

## Resposta da mamoneira cv. BRS Energia a diferentes níveis de salinidade da água e doses de nitrogênio

## Response of castor bean cv. BRS Energy to different levels of salinity and nitrogen

Geovani Soares de Lima<sup>1</sup>, Reginaldo Gomes Nobre<sup>2\*</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>3</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>1</sup>, Givanildo da Silva Lourenço<sup>4</sup>

**RESUMO** – Realizou-se este trabalho com o objetivo de estudar a resposta da mamoneira cv. BRS Energia sob distintos níveis salinos da água de irrigação e doses de nitrogênio em experimento conduzido em lisímetros sob condições de campo no CCTA/UFCG, entre os meses de outubro de 2010 e fevereiro de 2011. Utilizou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições e sendo os tratamentos constituídos 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<sup>-1</sup>) e cinco doses de nitrogênio (50; 75; 100; 125 e 150% da dose recomendada para ensaio em ambiente protegido). O estresse salino a partir de 0,4 dS m<sup>-1</sup> afeta de forma linear e negativa, a taxa média de crescimento absoluto para altura de planta, a área foliar, o número de frutos e de sementes, a massa de sementes e a massa seca do racemo secundário, e o índice de colheita, sendo a massa de sementes a variável mais sensível. Níveis de salinidade da água de irrigação de até 3,50 dS m<sup>-1</sup> não afeta a percentagem de participação do número de sementes do racemo secundário. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveu aumento na área foliar da mamoneira. A mamoneira cv. BRS Energia não respondeu à interação entre os fatores salinidade da água e doses de nitrogênio para os parâmetros estudados.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., Qualidade de água, Nutrição mineral

**SUMMARY** - We conducted this study with the aim of studying the response of the castor bean cv. BRS Energy as a function of salinity of irrigation water and nitrogen in an experiment conducted in lysimeters under field conditions in CCTA / UFCG, between the months of October 2010 and February 2011. We used the randomized complete block design in a 5 x 5 factorial design with three replications. The treatments consisted of combinations of five levels of electrical conductivity of irrigation water - ECw (0.4, 1.4, 2.4, 3.4 and 4.4 dS m<sup>-1</sup>) and five nitrogen rates (50; 75, 100, 125 and 150% of recommended dose for testing in a protected environment). The salinity from 0.4 dS m<sup>-1</sup> affects the linear and negative, the absolute average growth rate for plant height, leaf area, number of fruits and seeds, seed mass, dry mass of secondary raceme and harvest index, seed mass being the most sensitive variable. Salinity levels of irrigation water up to 3,50 dS m<sup>-1</sup> does not affect the percentage ownership of the number of seeds of secondary raceme. The application of increasing doses of nitrogen increased the leaf area of the castor bean. The castor bean cv. BRS Energy did not respond to the interaction between the factors salinity and nitrogen levels for the parameters studied.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., Water quality, Mineral nutrition

\*autor para correspondência

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

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

<sup>2</sup> 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

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

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia, CCTA/UFCG, Pombal, PB, givanildo83@r7

## INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, cujos produtos e subprodutos são utilizados na indústria ricinoquímica e na agricultura, além da possibilidade do óleo extraído de suas sementes ser usado na fabricação do bicomcombustível (AZEVEDO & LIMA, 2001). 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).

A qualidade da água é um dos fatores que ocasionam efeito negativo no desenvolvimento das culturas e afetam a produção, visto que a água é constituinte dos tecidos vegetais, chegando até mesmo a constituir mais de 90% de algumas plantas; desta forma para a utilização da água de qualidade inferior na agricultura, deve-se utilizar um manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura desenvolva a produtividade esperada (MEDEIROS *et al.*, 2007).

A salinidade inibe o crescimento das plantas em função dos efeitos osmóticos e tóxicos dos sais e, aos efeitos indiretos de íons específicos. Entretanto, tais efeitos dependem de muitos outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER & DAVENPORT, 2003).

Altas concentrações de sais no solo, 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 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 & HARRIS, 2004).

A mamoneira é uma planta cujo desenvolvimento é favorecido pela fertilidade do solo, apresentando drástica redução no crescimento quando submetido a condições de baixa fertilidade (VALE *et al.*, 2004). Taiz & Zeiger (2006) citam que, o desenvolvimento das plantas apresenta elevada relação com o suprimento de nitrogênio. Entre as principais tecnologias aplicadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade dos cultivos, destaca-se o suprimento nutricional através do manejo da adubação, sendo o nitrogênio, um dos principais macronutrientes responsáveis por esse aumento.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho estudar a resposta da mamoneira cv. BRS Energia em função da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre outubro de 2010 e fevereiro de 2011 em vasos e sob condição de campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar 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. Conforme 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<sup>-1</sup>) associado a doses de adubação nitrogenada (50; 75; 100; 125 e 150% da indicação de adubação nitrogenada para ensaios, conforme Novais *et al.*, 1991). As águas com diferentes salinidades foram preparadas mediante adição de cloreto de sódio (NaCl) à água do sistema de abastecimento local, cuja quantidade (C) foi determinada conforme equação proposta por Richards (1954)  $C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$ .

Utilizou-se a cultivar de mamoneira 'BRS Energia', onde segundo 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<sup>-1</sup>.

Foram usados 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 (tipo areia franca) não salino e não sódico, devidamente destorroado e proveniente do Município de Pombal, PB, cujas características físico-químicas (Tabela 1) foram determinadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CCTA/UFCG, segundo metodologia proposta pela Embrapa (1997). Os vasos possuíam furos na base para permitir o acompanhamento do volume drenado e estimativa do consumo de água pela cultura.

Na adubação de fundação foi aplicado 162,5 g de super fosfato simples, 12 g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e 2,2 kg (equivalente a 2%) de húmus de minhoca (6,3 g de N kg<sup>-1</sup>, 1,28 g de P kg<sup>-1</sup> e 0,53 g de K kg<sup>-1</sup>) por vaso. O material de solo após acondicionado nos vasos foi posto em capacidade de campo, usando-se as distintas águas conforme tratamentos. A adubação nitrogenada foi parcelada em cinco vezes, sendo 1/3 aplicado em fundação e o restante em intervalos de onze dias a partir de 24 dias após a semeadura (DAS), sendo aplicados por vaso no tratamento N<sub>3</sub>, 16,67 g de fosfato monoamônio (MAP) mais 4,44 g de uréia.

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

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

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 e sendo os vasos distribuídos em fileiras simples espaçados de 0,9 m e 0,7 m entre plantas dentro da fileira. A emergência das plântulas teve início no sexto dia após o semeio (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.

As plantas foram irrigadas diariamente ao final de cada tarde (17 h) com auxílio de um vaso graduado, conforme tratamentos e com volume de água de 700 mL por vaso até o sexto dia após o semeio e, posteriormente, aplicou-se um volume com base no balanço de água na zona radicular e considerando uma fração de lixiviação de 10%.

Foram realizadas duas adubações foliares a partir do início da emissão das flores, estágio R<sub>9</sub> (MOSHKIN, 1986), aos 29 e 37 DAS, com 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, aplicando-se 5 L, distribuídos nas plantas, com auxílio de um pulverizador costal.

Os tratamentos culturais realizados durante a condução resumiram-se em eliminação manual de plantas daninhas, tutoramento das plantas, escarificação superficial do solo antes de cada irrigação e visando o manejo preventivo de pragas e doenças foram realizadas pulverizações com produtos comerciais recomendados.

Para análise do efeito dos tratamentos sobre a cultura foi avaliado aos 46 dias após o semeio a área foliar (AF) e no período de 35 a 67 DAS determinou-se a taxa de

crescimento absoluto para altura de plantas. A área foliar foi obtida de acordo com a metodologia de Wendt (1967) conforme equação 2:

$$\log\left(\frac{y}{x}\right) = \sum \{[-0,346] + [2,152 \times \log(x)]\} \quad \text{eq.2}$$

Em que:

y - área foliar (cm<sup>2</sup>),

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

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

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

Em que:

TCAap = taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (cm dia<sup>-1</sup>).

AP<sub>1</sub> = Altura de planta no tempo t<sub>1</sub> (cm)

AP<sub>2</sub> = Altura de planta no tempo t<sub>2</sub> (cm)

TCAap = Taxa de crescimento absoluto em altura (cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>).

Por ocasião da colheita avaliaram-se o número de frutos (NFrutRS) a massa de sementes (NSemRS) e a massa seca no racemo secundário (MsecRS). A colheita foi realizada manualmente e teve início aos 72 DAS, na sequência realizou-se a debulha manual dos frutos e determinou-se o NFrutRS e o NSemRS. A MsecRS foi obtida após a separação das sementes dos frutos.

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

Conforme análise de variância (Tabela 2) constata-se haver efeito significativo (p<0,01) do fator níveis salinidade da água de irrigação sobre a taxa de crescimento absoluto para altura de plantas, área foliar, número de frutos e de sementes do racemo secundário. No tocante ao fator doses de adubação nitrogenada, vê-se efeito significativo (p<0,05) apenas sobre a área foliar. Em relação à interação entre os fatores estudados (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) observa-se não haver efeito significativo para nenhum parâmetro avaliado, o que pode inferir independência dos fatores. Nobre et. al. (2010) analisando 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.

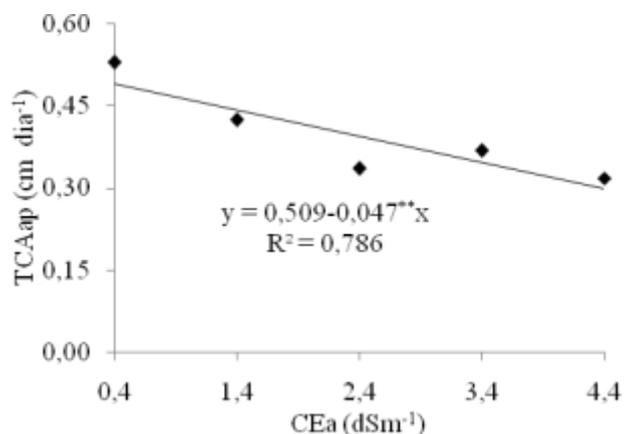
O fator salinidade da água de irrigação afetou significativamente (p < 0,01) a taxa de crescimento absoluto da altura de plantas e conforme equação de regressão (Figura 1) verifica-se comportamento linear, com decréscimo na TCAap de 9,59% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 0,19 cm dia<sup>-1</sup> (38,35%) nas plantas irrigadas com água de 4,4 dS m<sup>-1</sup> em relação a testemunha (0,4 dS m<sup>-1</sup>).

Tabela 2- Resumo do teste de F para taxa de crescimento absoluto para altura de plantas (TCAap), área foliar (AF), número de frutos (NFrutRS) e de sementes no racemo secundário (NSemRS) da mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio.

Fonte de Variação	Teste F			
	TCAap (cm dia <sup>-1</sup> )	AF <sup>1</sup> (cm <sup>2</sup> )	NFrutRS	NSemRS
Salinidade da água (S)	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	*	ns	ns
Reg. Cúbica	ns	ns	ns	**
Doses nitrogênio (N)	ns	**	ns	ns
Reg. Linear	-	**	-	-
Reg. Quadrática	-	ns	-	-
Reg. Cúbica	-	ns	-	-
Interação (S x N)	ns	ns	ns	ns
Bloco	**	ns	*	*
CV (%)	17,38	7,25	17,29	22,85

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

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 (FLOWERS, 2004). Nery et al. (2007) em pesquisa com pinhão manso sob condições de estresse salino, também verificaram que a TCAap foi reduzida linearmente com o incremento da CEa.



**Figura 1** – Taxa de crescimento absoluto - TCAap para altura de plantas de mamoneira, durante o período de 14 a 120 DAS, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.

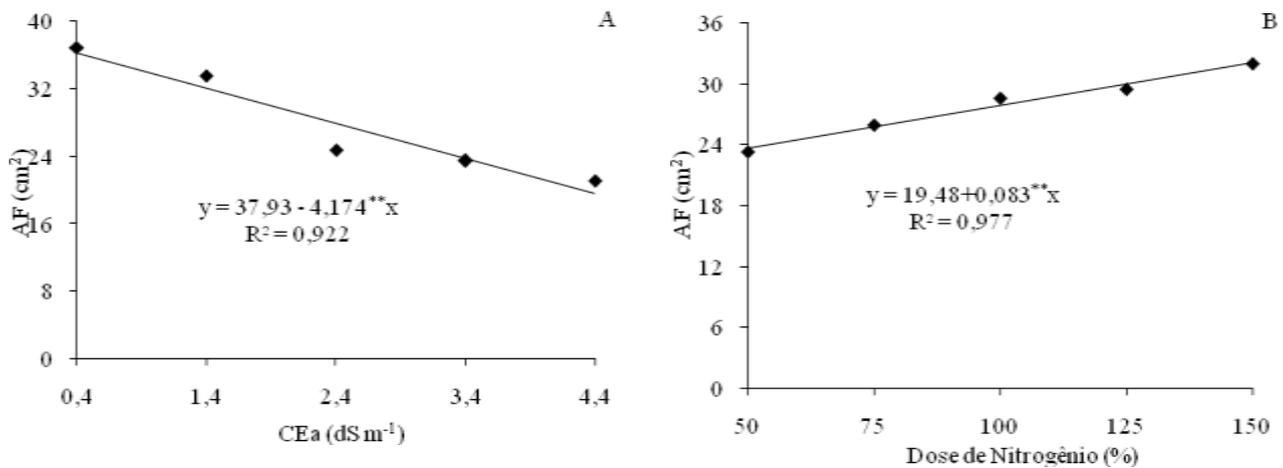
A salinidade crescente da água de irrigação afetou significativamente ( $p < 0,01$ ) a área foliar da mamoneira aos 46 DAS e de acordo com a equação de regressão (Figura 2A) verifica-se resposta linear e decrescente na AF, indicando decréscimo de 11,51% por aumento unitário da CEa ou seja, redução de 16,7 cm<sup>2</sup> (46,04%) na AF das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m<sup>-1</sup> em relação as irrigadas com 0,4 dS m<sup>-1</sup>. Para Tester e Davenport (2003), 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. Desta forma, a redução da AF sob tais condições é importante para a manutenção de elevado potencial hídrico na planta. Os resultados obtidos neste estudo são condizentes com os de Cavalcanti et al. (2005) estudando o efeito de águas salinas no crescimento inicial da mamoneira BRS 149 – Nordestina (CEa variando de 0,7 a 4,7 dS m<sup>-1</sup>) onde observaram que, a AF teve decréscimos de 6,55% por aumento unitário da CEa.

Com relação ao fator doses de adubação nitrogenada sobre a AF, constata-se com a equação de regressão (Figura 2A) comportamento linear e crescente, havendo incremento de 6,50% por aumento de 25% das doses de N, ou seja, aumento de 25,99% (8,3 cm<sup>2</sup>) na área foliar das plantas submetidas a 150% de N em relação as que receberam 50% de N. A fertilização nitrogenada além de promover o crescimento das plantas pode também

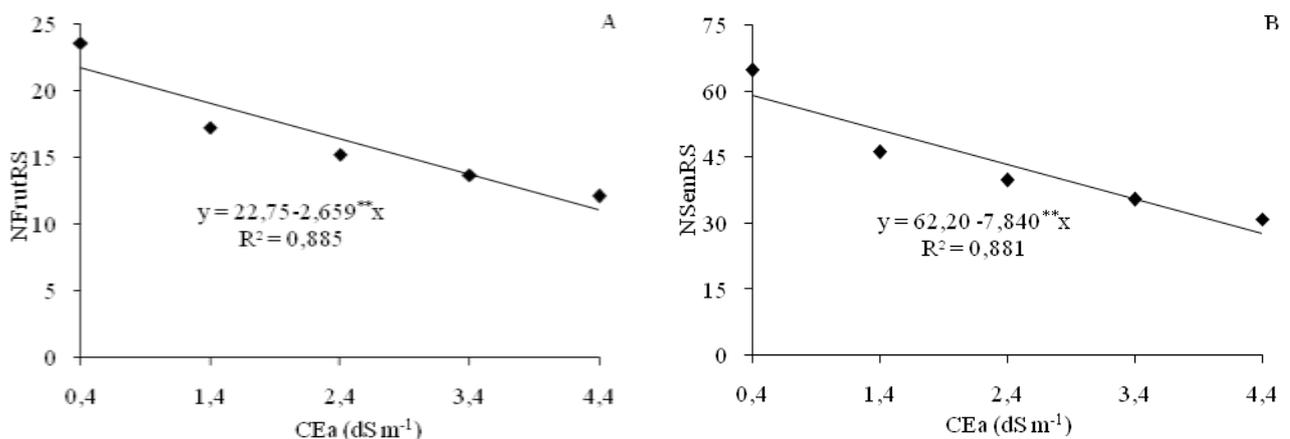
reduzir o efeito da salinidade sobre os vegetais (FLORES et al., 2001) devido a acumulação desse solutos elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (SILVA et al., 2008).

Verifica-se efeito significativo ( $p < 0,01$ ) dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) sobre o número de frutos no racemo secundário (Tabela 2), havendo com base na equação de regressão (Figura 3A) redução do NFrutRS na ordem de 12,26% por aumento unitário da CEa, ou seja, decréscimos de 49,04% no NFrutRS das plantas irrigadas com CEa de 4,4 dS m<sup>-1</sup> em relação as sob CEa de 0,4 dS m<sup>-1</sup>. Em relação ao número de frutos no racemo primário (NFruRP), o efeito

do estresse salino foi mais pronunciado, havendo decréscimo linear de 17,43% no NFruRP por aumento unitário da CEa. Para Tester e Davenport (2003) a redução do potencial osmótico da solução do solo provocada pelo sal, dificulta a entrada de água nas células da planta e consequentemente, o desempenho da cultura é prejudicado. Em estudos com a mamoneira, Estudando o desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira (BRS Paraguaçu e BRS Energia), Silva et al. (2008) observaram, redução no número de frutos do racemo primário com o incremento da CEa (0,7 à 6,7 dS m<sup>-1</sup>), verificando-se ainda que, a cultivar BRS Paraguaçu não chegou a frutificar quando irrigada com água acima de 4,70 dS m<sup>-1</sup>.



**Figura 2** – Área foliar- AF de planta de mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e das doses de adubação nitrogenada (B).



**Figura 3** – Número de frutos - NFrutRS (A) e sementes - NSemRS (B) no racemo secundário, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.

O número de sementes no racemo secundário foi influenciado significativamente ( $p < 0,01$ ) pelos níveis crescentes da salinidade da água de irrigação (Tabela 2) e conforme equação de regressão (Figura 3B) vê-se resposta linear decrescente, ocorrendo decréscimos no NSemRS de 13,27% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 53,09% quando se comparam as plantas irrigadas com água de 4,4 dS m<sup>-1</sup> com as de 0,4 dS m<sup>-1</sup>. O fator salinidade da água de irrigação também afetou de forma acentuada o número de sementes no racemo primário (NSemRP) promovendo decréscimos de 18,27% por aumento unitário da CEa. Em geral, a salinidade do solo, seja ela causada por irrigação com água salina ou pela combinação dos fatores água, solo e manejo das culturas,

teores de esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira observaram também não haver interação entre os fatores.

podem reduzir a produção das plantas cultivadas (TESTER & DAVENPORT, 2003).

Constata-se (Tabela 3) haver efeito significativo pelo teste F do fator condutividade elétrica da água de irrigação sobre a massa de semente, a massa seca do racemo secundário, a percentagem de participação do número de sementes e o índice de colheita. No tocante ao fator doses de adubação nitrogenada e a interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) verifica-se não haver efeito significativo para nenhuma variável avaliada. Oliveira et al. (2006) analisando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e

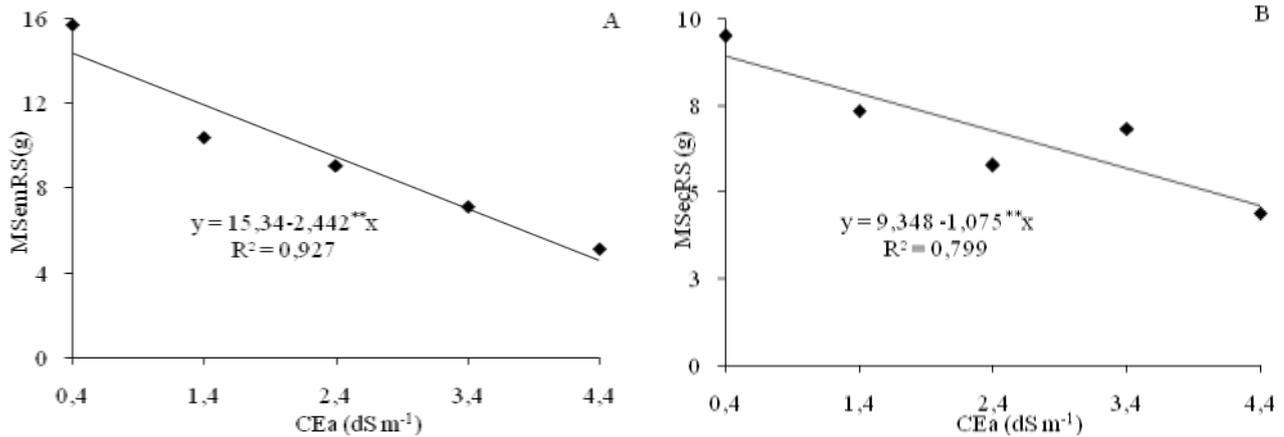
**Tabela 3-** Resumo do teste de F para massa de semente (MSemRS), massa seca (MSecRS), percentagem de participação do número de sementes (PNSemRS) do racemo secundário e índice de colheita (IC) da mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio.

Fonte de Variação	Teste F			
	MSemRS <sup>2</sup> (g)	MSecRS (g)	PNSemRS <sup>1</sup> (%)	IC <sup>2</sup> (g g <sup>-1</sup> )
Salinidade da água (S)	**	**	**	*
Reg. Linear	**	**	**	*
Reg. Quadrática	ns	ns	*	ns
Reg. Cúbica	ns	ns	ns	ns
Doses nitrogênio (N)	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	-	-	-	-
Reg. Quadrática	-	-	-	-
Reg. Cúbica	-	-	-	-
Interação (S x N)	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns
CV (%)	26,13	17,89	19,05	8,47

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

De acordo com a equação de regressão (Figura 4A) o aumento da CEa proporcionou efeito linear e decrescente na massa de sementes do racemo secundário, havendo decréscimo na ordem de 17% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, ou seja, redução de 9,76 g (68%) na MSemRS das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m<sup>-1</sup> em relação a

testemunha. Segundo Rhoades et al. (2000) a salinidade afeta 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.



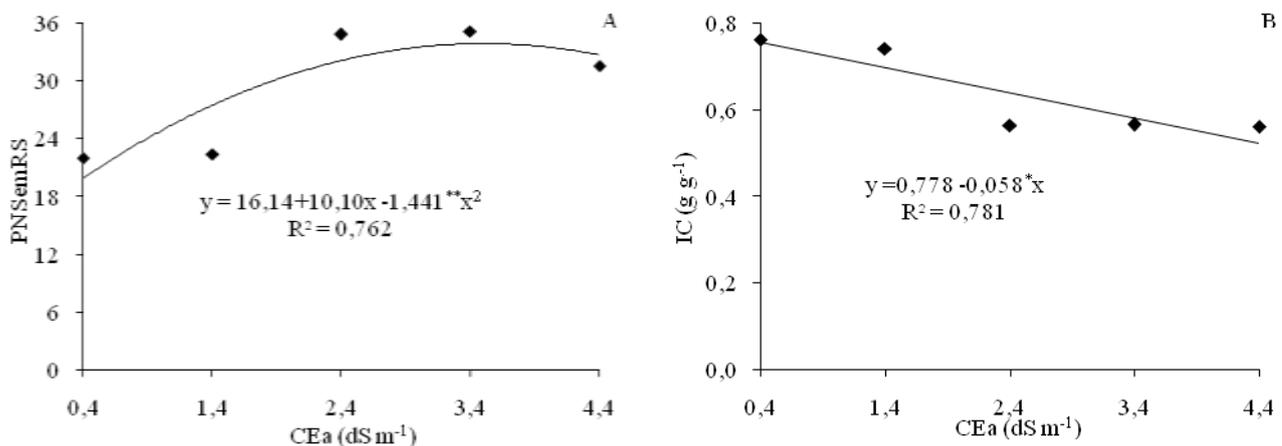
**Figura 4** – Massa de sementes - MSemRS (A) e massa seca do racemo secundário - MSecRS (B) de plantas de mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.

A massa seca do racemo secundário foi afetada, significativamente ( $p < 0,01$ ) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (Tabela 3). Conforme equação de regressão (Figura 4B) houve decréscimo linear de 12,05% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução na MSecRS de 48,22% (4,3g) nas plantas irrigadas com água de 4,4  $\text{dS m}^{-1}$  em relação ao menor

A percentagem de participação do número de sementes do racemo secundário foi afetada significativamente ( $p < 0,01$ ) pela salinidade da água de irrigação (Tabela 3). Consta-se com o modelo de regressão (Figura 5A) resposta quadrática e se nota que a CEa de 3,50  $\text{dS m}^{-1}$  promoveu a maior PNSemRS (33,83%). Observa-se ainda pelos estudos de regressão (Figura 4A) que as plantas quando submetidas à CEa variando de 2,80 a 4,20  $\text{dS m}^{-1}$  proporcionaram uma

nível salino (0,4  $\text{dS m}^{-1}$ ). Em condições salinas ocorre redução na disponibilidade de água às plantas devido à diminuição do potencial total da água no solo, e assim, a salinidade impõe um maior gasto de energia nas plantas para a absorção da água e por consequente, ocorre diminuição na produção matéria seca nas plantas (LEONARDO et al., 2007).

PNSemRS média de 33,47%, ou seja, valores esses, próximo a maior percentagem de participação do número de sementes do racemo secundário encontrada. Segundo Ayers e Westcot (1999) com o aumento da salinidade, o potencial total de energia da água no solo se torna cada vez mais negativo e, conseqüentemente, a planta terá maior dificuldade para absorvê-la, apesar da sua presença no solo, acarretando com isso, resposta negativa sobre as variáveis de produção da cultura.



**Figura 5** – Percentagem de participação do número de sementes do racemo secundário - PNSemRS (A) e índice de colheita – IC (B) de plantas de mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.

A condutividade elétrica da água de irrigação afetou significativamente ( $p < 0,01$ ) o índice de colheita das plantas de mamoneira (Tabela 3). Conforme a equação de regressão (Figura 5B), o modelo linear indica decréscimos de 7,68% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 30,74% ( $0,23\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) no IC das plantas submetidas a CEa de  $4,4\text{ dS m}^{-1}$  em relação às irrigadas com água de  $0,4\text{ dS m}^{-1}$ . Gulzar et al. (2003) relatam que, os estresses provocados pelo excesso de íons, em geral,

diminuem a assimilação de  $\text{CO}_2$ , condutância estomática, transpiração e fotossíntese das plantas e, conseqüentemente, acabam por prejudicar a produção e a produtividade das culturas. Corroborando com os resultados obtidos, Nobre et al. (2011) em estudos avaliando os efeitos da salinidade da água de irrigação (CEa - 0,5 ; 1,6; 2,7; 3,8 e  $4,9\text{ dS m}^{-1}$ ) na cultura do girassol em ambiente protegido, constataram reduções no IC de 3,9% por aumento unitário da CEa.

## CONCLUSÕES

- O estresse salino a partir de  $0,4\text{ dS m}^{-1}$  afeta de forma linear e negativa, a taxa de crescimento absoluto para altura de planta, a área foliar, o número de frutos e sementes, a massa de sementes, massa seca do racemo secundário e o índice de colheita, sendo a massa de sementes a variável mais sensível.
- Níveis de salinidade da água de irrigação de até  $3,50\text{ dS m}^{-1}$  não afeta a percentagem de participação do número de sementes do racemo secundário.
- A aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveu aumento na área foliar da mamoneira.
- A mamoneira cv. BRS Energia não respondeu à interação entre os fatores salinidade da água e doses de nitrogênio para os parâmetros estudados.

## 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

- 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. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).
- AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (ed.). O agronegócio da mamona no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão, p.350 2001.
- BENICASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, p.42 2003.
- 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, p.368, 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, 212 p.,1997.

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

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

FLORES, P.; CARVAJAL, M.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. *Journal of Plant Nutrition*, v.24, n.10, p.1561-1573, 2001.

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

GULZAR, S.; KHAN, M.A. & UNGAR, I.A. Salt tolerance of a coastal salt marsh grass. *Soil Science Plant Ana*, v.34, p.2595-2605, 2003.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; MARHCESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. *Revista Irriga. Botucatu SP*. v. 12, n. 01, 2007.

MEDEIROS, J.F.; SILVA, M.C.C.; SARMENTO, D.H.A.; BARROS, A.D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.3, p.248-255, 2007.

MILANI, M. BRS Energia. 3. ed. Campina Grande – PB: Embrapa Algodão, 2010. (Folder).

MOSHKIN, V. A. Growth and development of the plant. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). *Castor*. New Delhi: Amerind, 1986.

- NERY, A.R.; SILVA, M.B.R.; RODRIGUES, L.N.; FERNANDES, P.D.; DANTAS NETO, J.; VIEGAS, R.A. Taxas de crescimento do pinhão manso cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. In: WORKSHOP MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA, 2007. Recife. Convivência em Busca da Sustentabilidade: anais... Recife-PE: UFRPE/UFCG. 2007.
- NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. Revista Brasileira de Ciência. Solo, v.35, n.3, p. 929-937, 2011.
- 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. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA. p. 189-253, 1991.
- OLIVEIRA, M.K.T.; OLIVEIRA, F.A., MEDEIROS, J.F.; LIMA, C.J.G.S.; GUIMARÃES, Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis* L.). Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.1, n.1, p. 68-74, 2006.
- 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.
- 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.
- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Washington: U.S, Department of Agriculture, p.160, 1954.
- SILVA, J.V.; LACERDA, C.F. de; COSTA, P.H.A. da; ENÉAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J.T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl<sub>2</sub>. 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, 12: 335-342, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: ArtMed, 2006.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. Annals of Botany, v. 91, n. 03, p. 503-527, 2003.
- VALE, L. S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Efeito da salinidade da água sobre o pinhão-manso. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1, 2006, Brasília. Anais... Brasília: IBPS, p. 87-90, 2006.
- WENDT, C.W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castors (*Ricinus communis* L.), and sorghum (*Sorghum vulgare* L.). Agronomy Journal, v.59, p.484-486, 1967.