

Características morfológicas e produtivas da mamoneira em cultivo com águas salinas e adubação nitrogenada

Morphological and productive characteristics of castor bean crop under saline water and nitrogen fertilization

Lauriane Almeida dos Anjos Soares¹, Geovani Soares de Lima¹, Reginaldo Gomes Nobre², Hans Raj Gheyi³, Givanildo da Silva Lourenço⁴

RESUMO – Objetivou-se com esta pesquisa avaliar variáveis morfológicas e produtivas da mamoneira cv. BRS Energia sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada, em experimento conduzido sob condições de campo em área experimental pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Usou-se o delineamento estatístico em blocos inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 4, sendo os tratamentos compostos por cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,2; 2,1; 3,0 e 3,9 dS m⁻¹) e quatro doses de adubação nitrogenada (70; 100; 130 e 160% da dose indicada para ensaio em vaso), e três repetições. O aumento da salinidade da água de irrigação resulta em redução no número de folhas, na área foliar, no diâmetro de caule, na altura de plantas, na fitomassa fresca das folhas, no número de frutos e de sementes totais, sendo a área foliar a variável mais afetada. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio aumenta o número de folhas, a área foliar, a fitomassa fresca das folhas e o número de frutos total. A salinidade afeta de forma linear e decrescente a fitomassa fresca do caule, independentemente da dose de nitrogênio aplicada.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., Salinidade, Produção

SUMMARY - The objective of this research was to evaluate morphological characteristics and production of castor bean cv. BRS Energy under different salinity levels of irrigation water and nitrogen fertilizer doses, in an experiment conducted under field conditions in the experimental area of the Centro of Ciências and Tecnologia Agroalimentar of Universidade Federal of Campina Grande (UFCG). A statistical design completely randomized in blocks (5 x 4 factorial) was used, with treatments consisting of five levels of electrical conductivity of irrigation water - ECw (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 for trials), and three replications. The increase in salinity of irrigation water results in reduction in the number of leaves, leaf area, diameter of the stem, the height of plants, the fresh weight of the leaves, the number of fruits and seeds total. Leaf area was the most affected variable. The application of increasing doses of nitrogen increases the number of leaves, leaf area, the fresh weight of leaves and number of fruits. Salinity affects linearly decreasing and the fresh weight of the stem, regardless of the nitrogen level.

Keywords: *Ricinus communis* L., Salinity, Production

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

²Eng. Agrônomo, Professor Adjunto II da UAGRA/CCTA/UFCG, Pombal, PB. E-mail: rgomesnobre@yahoo.com.br.

³Eng. Agrônomo, Professor Visitante Sênior Nacional, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA, E-mail: hans@pq.cnpq.br;

⁴Graduado em Agronomia. E-mail: givanildo83@r7.com.

INTRODUÇÃO

A salinidade é um dos principais estresses ambientais que limitam o crescimento, produtividade e o metabolismo vegetal, sendo estes efeitos mais pronunciados em zonas áridas e semiáridas (MISRA e DWIVEDI, 2004). Segundo Costa et al. (2004) no Nordeste brasileiro a irrigação é tida como uma das principais tecnologia que favorecem a exploração agrícola racional sendo a maior parte das águas utilizadas compostas de teores relativamente moderados de sais, encontrando frequentemente, valores entre 1,0 e 5,0 dS m⁻¹; associado a isto, esta região apresenta precipitação pluvial baixa e irregular, alta taxa de evaporação, solos rasos e/ou com problemas de drenagem ou seja, fatores que tem propiciado o surgimento de solos afetados por sais.

A utilização de águas salinas na irrigação tem sido um problema para os sistemas de produção agrícola, uma vez que acarreta acúmulo de sais na zona radicular das culturas, promovendo redução no crescimento e na produtividade. É importante destacar que o menor crescimento das plantas irrigadas com água salina ocorre não somente pela redução da eficiência do uso da água, como também pela menor extração de nutrientes pelas culturas (LACERDA, 2005). Conforme Ashraf et al. (2008) a inibição do crescimento das plantas pelo estresse salino pode ser causada pela redução do potencial osmótico da solução do solo, restringindo a disponibilidade da água e/ou pela acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, podendo ocasionar toxicidade iônica e desequilíbrio nutricional. Contudo, o grau com que o estresse salino irá afetar as plantas vai depender principalmente da tolerância da cultura à salinidade, do manejo da irrigação e adubação e dos fatores climáticos locais (SILVA et al., 2003).

Assim, observa-se a necessidade de novas técnicas que viabilizem o uso de águas com qualidade inferior (SINGH et al., 2009). Aliado a importância do uso da irrigação, Chaves et al. (2011) apontam a adubação como uma tecnologia imprescindível quando visa-se o aumento da produtividade e da rentabilidade das culturas, ressaltando que o aumento de doses de N pode minimizar os efeitos adversos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, pois 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 (DEL AMOR et al., 2000).

O cultivo de espécies oleaginosas constitui alternativas a problemas econômicos e sócio-ambientais, destacando-se a mamoneira devido a sua ampla adaptabilidade climática, tolerância à deficiência hídrica e ser moderadamente tolerante aos sais (RAMOS et al., 2003; BABITA et al., 2010).

Além disso, possui elevada produção, cujo óleo extraído das sementes normalmente contém elevada concentração de ácido ricinoléico, com mais de 85%, o

que lhe confere distintas propriedades industriais (VELASCO et al., 2005; OGUNNIYI, 2006).

Objetivou-se com esta pesquisa, avaliar variáveis morfológicas e produtivas da mamoneira cv. BRS Energia sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos sob condições de campo, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, Paraíba-PB. As coordenadas geográficas locais de referência são 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W, e altitude média de 144 m.

Adotou-se a aleatorização em blocos, arranjos em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições e uma planta por parcela, perfazendo um total de sessenta unidades experimentais, que consistiram na combinação de cinco níveis de salinidade da água de irrigação expressos em termos de condutividade elétrica (0,3; 1,2; 2,1; 3,0 e 3,9 dS m⁻¹ a 25 °C), e quatro doses de adubação nitrogenada (N1 - 70%; N2 - 100%; N3 -130% e N4 - 160% da dose indicada 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 de acordo com a fórmula $C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$ (RHOADES et al., 2000), 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 mamoneira BRS Energia, ressaltando-se que as sementes foram fornecidas pela Embrapa Algodão. Conforme Silva et al. (2009) trata-se de um material genético naturalmente vigoroso, de fácil propagação, com característica de precocidade que gera economia de água e insumos; além disso, apresenta porte baixo, que é adequado para a colheita manual quando cultivada por pequenos agricultores familiares e para colheita mecânica quando cultivada por produtores de maior poder aquisitivo.

Nesse estudo, foram utilizados, vasos plásticos de 100 L de capacidade, os quais receberam, na base, uma manta geotextil (Bidim) seguida de uma camada de 2 kg de brita e 107,5 kg do material de solo classificado como franco-arenoso, não salino e não sódico (Quadro 1), coletado a uma profundidade de 0-30 cm proveniente do município de Pombal - PB e cujas análises foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Claessem (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 de 2 L para controle e coleta da água de drenagem e estimativa do consumo de água pelas plantas.

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

Característica	Valor
Classificação textural	Franco-argilo-arenoso
Densidade aparente – kg dm ⁻³	1,34
Porosidade - m ³	48,26
Complexo sortivo (cmol_c kg⁻¹)	
Cálcio (Ca ²⁺)	3,95
Magnésio (Mg ²⁺)	3,70
Sódio (Na ⁺)	0,37
Potássio (K ⁺)	0,43
Extrato de saturação	
pH _{ps}	5,01
CE _{es} – dS m ⁻¹	0,09

CE_{es} – Condutividade elétrica do extrato de saturação e pH_{ps} – potencial hidrogeniônico da pasta saturada

Para adubação de fundação foi aplicado por lisímetro 162,5 g de super fosfato simples, 12 g de sulfato de potássio e 2,5 kg de vermicomposto (6,3 g de N kg⁻¹; 1,28 g de P kg⁻¹ e 0,53 g de K kg⁻¹), visando melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, de forma a aumentar a capacidade de retenção e circulação de água no solo.

Após o acondicionamento do material do solo nos vasos determinou-se, conforme tratamento, o volume de água necessária para o solo atingir a capacidade de campo, através do método de saturação por capilaridade seguida por drenagem livre e aplicando água conforme tratamentos.

O semeio foi realizado em 28 de setembro de 2011 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 restante, em quatro aplicações via fertirrigação, em intervalos de dez dias a partir de 25 DAS, sendo aplicados por recipiente no 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 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.

As irrigações foram realizadas diariamente sempre ao final da tarde de acordo com as necessidades hídricas das plantas, sendo a lâmina aplicada mensurada através do

balanço hídrico, observando-se o volume aplicado subtraído pelo volume drenado, obtendo-se o volume consumido.

Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes tratos culturais: tutoramento das plantas, eliminação manual das plantas daninhas e escarificação superficial do solo, antes de cada irrigação e duas pulverizações ao longo da condução, com produto indicado para controle preventivo de insetos (VERTIMEC® 18 EC – 0,5 g L⁻¹).

Para análise do efeito dos tratamentos sobre o crescimento e o desenvolvimento da mamoneira foram mensurados: número de folha (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC) e altura de planta (AP) aos 100 DAS; fitomassa fresca de folhas (FFF) e de caule (FFC), número de frutos (NFrutT) e de sementes total (NSemT) aos 120 DAS.

Para o números de folhas foram consideradas as que possuíam 50% de sua área fotossinteticamente ativa, totalmente expandidas e com comprimento mínimo de 3 cm, a altura da planta foi determinada em cm, adotando-se como critério, a distância entre o colo da planta e o ápice caulinar, e o diâmetro caulinar foi determinado a 5 cm do colo das plantas, com auxílio de um paquímetro digital. Para determinar a fitomassa fresca, foram colhidas, no período da manhã, caule e folhas de todas as plantas, sendo acondicionadas em sacos de papel e pesadas em balança digital.

A colheita dos racemos foi realizada manualmente e teve início aos 71 DAS e continuou até os 120 DAS, usando como critério, quando aproximadamente 90% dos frutos de cada racemo atingiram a maturação fisiológica, e tendo completada a secagem por exposição ao sol por três dias. Após a secagem, determinou-se o NFrutT e o NSemT.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância (Tabela1) verifica-se efeito significativo (p < 0,01) da salinidade da água para todas as características avaliadas. Já em relação às doses de nitrogênio foi encontrado efeito significativo para número de folhas, ao nível de p < 0,05, enquanto que, para área foliar, fitomassa fresca de folhas e de caule e número de frutos total (NFrutT) o efeito significativo foi a p < 0,01 probabilidade. Em relação à interação (salinidade da água e doses nitrogênio) houve efeito significativo (p < 0,01) apenas para fitomassa fresca de caule.

Tabela 1. Resumo do teste F para número de folha (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC) e altura de planta (AP) aos 100 dias após a semeadura (DAS); fitomassa fresca de folhas (FFF) e de caule (FFC), número de frutos (NFrutT) e de sementes total (NSemT) aos 120 DAS da mamona cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio

Fonte de Variação	Teste F							
	NF	AF	DC	AP	FFF ¹	FFC ¹	NFrutT ¹	NsemT ¹
Níveis salino (S)	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	**	*	ns	**	ns	ns	ns
Doses nitrogênio (N)	*	**	ns	ns	**	**	**	ns
Reg. Linear	**	**	-	-	**	**	*	-
Reg. Quadrática	ns	ns	-	-	ns	ns	ns	-
Interação (S x N)	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	20,03	35,97	8,37	13,35	12,11	8,57	11,06	12,78

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

O número de folhas aos 100 DAS foi reduzido à medida que se aumentou o nível salino da água da irrigação (Figura 1A), sendo o maior NF observado nas plantas irrigadas com água de menor salinidade ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$), obtendo-se 52,53 folhas por planta, enquanto que, nas maiores salinidades ($3,0$ e $3,9 \text{ dS m}^{-1}$), foram observados os menores valores, 38,50 e 33,83 folhas por planta, correspondentes a reduções de 28,8 e 38,41%, respectivamente em relação ao menor nível salino. Em condições de estresse salino, é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, que refletem na redução da transpiração como alternativa para manter a baixa absorção de água salina; e dentre essas adaptações, está à redução do número de folhas (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Vários autores observaram decréscimo no NF com o aumento da CEa, entre eles, Cavalcanti (2003) encontrou em estudo com a mamoneira

redução linear do NF de 2,95% para cada incremento unitário da CEa, a partir de $1,78 \text{ dS m}^{-1}$ e, no amendoim, Correia (2005) observou reduções no NF de 8,0% por incremento unitário da CEa.

Com relação ao fator doses de adubação nitrogenada sobre o número de folhas, constata-se com a equação de regressão (Figura 1B) comportamento linear e crescente, havendo incremento no NF de 10,08% por aumento de 30% das doses de N, ou seja, aumento de 30,25% no NF das plantas submetidas a 160% de N em relação as que receberam 70% de N. Segundo Lacerda *et al.* (2003), o N é de vital importância para as plantas, devido fazer parte de sua estrutura, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila dentre outras moléculas e sua deficiência geralmente provoca redução no crescimento, desenvolvimento e produção das plantas.

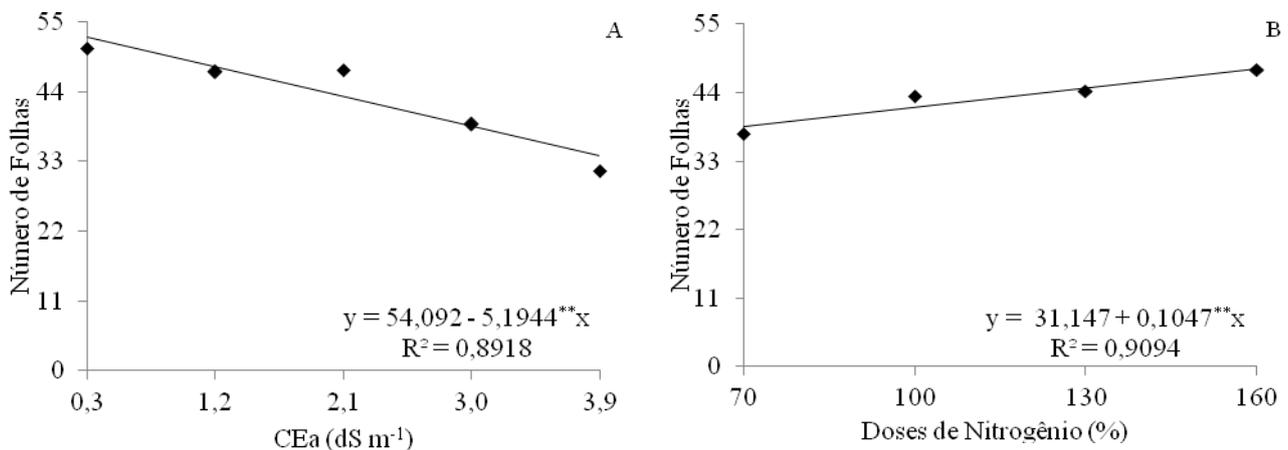


Figura 1. Número de folhas (NF) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B), aos 100 dias após o semeio

A área foliar das plantas também foi reduzida à medida que se aumentou a salinidade da água de irrigação e segundo a equação de regressão (Figura 2A), os dados se ajustaram melhor ao modelo quadrático de forma que a

maior AF ($3091,51 \text{ cm}^2$) foi obtida quando se irrigou as plantas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ e, decrescendo a partir desta, ocorrendo redução nas maiores salinidades ($3,0$ e $3,9 \text{ dS m}^{-1}$), em média de $1808,305 \text{ cm}^2$, resultando assim

em diferenças percentual na ordem de 59,63% na AF das plantas irrigadas com CEa de 3,0 e 3,9 dS m⁻¹ em relação às sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. A salinidade do solo reduz o potencial osmótico, refletindo na diminuição da absorção de água pelas plantas e comprometendo os processos fisiológicos; assim, as plantas podem apresentar modificações morfofisiológicas, a fim de aumentar sua tolerância à salinidade, com destaque para a redução da área foliar, devido à diminuição do volume de células; com redução da AF e aumento da concentração total de solutos na folha, ocorre ajustamento osmótico das células, garantindo às plantas a absorção de água (TESTER e DAVENPORT, 2003).

Em trabalho com outra oleaginosa, o pinhão-manso, Nery et al. (2009) verificaram redução de 17,74%

na AF por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

Verifica-se pelos ajustes de regressão para área foliar em função das doses de nitrogênio (Figura 2B), que os dados se ajustaram melhor ao modelo linear ocorrendo acréscimo na AF nas plantas na ordem de 41,02% por aumento de 30% na dose de N, ou seja, acréscimo de 123,06% no intervalo de 70 a 160% de dose de N. O tamanho das folhas é relacionado ao suprimento de N para alongação e/ou divisão celular (GARCEZ NETO et al., 2002), fato que justifica o aumento da AF a medida que as doses de N são incrementadas; outrossim, a presença de N esta relacionada com a produção de clorofila, atuando na divisão celular e, conseqüentemente, no crescimento das plantas (MALAVOLTA et al., 1997).

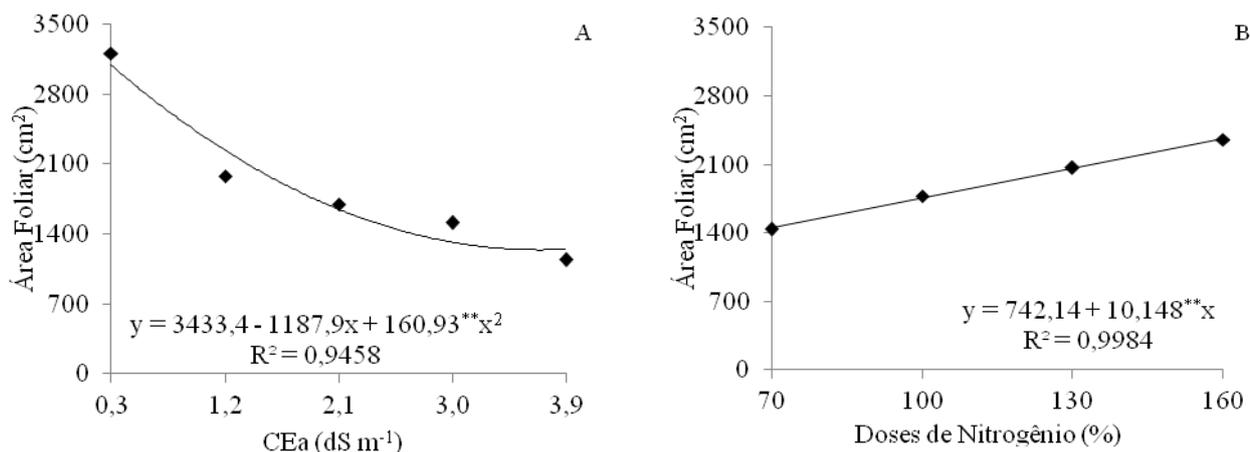


Figura 2 - Área foliar (AF) da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 100 dias após o semeio

Houve efeito negativo e linear dos tratamentos salinos sobre o diâmetro de caule (Figura 3A), ocorrendo decréscimos de 5,59% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 22,36% (4,79 mm) nas plantas irrigadas com CEa de 3,9 dS m⁻¹ em relação às sob 0,3 dS m⁻¹. 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). Corroborando com o presente estudo, Silva et al. (2008) estudando cultivares de mamona verificaram efeito linear e decrescente da CEa sobre o DC, constatando redução de 9,1 e 9,8% por incremento unitário da CEa respectivamente aos 80 e 100 DAS.

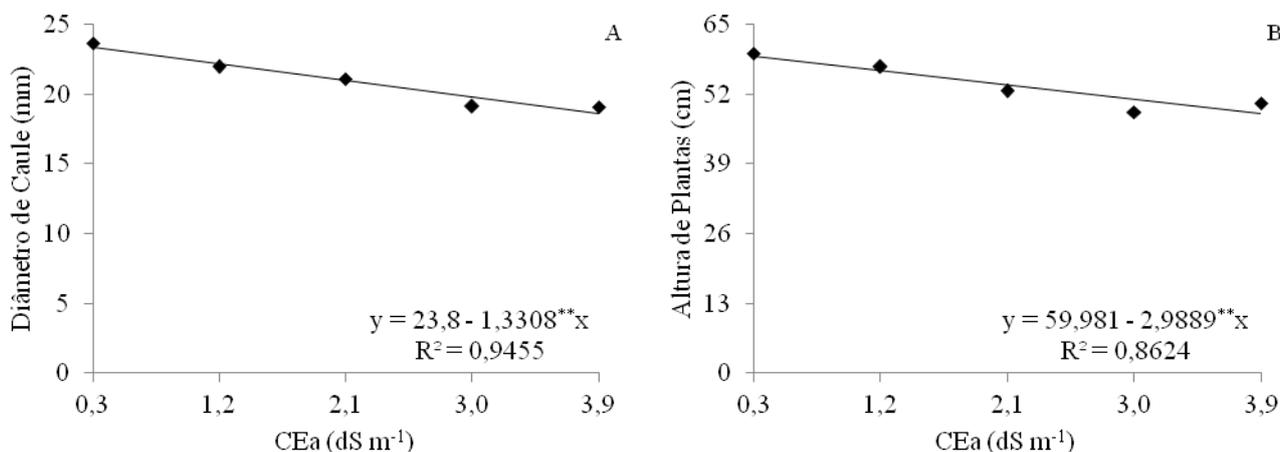
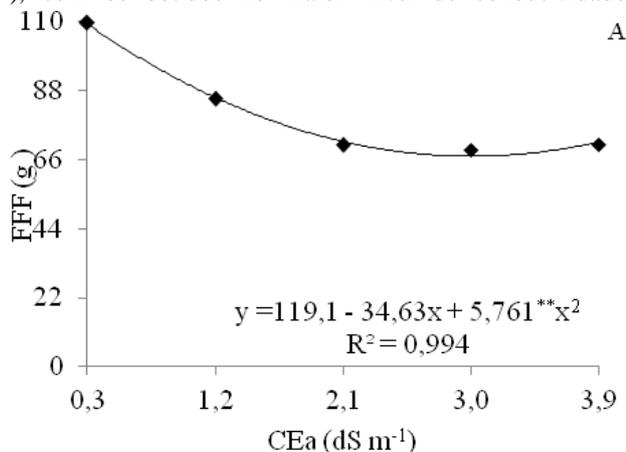


Figura 3 - Diâmetro de caule - DC (A) e altura de planta - AP (B) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa aos 100 dias após o semeio

A altura das plantas foi afetada pela salinidade, e de acordo com a equação de regressão (Figura 3B) houve efeito linear decrescente, com redução de 4,98% na AP das plantas por incremento unitário na CEa. A maior redução na AP (10,76 cm) foi obtida no nível salino de 3,9 dS m⁻¹, em comparação com a menor salinidade (0,3 dS m⁻¹), evidenciando assim o efeito deletério da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas. Conforme Martinez e Lauchli (1994) o efeito mais comum da salinidade sobre as plantas, de maneira geral, é a limitação do crescimento, devido ao aumento da pressão osmótica do meio e à consequente redução da disponibilidade de água a ser consumida, afetando a divisão e o alongamento das células. Santos et al.(2013) avaliando o desenvolvimento vegetativo da mamoneira BRS Energia em função da CEa, verificaram que a AP foi significativamente reduzida quando irrigada com níveis de CEa a partir de 3,2 dS m⁻¹.

Observa-se conforme equação de regressão (Figura 4A) efeito salino sobre a fitomassa fresca de folhas, ocorrendo a máxima FFF nas plantas de mamoneira que receberam água com condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹, com acúmulo aproximado de 109,2 g, comparando-se os dados da FFF obtidos no menor nível salino (0,3 dS m⁻¹), com os obtidos no maior nível de condutividade



elétrica estudado (3,9 dS m⁻¹), houve redução de 37,56 g na FFF. O elevado teor de sais na água de irrigação tende a prejudicar o desenvolvimento das plantas, com reduções na expansão da superfície foliar e considerável diminuição de biomassa fresca e seca de folhas (HERNANDEZ et al., 1995). Costa (2007) em estudos com amaranto verificou redução linear na FFF com decréscimos na ordem de 10,16% por incremento unitário da CEa, e as plantas quando submetidas à CEa de 4,5 dS m⁻¹ tiveram redução na FFF de 50,80% em comparação as irrigadas com água de 0,14 dS m⁻¹.

De acordo com a análise de regressão (Figura 4B) ocorreu acréscimo linear na fitomassa fresca de folhas com o aumento do fornecimento de N as plantas, registrando-se aumento de 19,95% por aumento de 30% das doses de nitrogênio. As plantas possuíam em média FFF entre 94,80 e 67,44 g entre a maior dose de adubação nitrogenada (160% de N) e a menor (70% de N), respectivamente. Guedes Filho et al. (2011) avaliando o comportamento do girassol (*Helianthus annuus* L.) submetido a diferentes doses de nitrogênio (0 a 100 kg ha⁻¹), também verificaram efeito linear crescente, onde o aumento de N resultou em acréscimos cerca de 300% da matéria fresca das folhas.

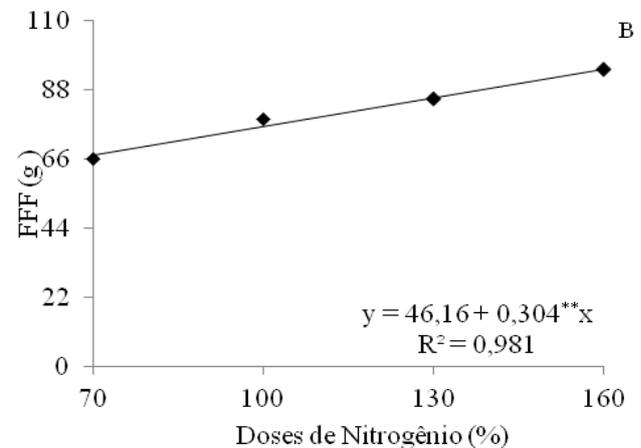


Figura 4 – Fitomassa fresca de folhas (FFF) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B), aos 120 dias após o semeio

A fitomassa fresca de caule foi afetada pela interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio e avaliando o efeito da salinidade em cada dose de N, pode-se verificar (Figura 5) que no menor nível salino (0,3 dS m⁻¹), obteve-se os maiores valores de FFC (303,58 e 311,61 g) quando as plantas estavam respectivamente, submetidas a doses de 100 e 130% de N. Segundo as equações de regressão (Figura 5) houve efeito linear e decrescente na FFC das plantas adubadas com 70, 100, 130 e 160% de N na ordem de 11,71; 16,21; 12,14 e 10,21% respectivamente, por aumento unitário da CEa ou

seja, redução de 43,73; 61,34; 45,39 e 37,93 g na FFC das plantas irrigadas com CEa de 3,9 dS m⁻¹ em relação as sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. As plantas sob condições de salinidade, tendem a apresentar redução da massa fresca, provavelmente devido à diminuição da absorção de água e fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2009). Santos Júnior et al. (2011) estudando a cultura do girassol irrigado com águas de diferentes níveis salinos (CEa de 1,7 a 11,5 dS m⁻¹) constataram que a fitomassa fresca de caule sofreu reduções com o aumento da CEa.

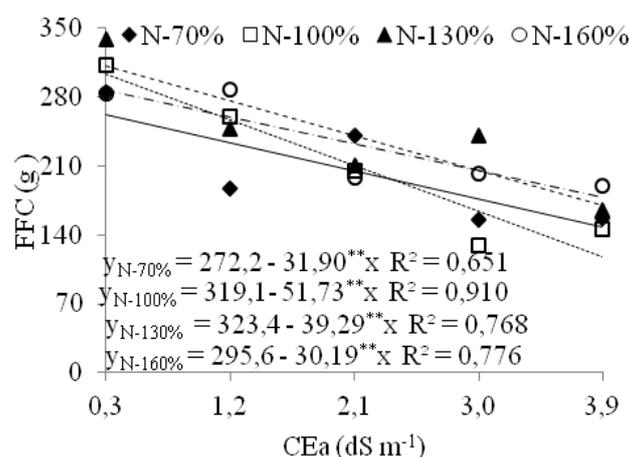


Figura 5 – Fitomassa fresca de caule - FFC em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de nitrogênio aos 120 dias após o semeio

Segundo equação de regressão (Figura 6A) o maior valor para NFruT (174,42 frutos) foi obtido quando submetem-se as plantas à salinidade da água de 0,3 dS m⁻¹, sendo que a partir desta, houve diminuição, obtendo-se nas plantas sob maior CEa (3,9 dS m⁻¹) NFruT de 53,53%, ou seja, redução de 87,56 frutos em comparação ao menor nível salino (0,3 dS m⁻¹), com decréscimo de 13,38% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação. A salinidade do solo causada pela irrigação com água salina, em geral, pode resultar em redução no número de frutos, no peso dos frutos e sementes, influenciando diretamente a produção (RHOADES et al., 2000). 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⁻¹), verificando-se ainda que, a cultivar de mamoneira BRS Paraguaçu não chegou a frutificar quando irrigada com água acima de 4,7 dS m⁻¹.

Analisando o número de frutos total em função da adubação nitrogenada verifica-se (Figura 6B) que o modelo de regressão ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear, indicando aumento na ordem de

9,61% por aumento de 30% da dose de N. Comparando-se os valores obtidos nas plantas sob doses de 160% de N em relação as que receberam 70% de N, verifica-se incremento em cerca de 28,83% (27,53 frutos) no NFruT. 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 o sistema de produção. O aumento do NFruT em função da aplicação das doses de N pode estar relacionado às funções desempenhadas por este macronutriente no metabolismo vegetal, em razão, de sua participação na constituição das estruturas do protoplasma da célula, molécula da clorofila, aminoácidos e proteínas, atuando em diversas reações metabólicas das plantas, proporcionando aumento do desenvolvimento vegetativo e rendimento da cultura (LOPES, 1989). Sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, proporcionando redução do seu tamanho e conseqüentemente diminuição da produção econômica (MENGEL e KIRBY, 1987).

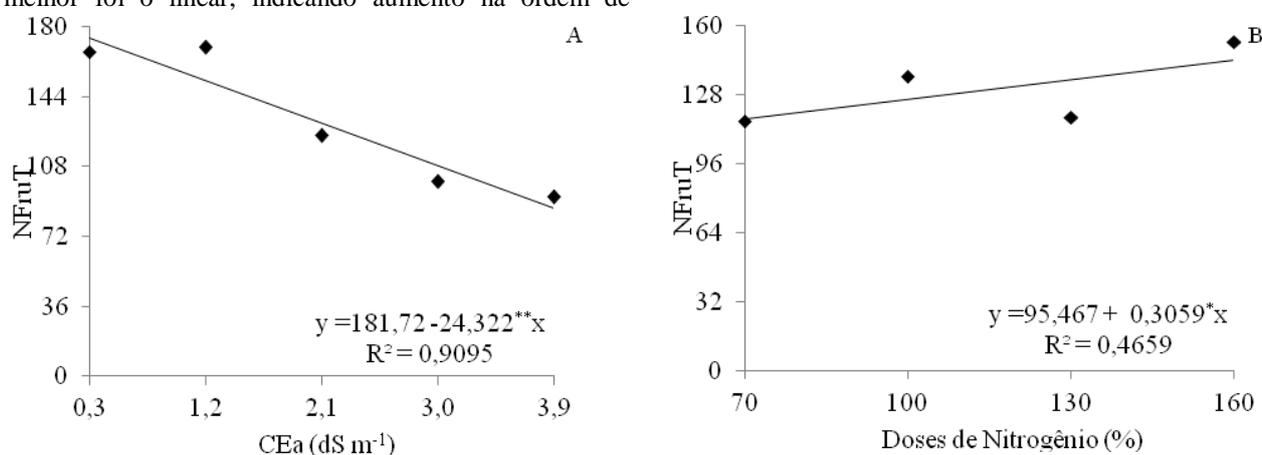


Figura 6 – Número de frutos total (NFruT) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B), aos 120 dias após o semeio

A salinidade da água afetou o NSemT da mamoneira (Tabela 1) e de acordo com a equação de regressão (Figura 7), o efeito foi linear, ocorrendo

decréscimos na ordem de 6,46% no NSemT por incremento unitário da CEa, ou seja, entre os níveis de salinidade 3,9 e 0,3 dS m⁻¹ houve uma redução de 5,1

sementes (19,40%). 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, podem reduzir a produção das plantas cultivadas (TESTER e DAVENPORT, 2003). Silva *et al.* (2008)

trabalhando com duas cultivares de mamoneira, verificaram redução em cerca de 96,80% na produção de sementes para as plantas irrigadas com água de salinidade $4,7 \text{ dS m}^{-1}$, em comparação com a salinidade de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$.

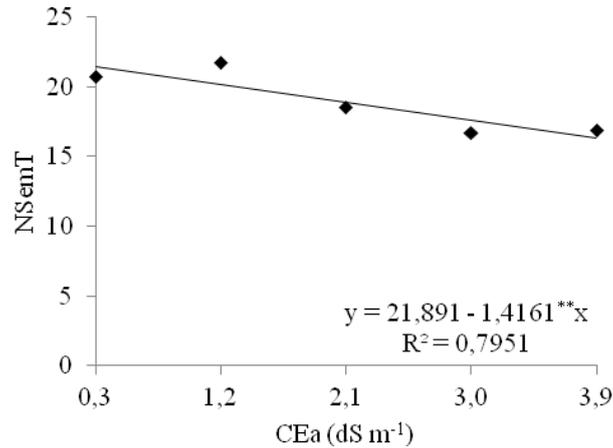


Figura 7 – Número de sementes totais (NSemT) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa, aos 120 dias após o semeio

CONCLUSÕES

- O aumento da salinidade da água de irrigação resulta em redução no número de folhas, área foliar, diâmetro de caule, altura de plantas, fitomassa fresca das folhas, número de frutos e de sementes total, sendo a área foliar a variável mais afetada.
- A aplicação de doses crescentes de nitrogênio aumenta o número de folhas, área foliar, fitomassa fresca das folhas e número de frutos total, sendo a área foliar a variável mais beneficiada.
- A salinidade afeta de forma linear e decrescente a fitomassa fresca do caule, independentemente da dose de nitrogênio aplicada.

REFERÊNCIAS

- ASHRAF M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, v.166, n.1, p.3-16, 2004.
- BABITA, M.; MAHESWARI, M.; RAO, L. M.; SHANKER, A. K.; RAO, D. G. Osmotic adjustment, drought tolerance and yield in castor (*Ricinus communis* L.) hybrids. *Environmental and Experimental Botany*, v.69, n.3, p.243-249, 2010.
- CAVALCANTI, M. L. F. Germinação e crescimento inicial da mamoneira irrigada com águas salinas. Campina Grande: UFCG, Dissertação Mestrado. 2003. 46p.
- CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. *Engenharia Ambiental*, v.8, n.1, p.126-133, 2011.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).
- CORREIA, K. G. Índices fenológicos e fisiológicos de amendoim sob estresse salino. Campina Grande: UFCG, Dissertação Mestrado. 2005. 67p.
- COSTA, D. M. A. Impactos do estresse salino e da cobertura morta nas características químicas do solo e no desenvolvimento do amaranho. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2007.
- COSTA, D. M. A.; HOLANDA, J. S.; FIGUEIREDO FILHO, O. A. de. Caracterização de solos quanto a afetação por sais na bacia do Rio Cabugi – Afonso Bezerra-RN. *Holos*, v.2, n.1, p.1-13, 2004.
- DEL AMOR, F. M.; 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*, v. 23, n. 9, p. 1315-1325, 2000.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, n.88, n.1, p.97-185, 2006.
- FERREIRA, D. F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, p.32, 2003.
- GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JUNIOR D.; REGAZZI A, J.; FONSECA D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Morphogenetic and structural responses of *Panicum maximum* cv. Mombaça on different levels of nitrogen fertilization and cutting regimes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.
- GUEDES FILHO, D. H.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; OLIVEIRA, J. T. L. Production of sunflower and biomass depending on available soil water and nitrogen levels. *Iranica Journal of Energy & Environment*, v. 2, n. 4, p. 313-319, 2011.

- HERNANDES, J. A.; CAMPILLO, A.; JIMENEZ, A.; ALACON, J. J.; SEVILLA, F. Response of antioxidant systems and leaf water relations to NaCl stress in pea plants. *New Phytologist*, v.141, n.2, p.141-251, 1995.
- LACERDA, C. F. Interação salinidade x Nutrição mineral. IN: NOGUEIRA, R. J. . C., ARAÚJO, E. L., WILLADINO, L. G., CAVALCANTE, U. . (ed.) *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas*. Recife: UFRPE, p. 127-137. 2005.
- LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distributions during shoot and development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental of Botany*, v.49, n.1, p.107-120, 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*, v. 12, n. 1, p.73-82, 2007.
- LOPES, A. S. Manual de fertilidade do solo. Tradução: Soil fertillity manual. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações. 2.ed. Potafos, 1997, 319 p.
- MARTINEZ, V.; LAUCHLI, A. Salt-induced of phosphate-uptake in plants of cotton. *New Phytologist*, v. 126, n. 4, p. 609-614, 1994.
- MENGEL, K.; KIRBY, E. A. Principles of plant nutrition. 3.ed., Bern, International Potash Institute, 1982, 655 p.
- MISRA, N.; DWIVEDI, U. N. Genotypic difference in salinity tolerance of green gram cultivars. *Plant Science*, v.166, n. 5, p.1135-1142, 2004.
- 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*, v.13, n.5, p.551-558, 2009.
- 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.
- OGUNNIYI, D. S. Castor oil: a vital industrial raw material. *Bioresource Technology*, v.97, n.9, p.1086-1091, 2006.
- OLIVEIRA, I. R. S.; OLIVEIRA, F.N.; MEDEIROS, M.A.; TORRES, S.B.; TEIXEIRA, F.J.V. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade de água de irrigação. *Caatinga*, v.23, n.4, p.40-45, 2010.
- RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHEIM, H. M. Biodiesel: Um Projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. *Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, v.6, n. 31, p.28-37, 2003.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. 2000. 117p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 48).
- 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*, v. 17, n. 2, p.145-1522, 2013.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, N. DA S.; SOARES, F. A. L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n. 4, p.842-849, 2011.
- 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 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. GHEYI, H. R. BELTRÃO, N. E. M.; SANTOS, J. W.; SOARES, F. A. L. Dotações hídricas em densidades de plantas na cultura da mamoneira cv. BRS Energia. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.3, p.338-348, 2009.
- SINGH, R. B.; CHAUHAN, C. P. S.; MINHAS, P. S. Water production functions of wheat (*Triticum aestivum* L.) irrigated with saline and alkali waters using double-line source sprinkler system. *Agricultural Water Management*, v. 96, n.5, p. 736-744, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, v. 91, n. 3, p. 503-527, 2003.
- VELASCO, L.; ROJAS-BARROS, P.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J. M. Fatty acid and tocopherol accumulation in the seeds of a high oleic acid castor mutant. *Industrial Crops and Products*, v.22, n.3, p.201-206, 2005.