Ayers & Westcot (1999), o aumento da pressão osmótica do solo ocasionado pelos íons, atua de forma negativa sobre os processos fisiológicos, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular, advindo, como consequência, a redução no crescimento das plantas. Os resultados obtidos nesta pesquisa foram maior aos encontrados por Cavalcanti *et al.* (2005) estudando o efeito da salinidade da água na cultura da mamoneira BRS 149 - Nordestina em casa de vegetação, onde observaram que o diâmetro do caule decresceu apenas 1,45% por aumento unitário da CEa. Nery *et al.* (2009), conduzindo experimento em ambiente protegido com pinhão-manso também verificaram efeito linear e decrescente da CEa sobre o DC, constatando redução de no diâmetro das plantas de 7,35%, por aumento unitário da CEa.

A AP foi afetada significativamente ($p < 0,01$) pela interação entre os fatores estudados (Tabela 2). Conforme equações de regressão referente AP (Figura 2), observa-se decréscimos linear por aumento unitário da CEa na ordem de 8,74; 10,88; 10,73 e 8,38% na AP das

plantas submetidas respectivamente, a doses de nitrogênio de 75, 100, 125 e 150%, ou seja, a AP das plantas sob irrigação com níveis de salinidade de 4,4 dS m⁻¹ decresceram 3,97; 5,01; 4,49 e 3,37 cm, em relação as plantas irrigadas com CEa de 0,4 dS m⁻¹. Verifica-se ainda na Figura 2 que quando forneceu a dose de 50% de nitrogênio não houve influência significativa para a característica estudada. De acordo com Abd El-Shamad & Shaddad (2000) em condições salinas é notória redução na absorção de nitrogênio pelas plantas, em consequência do efeito antagônico existente entre íons de nitrato e de cloro. Larcher (2000) cita que quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais é reduzida, especialmente o NO₃⁻, K⁺ e Ca²⁺.

Para a variável relação R/PA (Figura 3A) cujo comportamento foi descrito por uma equação quadrática, nota-se que a CEa de 2,20 dS m⁻¹ proporcionou a maior relação R/PA (0,2325 g.g⁻¹). Constata-se na Figura 3A que os níveis de salinidade da água de irrigação variando entre 2,00 a 2,50 dSm⁻¹ promoveram uma R/PA média de 0,2308 g.g⁻¹, ou seja, valores esses, próximo a maior R/PA obtida nesta pesquisa. Observa-se ainda pelos estudos de regressão (Figura 3A) haver uma redução na relação R/PA quando submeteram-se as plantas à CEa inferior e superior a este intervalo (2,00 a 2,50 dSm⁻¹). A partir dos resultados de fitomassa seca das plantas de mamoneira cv. BRS Energia constata-se que estes decréscimos da fitomassas estão relacionados, possivelmente, a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino,

como reduções na expansão foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea e de raízes (MELONI et al., 2001).

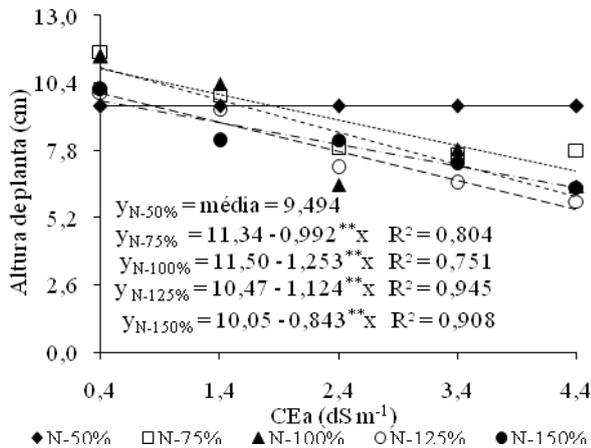
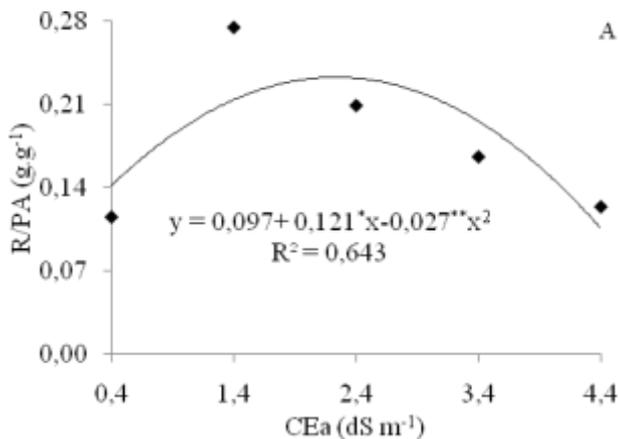


Figura 2 – Altura de planta da mamoneira aos 14 dias após o semeio, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa e das doses de adubação nitrogenada– DN.

Diferentemente dos resultados obtidos neste estudo, Cavalcanti et al. (2005) estudando a influência da salinidade na germinação e no crescimento da mamoneira



BRS Nordestina, obtiveram efeito linear crescente da salinidade da água sobre a relação R/PA, com incremento de 9,85% da R/PA por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Vale salientar que neste estudo as águas foram preparadas utilizando cloreto de Na, Ca²⁺ e Mg²⁺, ao contrário do presente estudo em que utilizou-se apenas NaCl.

Com relação ao fator doses de adubação nitrogenada constata-se com a equação de regressão (Figura 3B) efeito linear e decrescente, havendo decréscimos de 7,91% por aumento de 25% das doses de N estudada, ou seja, redução de 31,64% na R/PA das plantas submetidas a 150% de N em relação as que receberam 50% de N. Bosco et al. (2009) relatam que, plantas cultivadas sob salinidade tendem a absorver menos nitrogênio enquanto que os níveis de Cl⁻ absorvidos e acumulados são acrescidos. Oliveira et al. (2009) comentam que, elevados teores de esterco, ou seja, adubo fonte de nitrogênio, podem proporcionar desbalanço nutricional no solo e, em consequência ocorre redução no crescimento e desenvolvimento influenciando diretamente a produção de fitomassa da cultura.

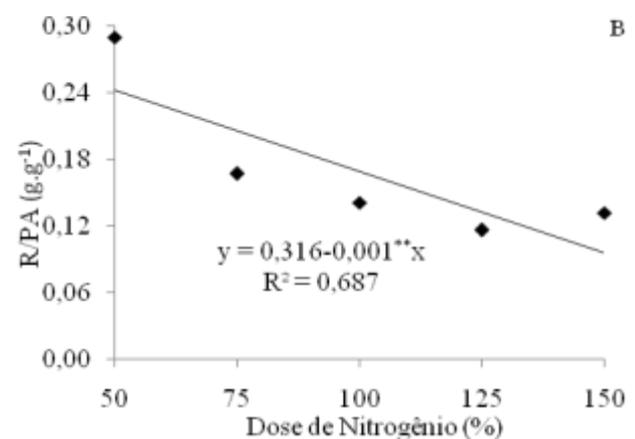


Figura 3 – Relação raiz/parte aérea da mamoneira aos 46 dias após o semeio, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e das doses de adubação nitrogenada (B).

Verifica-se com base nos resultados da análise de variância (Tabela 3) a ocorrência de efeito significativo (p<0,01) dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação sobre fitomassa seca total (FST), relação número de sementes/comprimento do racemo primário (NSem/CRP) e a massa seca do racemo primário (MSecRP). No tocante ao fator doses de adubação nitrogenada assim como para interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) constatou-se não haver influência significativa para nenhuma característica avaliada.

O aumento do nível de salinidade da água de irrigação afetou de forma significativa e negativa (p<0,01) a FST da mamoneira (Tabela 3) e de acordo com os estudos de regressão (Figura 4), o efeito foi linear e

decrescente, havendo decréscimo por aumento unitário da CEa de 13,10%, ou seja, redução de 31,65 g (52,42%) na FST das plantas submetidas a CEa de 4,4 dS m⁻¹ em relação às irrigadas com água de 0,4 dS m⁻¹. Conforme Rhoades & Loveday (1990) aumentando a condutividade elétrica da água (CEa) aumenta, também, a tensão necessária para que a planta retire água do solo, uma vez que o potencial do solo se torna cada vez mais negativo e, conseqüentemente, a planta terá maior dificuldade para utilizar esta água que, apesar de sua presença no solo, não está totalmente disponível para as plantas, contribuindo para redução do crescimento das espécies sob tal estresse, advindo, como consequência, a diminuição no acúmulo de fitomassa das plantas. Resultados nesse sentido foram, também, verificados por Oliveira et al. (2010) avaliando o

comportamento do pinhão-mansão quando submetido a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação na fase inicial de crescimento, observaram que, com o

incremento dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, houve redução da massa seca da parte aérea da planta.

Tabela 3- Resumo do teste de F para fitomassa seca total (FST), relação número de sementes/comprimento do racemo primário (NSem/CRP) e massa seca do racemo primário (MSecRP) de plantas da mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio

| Fonte de Variação | Teste F | | |
|------------------------|------------------|-----------------------|--------|
| | FST ¹ | NSem/CRP ² | MSecRP |
| Salinidade da água (S) | ** | ** | ** |
| Reg. Linear | ** | ** | ** |
| Reg. Quadrática | ns | ns | * |
| Reg. Cúbica | ns | ns | ns |
| Doses nitrogênio (N) | ns | ns | ns |
| Reg. Linear | - | - | - |
| Reg. Quadrática | - | - | - |
| Reg. Cúbica | - | - | - |
| Interação (S x N) | ns | ns | ns |
| Bloco | ns | ns | ns |
| CV (%) | 12,98 | 14,31 | 18,03 |

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹ análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} ; ² análise estatística realizada após transformação de dados em $\sqrt{X + 1}$

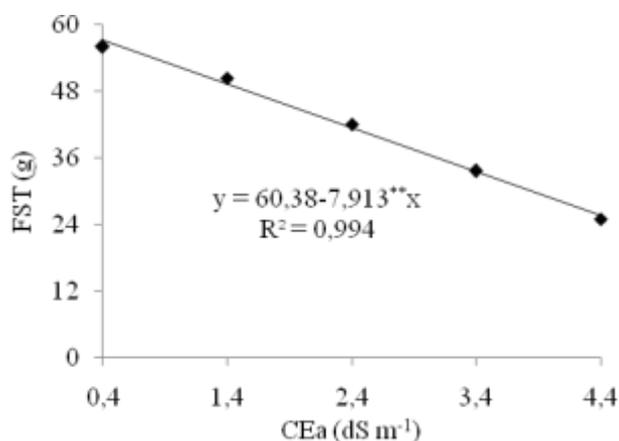


Figura 4 – Fitomassa seca total de plantas de mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.

A relação número de sementes/comprimento do racemo primário (NSem/CRP) foi afetada significativamente ($p < 0,01$) pelos níveis crescentes de salinidade da água de irrigação (Tabela 3). De acordo com o modelo estatístico obtido para esta característica (Figura 5A), verifica-se efeito linear e decrescente, com decréscimo de 10,72% por aumento unitário da CEa, ou seja, quando submetem-se as plantas a salinidade da água de 4,4 dS m⁻¹ houve redução na relação NSem/CRP

de 42,89%, comparando-se com as sob CEa de 0,4 dS m⁻¹. Analisando-se isoladamente os parâmetros NSem e CRP constatou-se apartir dos estudos de regressão, efeito mais pronunciado do estresse salino sobre o NSem, ocorrendo decréscimos na ordem de 17,02% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 68,11% quando se comparam as plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ com as de 0,4 dS m⁻¹. Esses efeitos estão associados aos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais do estresse salino, que afetam a assimilação líquida de CO₂, inibem a expansão foliar e aceleram a senescência de folhas maduras, reduzindo, conseqüentemente, a área destinada ao processo fotossintético e a produção total de fotoassimilados advindo, como consequência, a redução na produção da cultura (MUNNS, 2002; LACERDA *et al.*, 2003).

Para a variável massa seca do racemo primário (MSecRP) nota-se que houve também efeito significativo ($p < 0,01$) dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (Tabela 3), cujo comportamento está descrito pelo modelo linear (Figura 5B). Analisando a equação de regressão (Figura 5B) vê-se decréscimo de 16,68% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 66,73% (2,02 g) na MSecRP das plantas irrigadas com CEa de 4,4 dS m⁻¹ em relação às irrigadas com água de 0,4 dS m⁻¹. Conforme Rhoades *et al.* (2000), a salinidade do solo, causada pela irrigação com água salina ou pela combinação de fatores água, solo e manejo das culturas, pode resultar em redução no número de frutos, no peso dos frutos e sementes,

acarretando com isso, diminuição na produção matéria seca nas plantas.

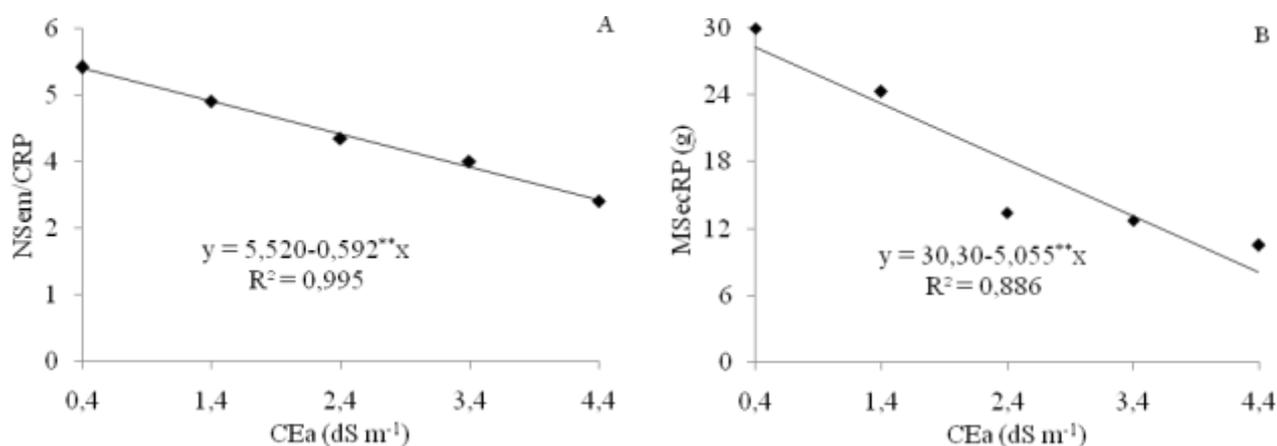


Figura 5 – Relação número de sementes/comprimento do racemo primário – NSem/CRP (A) e massa seca do racemo primário – MSecRP (B), em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa

CONCLUSÕES

- A salinidade da água de irrigação influenciou linear e de forma decrescente o número de folhas, o diâmetro de caule, a fitomassa seca total, a relação número de sementes/ comprimento do racemo primário e a massa seca do racemo primário, sendo que a massa seca do racemo primário é a variável mais sensível;
- Condutividade elétrica da água de irrigação a partir 2,2 dS m⁻¹ e doses de adubação nitrogenada acima de 50% promove redução na relação raiz/parte aérea;
- A altura de planta é afetada pela interação entre os fatores salinidade da água e doses de nitrogênio para altura de plantas.

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo financiamento do projeto (Edital universal) e pela concessão da bolsa PIBIC.

A Embrapa Algodão, pelo fornecimento das sementes de mamona.

REFERÊNCIAS

- ABD EL-SHAMAD, H.M.; SHADDAD, M.A.K. Comparative effect of sodium carbonate, sodium sulfate, and sodium chloride on the growth and related metabolic activities of plants. *Journal Plant Nutrition*, New York, v.19, n.5, p.717-728, 2000.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade de água na agricultura. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153 p. (FAO, Irrigação e Drenagem, 29).
- AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N.E. de M.; BATISTA, F.A.S; Lima, E.F. Arranjo de fileiras no

consórcio de mamona-milho. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 1997. 21p. Boletim de Pesquisa, 34.

BOSCO, M. R. O. OLIVEIRA, A. B. de. HERNANDEZ, F. F. F. LACERDA, C. F. de. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 157-164, 2009.

CAVALCANTI, M.L.F.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; BARROS JÚNIOR G.; SOARES F.A.L.; SIQUEIRA, E. da C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: Germinação e características de crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9 (suplemento), p. 57-61, 2005.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. Geografia do Brasil. São Paulo: Moderna, p.368, 1982.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA). Manual e métodos De análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212 p.,1997.

FAGERIA, N.K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: EMBRAPA, 1989. 425 p.

FERREIRA, D.F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003. 32 p.

FLORES, P, CARVAJAL, M.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. *Journal of Plant Nutrition*, New York v. 24, p.1561–1573, 2001.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J.T. Solute accumulation and distribution

- during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, Elmsford, v. 49, n. 2, p. 107-20, 2003.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.
- MEDEIROS, J.F. de; LISBOA, R. de A.; OLIVEIRA, M. de ; SILVA JÚNIOR, M.J. da; ALVES, L.P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, p. 469-472, 2003.
- MELONI, D.A.; OLIVA, M.A.; RUIZ,H.A.; MARTINEZ, C.A. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment incotton under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, Philadelphia, v. 24, p. 599–612, 2001.
- MILANI, M. *BRS Energia*. 3 ed. Campina Grande – PB: Embrapa Algodão, 2010. (Folder).
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant and Cell Environment*, Logan, v.25, n.2, p.239-50, 2002.
- NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 13, p. 551-558, 2009.
- NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A.J. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA. p. 189-253. 1991.
- OLIVEIRA, F. A. de; OLIVEIRA FILHO, A. F. de; MEDEIROS, J. F. de; ALMEIDA JUNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 206- 211, 2009.
- OLIVEIRA, I. R. S. de. OLIVEIRA, F. N. de, MEDEIROS, M. A. de. TORRES, S. B. TEIXEIRA, F. J. V. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 40-45, 2010.
- RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: Steward, B.; Nielsen, D. R. (ed.). *Irrigation of agricultural crops*. Madison: American Society Agronomy, 1990. cap. 9, p.31-67. Agronomy, 30.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. (FAO. Estudos irrigação e drenagem, 48).
- RICHARDS, L.A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954.
- SILVA, J. V.; LACERDA, C.F.; COSTA, P. H. A.; ENÉAS FILHO, J.; GOMES-FILHO, E.; PRISCO, J.T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. *Brazilian Journal Plant Physiology*, Campinas, v.15, p.99-105, 2003.
- SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n.4, p.335–342, 2008.
- TESTER, M.; DANVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, London, v.91, p.503-527, 2003.
- VENGOSH, A. *Salinization and saline environments*. *Treatise on Geochemistry*, v. 9, p. 1-35, 2007.