



Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino¹

Sérvulo M. S. Silva², Allan N. Alves³, Hans R. Gheyi⁴, Napoleão E. de M. Beltrão⁵, Liv S. Severino⁵ & Frederico A. L. Soares⁶

RESUMO

Visando estudar o comportamento de duas cultivares BRS Paraguaçu e BRS Energia de mamoneira (*Ricinus communis* L.), irrigadas com quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,7; 2,7; 4,7 e 6,7 dS m⁻¹, a 25 °C), conduziu-se um experimento no delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições, em esquema fatorial 4 x 2. As variáveis avaliadas foram altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar e consumo diário de água pela planta aos 80 e 100 dias após semeadura, número de dias para 1ª inflorescência, altura do 1º racemo aos 100 dias após semeadura, dias para colheita, número de frutos no 1º cacho, peso dos frutos, das sementes e de 10 sementes aos 150 DAS. A salinidade da água de irrigação interferiu na altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e consumo de água, a partir de 4,7 dS m⁻¹ aos 80 e 100 DAS, nas duas cultivares. Verificou-se, na cultivar BRS Energia maior precocidade na emissão da 1ª inflorescência e maior altura do racemo, enquanto na cultivar BRS Paraguaçu se obteve menor produção de frutos e de sementes e maior peso de 10 sementes.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, sais, tolerância, casa de vegetação

Growth and production of two cultivars of castor bean under saline stress

ABSTRACT

With the objective of studying the behavior of two cultivars BRS Paraguaçu and BRS Energy of castor bean (*Ricinus communis* L.), irrigated with four levels of electrical conductivity of irrigation water (ECw: 0.7; 2.7; 4.7 and 6.7 dS m⁻¹, at 25 °C), an experiment was conducted in a randomized design with 3 replications, in a factorial scheme of 4 x 2. The variables measured were: plant height, stem diameter, leaf area, number of leaves and water consumption by plant at 80 and 100 days after sowing (DAS), number of days for emission of first inflorescence and height of first cluster at 100 DAS, days to harvest, number of fruits in the 1st cluster, weight of fruits, and 10 seeds at 150 DAS. The salinity of the irrigation water significantly affected the plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area and water consumption starting from ECw 4.7 dS m⁻¹ at 80 and 100 DAS of both cultivars. The cultivar BRS Energy showed early emission of the first inflorescence and a greater height of cluster, while, the cultivar BRS Paraguaçu showed lesser fruits and seeds and had a higher weight of 10 seed.

Key word: *Ricinus communis*, salts, tolerance and greenhouse

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor

² Doutorando em Irrigação e Drenagem pela UAEA/UFCEG. Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (87) 9105-8303, (88) 3677-2518. E-mail: servulo@ipa.br; fredalsoares@yahoo.com.br

³ Pós-Graduando em Engenharia Agrícola/UFCEG. Fone: (83) 3310-1285. E-mail: alan_1nunes@yahoo.com.br

⁴ UAEA/UFCEG. Fone: (83) 3310-1055. E-mail: hans@deag.ufcg.edu.br

⁵ Embrapa Algodão, Rua Oswaldo Cruz, 1143, Centenário, CEP 58107-720, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3315-4300. E-mail: napoleão@cnpa.embrapa.br; liv@cnpa.embrapa.br

⁶ PRODOC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/UFCEG. E-mail: fredalsoares@hotmail.com.br

INTRODUÇÃO

A cultura da mamona apresenta grande potencial de cultivo no Brasil, particularmente na região Nordeste que, segundo levantamento realizado pela Embrapa, dispõe de mais de 4,5 milhões de hectares de terras com aptidão para a exploração econômica. É exatamente nesta região, em particular no Estado da Bahia, onde o cultivo desta oleaginosa tem, concentrado, mais de 90% da área cultivada no País e onde também, os sistemas de produção existentes e utilizados pelos produtores ainda são, de certa forma, bastante precários e pouco têm evoluído (EMBRAPA, 1997a).

O fato de não haver bons substitutos em muitas das aplicações do óleo da mamona devido à sua versatilidade industrial, a demanda por esse óleo vem se expandindo bastante, tanto no Brasil como em outros países industrializados. Os co-produtos da mamoneira têm amplo espectro de utilização, haja vista serem usados na fabricação de tecidos de nylon, na siderurgia como óleo de corte para laminagem, na indústria para acabamento de peles finas, pinturas e vernizes, perfumaria, cremes, cosméticos e saboarias. O óleo é considerado de enorme valor como lubrificante de motores de grande rotação e muito usado na aviação, enquanto na medicina tem sido utilizado por suas qualidades purgativas. A torta proveniente da extração do óleo é empregada na adubação (Azevedo et al., 1997).

Para crescer, desenvolver e produzir satisfatoriamente, a mamoneira necessita de suprimento hídrico diferenciado nas suas fases fenológicas e requer manejo compatível com sua capacidade de retirada de água na zona padrão de ocupação das raízes, evitando desperdício de água e saturação do perfil do solo na área de cultivo; esses fatores evidenciam a necessidade de estudos sobre manejo da cultura, método de irrigação e qualidade de água da irrigação, o que pode implicar em redução ou aumento da produtividade para a cultura (Barreto, 2004).

O uso da água salina na agricultura deve ser considerado uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água; neste sentido, deve-se garantir o seu uso através de um manejo cuidadoso (Rhoades et al., 2000).

Por se tratar de uma cultura naturalmente vigorosa, de fácil propagação e podendo apresentar relevante importância social e econômica para o País, especialmente para o Nordeste e, considerando-se, ainda, os escassos estudos relacionados à aplicação da água com diferentes níveis salinos na irrigação da mamoneira, sobretudo para a cultivar BRS Paraguaçu cultivado no semi-árido brasileiro e a introdução de uma nova cultivar BRS Energia.

Objetivou-se, com o presente trabalho um estudo mais aprofundado do efeito de águas com diferentes salinidades no desenvolvimento e na produção, em relação a essas duas cultivares de mamona irrigada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da UFCG, em Campina Grande, PB, foram utilizados vasos plásticos com 70 L de capacidade, perfurados na base para per-

mitir drenagem, os quais foram preenchidos com substrato composto de 60 kg de material de solo franco-arenoso, não salino e não sódico e 6 kg de húmus de minhoca.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com três repetições e oito tratamentos, perfazendo o total de vinte e quatro unidades experimentais, que consistiram da combinação de quatro níveis de salinidade (S) da água de irrigação, expressos em termos de condutividade elétrica (CEa: S₁ – 0,7; S₂ – 2,7; S₃ – 4,7 e S₄ – 6,7 dS m⁻¹, a 25 °C) e duas cultivares de mamona BRS Paraguaçu (P) e BRS Energia (G).

No preparo das águas se utilizou o NaCl, cuja quantidade foi determinada levando-se em consideração a CEa, de acordo com o tratamento, por meio da equação mg L⁻¹ = CEa x 640, na qual a CEa representa o valor desejado; a irrigação foi realizada de acordo com as necessidades hídricas das plantas.

As variáveis estudadas foram: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF) e consumo diário de água pela planta (CD) aos 80 e 100 dias após semeadura (DAS), número de dias para 1ª inflorescência (NDI), altura do 1º racemo (AR) aos 100 DAS, número de frutos no 1º cacho (NFC), peso dos frutos (PF), das sementes (PS), de 10 sementes (P10S) e dias para colheita (DPC). Os dados obtidos foram avaliados em esquema fatorial 4 x 2 até os 100 DAS e em esquema fatorial 3 x 2, na

Tabela 1. Características químicas e físico-hídricas do material de solo utilizado no ensaio

Características	Valor
Químicas	
Complexo sortivo cmol _c dm ⁻³	
Cálcio	0,77
Magnésio	2,31
Sódio	0,85
Potássio	0,57
Hidrogênio	2,90
Alumínio	0,40
Soma de bases (S)	4,50
Capacidade de troca de cátions (CTC)	7,80
Saturação por bases (V), %	57,69
Matéria orgânica, g kg ⁻¹	1,96
Fósforo, mg dm ⁻³	0,01
pH em água (1:2,5)	5,42
pH do extrato de saturação	5,31
Condutividade elétrica do extrato de saturação, dS m ⁻¹	0,26
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	0,69
Físicas	
Granulometria	
Areia	728,90
Silte	85,60
Argila	185,50
Classificação textural	Franco Arenoso
Densidade aparente, kg dm ⁻³	1,58
Densidade real, kg dm ⁻³	2,62
Porosidade Total, %	39,69
Umidade (0,33 atm), %	8,00
Umidade (15 atm), %	2,34
Água disponível, %	5,66

colheita (aos 150 DAS), devido à não formação dos frutos no nível mais alto da salinidade, utilizando-se análise de variância (teste "F"). Para o fator 'salinidade da água de irrigação', realizou-se a análise de regressão polinomial linear e quadrática e no fator 'cultivar' foi aplicado o teste Tukey para comparação de médias a 5% de probabilidade (Ferreira, 2000).

Os resultados da análise do substrato (características químicas e físico-hídricas) constam na Tabela 1; as análises foram realizadas obedecendo às metodologias propostas por Richards (1954) e pela EMBRAPA (1997b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura de planta e diâmetro de caule

Com referência à variável altura de planta (AP), verificou-se efeito significativo apenas no nível salino (S) não ocorrendo efeito significativo para a cultivar (C) e a interação (S x C) aos 80 e 100 DAS. A equação de regressão que melhor se ajustou aos dados de altura em função da salinidade da água de irrigação, foi a quadrática ($p < 0,01$) aos 80 DAS, com decréscimos relativos entre a CEa 0,7 e 6,7 dS m^{-1} de 62,45% (Figura 1A). De forma semelhante ocorreu aos 100 DAS, ou seja, a equação com melhor ajuste foi a quadrática ($p < 0,01$) (Figura 1A), com decréscimos relativos comparados a 0,7 dS m^{-1} de 14,72, 35,70 e 62,92%, respectivamente, para S_2 , S_3 e S_4 .

Observou-se, ainda, nas cultivares BRS Paraguaçu e BRS Energia, para as duas épocas em estudo, que as plantas estabilizaram seu crescimento no final do ciclo da cultura, embora com bastante sensibilidade à salinidade da água de irrigação, com reduções consideráveis de sua altura a partir de 4,7 dS m^{-1} , fato determinado pela deficiência hídrica, induzida por efeito osmótico, o que pode provocar alterações morfológicas e anatômicas nas plantas a ponto de prejudicar a absorção de água e a taxa de transpiração.

Cavalcanti (2003), estudando o comportamento da mamona irrigada com águas contendo diferentes proporções de Na^+ e Ca^{2+} e condutividade elétrica variando entre 0,7 e 4,7 dS m^{-1} , notou redução de 22,78% na AP para a cultivar BRS-149 Nordestina; este valor, é menor que o observado no presente estudo, em decorrência de um efeito mais intenso do NaCl, e a um período também maior de estudo ou, mesmo, por se tratar de uma cultivar diferente. Os dois estudos confirmam a redução da altura da planta com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Para a variável diâmetro do caule (DC) da mamoneira, notou-se efeito significativo ($p < 0,01$) da salinidade da água de irrigação aos 80 e 100 DAS, respectivamente, enquanto para a cultivar (C) e a interação (S x C) nas duas épocas não ocorreu diferença, cujos resultados indicam que o efeito da salinidade da água aos 80 e 100 DAS ocorreu de maneira semelhante para as cultivares estudadas.

A salinidade afetou linearmente o DC nas duas avaliações e os decréscimos relativos a S_1 foram de 9,1 e 9,8% por incremento unitário de condutividade elétrica da água de irrigação aos 80 e 100 DAS, respectivamente (Figura 1B); isto

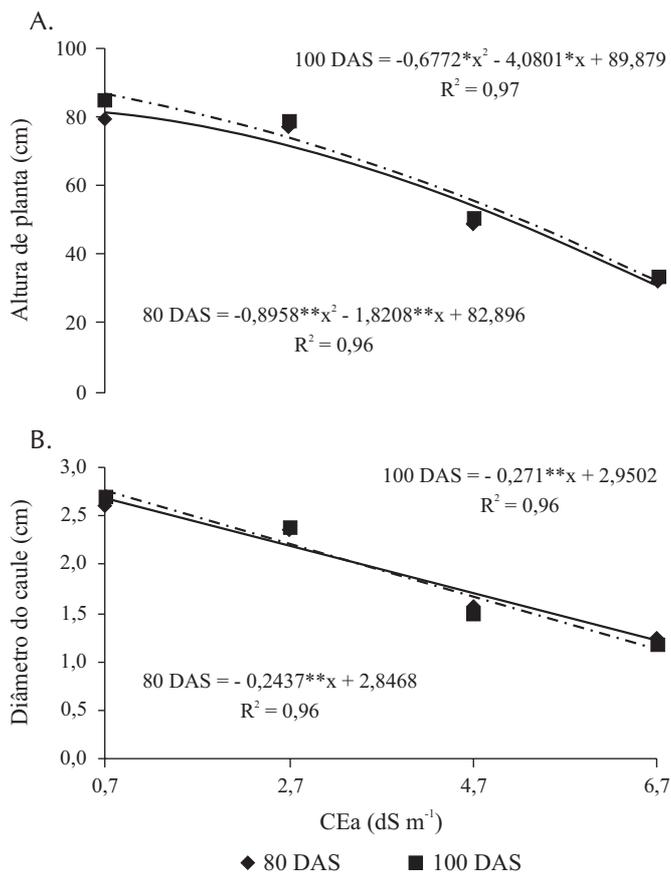


Figura 1. Altura das plantas (AP) (A) e diâmetro do caule (DC) (B) da mamona em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), aos 80 e 100, dias após semeadura (DAS)

mostra que o impacto negativo da salinidade sobre o diâmetro do caule foi pouco expressivo com o aumento do tempo de cultivo sugerindo que, com o avanço da época, o diâmetro caulinar foi a variável menos prejudicada pela salinidade.

Para as cultivares Paraguaçu e Energia, as plantas irrigadas com águas apresentando diferentes salinidades, se comportaram de forma semelhante nas duas épocas.

Em geral, o excesso de sais na zona radicular das plantas exerce efeitos nocivos no crescimento, em que a hipótese que melhor explica este fato é a de que a salinidade excessiva reduz o crescimento e o desenvolvimento e causa até a morte das plantas em virtude do maior efeito osmótico externo à raiz e restrição ao fluxo de água do solo para as plantas, necessário para sobreviverem e produzirem em condições de estresse salino (Rhoades et al., 2000).

Notadamente, o efeito adverso da salinidade sobre a absorção e a utilização de nutrientes está relacionado com o aumento da pressão osmótica na solução do solo e com a acumulação de certos íons no tecido vegetal em concentrações tóxicas, ocasionando diminuição no crescimento do sistema radicular (Postal, 1990).

Quanto ao fator cultivar, a BRS Energia proporcionou maior média do diâmetro do caule aos 80 DAS enquanto a Paraguaçu obteve maior média do diâmetro do caule aos 100 DAS; contudo, os valores obtidos não diferiram significativamente.

Número de folhas e área foliar

Na variável número de folhas (NF), foi notório o efeito significativo para o nível salino (S), cultivar (C) e a interação (S x C) ($p < 0,01$) aos 80 e 100 DAS.

Verificou-se aos 80 DAS, que a salinidade da água de irrigação resultou em uma redução progressiva do NF e os dados obtidos se ajustaram ao modelo linear, com decréscimos por aumento unitário da salinidade da água de irrigação de 9,9 e 7,5% para as cultivares BRS Paraguaçu e Energia, respectivamente (Figura 2A).

Aos 100 DAS, o impacto sobre as plantas foi mais expressivo na cultivar BRS Paraguaçu, contando-se um número menor de folhas em relação à época anterior, enquanto a cultivar BRS Energia se manteve com valores muito próximos. O resultado obtido com a cultivar BRS Paraguaçu se adequou ao modelo linear e se obtiveram valores de decréscimos relativos entre S_1 e S_4 de 80,5%; para a cultivar BRS Energia, o melhor modelo ajustado foi o quadrático, com decréscimos relativos entre S_1 e S_4 de 72,1% (Figura 2B).

Os resultados para o número de folhas seguiram os mesmos comportamentos das variáveis já analisadas, ou seja, altura de planta e diâmetro de caule, caracterizando as cultivares de mamona estudadas como sensíveis a altos níveis salinos, com o passar dos dias.

Romero & Oliveira (2000) têm observado que o excesso de sais pode causar toxidez similar àquela da adubação excessiva e possível de alterar o metabolismo do sistema radi-

cular, reduzindo a síntese e/ou translocação de hormônios sintetizados neste órgão da planta, os quais são necessários ao metabolismo foliar; como resultado, o crescimento das folhas é atrasado.

Vários autores observaram decréscimo no NF quando as culturas são cultivadas na presença de alta salinidade; como exemplos, Cavalcanti (2003) encontrou em seu estudo com a mamona redução linear do NF de 2,95% para cada incremento unitário da CEa, a partir de $1,78 \text{ dS m}^{-1}$ e, no algodão marrom, Siqueira (2005) observou reduções no NF de 6,17% por incremento unitário da CEa, a partir de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Conforme a literatura, é comum ocorrerem adaptações morfológicas nas plantas sob condições de estresse hídrico e salino, o que caracteriza uma forma de minimizar as perdas de água por transpiração; dentre essas adaptações se destacam reduções no tamanho e no número de folhas (Fageria, 1989).

A salinidade da água de irrigação afetou significativamente ($p < 0,01$) a área foliar (AF) aos 80 e 100 DAS; quanto ao fator cultivar, porém, apenas ocorreu diferença significativa aos 100 DAS, o mesmo acontecendo para a interação S x C.

Para o efeito salino da água de irrigação, a equação que melhor se adaptou aos dados aos 80 DAS para esta variável, foi a linear, com decréscimos relativos por aumento unitário da condutividade da água de irrigação de 14,6% (Figura 3A) que é cerca de 2 vezes o encontrado por Cavalcanti (2003) para a cultivar Nordestina mostrando, assim, maior sensibilidade das cultivares estudadas em relação à Nordestina.

Aos 100 DAS, as plantas das cultivares BRS Paraguaçu e Energia no S_4 , atingiram valores baixos para a área foliar, devido principalmente ao pequeno número de folhas existentes e ao tamanho do limbo foliar, que era bastante reduzido; desta forma, o registro da AF nesta época e a tal nível de salinidade foi pouco expressivo.

A equação de regressão que melhor ajustou a resposta da cultura para área foliar por esse tempo, foi a quadrática; nas duas cultivares, os decréscimos relativos entre S_1 e S_4 foram de 95,2 e 93,5%, para as BRS Paraguaçu e Energia, respectivamente (Figura 3B); ressalta-se que a cultivar Paraguaçu apresentou melhores resultados em baixos níveis de salinidade.

A redução da AF decorreu, provavelmente, da diminuição do volume das células e, segundo Lauchli & Epstein (1990), Araújo (1994) e Souza (1995), da reduzida atividade fotossintética que contribui, de certo modo, para adaptação das culturas à salinidade.

Para o fator cultivar, a BRS Energia apresentou menor área foliar no S_4 nas duas épocas, tornando-se mais afetada aos 100 DAS, em todos os níveis salinos, quiçá pelo próprio porte baixo da planta e com características específicas da cultivar com número e tamanho de folhas menores.

Para Ayers & Westcot (1999) quando a extração de água pelas raízes é reduzida as plantas diminuem seu desenvolvimento, chegando a apresentar sintomas semelhantes aos provocados por estiagem como, por exemplo, murchamento, coloração verde-azulado escuro e folhas com maior espessura podendo levar, também, a um tamanho menor e interferir na área foliar.

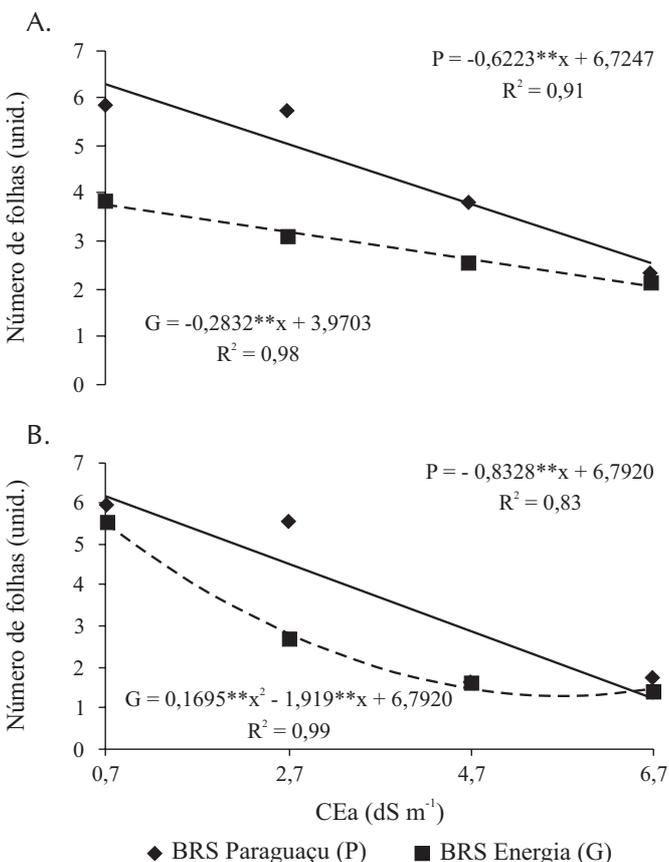


Figura 2. Número de folhas (NF) da mamona em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), aos 80 (A) e 100 (B), dias após semeadura (DAS)

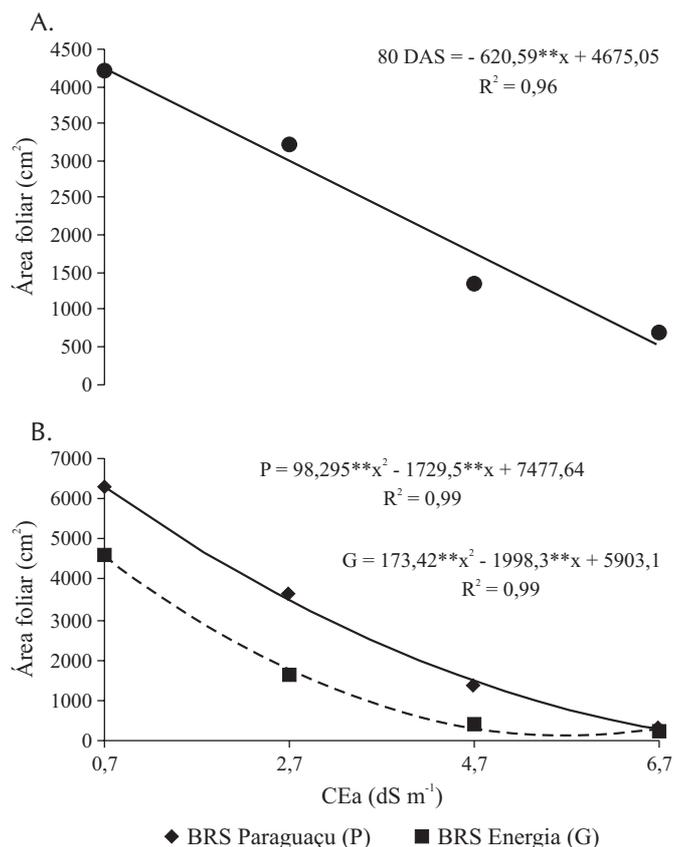


Figura 3. Área foliar (AF) da mamona em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), aos 80 (A) e 100 (B), dias após semeadura (DAS)

Número de dias para 1ª inflorescência, altura de racemo, dias para colheita e número de frutos por cacho

A análise de variância para as variáveis número de dias para 1ª inflorescência (NDI) e altura do 1º racemo (AR), denota que os fatores nível salino, cultivar e sua interação (S x C) afetaram significativamente ($p < 0,01$). Os dados da análise de variância para as variáveis número de dias para colheita (DPC) e número de frutos por cacho (NFC), denotam que houve efeito significativo da salinidade e da cultivar a nível de 0,01, enquanto na interação desses dois fatores o efeito foi significativo a nível de 0,05, para as duas variáveis.

O modelo quadrático se adaptou melhor à resposta energética cultivar BRS Paraguaçu, enquanto para a cultivar BRS Energia o modelo foi linear. Com as equações deduz-se que o NDI aumentou significativamente com o aumento da salinidade da água de irrigação e os acréscimos relativos em percentuais entre S₁ e S₄ foram de 98,6 e 57,6% para as cultivares BRS Paraguaçu e Energia, respectivamente (Figura 4A).

Quanto ao fator cultivar, verificou-se diferença significativa entre as médias do NDI, caso em que, a cultivar BRS Energia foi significativamente precoce em todos os níveis salinos estudados e sua precocidade foi de 55,1% na emissão da 1ª inflorescência no S₄ comparativamente à cultivar BRS Paraguaçu; infere-se que, a medida em que a concentração salina da água de irrigação aumentou, o NDI foi prolongado a tal maneira que em S₄ a formação de inflorescência foi muito atrasada. A cultivar BRS Energia foi menos

sensível que a Paraguaçu em todos os níveis salinos estudados, porém mais precoce na emissão da 1ª inflorescência (1,44, 1,63 e 1,59 vezes, nos níveis S₁ S₂ e S₃, respectivamente).

Para a variável AR, o modelo matemático com melhor ajuste, considerando-se as duas cultivares, foi o linear, com reduções, segundo estimativas originadas a partir das equações obtidas em S₃, em relação a S₁, de 73,2% para a BRS Paraguaçu (Figura 4B), devido à não formação de racemo no S₄ nesta cultivar, enquanto para a BRS Energia os decréscimos foram relativos em S₄, comparados com S₁, de 86,8%.

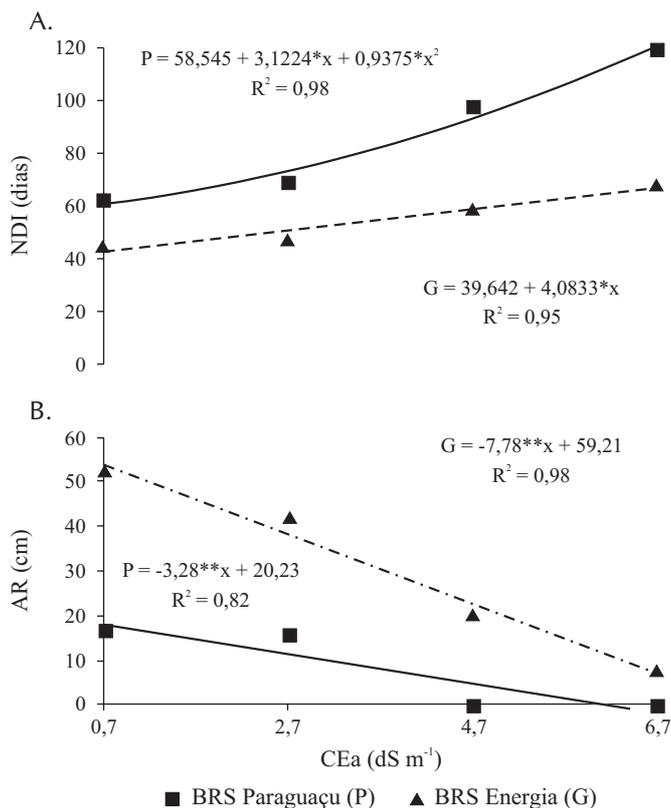


Figura 4. Número de dias para 1ª inflorescência – NDI (A) e altura do 1º racemo – AR (B) da mamona, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Verificaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os níveis salinos, de acordo com a Figura 5A; os dias para colheita (DPC) da cultivar BRS Energia foram sempre antecipados nos níveis S₁, S₂ e S₃, com médias de 28,2%, em relação a cultivar BRS Paraguaçu na CEa de 4,7 dS m⁻¹.

Não houve colheita nas condutividades elétricas 6,7 dS m⁻¹ em decorrência da não formação do fruto, cujos resultados podem estar associados aos efeitos da salinidade da água de irrigação sobre a fisiologia da planta, promovendo distúrbios metabólicos, sobretudo em relação à absorção da água e de nutrientes do solo, e à redução da AF, que implicou em menor superfície fotossintetizante e, conseqüentemente, no rendimento da cultura (Kramer, 1969).

Com relação à variável número de frutos no cacho (NFC) a cultivar BRS Energia apresentou NFC aproximadamente 5 vezes superior à cultivar BRS Paraguaçu em S₃; embora

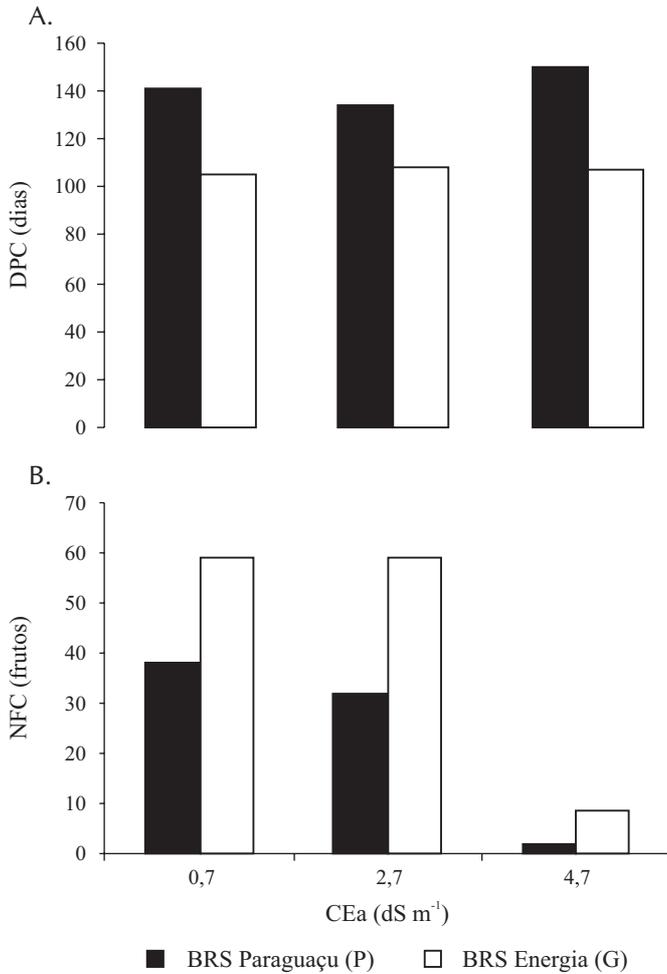


Figura 5. Número de dias para colheita – DPC (A), número de frutos por cacho – NFC (B) da mamona, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

esses resultados de NFC para a cultivar BRS Energia em relação à Paraguaçu aparentem ser expressivos, na CEA de 4,7 dS m⁻¹ as duas cultivares demandaram maior número de dias para que a contagem dos frutos fosse realizada, o que permitiu deduzir que, com o aumento da CEA, ocorreu aparente atraso na formação dos frutos e conseqüentes problemas com a produção. Comparando o S₃ e o S₁ na cultivar BRS Energia, verificou-se que esta foi, em média, 86,0% menor em relação ao nível salino mais baixo (Figura 5B).

Estudando o crescimento e a produção do algodoeiro colorido marrom escuro sob estresse salino, Siqueira (2005) observou redução de 30,5% no número de capulhos na CEA de 4,7 dS m⁻¹; esta redução, comparada com as obtidas no presente estudo, mostra que este nível de CEA foi mais danoso para a cultura da mamona.

Peso dos frutos, peso das sementes e peso de 10 sementes

A análise de variância para as variáveis peso dos frutos (PF), peso das sementes (PS) e peso de 10 sementes (P10S), mostrou que o fator nível salino afetou significativamente ($p < 0,01$) todas as variáveis; quanto à cultivar, observou-se efeito significativo apenas na variável P10S ($p < 0,01$) e, na interação (S x C) o PF e o PS não foram significativos.

Atentando-se para os valores médios para a variável PF (Figura 6A), conclui-se que aquele obtido no nível 4,7 dS m⁻¹ foi 96,68% inferior ao encontrado no nível de 0,7 dS m⁻¹, estando esta redução relacionada, possivelmente, à sensibilidade da mamoneira à salinidade da água de irrigação, mesmo não ocorrendo diferenças significativas para o fator cultivar com esta variável. Com relação ao PS, a tendência observada foi semelhante àquela do PF; em termos relativos, o valor constatado para o PS em CEA de 4,7 dS m⁻¹ foi 96,80% menor que o observado em 0,7 dS m⁻¹ (Figura 6B); quanto ao fator cultivar, não houve efeito significativo sobre o PS.

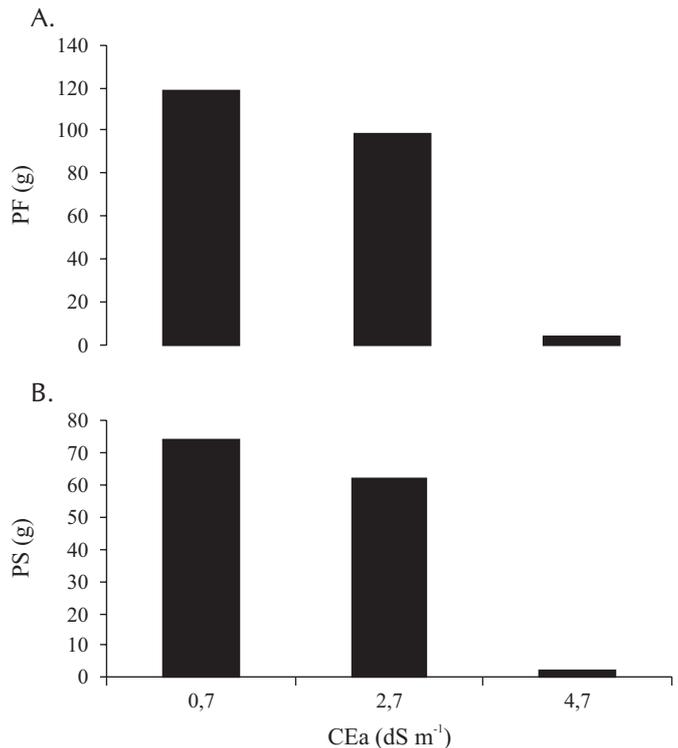


Figura 6. Peso dos frutos – PF (A) e peso das sementes – PS (B) da mamona, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Para o P10S, a cultivar BRS Paraguaçu obteve médias maiores que a BRS Energia em S₁ e S₂, sendo 46,7 e 36,7%, superior nesses níveis salinos (Figura 7); no S₃, a cultivar BRS Paraguaçu indicou P10S 24,0% inferior em virtude do tamanho das sementes estar relativamente menor em relação à BRS Energia, o que possibilitou maior P10S desta cultivar.

A salinidade afetou não apenas o desenvolvimento, mas também a produção das culturas, efeito que se manifesta principalmente na redução da população e do desenvolvimento dos frutos, com sintomas similares ao do estresse hídrico; em geral, a salinidade do solo, causada pela irrigação com água salina como pela combinação de fatores água, solo e manejo das culturas, pode resultar em aumento nos dias para colheita, redução no número de frutos, no peso dos frutos e sementes, influenciando, diretamente a produção (Rhoades et al., 2000).

Este pode ser observado durante o estágio final do experimento, visto que se notou nos níveis aplicados com água

de salinidade mais elevada, atraso no desenvolvimento e na produção, o que refletiu no prolongamento do ciclo apontando as duas cultivares como mais sensíveis a longos períodos de irrigação com água salina, podendo-se concluir que as cultivares não toleram o nível salino $6,7 \text{ dS m}^{-1}$ em média até 100 DAS.

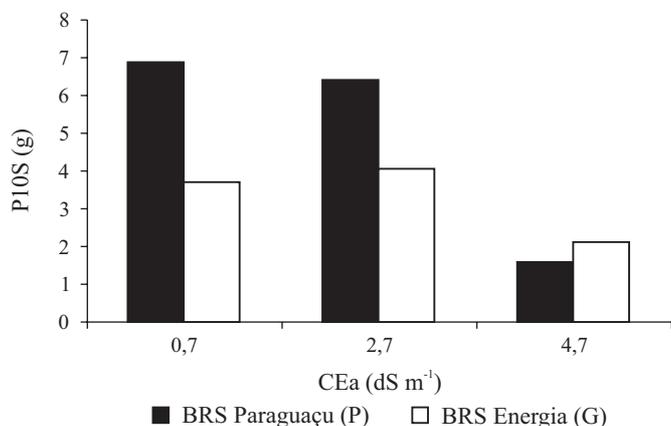


Figura 7. Peso de 10 sementes – P10S, da mamona, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Consumo diário de água pelas plantas

Os dados referentes ao consumo diário de água pela planta (CD) permitiram inferir que a salinidade afetou significativamente ($p < 0,01$) nas duas épocas, o mesmo acontecendo com o fator cultivar. Aos 80 DAS o efeito da interação $S \times C$, foi significativo indicando que a resposta dessas cultivares de mamoneira difere com os níveis de salinidade da água de irrigação, apresentando a regressão quadrática ($p < 0,01$), melhor ajuste para as duas cultivares estudadas.

Os valores de consumo diário de água para as cultivares BRS Paraguaçu e Energia no S_4 , foram inferiores em relação ao S_1 , respectivamente, a 88,8 e 88,6% (Figura 8A). Observa-se que as reduções na variável em S_4 foram bastante expressivas em comparação com o controle experimental.

A cultivar BRS Paraguaçu mostrou consumo de água, em relação à BRS Energia, 6,1 e 12,7% maior em S_1 e S_2 , respectivamente, embora em S_3 e S_4 se tenha constatado tendência de igual consumo entre as duas cultivares; ainda assim, a BRS Energia consumiu menos água em virtude, possivelmente, do porte menor desta cultivar.

Os resultados do consumo de água registrados aos 100 DAS apresentaram diferenças significativas (Figura 8B), sendo o modelo matemático com melhor ajuste nesta época o quadrático, significativo ($p < 0,01$) nas duas cultivares. O decréscimo de consumo foi praticamente linear até $4,7 \text{ dS m}^{-1}$.

Verificou-se decréscimo no consumo de água em S_4 , relativo a S_1 , de 93,2 e 87,8% para as cultivares BRS Paraguaçu e BRS Energia, respectivamente; a tendência geral foi de redução no consumo de água, sobretudo nos níveis salinos mais elevados, com o avanço do ciclo.

As plantas diferiram apenas em S_1 e S_2 , sendo o maior consumo de água constatado para a cultivar BRS Paraguaçu

em relação à BRS Energia; comportamento similar foi obtido com relação à altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule e área foliar, em 80 e 100 DAS; nos níveis salinos S_3 e S_4 , as plantas se comportaram de forma semelhante, ou seja, foram seriamente afetadas.

Segundo Cavalcanti (2003) com o incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação variando entre $0,7$ e $4,7 \text{ dS m}^{-1}$, a cultivar de mamona BRS-149 Nordestina consumiu $1,9 \text{ L}$ (6,6%) a menos de água, no período de 80 DAS. Nobre (2002), estudando mudas enxertadas de gravioleiras em condições de salinidade, verificou redução de 98,2% no consumo de água na CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, confirmando a redução do consumo de água pela planta com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Conforme Rhoades et al. (2000), a concentração salina próxima à zona radicular reduz o fluxo de água nas plantas em razão do efeito osmótico, fato observado durante todo o ciclo, comprovando que o estresse salino induz a um estresse hídrico devido a redução do potencial osmótico da solução do solo.

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 (Rhoades & Loveday, 1990).

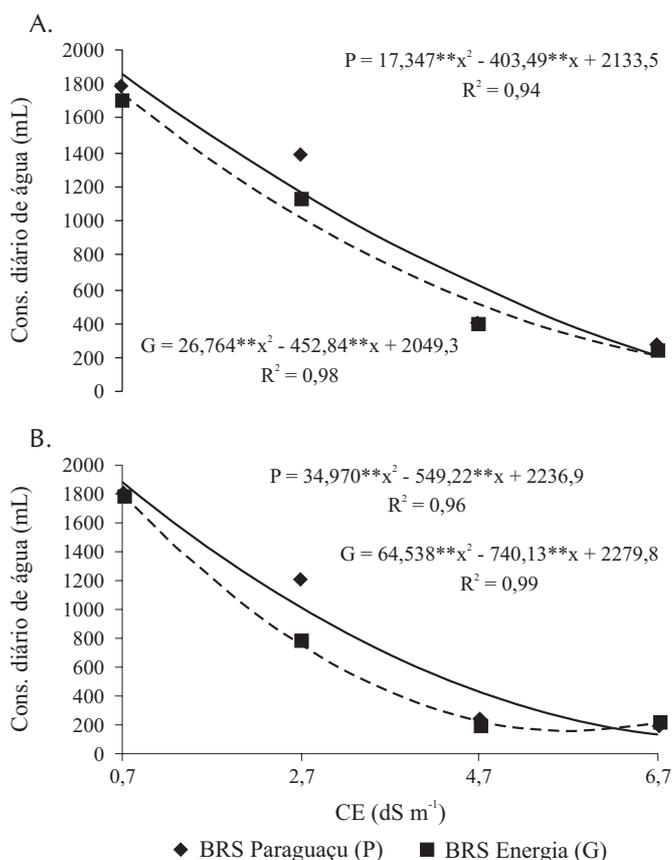


Figura 8. Consumo diário de água por planta (CD) da mamona, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), aos 80 (A) e 100 (B), dias após semeadura (DAS)

A redução no consumo de água pode estar diretamente relacionada à influência da salinidade da água de irrigação, que retarda a emissão de folhas, interfere no seu tamanho e afeta a área foliar.

CONCLUSÕES

1. As variáveis altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas e área foliar, para duas cultivares foram sensíveis a salinidade, a partir de 4,7 dS m⁻¹ aos 80 dias após semeadura.
2. Na emissão da primeira inflorescência e na altura do racemo a cultivar BRS Paraguaçu foi mais afetada com o aumento da salinidade da água que a BRS Energia.
3. A cultivar BRS Energia foi mais tolerante à salinidade que a Paraguaçu, sendo mais precoce na colheita, proporcionando maior número de frutos.
4. Não ocorreu efeito significativo da cultivar nas variáveis produção de frutos e produção das sementes.
5. Com o aumento da salinidade da água, o consumo diário de água pelas cultivares diminuiu.

AGRADECIMENTOS

À PETROBRAS, pelo auxílio financeiro em prol do desenvolvimento do projeto; à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola/UFCG e a EMBRAPA, pelo suporte técnico-científico.

LITERATURA CITADA

- Araújo, C. A. S. Avaliação de feijoeiros quanto à tolerância à salinidade em solução nutritiva. Viçosa: UFV 1994, 87p. Dissertação Mestrado
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2.ed. Campina Grande: UFPB. 1999, 218p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1
- Azevedo, D. M. P. de; Beltrão, N. E. de M.; Batista, F. A. S.; Lima, E. F. Arranjo de fileiras no consórcio mamona/milho. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 21p. Boletim de Pesquisa, 34
- Barreto, A. N. Quantificação de água necessária para a mamoneira irrigada com base nas constantes hídricas do solo. In: Congresso Nacional da Mamona, 1, 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: EMBRAPA, 2004. CD-Rom
- Cavalcanti, M. L. F. Germinação e crescimento inicial da mamoneira irrigada com águas salinas. Campina Grande: UFCG, 2003, 46p. Dissertação Mestrado
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.), Campina Grande: Embrapa CNPA. 1997a. 52p. Circular Técnica, 25
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997b. 212p.
- Fageria, N. K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: Embrapa DPU, 1989. 425p. Documento, 18
- Ferreira, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 3.ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 421p.
- Kramer, P. I. Plant and soil water relationships: A modern synthesis. New York: McGraw Hill, 1969. 482p.
- Lauchli, A.; Epstein, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: Tanji, K. K. (ed.). Agricultural salinity assessment and management. New York: ASCE. 1990. cap. 6. p.113-137.
- Postal, S. Saving water in agriculture. In: Brown, L. R.; Durning, A.; Flavin, C.; French, H.; Jacobson, J.; Lowe, M. (ed.). State of the world. New York: W. W. Norton, 1990. p.39-58.
- Nobre, R. G. Formação de mudas enxertadas de gravioleira em condições de salinidade. Campina Grande: UFCG, 2002. 84p. Dissertação Mestrado
- Rhoades, J. D.; Kandiah, A.; Mashali, A. M.; Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48 revisado
- 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
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, United States Department of Agriculture, 1954. 160p. Agriculture Handbook, 60.
- Romero, R. E.; Oliveira, T. S. Imobilização de nutrientes e produção de matéria seca em condições de salinidade e sodicidade crescentes no solo. Revista Ceres, v.17, n.272, p.363-373, 2000.
- Siqueira, E. C.; Gheyi, H. R.; Beltrão, N. E. de; Soares, F. A. L.; Barros Júnior, G.; Cavalcanti, M. L. F. Crescimento do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9 (suplemento) p. 263-267. 2005.
- Souza, M. R. Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Campina Grande: UFPB, 1995. 94p. Dissertação Mestrado