

V. 8, n. 2, p. 29-37, abril – junho, 2012.

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR. Campus de Patos – PB. www.cstr.ufcg.edu.br

Revista ACSA:

<http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa/>

Revista ACSA – OJS:

<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>

Geovani Soares de Lima ^{1*}

Reginaldo Gomes Nobre ²

Hans Raj Gheyi ³

Lauriane Almeida dos Anjos Soares ¹

Adaan Sudário Dias ⁴

*Autor para correspondência

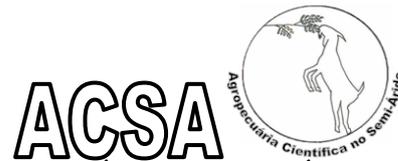
Recebido para publicação em 16/01/2012. Aprovado em 01/07/2012.

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

² Eng. Agrônomo, D.Sc. Prof. da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias /CCTA/UFCG, CEP: 58840-000, Pombal, PB, rgomesnobre@yahoo.com.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, sudario_dias@hotmail.com.



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO –

ISSN 1808-6845

Artigo Científico

Interação entre salinidade da água e adubação nitrogenada sobre o crescimento inicial da mamoneira

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a interação de níveis de salinidade da água associada a doses de adubação nitrogenada sobre o crescimento inicial da mamoneira, em experimento conduzido em lisímetros sob condições de campo, no CCTA/UFCG entre os meses de setembro de 2011 e janeiro de 2012. Usou-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições, testando-se cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1,2; 2,1; 3,0 e 3,9 dS m⁻¹) e quatro doses de nitrogênio (70; 100; 130 e 160% da dose recomendada para ensaio). A salinidade da água de irrigação a partir de 0,3 dS m⁻¹ interferiu linear e negativamente, sobre o número de folha, a área foliar, o diâmetro de caule, a altura de planta e taxa de crescimento absoluto da mamoneira; e a maior taxa de crescimento relativo para altura de plantas foi obtida sob irrigação das plantas com água de CEa igual a 1,9 dS m⁻¹. A taxa de crescimento absoluto em altura de plantas e a área foliar são as características mais afetadas pelo aumento da salinidade da água de irrigação. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveu aumento linear no número de folhas. A mamoneira cv. BRS Energia não responde à interação entre os fatores para as variáveis estudadas.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., estresse salino, nutrição mineral

Interaction between water salinity and nitrogen fertilization on the initial growth of castor bean

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the interaction of salinity levels of the water associated with doses of nitrogen fertilization on the initial growth of castor bean, in an experiment conducted in lysimeters under field conditions, the CCTA / UFCG between the months of September 2011 and January 2012. A randomized block design in a 5 x 4 factorial design was used with three replications, testing five levels of electrical conductivity

of irrigation water- EC_w (0.3, 1.2, 2.1, 3.0 and 3.9 dS m⁻¹) and four levels of nitrogen (70, 100, 130 and 160% of the recommended dose). The salinity of the irrigation water from 0.3 dS m⁻¹ interfered linear and negatively on the number of leaves, leaf area, stem diameter, plant height and absolute growth rate of the castor bean; and highest relative growth rate for plant height was obtained in treatment with EC_w equal to 1.9 dS m⁻¹. The absolute growth rate in plant height and leaf area characteristics are most affected by increased salinity of the irrigation water. The castor bean cv. BRS Energia does not respond to the interaction between the factors for the variables studied.

Key words: *Ricinus communis* L., salinity, mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa que apresenta potencial de relevante importância econômica e social para o país, destacando-se pelo fato de que o óleo extraído das suas sementes é o único glicérido solúvel em álcool, além de ser o mais viscoso de todos os óleos; constituindo-se como boa matéria-prima para a fabricação de biodiesel (AZEVEDO e LIMA, 2001).

Atualmente, o Brasil é um dos principais produtores mundiais de óleo de mamona e, em relação à safra dos últimos dez anos constata-se que mesma encontra-se com franca recuperação quanto a sua produção, em função do lançamento de programas de incentivo à produção, em diferentes esferas governamentais, visando incrementar e aperfeiçoar a produção de biodiesel (KOURI e SANTOS, 2006). O cultivo de espécies oleaginosas constitui alternativas em apoio à agricultura familiar, criando melhores condições de vida em regiões carentes, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas a problemas econômicos e sócio-ambientais (RAMOS et al., 2003).

Estima-se que 20% das terras cultivadas no mundo, correspondendo aproximadamente metade das áreas irrigadas estejam afetadas por sais (SAIRAM e TYAGI, 2004). Altas concentrações de sais, 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). Entretanto, os efeitos dependem de muitos outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipos dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (ASHRAF e HARRIS, 2004; TESTER e DAVENPORT, 2003).

O balanço osmótico é essencial para o desenvolvimento dos vegetais em meio salino e qualquer falha neste balanço resultará em injúrias semelhantes aos da seca, como a perda de turgescência e a redução no crescimento e produção, resultando em plantas atrofiadas, desidratação e finalmente a morte das células (ASHRAF e HARRIS, 2004). O mecanismo mais importante 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 é maior (FAGERIA, 1989).

O suprimento nutricional através do manejo da adubação é de suma importância para o desenvolvimento adequado das culturas e dentre os macronutrientes exigidos pelas plantas, o nitrogênio é o mais importante (MILLER e CRAMER, 2004). Tal efeito pode ser atribuído às funções do nitrogênio nas plantas, uma vez que desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros (SILVA et al., 2008). Entre os diversos efeitos da salinidade sobre as plantas, existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta (KAFKAFI, 1989).

Pelo exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a interação dos níveis de salinidades da água associada a doses de adubação nitrogenada sobre o crescimento inicial da mamoneira cv. BRS Energia.

MATERIAL E MÉTODOS:

O estudo foi realizado entre setembro de 2011 e janeiro de 2012 em vasos sob condições de campo em área experimental pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) localizado no município de Pombal, PB, situada a 6°48'16" de latitude S, 37°49'15" de longitude W e altitude média de 144 m, sendo o clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil (COELHO e SONCIN, 1982), do tipo BSh, que representa clima semiárido quente e seco, com precipitação média de 750 mm ano⁻¹, e evaporação média anual de 2000 mm.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições, sendo distribuídos em três blocos com uma planta por parcela. Os tratamentos resultaram da combinação do fator salinidade da água de irrigação (CEa) em cinco níveis expressos em termos de condutividade elétrica (CEa= 0,3; 1,2; 2,1; 3,1 e 3,9 dS m⁻¹), e quatro doses de adubação nitrogenada (N1 - 70%; N2 - 100%; N3 -130% e N4 -160% da indicação de adubação nitrogenada para ensaio em vaso conforme Novais et al. (1991)).

Os níveis de salinidade foram obtidos pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento, calculadas conforme a equação $C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$ (RICHARDS, 1954), na qual a CEa representa o valor desejado. As respectivas águas foram acondicionadas em tonéis plásticos de 200 L de capacidade.

Utilizou-se a cultivar de mamona BRS Energia, onde conforme Silva et al. (2009) esta cultivar é adaptada às condições de solo e clima da Região Nordeste, possui

porte baixo (média de 106 cm), frutos semi-indeiscentes, produtividade média de 1.940 kg ha⁻¹ por ano e ciclo de 110 dias.

Nesse estudo, utilizaram vasos plásticos de 100 L de capacidade, os quais receberam, na base, uma manta geotextil (Bidim) e, em seguida, uma camada de 2 kg de brita e 107,5 kg do material de solo classificado como Neossolo de textura areia franca, não salino e não sódico, coletado a uma profundidade de 0-30 cm proveniente do

município de Pombal - PB (Tabela 1). Todas as análises de solo foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997). Os vasos possuíam dois furos na base para permitir a drenagem e, abaixo dos mesmos, um microtubo (12 mm de diâmetro) conectando a sua base a duas garrafas plásticas com capacidade para 2 L para controle e coleta da água de drenagem.

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

Densidade	Porosidade Total	Areia	Silte	Argila	Complexo Sortivo				pH _{ps}	CE _{es}
					Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺		
g cm ⁻³	m ³ m ⁻³g kg ⁻¹g kg ⁻¹g kg ⁻¹cmol _c kg ⁻¹	-	dS m ⁻¹			
0,80	0,61	86	100	40	3,24	3,20	0,09	0,16	7,33	0,09

Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0

Para adubação de base foi aplicado por vaso 162,5 g de super fosfato simples, 12 g de K₂SO₄ e 2,5 kg de vermicomposto. Após o acondicionamento do material do solo nos vasos colocou-se o mesmo em capacidade de campo, através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem livre, usando as distintas águas conforme tratamentos.

O semeio foi realizado no dia 28 de setembro de 2011, semeando-se dez sementes por vaso a 2 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante. A emergência das plântulas teve início no sexto dia após o semeio (DAS) e continuou até o décimo terceiro dia. Aos 22 DAS realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se apenas três plantas por vaso, as de melhor vigor. Aos 30 e 40 DAS foram realizados novos desbastes, onde eliminou-se em cada um, uma planta por vaso.

O tratamento de adubação nitrogenada (cobertura) foi aplicado via fertirrigação sendo 1/3 aplicado em fundação e os outros 2/3 divididos em 4 aplicações, em intervalos de dez dias a partir de 25 DAS, sendo aplicados por vaso no tratamento N2 33,34 g de Fosfato monoamônio (MAP) mais 8,88 g de Uréia. A quantidade de adubo aplicado nos demais tratamentos era calculada conforme N2 (100%). Realizou-se ainda, duas adubações foliares aos 29 e 37 DAS, usando Albatroz (N - 10%, P2O5 - 52%, K2O - 10%, Ca - 0,1%, Zn - 0,02%, B - 0,02%, Fe - 0,15%, Mn - 0,1%, Cu - 0,02% e Mo - 0,005%) na proporção de 1 g do adubo para 1 L de água e aplicando-se 5 L, distribuídos nas plantas, com auxílio de um pulverizador costal.

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 (volume de água aplicado – volume drenado na irrigação anterior), acrescido de fração de lixiviação (0,1).

Os tratos culturais realizados durante a condução do experimento consistiram em capinas manuais feitas semanalmente, como medida preventiva para evitar a

interferência com plantas daninhas. Foram feitas semanalmente escarificação superficial do solo e após as plantas atingirem os estádios de floração foi realizado o tutoramento. Visando o manejo preventivo de pragas e doenças realizaram-se pulverizações com produtos comerciais (Abamectina e VERTIMEC® 18 EC).

Para análise do efeito dos tratamentos sobre a cultura foi realizada avaliação do número de folhas (NF), da área foliar (AF), do diâmetro de caule (DC) e altura de planta (AP) aos 22 dias após a semeadura, e no período de 22 a 30 DAS determinou-se a taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) para altura de plantas.

Na quantificação do número de folhas, foram consideradas apenas as com pelo menos 50% de sua área fotossinteticamente ativa e comprimento mínimo de 3 cm; a determinação da altura foi definida mensurando-se a distância entre o colo da planta e a inserção do meristema apical; o diâmetro de caule foi determinado a 5 cm do colo das plantas, utilizando-se paquímetro digital. A área foliar foi obtida de acordo com a metodologia de Severino et al. (2005) conforme Equação 2:

$$S = 0,2622 \times P^{2,4248} \quad \text{Eq.2}$$

Em que:

S - área foliar (cm²),

P - medida do comprimento da nervura principal da folha (cm).

A TCAap e TCRap foi determinada de acordo com metodologia descrita por Benincasa (2003) conforme equação 3:

$$TCAap = \frac{(AP_2 - AP_1)}{(t_2 - t_1)} \quad \text{eq.3}$$

$$TCRap = \frac{(\ln AP_2 - \ln AP_1)}{(t_2 - t_1)} \quad \text{eq.4}$$

Em que:

TCAap = taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (cm dia⁻¹)

AP₁ = altura de planta no tempo t₁ (cm)

AP₂ = altura de planta no tempo t₂ (cm)

TCRap = taxa de crescimento relativo em altura de planta (cm cm⁻¹ dia⁻¹).

ln = logaritmo neperiano.

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 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 do fator níveis de salinidade da água de irrigação (S) sobre número de folhas, área foliar, diâmetro de caule, altura de planta e taxa de crescimento absoluto e relativo para altura de plantas. Para o fator doses de adubação nitrogenada (DN)

observa-se a ocorrência de efeito significativo sobre NF, DC e AP. Todavia, para interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) não se verificou efeito significativo para nenhum parâmetro avaliado. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2011) analisando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio no crescimento inicial da mamoneira observaram também não haver interação entre os fatores. Nobre et al. (2010) estudando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de adubação nitrogenada no crescimento e floração do girassol também verificaram não haver interação entre os fatores. portanto, que todos os atores dessa cadeia tenham benefícios em sua renda, que haja melhoramento do seu nível sócio econômico, e os consumidores possam usufruir de um produto de melhor qualidade. Além dessas informações técnicas, serão geradas publicações de resumos em anais de congresso e artigos encaminhados para revistas indexadas, bem como, a capacitação de recursos humanos.

Tabela 2 - Resultado de teste F para número de folha (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC), altura de planta (AP) aos 22 dias após o semeio (DAS), e taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) para altura de plantas da mamoneira, no período de 22 a 30 DAS, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio.

Fonte de Variação	Teste F					
	NF	AF ¹ (cm ²)	DC (mm)	AP (cm)	TCAap ¹ (cm dia ⁻¹)	TCRap ¹ (cm cm ⁻¹ dia ⁻¹)
Níveis salino (S)	**	**	**	**	**	*
Regressão Linear	**	**	**	**	**	*
Regressão Quadrática	ns	**	*	**	*	ns
Doses nitrogênio (DN)	*	ns	*	*	ns	ns
Regressão Linear	*	-	**	*	-	-
Regressão Quadrática	ns	-	ns	ns	-	-
Interação (S x DN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12,99	13,38	12,66	18,06	18,77	19,08

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

A salinidade crescente da água de irrigação afetou significativamente ($p < 0,01$) o número de folhas da mamoneira (Tabela 2). Conforme equação de regressão (Figura 1A) verifica-se resposta linear decrescente, com decréscimos na ordem de 9,8% no NF por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, ou seja, as plantas quando irrigadas com água de 3,9 dS m⁻¹ tiveram uma redução no NF de 35,28% em relação às plantas que receberam água de 0,3 dS m⁻¹. A redução do NF em condições de estresse salino é uma das alternativas

das plantas para manter a absorção de água, sendo consequência de alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, refletindo-se na perda de transpiração como alternativa para manter a absorção de água (SILVA et al., 2008). Cavalcanti et al. (2005) estudando em condição de ambiente protegido, a influência da salinidade da água na germinação e crescimento da mamoneira BRS 149 – Nordestina, verificaram que, a partir do nível de salinidade de 1,78 dS m⁻¹, o número de folhas reduz-se

linearmente, na ordem de 2,95% para cada incremento unitário da CEa.

Em relação ao fator adubação nitrogenada sobre o número de folhas, verifica-se (Figura 1B) que o modelo de regressão que melhor os dados se ajustaram foi o linear, havendo aumento na ordem de 2,84% por aumento de 30% das doses de N. Comparando as plantas sob doses de adubação nitrogenada de 70% com às sob 160%,

verificam-se acréscimo equivalente de 8,53% no NF. Segundo Fageria e Baligar (2006), o nitrogênio é o nutriente mais limitante para muitas culturas no mundo, e o seu uso eficiente é de extrema importância econômica para os sistemas de produção. Além do mais, a dinâmica natural do nitrogênio e a perda deste no sistema solo-planta criam um desafio para seu correto manejo.

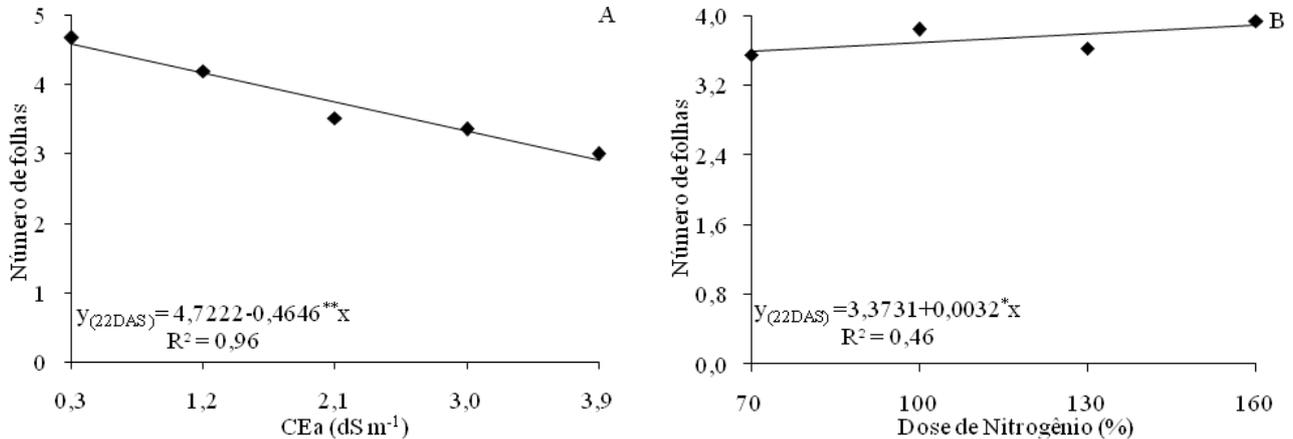


Figura 1. Número de folhas (NF) da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e doses de adubação nitrogenada (B) aos 22 DAS.

O aumento da salinidade da água de irrigação afetou significativamente ($p < 0,01$) a área foliar (Tabela 2). Conforme equação de regressão (Figura 2) verifica-se comportamento linear, com decréscimo na AF de 26,18% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de $413,7 \text{ cm}^2$ (94,24%) na AF das plantas irrigadas com água de $3,9 \text{ dS m}^{-1}$ em relação as plantas sob irrigação com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$. A redução da AF das plantas em condições salinas pode estar relacionada com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante, mantendo assim, elevado potencial hídrico na planta (TESTER e DAVENPORT, 2003). Os resultados obtidos nesta pesquisa são condizentes com os observado por Cavalcanti et al. (2005) estudando o efeito de águas salinas no crescimento inicial da mamoneira BRS Nordestina (CEa

variando de 0,7 a $4,7 \text{ dS m}^{-1}$) onde observaram que, a AF foi afetada pela salinidade, com decréscimo de 6,55% por aumento unitário da CEa. Silva et al. (2005) também verificaram, aos 60 DAS, que a área foliar da mamoneira sob CEa variando de 0,70 a $8,70 \text{ dS m}^{-1}$ foi reduzida em mais de 11,0% por incremento unitário de CEa.

A área foliar tem relação direta com a produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (RADI et al., 1989). Para Ribeiro et al. (2009), a área foliar é um dos mais importantes índices de crescimento das plantas, pois, retrata o tamanho do seu aparelho assimilatório, o qual está diretamente relacionado com os processos fisiológicos das plantas.

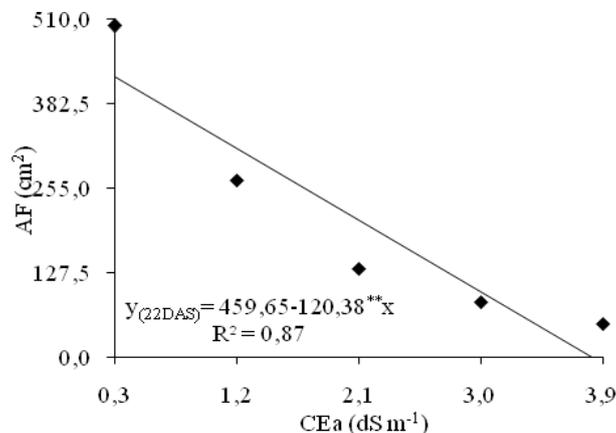
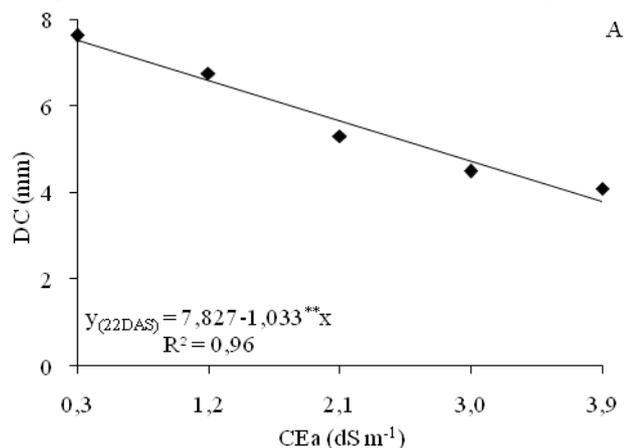


Figura 2. Área foliar (AF) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 22 DAS.

O estresse salino provocado pela água de irrigação afetou significativamente ($p < 0,01$) o diâmetro caulinar (Tabela 2). Segundo a equação de regressão referente à variável DC (Figura 3A) constata-se efeito linear decrescente, indicando um decréscimo de 13,19% no DC por aumento unitário da CEa, ou seja, redução no DC de 47,48% das plantas irrigadas com água de 3,9 dS m^{-1} em relação as submetidas a 0,3 dS m^{-1} . Segundo Ayers e Westcot (1999) o aumento da pressão osmótica do solo ocasionado pelos íons, atua de forma negativa sobre os processos fisiológicos, reduzindo absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular, advindo, como consequência, a redução no crescimento das plantas. Flowers (2004) ressalta que a inibição do crescimento de plantas sob estresse salino pode ser explicada pela diminuição do potencial osmótico da solução do solo, além da possibilidade de ocorrência de toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos, em função da



acumulação em excesso de determinados íons nos tecidos vegetais. Resultados nesse sentido também foram observados por Cavalcanti et al. (2005) avaliando o efeito da salinidade da água na cultura da mamoneira BRS 149 em casa de vegetação, observaram que o diâmetro do caule diminui com o aumento da salinidade, sendo o decréscimo de apenas 1,45% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

Avaliando-se o efeito do fator doses de nitrogênio sobre a variável DC, constata-se com a equação de regressão (Figura 3B) comportamento linear decrescente, havendo decréscimos de 4,62% por aumento de 30% das doses de N, proporcionando redução de 0,96 mm (13,86%) no DC das plantas das plantas submetidas a 160% de N em relação as que receberam 70% de N. Segundo Larcher (2000), quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais é reduzida, especialmente o NO_3^- , K^+ e Ca^{2+} , e assim, o crescimento e desenvolvimento da cultura é prejudicado.

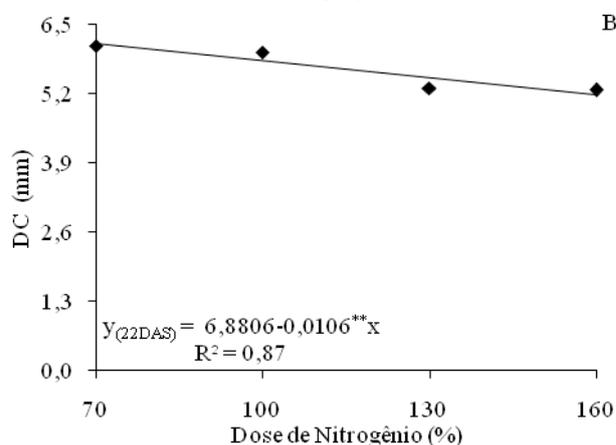


Figura 3. Diâmetro caulinar (DC) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e doses de adubação nitrogenada (B) aos 22 DAS.

A condutividade elétrica da água de irrigação afetou significativamente ($p < 0,01$) a altura de planta (Tabela 2). De acordo com a equação de regressão (Figura 4A), o modelo linear indica decréscimo de 19,57% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 12,62 cm na AP quando se comparam os dados obtidos no maior nível salino (3,9 dS m^{-1}) com os encontrados na água de menor salinidade (0,3 dS m^{-1}). O efeito osmótico tem sido a causa maior da redução do crescimento das plantas, associado à toxidez de íons devido à absorção excessiva principalmente de sódio e cloro e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção e/ou distribuição dos nutrientes (YAHYA, 1998). Segundo Flowers (2004) as plantas sob estresse salino tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, e contribuindo para redução do crescimento das espécies sob tal estresse.

A AP da mamoneira também foi afetada significativamente ($p < 0,05$) pelas distintas doses de adubação nitrogenada e segundo a equação de regressão (Figura 4B), ocorreu redução linear de 5,22% na AP por aumento de 30% das doses de N, ou seja, decréscimos de 2,07 cm (15,68%) na AP, das plantas sob 160% de N em relação às com 70% de N. Bosco et al. (2009) citam que, plantas cultivadas sob salinidade tendem a absorver menos nitrogênio enquanto que os níveis de Cl- absorvidos e acumulados são acrescidos. Estudando os efeitos da fertilização nitrogenada no crescimento inicial da mamoneira, Lima et al. (2011) verificaram também que, doses elevadas de N proporcionaram menor altura de plantas. Oliveira et al. (2009) ressaltam que elevados teores de esterco, ou seja, adubo este fonte de nitrogênio, podem proporcionar desbalanço nutricional no solo e, em consequência, redução no crescimento, desenvolvimento e produção da cultura.

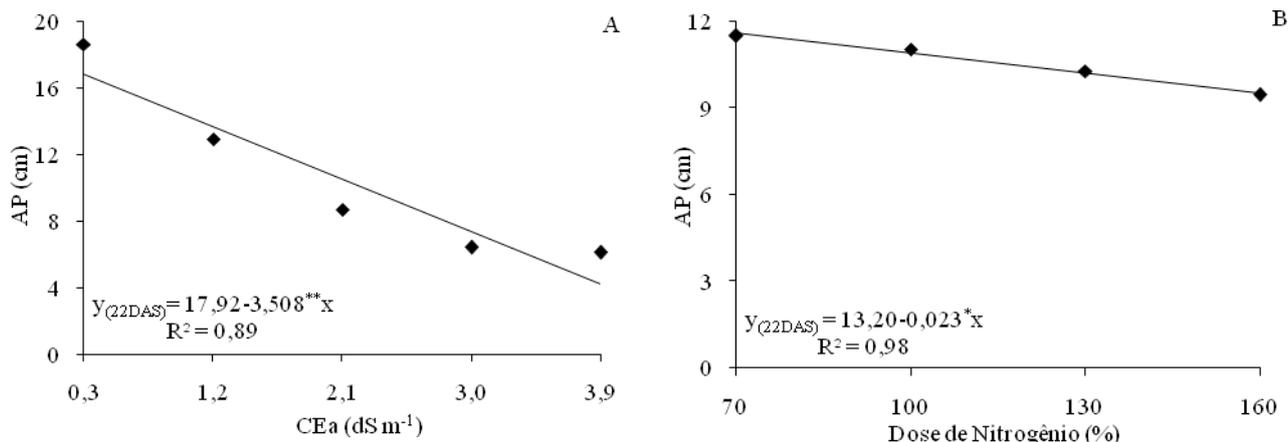


Figura 4. Altura de planta (AP) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e doses de adubação nitrogenada (B) aos 22 DAS.

Constata-se conforme equação de regressão (Figura 5A), comportamento linear decrescente da taxa de crescimento absoluto (TCAap) entre 22 e 30 DAS para AP quando submetidas a níveis crescentes da CEa, havendo decréscimo de 19,48% na TCAap por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 1,782 cm dia⁻¹ ou 70,12% na altura das plantas irrigadas com água de 3,9 dS m⁻¹ em relação as submetidas a 0,3 dS m⁻¹. De acordo

com Arruda et al. (2002), plantas cultivadas sob estresse salino podem ter o crescimento inibido devido os efeitos tóxicos dos sais absorvidos ou pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura, que tendem a reduzir a quantidade de água e nutrientes absorvidos e como consequência, a capacidade das plantas crescerem e desenvolverem é afetada negativamente.

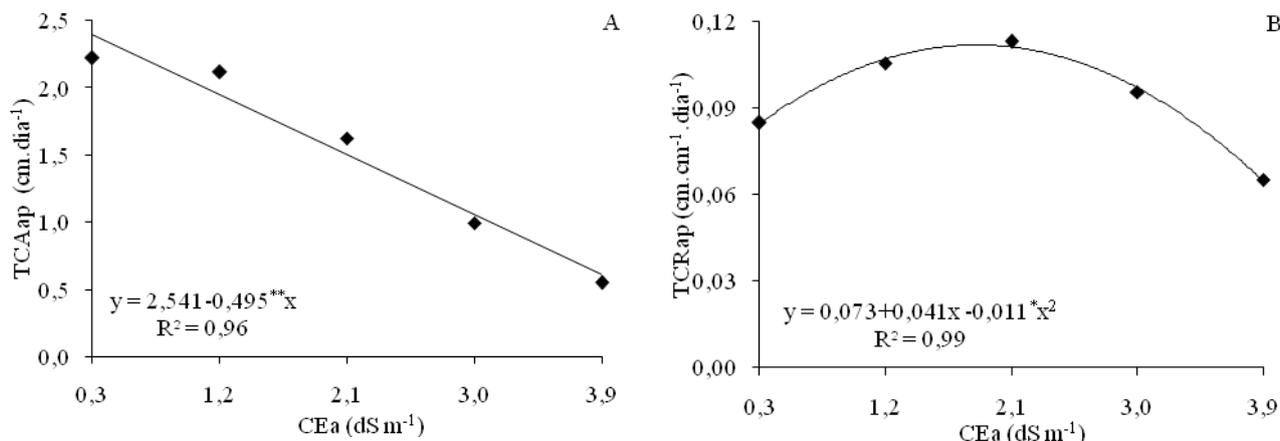


Figura 5. Taxa de crescimento absoluto (A) e relativo para altura de plantas (B), em função da condutividade elétrica da água de irrigação, no período de 22 a 30 DAS.

A taxa de crescimento relativo é o aumento em gramas de massa seca por unidade de material presente num período de observação; assim, qualquer incremento ao longo de determinado período estará diretamente relacionado à massa alcançada ao longo de um intervalo anterior (SILVA et al., 2005). Para Ferri (1985), a TCR da planta, é uma variável bastante utilizada para avaliação do crescimento vegetal e é dependente da quantidade de material previamente acumulado. Este parâmetro representa o aumento de matéria seca na planta por

unidade de material preexistente, ao longo do tempo. Constatou-se no presente estudo, a ocorrência de efeito significativo CEa ($p < 0,05$) sobre a TCRap (Tabela 2) e conforme equação de regressão, o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o quadrático (Figura 5B), onde vê-se que as plantas que estavam sob irrigação com água de CEa de até 1,9 dS m⁻¹, conseguiram promover maior TCRap (0,112 cm cm⁻¹ dia⁻¹).

CONCLUSÕES

1. A salinidade da água de irrigação a partir de 0,3 dS m⁻¹ interferiu de forma linear e negativamente, sobre o número de folha, a área foliar, o diâmetro de caule, a altura de planta e taxa de crescimento absoluto da mamoneira; e a maior taxa de crescimento relativo no período entre 22 e 30 dias após semeadura foi obtida sob irrigação das plantas com água de condutividade elétrica igual a 1,9 dS m⁻¹.
2. A taxa de crescimento absoluto em altura de plantas e a área foliar são as características mais afetadas pelo aumento da salinidade da água de irrigação, ocorrendo redução, respectivamente de 19,48 e 26,18% por aumento unitário da CEa.
3. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveu aumento linear no número de folhas;
4. A mamoneira cv. BRS Energia não responde à interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio para os parâmetros avaliados.

AGRADECIMENTOS

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

ARRUDA, F. P. de; ANDRADE, A. P.; I. SILVA, de F. da; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. A. M.. de Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p. 21-27, 2002.

ASHRAF, M.; HARRIS, P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n.01, p. 3-16, 2004.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 29).

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA – Algodão, 2001. 350p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 41, 2003.

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**, 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.C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: Germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (suplemento), p.57-61, 2005.

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

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

FAGERIA, N. K.. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília. EMBRAPA- DPU, 1989. 425p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 18).

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, n.88, p. 97-185, 2006.

FERREIRA, D. F. SISVAR 4,6 - **programa de análise estatística**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 1 CD-ROM.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal** 1. 2 ed. São Paulo: EPU, 1985. 362p.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p. 307-319, 2004.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I; SHALHEVET, J. (ed.). **Soil salinity under irrigation: processes and management**. Berlin: Springer-Verlag, p.319-338, 1984.

KOURI, J.; SANTOS, R. F. dos. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006, Aracajú, SE. Cenário Atual e Perspectiva - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD Rom.

LACHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

LIMA, G. S. de.; SOARES, L. A. dos A.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SILVA, A. O. da. Crescimento inicial da mamoneira sob diferentes salinidades da água de irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.6, n.2, p.201 – 209, 2011.

- MILLER, A.J.; CRAMER, M.D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant and Soil**, v.274, n.1, p.3-6, 2004.
- NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; CORREIA, K.G.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.
- NOVAIS, R.F.; NEVES J.C.L.; BARROS N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A.J. (ed.) **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 JÚNIOR, A. B. de.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.206-211, 2009.
- RADI, A. F.; HEIKAL, M. M.; ABDEL-RAHAMAN, A. M.; EL-DEEP, B. A. A. Interactive effects of salinity and phytormones on growth and plants water relationship parameters in maize and flower plants. **Acta Agronomica Hungarica**, v.38, p.271-282, 1989.
- RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHEIM, H. M. Biodiesel: Um Projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.31, p.28-37, 2003.
- RIBEIRO, S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C.; GHEYI, H. R.; LACERDA, R. D. de. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 465-473, 2009.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954. 160p. (Handbook 60).
- SAIRAM, R.K.; TYAGI, A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. **Current Science**, v.86, n.3, p.407-421, 2004.
- SEVERINO, L. S.; VALE, L. S.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W. dos. **Método para determinação da área foliar da mamoneira**. Campina Grande: Embrapa – CNPA, 2005. 20 p.(Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).
- 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 of Plant Physiology**, v.15, n.2, 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**, v.12, n.4, p.335-342, 2008.
- SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Germinação e crescimento inicial de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9 (Suplemento): 347-352, 2005.
- SILVA, S.M.S.; GHEYI, H.R.; BELTRÃO, N.E. de M.; SANTOS, J.W. dos; SOARES, F.A.L. Dotações hídricas em densidades de plantas na cultura da mamoneira cv. BRS Energia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, p.338-348, 2009.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, n.5, p.503-527, 2003.
- YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.7, p.1439-1451, 1998.