

## RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DA MAMONEIRA, EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA<sup>1</sup>

GEOVANI SOARES DE LIMA<sup>2</sup>; REGINALDO GOMES NOBRE<sup>3</sup>; HANS RAJ GHEYI<sup>4</sup>; LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES<sup>2</sup> E SAULO SOARES DA SILVA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo – Doutorando em Engenharia Agrícola – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Campina Grande, PB, Brasil, geovanisoareslima@gmail.com; laurispo@hotmail.com;

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo – Doutor – Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Pombal, PB, Brasil, rgomesnobre@yahoo.com.br;

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo – Doutor – Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA. Brasil, hans@pq.cnpq.br;

<sup>5</sup>Graduando em Agronomia – Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Pombal, PB, Brasil; saulo20-@hotmail.com.

### 1 RESUMO

O trabalho foi desenvolvido para avaliar as características morfofisiológicas da mamoneira cv. BRS Energia irrigada com águas de diferentes níveis salinos e submetida aos efeitos de doses de nitrogênio, em experimento conduzido em lisímetros de drenagem no campo, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande. Os tratamentos foram instalados em blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições, relativo aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,2; 2,1; 3,0 e 3,9 dS m<sup>-1</sup>) e quatro doses de nitrogênio (70; 100; 130 e 160% da dose recomendada para ensaio). A irrigação com água de nível salino superior a 0,3 dS m<sup>-1</sup> inibiu o índice de velocidade de emergência, a percentagem de emergência de plântulas normais da mamoneira e o crescimento avaliado pelo número de folhas, altura, diâmetro caulinar e área foliar das plantas. Apesar dos efeitos inibitórios da salinidade das águas no crescimento, a maior taxa de crescimento absoluto e relativo correspondeu a irrigação das plantas com água de salinidade até 1,9 e 2,1 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente nos períodos de 30 a 40 e 22 a 30 dias após a semeadura (DAS). Doses crescentes de nitrogênio promoveram aumentos no diâmetro caulinar e na área foliar da mamoneira aos 60 e 120 DAS respectivamente; a área foliar estimada aos 120 DAS foi à única variável de crescimento afetada pela interação entre os fatores estudados.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L, escassez de água, nutrição mineral

LIMA, G. S. de.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, S. S. da.

MORPHOPHYSIOLOGICAL RESPONSES OF CASTOR BEAN AS A FUNCTION OF SALINITY OF IRRIGATION WATER AND NITROGEN FERTILIZATION

### 2 ABSTRACT

The study was conducted to evaluate morphological and physiological characteristics of castor bean cv. BRS Energia irrigated with water of different salinity levels and under different doses of Nitrogen. The experiment was carried out in field drainage lysimeters from the Center of Sciences and Agriculture and Food Technology at the Federal University of Campina Grande, Paraíba state. Treatments were established in randomized blocks using a 5 x 4 factorial design with 3 replications consisting of values of electrical conductivity of irrigation water – EC<sub>w</sub> (0.3; 1.2; 2.1; 3.0 and 3.9 dS m<sup>-1</sup>) and 4 nitrogen doses (70; 100; 130 and 160% of the recommended dose). Irrigation with saline water with EC<sub>w</sub> higher than 0.3 dSm<sup>-1</sup> inhibited the emergency speed index, percentage of regular seedling emergence and growth of castor bean evaluated by the number of leaves, plant height, stem diameter and leaf area. Despite inhibitory effects of water salinity on growth, the highest rate of absolute and relative growth was related to irrigation of plants with salinity water up to 1.9 and 2.1 dS m<sup>-1</sup>, respectively in the periods from 30 to 40 and 22 to 30 days after sowing (DAS). Increasing doses of Nitrogen promoted increases in diameter and leaf area of castor bean at 60 and 120 DAS, respectively; leaf area estimated at 120 DAS was the only growth variable affected by the interaction between the study factors.

**Keywords:** *Ricinus communis* L, water scarcity, mineral nutrition.

### 3 INTRODUÇÃO

A demanda energética crescente em todo o mundo está reduzindo o potencial de disponibilidade das fontes convencionais de combustíveis e promovendo efeitos negativos ao meio ambiente e à sociedade mundial como um todo. Diante desses aspectos, os óleos vegetais têm sido estudados como alternativas para substituição progressiva dos combustíveis minerais derivados do petróleo; neste sentido, se insere a mamoneira (*Ricinus communis* L.) que vem se destacando pela qualidade do seu óleo e conseqüentemente sua expansão de cultivo no Brasil (Fernandes Neto et al., 2008).

A mamoneira é uma planta com características de xerofilismo e heliofilismo, sendo cultivada em diversos países do mundo, destacando-se a Índia, China e o Brasil como maiores produtores mundiais. Seu óleo é um dos melhores para a produção de biodiesel devido às características de maior densidade, solubilidade em álcool, cerca de 5% de oxigênio a mais na molécula, usos na química fina em mais de 700 produtos industrializados e ainda, por configura-se como alternativa para diversificação da matriz energética (Beltrão & Vale, 2007). Contudo, a formação das sementes e a síntese do óleo são processos energeticamente onerosos para a planta, por requerer elevada demanda nutricional, principalmente em macronutrientes (Savy Filho et al., 2005).

Diante da oferta cada vez mais reduzida de recursos hídricos de boa qualidade em todo o mundo, o uso de água salina na agricultura deve ser considerado como alternativa importante. Outrossim, nas regiões áridas e semiáridas a qualidade da água para irrigação apresenta grande variabilidade, tanto em termos geográficos como sazonal (Bezerra et al., 2010). Neste contexto, a prática de irrigação consiste na melhor forma de garantir a produção agrícola com segurança; entretanto, o manejo inadequado da água aliado a elevada evapotranspiração e precipitações insuficientes para lixiviar os sais, tem contribuído para o acúmulo de sais no solo, causando a salinização das áreas irrigadas.

O uso de água e/ou solos com problemas de sais poderá limitar o crescimento e produção dos vegetais devido à redução do potencial osmótico na solução do solo, por

toxicidade e/ou desordem nutricional, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas em plantas superiores (Singh & Gupta, 2009). Sabe-se que nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis a altos níveis de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos, cuja diferença se deve à melhor capacidade osmótica que algumas culturas têm o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, suficiente quantidade de água (Ayers & Westcot, 1999; Correia et al., 2009). Na literatura poucos são os trabalhos encontrados relacionados ao grau de tolerância da mamoneira ao estresse salino, todavia trabalhos desenvolvidos por Cavalcanti et al. (2005) e Santos et al. (2013), verificaram caráter moderadamente sensível da cultura aos sais. Silva et al. (2008), observaram em seu estudo com a mamoneira, que a cultivar BRS Energia foi mais tolerante à salinidade que a Paraguaçu.

Entre as principais técnicas aplicadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade de cultivos, destaca-se o suprimento nutricional, sendo o nitrogênio o macronutriente exigido em maior quantidade pela maioria das culturas agrícolas (Miller & Cramer, 2004). A importância do nitrogênio às plantas está em exercer funções fisiológicas importantes na formação de compostos orgânicos, destacando-se aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucléicos, vitaminas e clorofila, entre outros. Como constituinte destes compostos, o nitrogênio está envolvido nos processos que ocorrem no protoplasma, em reações enzimáticas e na fotossíntese, resultando no estímulo ao crescimento (Epstein & Bloom, 2006). Amor et al. (2000) relata que existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de cloreto na zona radicular pode inibir uma maior absorção de nitrato pela planta.

Desse modo, a utilização de água com níveis de salinidade diferentes sobre o cultivo da mamoneira tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores tais como: Cavalcanti et al. (2005); Silva et al. (2008); Alves et al. (2012); Soares et al. (2012); Nobre et al. (2013), que constataram que a salinidade da água de irrigação promoveu efeito negativo sobre a germinação, o crescimento e a produção da mamoneira. Já Oliveira et al. (2009), observaram que a mamoneira cv. BRS Nordestina respondeu significativamente a fontes e doses de matéria orgânica.

Apesar dos estudos já desenvolvidos com esta cultura, é evidente a necessidade de maiores informações sobre o efeito interativo da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada na mamoneira, sobretudo para a cultivar BRS Energia em condição de semiárido, como medida para atenuar os impactos negativos do uso das águas de qualidade inferior na irrigação para o cultivo desta oleaginosa. Neste contexto, objetivou-se avaliar as características morfofisiológicas da mamoneira, em função dos efeitos da interação entre salinidade da água e doses de nitrogênio, no processo de germinação e no crescimento das plantas em diferentes idades.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em lisímetros de drenagem sob condições de campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) localizado no município de Pombal, PB, situado a 6°48'16" S, 37°49'15" W e altitude média de 144 m.

Usou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 5 x 4, com três repetições, em fileira simples espaçadas de 0,9 m e 0,7 m entre plantas dentro da fileira. Os tratamentos consistiram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da

água de irrigação - CEa (0,3; 1,2; 2,1; 3,0 e 3,9 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro doses de adubação nitrogenada [(70; 100; 130 e 160% da dose recomendada para ensaios (100 mg kg<sup>-1</sup>), conforme Novais et al., 1991)].

As águas de irrigação foram obtidas a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl), com pureza de 99%, em água proveniente do sistema de abastecimento local, cuja quantidade (C) foi determinada com base em Rhoades et al. (2000), expressa pela equação: C (mg L<sup>-1</sup>) = 640 x CEa (dS m<sup>-1</sup>), onde a CEa representa o valor pré - estabelecido da condutividade elétrica da água.

Utilizou-se a cultivar de mamoneira BRS Energia, que segundo Silva et al. (2009), trata-se de um material genético vigoroso, de fácil propagação, com característica de precocidade (ciclo de 120 a 150 dias), porte baixo, frutos semi-indeiscentes, teor de óleo nas sementes em média de 48% e produtividade média de 1.800 kg ha<sup>-1</sup>.

Utilizaram-se para o semeio e condução das plantas, recipientes plásticos de 100 L de capacidade, preenchidos com 2 kg de brita (nº zero) a qual cobria a base do vaso seguida de 107,5 kg de material de solo (tipo areia franca) não salino e não sódico, coletado à profundidade de 0-30 cm, devidamente destorroado e proveniente do município de Pombal, PB, cujas características físicas e químicas (Tabela 1), foram obtidas conforme metodologias recomendadas por Claessen (1997). Os vasos possuíam dois furos na base para permitir a drenagem e abaixo dos mesmos existia uma garrafa plástica para acompanhamento do volume de água drenado visando estimativa do consumo de água pela planta.

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

Densidade	Porosidade Total	Areia	Silte	Argila	Complexo Sortivo				pH <sub>ps</sub>	CE <sub>es</sub>
					Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>		
g cm <sup>-3</sup>	%	.....g kg <sup>-1</sup> .....	.....g kg <sup>-1</sup> .....	.....g kg <sup>-1</sup> .....	.....cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> .....	-	dS m <sup>-1</sup>			
1,34	48,26	490	170	340	3,95	3,70	0,37	0,43	5,01	0,09

**Nota:** Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; pH<sub>ps</sub> - pH da pasta de saturação; CE<sub>es</sub> - condutividade do extrato de saturação.

Para adubação de fundação foi aplicado por lisímetro 162,5 g de super fosfato simples, 12g de sulfato de potássio e 2,5 kg de vermicomposto (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>). A adição do insumo orgânico visa melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, de forma a aumentar a capacidade de retenção e infiltração da água, estimular a disponibilidade de nutrientes às plantas e contribuir para a diversificação e aumento populacional da biota do solo. O material de solo depois de acondicionado nos lisímetros, foi colocado em capacidade de campo, através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem livre, usando as respectivas águas utilizadas para irrigação.

O semeio foi realizado com dez sementes por lisímetro 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 se eliminou em cada recipiente, uma planta.

A adubação nitrogenada foi parcelada, sendo 1/3 aplicado em fundação e os 2/3 restantes, em quatro aplicações via fertirrigação, em intervalos de dez dias a partir de 25 DAS, sendo aplicados nos recipientes do tratamento N2 (100%) 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. Realizou-se ainda, duas adubações foliares aos 29 e 37 DAS, usando o produto comercial Albatroz (N - 10%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 52%, K<sub>2</sub>O - 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, realizaram-se irrigações diárias às 17 h, aplicando-se em cada recipiente água conforme o tratamento. O volume aplicado em cada irrigação foi conforme necessidade hídrica da planta sendo determinado pelo balanço hídrico: volume aplicado menos o volume drenado na irrigação anterior, acrescido de fração de lixiviação de 0,10.

Os tratos culturais realizados durante o ciclo da cultura consistiram em capinas manuais feitas semanalmente, escarificação superficial do solo e tutoramento das plantas após atingirem o estágio de floração.

A germinação das plântulas foi avaliada registrando-se diariamente até os 13 DAS o número de plântulas germinadas, adotando-se como critério o surgimento do epicótilo na superfície do solo, e daí mensurou-se a porcentagem de emergência – PE (número de plântulas germinadas em relação ao número de sementes semeadas). Determinou-se aos 13 DAS o índice de velocidade de emergência (IVE), segundo metodologia descrita por Vieira e Carvalho (1994), conforme Eq.1:

$$\text{IVE (plântulas dia}^{-1}\text{)} = \frac{\Sigma_1}{N_1} + \frac{\Sigma_2}{N_2} + \dots + \frac{\Sigma_n}{N_n} \quad (1)$$

em que:

$\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_n$  representam os números de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda e última contagem,

$N_1, N_2, \dots, N_n$  são os números de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem, respectivamente.

O crescimento da mamoneira foi avaliado aos 30; 60 e 120 DAS, através da determinação do número de folhas (NF), da altura de planta (AP), do diâmetro caulinar (DC) e da área foliar (AF) e, no período de 22 a 30 DAS e 30 a 40 DAS determinou-se a taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) para altura de planta. As épocas de avaliação foram escolhidas em função dos estádios de desenvolvimento da cultura da mamoneira, conforme descrição feita por Moshkin (1986), sendo o período de 30; 60 e 120 DAS, correspondente ao quarto (diferenciação do meristema primário e o da parte floral), o nono (floração e à polinização) e ao décimo segundo (maturação) estágio de desenvolvimento.

Na quantificação do NF foram consideradas apenas as folhas com no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa e comprimento mínimo de 3 cm; a AP foi definida mensurando-se a distância entre o colo da planta e a inserção do meristema apical; o DC foi determinado a 5 cm do colo das plantas, utilizando-se paquímetro digital e a AF foi obtida de acordo com a metodologia de Severino et al. (2005), conforme Eq 2:

$$S = \Sigma 0,26622 \times P^{2,4248} \quad (2)$$

em que:

S - área foliar total (cm<sup>2</sup>),

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

A TCAap e a TCRap foram determinadas de acordo com metodologia descrita por Benincasa (2003), conforme Eq. 3 e 4.

$$\text{TCAap} = \frac{(\text{AP}_2 - \text{AP}_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (3)$$

$$\text{TCRap} = \frac{(\ln \text{AP}_2 - \ln \text{AP}_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (4)$$

em que:

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

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

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

TCRap = Taxa de crescimento relativo em altura de planta (cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>),

ln = logaritmo natural.

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

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme indicado na Tabela 2, a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo sobre o índice de velocidade de emergência (IVE) e na percentagem de emergência de plântulas normais (PE), ao contrário da adubação nitrogenada e da sua interação com a salinidade da água não interferiram sobre nenhuma variável analisada. Essa situação evidencia que as plantas de mamoneira responderam de forma semelhante à ação dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Estes resultados diferem dos encontrados por Alves et al. (2012), avaliando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de adubação nitrogenada no crescimento inicial da mamoneira, que verificaram haver interação entre os fatores sobre o IVE e a PE.

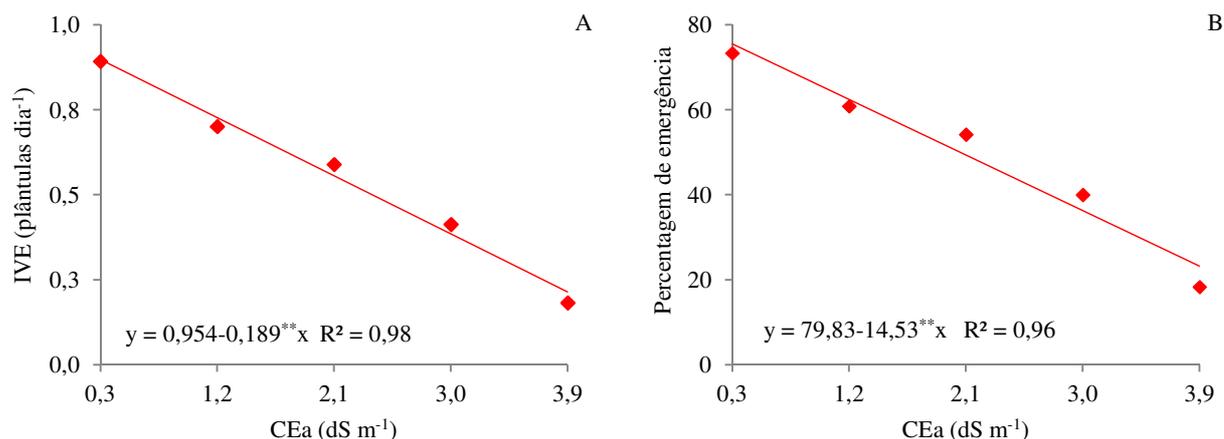
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância pelo teste F, referente ao índice de velocidade de emergência (IVE) e da percentagem de emergência (PE), em plantas de mamoneira irrigadas com águas de salinidade crescente e com doses de nitrogênio

Fonte de Variação	Teste de F	
	IVE <sup>1</sup> (plânt. dia <sup>-1</sup> )	PE <sup>1</sup>
Níveis salinos (S)	**	**
Reg. Linear	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns
Doses de N (N)	ns	ns
Reg. Linear	-	-
Reg. Quadrática	-	-
Interação (S x N)	ns	ns
Bloco	ns	ns
CV (%)	17,09	16,34

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

O processo de germinação das sementes da mamoneira avaliado pelo IVE e pela PE foi afetado significativamente ( $p < 0,01$ ) pela salinidade da água de irrigação (Tabela 2). Quantitativamente, segundo as equações de regressão (Figura 1A e 1B), registraram-se decréscimos de 19,8 e 18,2% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 71,3% no IVE e de 65,5% na PE, em relação aos dados das plantas irrigadas com as água de maior ( $3,9 \text{ dS m}^{-1}$ ) e de menor nível salino ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ). As reduções no IVE e na PE com o incremento salino podem ser atribuídas à menor absorção de água causada pela concentração de sais solúveis no solo assim como, pela entrada dos íons em quantidade suficiente para provocarem toxicidade sobre o embrião e/ou células da membrana do endosperma, além disso, as concentrações tóxicas desses íons ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) afetam outros processos, incluindo a divisão e a diferenciação celular, a atividade de enzimas e a captação e distribuição de nutrientes, podendo ocasionar atraso na emergência das plântulas e da mobilização das reservas ou até diminuir a viabilidade das sementes (Voigt et al., 2009).

Nobre et al. (2013) estudando o efeito da irrigação com distintas condutividade elétrica – CEa ( $0,4$  a  $4,4 \text{ dS m}^{-1}$ ) sobre a germinação da mamoneira cv. BRS Energia observaram que a PE e o IVE foram afetadas pela salinidade, com decréscimos respectivos de 3,4 e 3,6% por aumento unitário da CEa, ou seja, resultado bem inferior ao presente estudo; o que denota-se que isto pode ter ocorrido em função deste experimento ter sido realizado utilizando-se um solo de classe textural franco argilo arenoso ( $490 \text{ g kg}^{-1}$  areia;  $170 \text{ g kg}^{-1}$  silte e  $340 \text{ g kg}^{-1}$  argila) em relação ao trabalho desenvolvido por Nobre et al. (2013) que utilizaram um Neossolo Regolítico Eutrófico tipo franco arenoso ( $830 \text{ g kg}^{-1}$  areia;  $71 \text{ g kg}^{-1}$  silte e  $99 \text{ g kg}^{-1}$  argila). Desta forma, o maior teor de argila do solo em relação ao estudo de Nobre et al. (2013) pode ter contribuído para a divergência de resposta, uma vez que a argila tende a reter mais fortemente a água e as sementes não conseguiram absorvê-la do solo, e consequentemente provoca a morte do embrião. Conforme Severino et al. (2004) o processo de germinação das sementes de mamoneira pode ser influenciado pelas características físicas do solo, dentre elas a textura e das condições climáticas. Neste caso, o aumento da salinidade das águas também contribuiu para intensificar o aumento das perdas, como indicado nos dados da Figura 1A e 1B.



**Figura 1.** Índice de velocidade de emergência - IVE (A) e percentagem de emergência - PE da mamoneira (B), em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa

Constata-se com base nos resultados do teste F (Tabela 3) haver influência significativa dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre o número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar (AF) aos 30, 60 e 120 DAS. Em relação ao fator

doses de adubação nitrogenada verifica-se haver efeito significativo para DC aos 30 e 120 DAS e AF aos 30, 60 e 120 DAS. Outrossim, a interação entre os fatores (S x N) promoveu efeito significativo sobre a AF aos 120 DAS (Tabela 3).

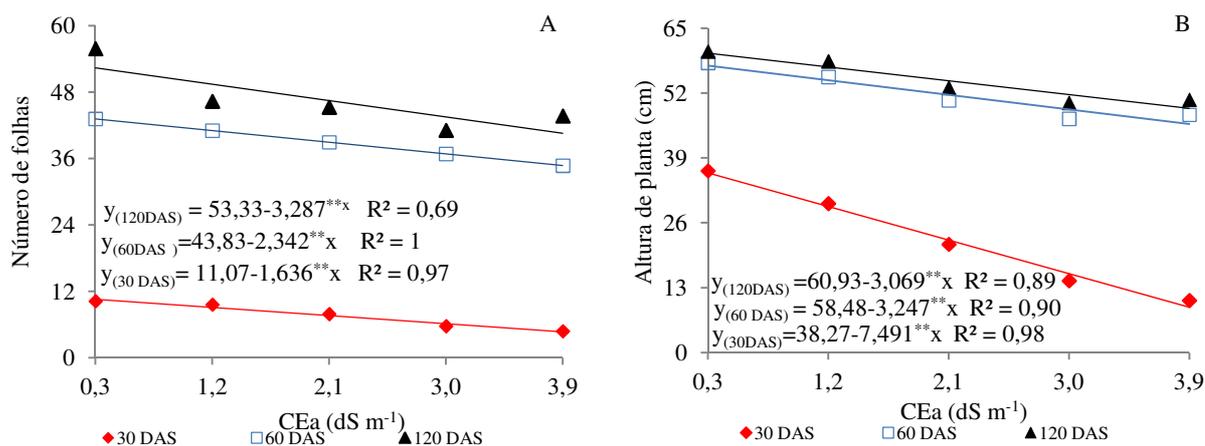
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância pelo teste F, referente ao número de folhas (NF), altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar (AF), em plantas de mamoneira, irrigadas com águas de salinidade crescente e com doses de nitrogênio, em diferentes idades

Fonte de Variação	Teste F											
	NF			AP (cm)			DC (mm)			AF (m <sup>2</sup> )		
	30	60	120 <sup>1</sup>	30	60	120	30	60	120	30 <sup>1</sup>	60 <sup>1</sup>	120
Níveis salino (S)	**	*	*	**	*	*	**	**	**	**	*	**
Reg. Linear	**	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	*
Doses de N (N)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	*	*	**
Reg. Linear	-	-	-	-	-	-	*	-	*	*	*	**
Reg. Quadrática	-	-	-	-	-	-	*	-	ns	ns	ns	ns
Interação (S x N)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	19,9	19,1	12,8	16,4	13,8	13,7	12,6	9,0	7,7	15,3	17,4	18,3

**Nota:** 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 salinidade crescente das águas de irrigação influenciou significativamente ( $p < 0,01$ ) a emissão do número de folhas (Tabela 3). Pelas equações de regressão (Figura 2A) constata-se decréscimo linear do NF na ordem de 14,8; 5,3 e 6,2% por aumento unitário da CEa, respectivamente, aos 30, 60 e 120 DAS. Verifica-se também (Figura 2A) que as plantas irrigadas com água de CEa de 3,9 dS m<sup>-1</sup> sofreram reduções no NF respectivamente de 53,2; 19,2 e 22,2% (5,88; 8,43 e 11,83 folhas) na primeira, segunda e terceira época de avaliação ou de idade das plantas, em comparação com as irrigadas com água de CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Alterações morfológicas e anatômicas em plantas sob estresse salino, e conseqüentemente redução da transpiração são mecanismos para manter a absorção satisfatória de água (Oliveira et al., 2011). Conforme Tester & Davenport (2003) o aumento da concentração salina na solução do solo reduz o potencial osmótico, dificultando a absorção de água pelas plantas, promovendo efeitos negativos de ordem nutricional, de toxicidade e/ou interferindo na disponibilidade de outros íons.

Esses resultados estão em conformidade com os de Silva et al. (2008) estudando o efeito da CEa (0,7 a 6,7 dS m<sup>-1</sup>) sobre o crescimento e a produção de cultivares de mamoneira cultivadas em ambiente protegido, onde verificaram aos 80 DAS que a salinidade da água de irrigação promoveu redução no NF de 7,5 e 9,9% para as cvs. BRS Energia e Paraguaçu, respectivamente, por aumento unitário da CEa.



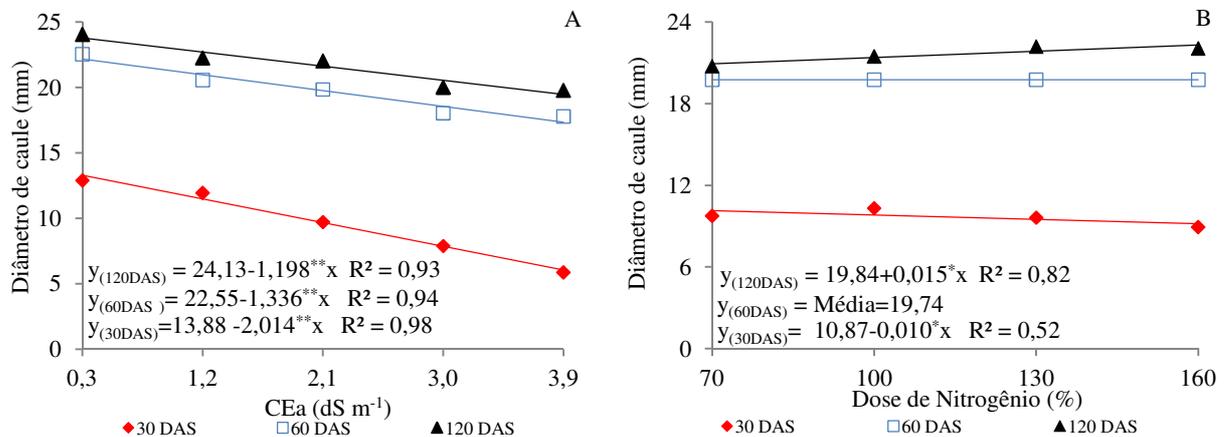
**Figura 2.** Número de folhas (A) e altura de planta (B) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa aos 30, 60 e 120 dias após a semeadura (DAS)

A altura de planta da mamoneira sofreu efeito significativo da salinidade da água de irrigação (Tabela 3) aos 30 DAS ( $p < 0,01$ ) e aos 60 e 120 DAS ( $p < 0,05$ ) e, de acordo com as equações de regressão (Figura 2B), o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear, indicando que o incremento da CEa promoveu decréscimos na AP, aos 30, 60 e 120 DAS respectivamente, de 19,6; 5,6 e 5,0% por aumento unitário da CEa, sendo estimado os menores valores de AP para as plantas irrigadas com água de 3,9 dS m<sup>-1</sup>, com 9,1; 45,8 e 49,0 cm, ou seja, redução em cerca de 70,5; 20,0 e 18,1% em relação às plantas irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. A redução acentuada na altura de plantas verificada na fase inicial (30 DAS) expressa o caráter moderadamente sensível da mamoneira à salinidade da água ou do solo (Santos et al., 2013). Por outro lado, a diminuição do crescimento das plantas de mamoneira ao longo do ciclo é consequência dos acréscimos salinos impostos à cultura, onde atuaram de forma negativa sobre os processos fisiológicos, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular, advindo, como consequência, a redução no crescimento das plantas (Ayers & Westcot, 1999).

Tendência semelhante da inibição da salinidade ao crescimento da mamoneira foi observado também por Silva et al. (2008) nas cultivares de mamona Paraguaçu e BRS Energia sob condições salinas da água (CEa variando entre 0,7 e 6,7 dS m<sup>-1</sup>), indicando que a CEa comprometeu a AP aos 80 DAS, com decréscimos relativos entre o intervalo de 62,5%. Alves et al. (2012) analisando o crescimento inicial da mamoneira sob diferentes CEa (0,6 à 4,6 dS m<sup>-1</sup>) aos 40 DAS também registraram que o incremento salino contribuiu para a redução do crescimento das plantas em altura.

Os níveis de CEa afetaram significativamente ( $p < 0,01$ ) o diâmetro do caule da mamoneira (Tabela 3) e conforme as equações de regressão (Figura 3A) provocaram decréscimos lineares por aumento unitário da CEa de 14,5; 5,9 e 5,0% respectivamente, aos 30, 60 e 120 DAS. Esses decréscimos resultaram em perdas de 7,3; 4,8 e 4,3 mm no DC das plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,9 dS m<sup>-1</sup>), em comparação com as irrigadas com água de menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>). A CEa prejudicou o DC de forma mais pronunciada aos 30 DAS, o que indica sensibilidade no crescimento inicial desta cultivar ao excesso de sais na zona radicular. A inibição do crescimento em condições salinas pode ser atribuída à diminuição da disponibilidade de água às plantas devido ao efeito osmótico, o que requer maior consumo de energia das plantas para absorverem água e por consequência, retardar ou inibir o crescimento das plantas (Leonardo et al., 2007). Estes resultados

corroboram com os obtidos por Cavalcanti et al. (2005) que estudando o comportamento da mamoneira cv. BRS Nordestina, irrigada com águas de CE variando de 0,7 a 4,7 dS m<sup>-1</sup>, observaram aos 80 DAS redução no DC de 1,45% por aumento unitário da CEa. Estudando o pinhão-manso sob estresse salino e em condição de casa de vegetação, Nery et al. (2009), também verificaram redução no DC de 7,35%, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.



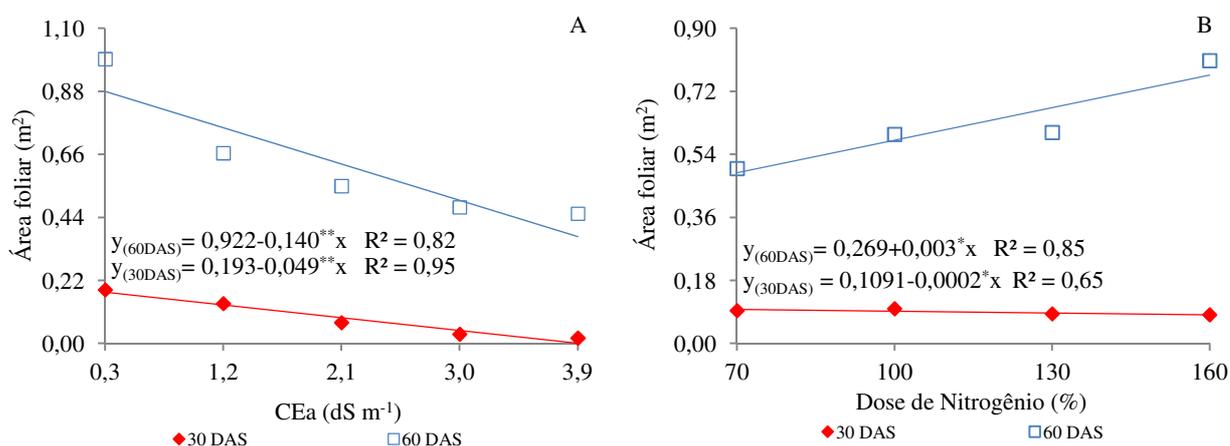
**Figura 3.** Diâmetro de caule da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa(A) e doses de nitrogênio (B) aos 30, 60 e 120 dias após a semeadura (DAS)

O aumento das doses de nitrogênio inibiu o diâmetro caulinar da mamoneira durante os primeiros 30 dias após a semeadura (Figura 3B). A partir das equações de regressão (Figura 3B) verifica-se declínio sobre esta variável de 0,9 mm (8,3%) entre as plantas do solo fertilizado com 160% de N em relação às com 70% de N, ou seja, decréscimo de 2,8% por aumento de 30% na dose de adubação nitrogenada. A redução do diâmetro caulinar em função das doses de N, pode ser atribuída à diminuição do pH do solo, uma vez que, esta cultura apresenta sensibilidade no crescimento sob condições da acidez de solos. Esta acidez possivelmente pode ter ocorrido em função da liberação de íons de hidrogênio produzidos, durante o processo de nitrificação da uréia aplicada (Decarlos Neto et al., 2002). Diminuição no diâmetro de caule das plantas quando submetidas à adubação nitrogenada foi observado também por Rodrigues et al. (2010), ao avaliar a influência do nitrogênio no desenvolvimento de mudas de cultivares de mamona, onde também constaram redução no diâmetro caulinar da mamoneira com o incremento das doses de N aplicadas.

Verificou-se aos 60 DAS (Figura 3B), que as plantas sob diferentes doses de N alcançaram um DC médio de 19,7 mm. Para a avaliação realizada aos 120 DAS, constatou-se resposta linear crescente das doses de N sobre o DC, ocorrendo incremento de 2,3% por aumento de 30% da dose de N, ou seja, aumento de 1,4 mm (6,8%) no DC das plantas adubadas com 160% de N em comparação às sob adubação com 70% de N. O fato das plantas de mamoneira terem apresentado diminuição no DC na primeira época de avaliação se deve, provavelmente, em razão de ter sido disponibilizado apenas 1/3 da necessidade de N (fundação) e a primeira aplicação das dosagens restantes de nitrogênio (cobertura) para cultura, no entanto, o decréscimo no DC foi muito pequeno. Todavia, aos 120 DAS à mamoneira respondeu de forma positiva a adubação crescente com N para DC, possivelmente em virtude de haver sido atendido às necessidades de nitrogênio para o seu crescimento e desenvolvimento. Diniz Neto et al. (2012), em trabalho avaliando os componentes de crescimento e produção da mamoneira submetida à adubação nitrogenada, também

constatarem aumento linear no diâmetro caulinar, sendo de 0,1057 mm por incremento unitário de nitrogênio aplicado.

A salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo sobre a área foliar da mamoneira (Tabela 3) e com base nos estudos de regressão (Figura 4A), verifica-se efeito linear decrescente sobre a AF, tendo ocorrido decréscimos na ordem de 25,4 e 15,2% respectivamente, por aumento unitário da CEa aos 30 e 60 DAS, ou seja, reduções equivalentes de 0,176 e 0,504 m<sup>2</sup> na AF das plantas irrigadas com água de 3,9 dS m<sup>-1</sup> em relação as submetidas a 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Conforme Tester & Davenport (2003) o decréscimo da área foliar das plantas em condições salinas pode ser 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, obtido através da diminuição na transpiração. Reduções na AF em virtude do aumento da salinidade, também foram constatada por Alves et al. (2012) em estudo com a mamoneira sob distintas CEa (0,6 a 4,6 dS m<sup>-1</sup>), em que verificaram que a CEa promoveu decréscimos da AF por aumento unitário da CEa de 12,2% para a cultivar BRS Energia aos 40 DAS. Nesse sentido, Silva et al. (2008) após avaliarem os efeitos da salinidade da água de irrigação (0,7 a 6,7 dS m<sup>-1</sup>) na mamoneira cv. BRS Energia em ambiente protegido, observaram decréscimo significativo na AF de 14,6% por aumento unitário da CEa aos 80 DAS.

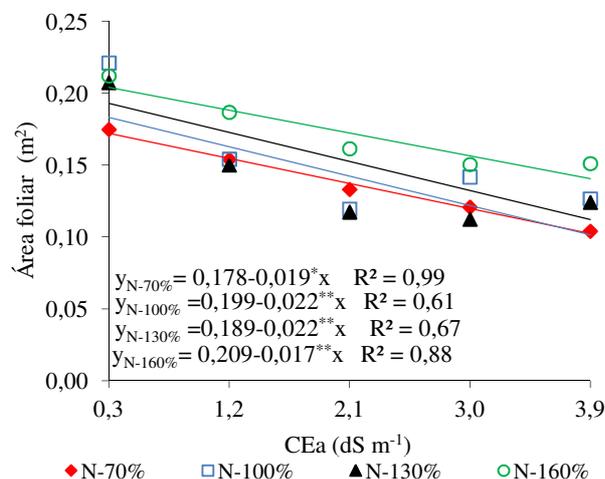


**Figura 4.** Área foliar da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (A) e doses de nitrogênio (B), aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS)

Constata-se na Tabela 3, a ocorrência de efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) das doses de adubação nitrogenada sobre a AF da mamoneira aos 30 e 60 DAS e, analisando a equação de regressão (Figura 4B) referente à AF aos 30 DAS, o modelo linear indica decréscimos na ordem de 5,5% por aumento de 30% da dose de nitrogênio estudada, ou seja, as plantas quando foram submetidas a doses de N de 160% tiveram uma redução de 0,018 m<sup>2</sup> na AF em relação as que receberam 70% de N. Na avaliação realizada aos 60 DAS, observa-se mediante equação de regressão (Figura 4B) resposta linear crescente da AF, havendo incremento de 33,5% por intervalo de 30% da dose de nitrogênio, ou seja, as plantas submetidas à maior dose de adubação nitrogenada apresentaram um aumento de 0,27 m<sup>2</sup> na AF em comparação com as plantas que receberam dosagem de 70% de N. Essa divergência de resposta nas épocas de estudo provavelmente estar associada ao fato de que até os 30 DAS havia sido aplicado somente 1/3 da recomendação de N (fundação) e a primeira parcela das dosagens restantes de nitrogênio (cobertura). Outrossim, aos 60 DAS em razão de ter sido aplicado toda recomendação de nitrogênio para a cultura, conforme indicação de Novais et al. (1997), possivelmente tenha atendido às necessidades nutricionais da cultivar, contribuindo desta

forma para uma resposta positiva em termos de AF. A fertilização nitrogenada além de promover o crescimento das plantas pode também reduzir o efeito da salinidade sobre as plantas (Flores et al., 2002), devido a acumulação desses solutos elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumentar a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (Silva et al., 2008).

Conforme análise de variância (Tabela 3) a interação entre os fatores (S x N) exerceu efeito significativo na AF aos 120 DAS e, de acordo com as equações de regressão (Figura 5), vê-se efeito linear decrescente nas plantas submetidas à adubação com 70, 100, 130 e 160% de N, cujos os decréscimos foram respectivamente de 10,6; 11,1; 11,6 e 8,1% por aumento unitário da CEa, onde constata-se diminuições de 0,068; 0,079; 0,079 e 0,061 m<sup>2</sup> por planta correspondentes às reduções de 38,4; 39,8; 41,9 e 29,3% na AF das plantas sob irrigação com CEa de 3,9 dS m<sup>-1</sup> comparadas às plantas irrigadas com água de CEa 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Outrossim, verifica-se a partir dos resultados apresentados na Figura 5, que independentemente da dose de N aplicada, o aumento dos níveis salinos das águas prejudicou a expansão foliar da mamoneira. Analisando os dados obtidos para área foliar nas diferentes épocas de avaliação, é possível observar comportamento diferenciado, onde se constata aos 60 DAS que as doses de nitrogênio estimularam a expansão foliar. Contudo, aos 30 e 120 DAS, esta variável apresentou comportamento inverso, denotando-se maior sensibilidade ao aumento das doses de nitrogênio. A redução mais expressiva da AF aos 120 DAS é resposta, em maior parte, dos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais do estresse salino, que restringiram a expansão foliar e aceleraram a senescência de folhas, com reflexos negativos na área foliar destinada ao processo fotossintético e a produção de fotoassimilados (Lacerda et al., 2003). Tendência semelhante aos dados obtidos aos 30 DAS foi encontrada por Lima et al. (2011), em estudo avaliando a influência da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de adubação nitrogenada, sobre o crescimento inicial da mamoneira cv. BRS Energia, também verificaram redução na AF em função do aumento das doses de N aos 21 DAS.



**Figura 5.** Área foliar da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa e doses de nitrogênio, aos 120 dias após a semeadura(DAS)

Observa-se na Tabela 4 que houve efeito significativo do fator níveis de salinidade da água de irrigação sobre as variáveis taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo para altura de plantas (TCRap) da mamoneira, em avaliações realizadas no período de 22 a 30 e 30 a 40 DAS. As doses de adubação nitrogenada e a interação entre os fatores (S x N) não teve efeito significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas.

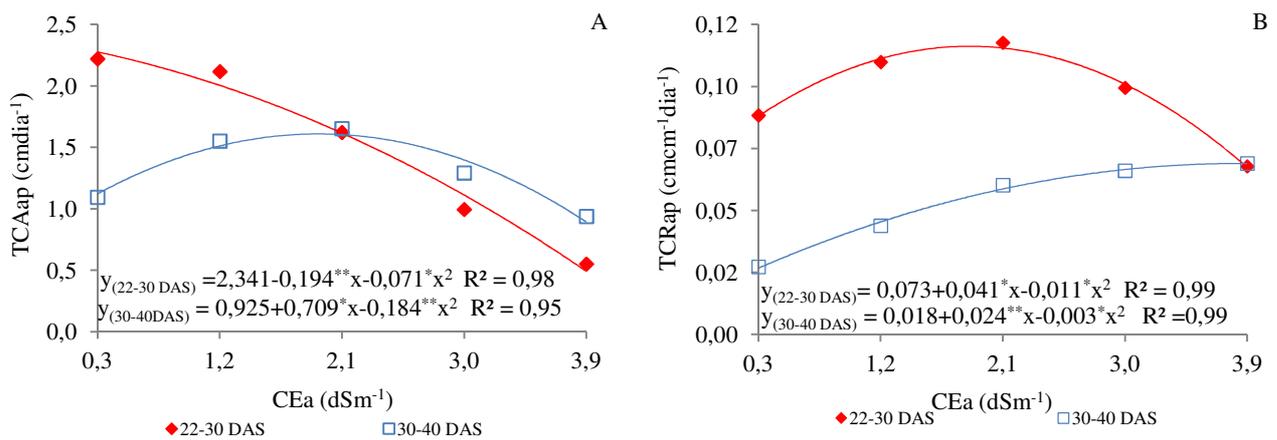
**Tabela 4.** Resumo da análise de variância pelo teste F, referente à taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) da altura das plantas de mamoneira, irrigadas com águas de salinidade crescente e com doses de nitrogênio, em diferentes idades

Fonte de Variação	Teste F			
	22-30 DAS		30-40 DAS	
	TCAap <sup>1</sup>	TCRap <sup>1</sup>	TCAap <sup>1</sup>	TCRap <sup>1</sup>
Níveis salino (S)	**	*	**	**
Reg. Linear	**	*	*	**
Reg. Quadrática	*	*	**	*
Doses de N (N)	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	-	-	-	-
Reg. Quadrática	-	-	-	-
Interação (S x N)	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns
CV (%)	18,77	19,08	15,05	14,15

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

A TCAap da mamoneira foi influenciada significativamente ( $p < 0,01$ ) pelos níveis de salinidade da água no intervalo de 22-30 DAS (Tabela 4) e segundo estudos de regressão (Figuras 6A) houve à medida em que se elevou a CEa uma diminuição na TCAap, tendo alcançado um valor máximo de  $2,47 \text{ cm dia}^{-1}$ , nas plantas irrigadas com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  e o mínimo de  $0,50 \text{ cm dia}^{-1}$  para as plantas sob irrigação com água de CEa de  $3,9 \text{ dS m}^{-1}$ . Observa-se com base na equação de regressão referente à TCAap obtida no período de 30-40 DAS (Figura 6A), que o maior valor em termos de TCAap ( $1,61 \text{ cm dia}^{-1}$ ) foi constatado quando submetem-se as plantas à irrigação com água de CEa  $1,9 \text{ dS m}^{-1}$  sendo que, a partir desta ocorreu redução da TCAap, todavia, a CEa variando entre a faixa de  $1,8$  a  $2,1 \text{ dS m}^{-1}$  proporcionaram TCAap a  $1,6 \text{ cm dia}^{-1}$ , ou seja, resultado semelhante a maior TCAap alcançada.

Conforme indicado na Figura 6A, houve redução acentuada na TCAap ao longo do tempo de cultivo em que, as plantas submetidas ao menor nível de salinidade da água ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), apresentaram uma redução de  $1,27 \text{ cm dia}^{-1}$  na TCAap em relação a primeira época em estudo (22-30DAS). Igualmente, para os níveis salinos mais elevados houve uma leve tendência de aumento na TCAap entre os intervalos de tempo de 22-30 DAS e 30-40DAS, ou seja, as plantas quando cultivadas em maior CEa apresentaram maior eficiência em produzir novas células e tecidos, o que resultou em um maior crescimento em termos de TCAap. A inibição da TCAap pode ter ocorrido devido aos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, principalmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , a baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura e a redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina. Esses conjuntos de adversidade possivelmente comprometeram a atividade fisiológica, resultando em perdas da capacidade da cultura crescer e se desenvolver (Arruda et al., 2002). Os resultados corroboram com os apresentados por Soares et al. (2012) após submeterem plantas de mamoneira cv. BRS Energia aos efeitos da irrigação com águas de salinidade variando de  $0,4$  a  $4,4 \text{ dS m}^{-1}$  e doses de nitrogênio e registraram perda de  $14,4\%$  por incremento unitário da CEa.



**Figura 6.** Taxa de crescimento absoluto -TCAap (A) e relativo - TCRap (B) para altura de plantas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação -CEa, no período de 22 a 30 e 30 a 40 dias após a semeadura (DAS)

O aumento dos níveis de CEa exerceram efeitos significativos ( $p < 0,01$ ) sobre a TCRap da mamoneira no período de 22-30 DAS (Tabela 4) e através da equação de regressão (Figura 6B) verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi o quadrático, onde se nota que TCRap foi influenciada pela salinidade da água de irrigação, sendo crescente até o nível 2,1 dS m<sup>-1</sup>, e partir deste nível intensificaram-se os efeitos da salinidade, com redução significativa da TCRap. Analisando-se o comportamento desta característica no período de 30-40 DAS, vê-se conforme equação de regressão (Figura 6B) que as plantas irrigadas com água de CEa de 3,9 dS m<sup>-1</sup> apresentaram valor máximo na TCRap de 0,0659 cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e mínimo de 0,024 cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para as plantas irrigadas com a água de CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, ou seja, as plantas quando foram submetidas a CEa de 3,9 dS m<sup>-1</sup>, apresentaram acréscimo equivalente de 0,0419 cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na TCRap em relação as plantas cultivadas sob salinidade de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Constata-se na Figura 6B, que as plantas quando submetidas à irrigação com água de níveis mais elevados de salinidade (CEa até 3,4 dS m<sup>-1</sup>), apresentaram uma taxa de crescimento relativo superior, em relação às plantas irrigadas com água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>) no primeiro período estudado (22-30 DAS). Verifica-se ainda (Figura 6B), que apesar de ocorrido redução na TCRap das plantas em função do tempo de avaliação, as plantas que foram submetidas a irrigação com água de CEa de 3,9 dS m<sup>-1</sup> em relação ao menor nível salino, apresentaram maior incremento na TCRap, ou seja, foram mais eficiente em acumular matéria seca por unidade de material preexistente, ao longo do tempo.

A redução no crescimento em altura (Figura 2B) refletiu negativamente sobre a TCAap em todos os períodos avaliados e para a TCRap no período de 22-30 DAS, todavia esta resposta possivelmente é resultado do aumento da salinidade do solo provocado pela irrigação com água de diferentes níveis de salinidade, tendo em vista, que o processo de crescimento é particularmente sensível ao efeito dos sais, de forma que a taxa de crescimento pode ser utilizada como parâmetro para avaliar o grau de estresse e a capacidade da planta de superá-lo (Larcher, 2004). Santos et al. (2013), estudando o crescimento da mamoneira BRS Energia sob condições salinas, observaram diminuição na taxa de crescimento absoluto e relativo para altura de plantas em função do aumento da salinidade da água durante todos os períodos avaliados (35-50 e 65-80 DAS).

## 6 CONCLUSÕES

1. O nível salino das águas de irrigação acima de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  comprometeu o processo de germinação das sementes, expresso pelo índice de velocidade de emergência e a percentagem de emergência de plântulas normais, e o crescimento da mamoneira avaliado pelo número de folhas, altura, diâmetro caulinar e área foliar das plantas.
2. A taxa de crescimento absoluto e relativo das plantas aumentou com o nível salino das águas de até  $1,9$  e  $2,1 \text{ dS m}^{-1}$  no intervalo de 22 a 30 e de 30 a 40 dias após semeadura
3. Apesar do efeito negativo da salinidade no crescimento, as plantas irrigadas com águas de qualquer nível salino apresentaram valores crescentes do número de folhas, altura, diâmetro do caule e área foliar aos 30, 60 e 120 dias após a semeadura.
4. As doses de nitrogênio promoveram aumento linear na área foliar e no diâmetro caulinar da mamoneira, obtendo-se os melhores resultados com doses de 160% de N aos 60 e 120 DAS respectivamente; a área foliar estimada aos 120 DAS foi à única variável de crescimento afetada pela interação entre os fatores estudados.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; UYEDA, C. A.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G.; CARDOSO, J. A. F. Uso de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira BRS-Energia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.6, n. 2, p. 151-163, 2012.
- AMOR, F. M. del. RUIZ-SANCHEZ, M.C.; MARTINEZ, V.; CERDA, A. Gás exchange, water relations, and ions concentrations of salt-stressed tomato and melon plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.23, n.9, p.1315-1325, 2000.
- ARRUDA, F. P. de; ANDRADE, A. P. de; SILVA, I. F. da; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. A. M. Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.21-27, 2002.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. (FAO, Irrigação e Drenagem, 29).
- BELTRÃO, N. E. M ; VALE, L S. Planta oleaginosas e suas características. **Revista Biodiesel**, Monte Alto, n.22, p.34 - 35, 2007.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BEZERRA, A. K. P.; LACERDA, C. F. de; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B. da; GHEYI, H. R. Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, p.1075-1082, 2010.
- 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**, Campina Grande v.9, (Suplemento), p.57-61, 2005.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. da S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.40, n.4, p.514-521, 2009.

DECARLOS NETO, A. **Adubação e nutrição nitrogenada de porta enxertos de citros, semeados em tubetes**. 1999. 131f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F. da.; TOSCANO DINIZ, B. L. M.; PEREIRA, A. A.; PEREIRA, A. R. Componentes de produção de mamona em função de níveis de adubação nitrogenada e desfolha. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.3, p.546-553, 2012.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. Ed Trad. Londrina: Editora Planta, 2006. 392p.

FERNANDES NETO, S.; ABREU, B. S.; BARACUHY NETO, MOURA, G.; ARAÚJO, P. S. de.; BARACUHY, J. G. V. Impacto ambiental – agroindústria processadora de óleo de mamona/PB. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v.30, n.2, p.141-154, 2008.

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

FLORES, P.; BOTELLA, M.A.; MARTINEZ, V.; CERDA, A. Response to salinity of tomato seedlings with a split-root system: Nitrate uptake and reduction. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.25, n.1, p.177-187, 2002.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v.49, n.2, p.107-20, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531p.

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, v. 12, n.1, p.73-82, 2007.

LIMA, G. S. de; SOARES, L. A. dos A.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SILVA, S. S. da. Influência do estresse salino e da adubação nitrogenada no crescimento da mamoneira cv. BRS Energia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.6, n.3, p.213–221, 2011.

MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.274, n.1, p. 3-6, 2004.

MOSHKIN, V. A. Growth and development of the plant. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, p.36-42, 1986.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.5, p.551-558, 2009.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.1, p.76-85, 2013.

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. 1991. p.189-253.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; MEDEIROS, J. F.; ALMEIDA JUNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.206-211, 2009.

OLIVEIRA, F. A.; CARRILO, M. J. S.; MEDEIROS, J. F.; MARACÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n. 8, p.771-777, 2011.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A. M.; MARSHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. (Estudos da FAO – Irrigação e Drenagem, 48).

RODRIGUES, H. C. A.; CARVALHO, S. P.; SOUZA, H. A.; CARVALHO, A. A. Cultivares de mamoneira e adubação nitrogenada na formação de mudas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, p.471-476, 2010.

SANTOS, J. B. dos; SANTOS, D. B. dos; AZEVEDO, C. A. V. de; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS Energia submetida à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.2, p.145-152, 2013.

SAVY FILHO, A. **Mamona: tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105p.

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. 20p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).

- SEVERINO, L. S.; GUIMARÃES, M. M. B.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de; BELTRÃO, N. E. M.; DARDOSO, G. D. Emergência da plântula e germinação de sementes de mamona plantadas em diferentes posições. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Campina Grande, v.5, n.1, p.1-4, 2004.
- SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.4, p.335-342, 2008.
- 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**, Recife, v.4, n.3, p.338-348, 2009.
- SINGH, A. K.; GUPTA, S.K. Water management in salt affected soils: issues and strategies. **Journal of Soil Salinity & Water Quality**, Karnal, v. 1, n.1-2, p.14-24, 2009.
- SOARES, L. A. A.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; SILVA, A. O.; SOARES, S. S. Componentes de crescimento da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p.40-54, 2012.
- TESTER, M.; DANVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, London, v.91, n.3, p.503-527, 2003.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP-FCAVJ, 1994. 164p.
- VOIGT, E. L.; ALMEIDA, T.D.; CHAGAS, R. M.; PONTE, L. F. A.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Source-sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.166, p.80-89, 2009.