

CRESCIMENTO INICIAL DA MAMONEIRA SOB DIFERENTES SALINIDADES DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO

Geovani Soares de Lima

Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq.CCTA/UAGRA/UFCG - 58840-000 Pombal-PB, Brasil,
E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Graduanda em Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq.CCTA/UAGRA/UFCG - 58840-000 Pombal-PB, Brasil,
E-mail: laurispo@hotmail.com

Reginaldo Gomes Nobre

Eng. Agr. DSc., Prof. Adjunto I do CCTA/UAGRA/UFCG - 58.840-000 Pombal-PB, Brasil,
E-mail: rgomesnobre@pq.cnpq.br

Hans Raj Gheyi

Eng. Agr. DSc. Prof. Visitante nacional sênior (CAPES), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz
das Almas-BA, Brasil, hans@pq.cnpq.br

Alexsandro Oliveira da Silva

Graduando em Agronomia, CCTA/UAGRA/UFCG-58840-000 Pombal-PB, Brasil,
E-mail: alex-sandro.vip@hotmail.com

Resumo – A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta da família Euphorbiaceae, que se destaca entre as oleaginosas pelo elevado valor socioeconômico. Neste sentido, conduziu-se esta pesquisa entre os meses de outubro de 2010 e fevereiro de 2011 objetivando avaliar o crescimento inicial da mamoneira cv. BRS Energia sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) e doses de adubação nitrogenada, em experimento conduzido em vasos sob condições de campo, no CCTA/UFCG. Usou-se o delineamento estatístico em blocos casualizados, testando cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,4; 1,4; 2,4; 3,4 e 4,4 dS m⁻¹) e cinco doses de adubação nitrogenada (50, 75, 100, 125 e 150% da dose indicada para ensaio em vaso), em esquema fatorial 5 x 5, com 3 repetições. O número de folhas, a altura de planta, a fitomassa seca de caule, de folha e da parte aérea da mamoneira cv BRS Energia são afetados aos 21 DAS, de forma linear e decrescente, pela salinidade da água de irrigação a partir de 0,4 dS m⁻¹; A salinidade da água de irrigação a partir de 1,0 dS m⁻¹ interfere negativamente no diâmetro caulinar da mamoneira, independentemente da dose de nitrogênio testada no experimento. Dentre as variáveis estudadas, a fitomassa seca de folha de mamoneira foi a mais sensível ao estresse salino, ocorrendo redução de 17,5% por aumento unitário da CEa.

Palavras chaves: *Ricinus communis* L., condutividade elétrica. adubação nitrogenada

INITIAL GROWTH OF CASTOR BEAN UNDER DIFFERENT SALINITIES OF THE WATER OF IRRIGATION AND DOSES OF NITROGEN

Abstract- The castor bean (*Ricinus communis* L.) it is a plant of the family Euphorbiaceae, that stands out among the oleaginous ones for the high socioeconomic value. In this sense, he behaved this research between the months of October of 2010 and February of 2011 aiming at to evaluate the initial growth of the castor bean cv. BRS Energy under different levels of salinity of the irrigation water (ECw) and doses of nitrogenous manuring, in experiment driven in vases under field conditions, in CCTA/UFCG. the statistical delineation was used in blocks casualizados, testing five levels of salinity of the irrigation water (0,4; 1,4; 2,4; 3,4 and 4,4 dS m⁻¹) and five doses of nitrogenous manuring (50, 75, 100, 125 and 150% of the suitable dose for rehearsal in vase), in factorial outline 5 x 5, with 3 repetitions. The number of leaves, the plant height, the biomass dries of stem, of leaf and of the aerial part of the castor bean cv BRS Energy they are affected to the 21 of the, in a lineal and decreasing way, for the salinity of the irrigation water starting from 0,4 dS m⁻¹; The salinity of the irrigation water starting from 1,0 dS m⁻¹ interferes negatively in the diameter stem of the castor bean, independently of the dose of nitrogen tested in experiment. Dentre the studied variables, the, biomass dries of castor bean leaf was the most sensitive to the saline stress, happening reduction of 17,5% for unitary increase of ECw.

Key words: *Ricinus communis* l., electric conductivity. nitrogenous manuring

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma espécie de ampla distribuição geográfica ocorrendo, no Brasil, de forma muito frequente. Seu óleo ou ricino, extraído pela prensagem das sementes, contém 90% de ácido graxo ricinoléico, o que confere ao óleo características singulares, possibilitando diversificada utilização industrial, tornando a cultura de importante potencial econômico e estratégico para o país (MOREIRA et al., 1996; AZEVEDO et al., 1997).

Na descoberta de fontes renováveis de combustíveis e que sejam menos agressivo ao meio ambiente, o óleo da mamona surge como alternativa na substituição dos combustíveis de origem fóssil, pois, além de todas as vantagens técnicas como fonte de energia menos poluente que o diesel, alto teor de óleo nas sementes, entre 48 e 50%, também apresenta inúmeras vantagens econômicas e sociais como: ampliação da renda nos municípios do semiárido, redução do êxodo rural, geração de empregos no campo e na agroindústria, por isso é considerada uma excelente alternativa principalmente na região Nordeste (ANDRADE et al., 2006).

Em todo o mundo, o uso intensivo de águas de boa qualidade tem acarretado a diminuição da sua disponibilidade para novos e antigos projetos de irrigação e, ao mesmo tempo, a crescente necessidade de expansão das áreas agrícolas, devido ao aumento vertiginoso da população mundial, tem gerado a necessidade do uso de águas consideradas de qualidade inferior (AYERS & WESTCOT, 1999) principalmente nas regiões áridas e semiáridas, que constantemente apresentam além de baixas precipitações, as mesmas ocorrem de forma irregular. No Nordeste brasileiro, a maior parte das águas utilizadas na irrigação contém teores relativamente elevados de sais, sendo frequentemente encontrados valores da ordem de 0,2 a 5,0 dS m⁻¹ (AUDRY & SUASSUNA, 1995). Nesse sentido, o uso da água salina na irrigação deve ser considerado uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água (RHOADES et al., 2000).

O estresse salino pode causar problemas como toxicidade iônica, deficiência nutricional ou ambos. A injúria provocada pelo acúmulo excessivo de íons tóxicos, principalmente Na⁺ e Cl⁻ nas folhas, se manifesta como clorose marginal e causa o surgimento de zonas necróticas, o que contribui para aceleração dos processos de senescência e abscisão foliar (MUNNS, 2002). Kafkafi (1984) relata que, 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. Para Fageria (1989), o mais importante mecanismo para regular o estresse osmótico, talvez seja a absorção seletiva de íons, pois plantas tolerantes possuem a capacidade de retirar nutrientes essenciais da solução salina, onde a concentração de íons não essenciais é maior.

A nutrição mineral é um importante fator ambiental, sendo o nitrogênio o macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas (MILLER & CRAMER, 2004). Segundo Flores et al. (2002), a fertilização nitrogenada não só promove crescimento de planta, mas também pode reduzir o efeito da salinidade nas plantas. Esta alta dependência ocorre devido às funções do N no metabolismo das plantas, participando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas. O N tem como principal fonte o nitrato (NO₃), sendo esta mais abundante do que o amônio (NH₄⁺) em torno das raízes. Entretanto, a solução do solo frequentemente apresenta baixas concentrações de NO₃⁻, o que limita o crescimento da planta.

Conforme Chaves et al. (2011), a adubação é uma das principais tecnologias empregadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas, sendo o nitrogênio, um dos principais macronutrientes responsáveis por esse incremento, por estar diretamente relacionado as características ligadas ao crescimento da planta.

Neste contexto, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de adubação nitrogenada, sobre o crescimento inicial da mamoneira.

MATERIAL 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 (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) localizado no município de Pombal, PB, situada a 6°48'16" de latitude S, 37°49'15" de longitude W e altitude média de 144 m. De acordo com a 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 experimental em blocos inteiramente casualizados com três repetições, em esquema fatorial 5 x 5, sendo os tratamentos constituídos por diferentes níveis de condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,4; 1,4; 2,4; 3,4 e 4,4 dS m⁻¹) e diferentes doses de adubação nitrogenada (N1 - 50%; N2 - 75%; N3 - 100%; N4 - 125% e N5 - 150% da dose indicada para ensaio em vaso conforme Novais et al. (1991).

Obtiveram-se os diferentes níveis de salinidade da água a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento local, cuja quantidade (C) foi determinada com base na equação de Richards (1954), sendo C (mg L⁻¹) = 640 x CEa (dS m⁻¹), onde a CEa representa o valor desejado da condutividade elétrica da água. As respectivas águas eram acondicionadas em tonéis plásticos de 100 L de capacidade.

Usaram-se sementes da mamoneira cultivar “BRS Energia”, cujas plantas segundo Milani (2010) e Embrapa Algodão (2011), possuem ciclo de 120 a 150 dias, frutos semi-indeiscentes, teor de óleo nas sementes em média de 48% e produtividade de aproximadamente 1.800 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Utilizaram-se no experimento, vasos plásticos de 100 L de capacidade, preenchidos 2 kg de brita (nº zero) a qual cobria a base do vaso seguida 107,8 kg de material de

solo (Neossolo Regolítico Eutrófico tipo franco-arenoso) não salino e não sódico, devidamente destorroado e proveniente do Município de Pombal, PB, cujas características físicas e químicas (Tabela 1), foram obtidas conforme metodologias recomendadas pela Embrapa (1997). Os vasos possuíam furos na base para permitir a drenagem e abaixo dos mesmos existia uma garrafa plástica para acompanhamento do volume drenado e consumo de água pela cultura.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado na pesquisa

Característica	Valor
Classificação textural	Franco arenoso
Densidade aparente – kg dm ⁻³	1,31
Porosidade - %	48,22
Complexo sortivo (cmol_c kg⁻¹)	
Cálcio (Ca ²⁺)	7,50
Magnésio (Mg ²⁺)	5,15
Sódio (Na ⁺)	0,29
Potássio (K ⁺)	0,29
Extrato de saturação (mmol_c L⁻¹)	
pH _{ps}	7,33
CE _{es} – dS m ⁻¹	0,53
Cloro (Cl ⁻)	3,75
Carbonato (CO ₃ ²⁻)	0,00
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	2,00
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	0,89
Cálcio (Ca ²⁺)	1,87
Magnésio (Mg ²⁺)	1,25
Sódio (Na ⁺)	2,51
Potássio (K ⁺)	0,49

Para adubação de base foi aplicado por vaso 162,5 g de super fosfato simples, 12 g de K₂SO₄ e 2200 g (equivalente a 2%) de vermicomposto (6,3 g de N kg⁻¹; 1,28 g de P kg⁻¹ e 0,53 g de K kg⁻¹). Após o acondicionamento do material do solo nos vasos colocou-se o material de solo, em capacidade de campo, através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem livre, usando as distintas águas conforme tratamentos.

O semeio foi realizado em 28 de outubro de 2010, semeando-se dez sementes por vaso a 2 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante. A emergência das plântulas teve início no sexto dia após o semeio (DAS) e continuou até o décimo terceiro dia. Aos 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 se eliminou em cada um, uma planta por vaso.

A fertilização nitrogenada foi parcelada, sendo 1/3 em fundação e os 2/3 restantes distribuídos em cinco vezes, aplicada via fertirrigação, sendo aplicados por vaso no tratamento N3 16,67g de Fosfato monoamônio (MAP) mais 4,44g de Uréia. A quantidade de adubo aplicado nos demais tratamentos era calculada conforme N3 (100%). Desde a semeadura, a irrigação foi realizada diariamente, aplicando-se em cada vaso água conforme tratamentos e segundo o balanço hídrico, acrescido de 10% de fração de lixiviação.

Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes tratamentos culturais: tutoramento das plantas, eliminação manual das plantas daninhas e escarificação superficial do solo, antes de cada irrigação, além de duas pulverizações ao longo da condução, com produto indicado para controle preventivo de insetos.

Para análise dos efeitos dos tratamentos sobre a cultura foi realizada avaliação do número de folhas (NF), da altura de planta (AP), do diâmetro de caule (DC), da

fitomassa seca de caule (FSC) e de folhas (FSF) e fitomassa seca da parte aérea das plantas aos 21 dias após o semeio (DAS).

Na quantificação do número de folhas, foram consideradas apenas as folhas com no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa e comprimento mínimo de 3 cm; a altura foi definida mensurando-se a distância entre o colo e o ápice da planta; o diâmetro de caule foi determinado a 5 cm do colo das plantas, utilizando-se paquímetro digital; na avaliação da matéria seca separou-se as distintas partes da planta (caule e folhas) e acondicionou-se em sacos de papel devidamente identificados, sendo posteriormente conduzidos a estufa de ventilação forçada de ar, à temperatura entre 65°C por 72 horas para determinação da FSC e FSF e consequentemente, a FSPA usando balança analítica.

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

Verifica-se com base nos resultados da análise de variância (Tabela 2) dos dados, não haver efeito significativo na interação entre os fatores estudados (salinidade da água de irrigação e doses de adubação

nitrogenada) para os parâmetros número de folhas, altura de plantas, fitomassa seca de caule, de folha e da parte aérea. Todavia, constata-se haver efeito significativo ($p < 0,05$) na interação entre os fatores para a variável DC. Oliveira et al. (2006) analisando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e teores de esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira observaram também não haver interação entre os fatores. Nobre et al. (2010) estudando os efeitos da irrigação sobre as variáveis de crescimento (número de folhas, altura de planta e o diâmetro do caule e fitomassa seca da parte aérea). com água de diferentes salinidades e doses de adubação nitrogenada no crescimento do girassol também verificaram não haver interação entre os fatores.

Constata-se na Tabela 2, que o número de folhas (NF), o diâmetro de caule (DC), a altura de plantas (AP), a fitomassa seca de caule (FSC), de folhas (FSF) e da parte aérea (FSPA) foram significativamente ($p < 0,01$) influenciado pela salinidade da água de irrigação. Resultados nesse sentido foram obtidos por Nery et al. (2009) em estudos com a cultura do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido, onde verificaram que, os níveis salinos afetaram significativamente e linearmente as características: a altura de planta, diâmetro caulinar, número de folhas. Vê-se ainda de acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 2), a altura de plantas variou significativamente ($p < 0,05$) conforme o teste F, em função das doses de adubação nitrogenada.

Tabela 2 - Resultado do teste F para número de folha (NF), altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), fitomassa seca de caule (FSC), de folhas (FSF) e da parte aérea (FSPA) da mamoneira, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio

Fonte de Variação	Teste F					
	NF	DC (mm)	AP (cm)	FSC ¹ (g)	FSF ¹ (g)	FSPA ¹ (g)
Níveis salino (S)	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Cúbica	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Doses nitrogênio (D)	ns	ns	*	ns	ns	ns
Reg. Linear	-	-	*	-	-	-
Reg. Quadrática	-	-	ns	-	-	-
Reg. Cúbica	-	-	ns	-	-	-
Interação (S x D)	ns	*	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	**	**	ns	ns	ns
CV (%)	6,75	6,66	10,20	12,13	16,34	1,12

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

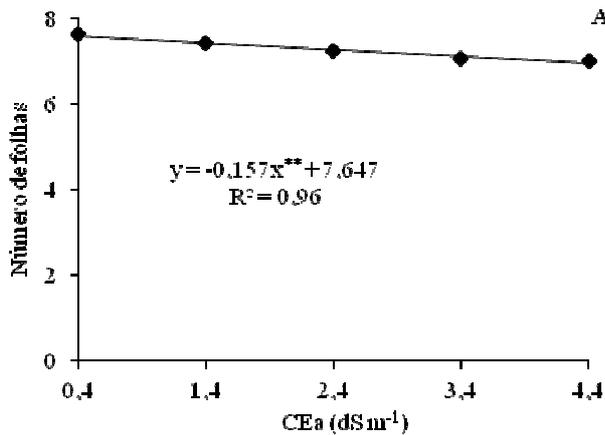
Conforme equação de regressão (Figura 1A) observa-se que, o aumento da salinidade da água de irrigação proporcionou efeito linear e decrescente para a variável número de folhas, havendo decréscimo no NF de 2,07% por aumento unitário da CEa ou seja, redução de 8,28% no NF das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ em relação as irrigadas com 0,4 dS m⁻¹. De acordo Oliveira et al. (2010), 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 a redução do número de folhas.

Cavalcanti et al. (2005) estudando em condição de ambiente protegido, a influência da salinidade da água na germinação e crescimento da mamoneira BRS 149 –

Nordestina, verificaram que, a partir do nível de salinidade de $1,78 \text{ dS m}^{-1}$, o número de folhas reduz-se linearmente, na ordem de 2,95% para cada incremento unitário da CEa. Em estudos com a cultura da mamoneira em casa de vegetação, Silva et al. (2008), também verificaram que, a salinidade da água de irrigação promoveu redução progressiva do NF, com decréscimos por aumento unitário da CEa de 9,9 e 7,5% para as cultivares BRS Paraguaçu e BRS Energia aos 80 dias após semeadura., respectivamente.

Vê-se na Tabela 2 efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio sobre o DC, onde se constata resposta linear



(Figura 1B) com decréscimo no DC das plantas adubadas com 75, 100, 125 e 150% de N na ordem de 3,94; 5,18; 6,91 e 3,17 %, respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções de 15,75; 20,72; 27,64 e 12,68% no DC das plantas irrigadas com água de $4,4 \text{ dS m}^{-1}$ em relação as submetidas a $0,4 \text{ dS m}^{-1}$. As plantas adubadas com dose de Nitrogênio de 50% tiveram comportamento quadrático (Figura 1B), sendo observada resposta positiva até a salinidade de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$, obtendo nesta, o máximo diâmetro das plantas (9,45 mm), e a partir desta, ocorreu redução do DC. Larcher (2000) cita que, quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais é reduzida, especialmente o NO_3^- , K^+ e Ca^{2+} .

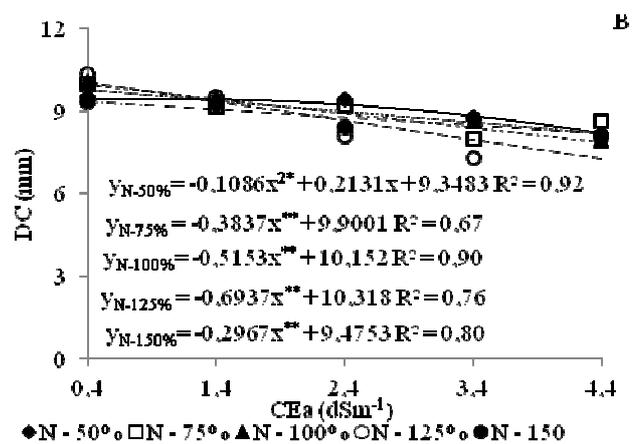


Figura 1 – Número de folhas (NF) e Diâmetro do caule (DC) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de adubação nitrogenada (B).

De acordo com a equação de regressão para a altura de plantas (Figura 2A) verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi à linear, havendo decréscimos de 6,72% por aumento unitário da CEa ou seja, redução 8,08 cm na AP entre o nível água de $4,4 \text{ dS m}^{-1}$ e o de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$. Estes resultados são condizentes com relatos de Cavalcanti et al. (2005), em estudo sobre o comportamento da mamona irrigada com águas de condutividade elétrica variando entre 0,7 e $4,7 \text{ dS m}^{-1}$, onde constataram redução da altura de planta de 5,85% por aumento unitário da CEa para a cultivar BRS Nordestina.

Segundo Ayers e Westcot (1999), o aumento da pressão osmótica do solo ocasionado pelos íons, atua de forma negativa sobre os processos fisiológicos, reduzindo absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular, advindo, como consequência, a redução no crescimento das plantas. Flowers (2004) ressalta que a inibição do crescimento de plantas sob estresse salino pode ser explicada pela diminuição do potencial osmótico da solução do solo, além da possibilidade de ocorrência de toxicidade iônica,

desequilíbrio nutricional ou ambos, em função da acumulação em excesso de determinados íons nos tecidos vegetais. Outrossim, as plantas tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, e contribuindo para redução do crescimento das espécies sob tal estresse.

Analisando-se o fator dose de nitrogênio sobre a variável AP, constata-se com a equação de regressão (Figura 2B) comportamento linear, havendo decréscimo de 2,03% por aumento por aumento de 25% da dose de N, proporcionando uma redução de 8,11% na altura das plantas submetidas a 150% de adubação nitrogenada em relação às plantas que receberam 50% de N. Estudando os efeitos da fertilização nitrogenada na produção de mudas de mamoneira, Rodrigues et al. (2010) verificaram também que, doses elevadas de N proporcionaram menor altura de plantas. Oliveira et al. (2009) ressaltam que elevados teores de esterco, ou seja, adubo este fonte de nitrogênio, podem proporcionar desbalanço nutricional no solo e, em consequência, redução no crescimento, desenvolvimento e produção da cultura.

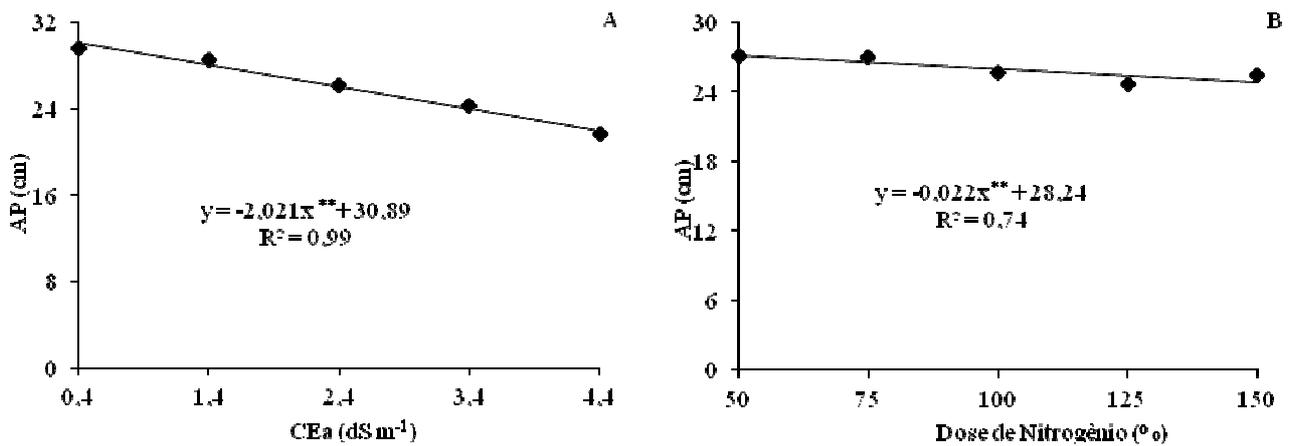


Figura 2 – Altura de plantas (AP) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B)

Segundo a equação de regressão referente a fitomassa seca de caule (Figura 3A), vê-se comportamento linear ocorrendo decréscimo 16,36% na FSC por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, ou seja, houve redução de 65,43% (1,16 g) na FSC das plantas submetidas a irrigação com 4,4 dS m⁻¹ em relação as sob CEa de 0,4 dS m⁻¹. Conforme Leonardo et al. (2007), em condições salinas ocorre a redução da disponibilidade de água às plantas devido ao efeito

osmótico, o que favorece um maior gasto de energia das plantas para absorver água e conseqüentemente, pode haver redução no crescimento e desenvolvimento das mesmas. Resultados neste sentido foram encontrados por Campos et al. (2010), avaliando a influência da salinidade da água de irrigação (0,5, 1,5, 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹) na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), verificaram-se resposta linear decrescente da FSC em função do aumento da salinidade da água de irrigação.

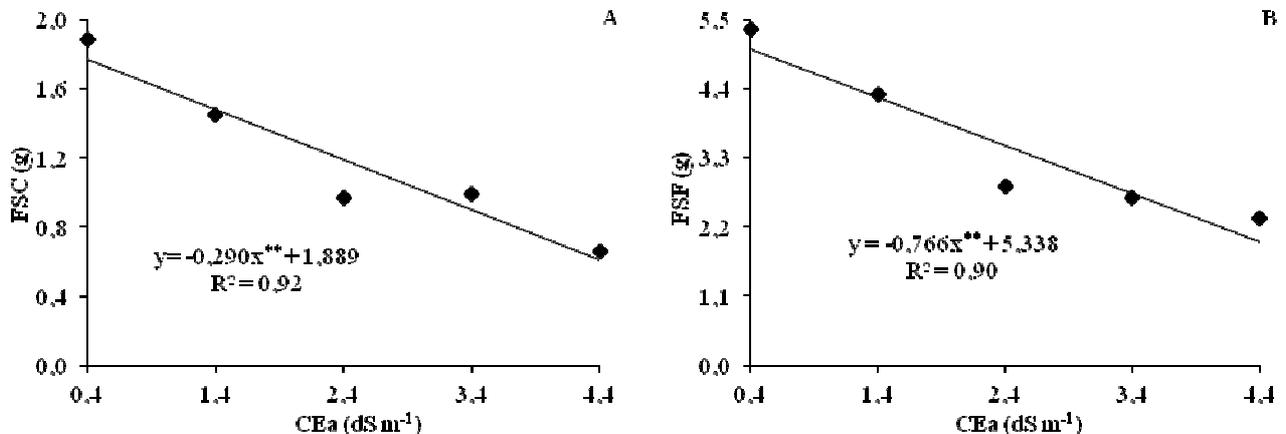


Figura 3 - Fitomassa seca de caule (A) e Fitomassa seca folha (FSF) da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa

O aumento dos níveis salinos da água de irrigação afetaram a fitomassa seca das folhas e conforme equação de regressão (Figura 3B) verifica-se efeito linear com decréscimo da FSF por aumento unitário da CEa de 17,48%. Comparando-se os valores obtidos no maior nível salino (4,4 dS m⁻¹) com os encontrados nas plantas irrigadas com água de menor salinidade (0,4 dS m⁻¹), verifica-se redução de 69,91% na FSF. Dos parâmetros de crescimento avaliados nesta pesquisa, a FSF foi a mais

afetada pelo incremento de salinidade da água de irrigação. Campos et al. (2010) avaliando a resposta da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), quando submetido a diferentes níveis salinidade da água de irrigação (CEa variando de 0,5 a 4,5 dS m⁻¹) e fontes de nitrogênio, também observaram que a fitomassa seca das folhas foi afetada significativamente pela salinidade da água de irrigação.

Observa-se que, para a variável fitomassa seca da parte aérea (Figura 4) o efeito da salinidade da água de irrigação foi linear e decrescente. A redução da FSPA, estimada a partir do modelo de regressão foi de 16,14% por incremento unitário da CEa, ou seja, declínio de 64,58% (4,47 g) na FSPA quando se comparam as plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ com as de 0,4 dS m⁻¹. Cavalcanti et al. (2004) avaliando os efeitos da salinidade da irrigação no crescimento inicial da mamoneira, verificaram que, a fitomassa da parte aérea decresceu linearmente com o incremento da CEa além de 0,7 dS m⁻¹, com decréscimo relativo de 6,0% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação.

Resultados nesse sentido foram, verificados por Oliveira et al. (2010) avaliando o crescimento inicial do pinhão-mansão submetido a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação, onde observaram que, com o incremento dos níveis de CEa houve redução da massa seca da parte aérea da planta. Travassos et al. (2011) relatam decréscimos de 12,8% na fitomassa seca da parte aérea das plantas de girassol por aumento unitário da CEa.

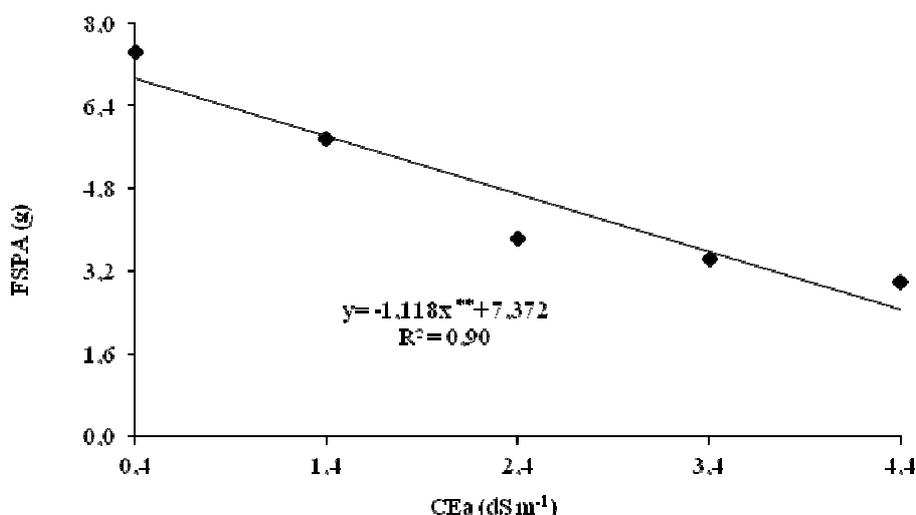


Figura 4 - Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa

CONCLUSÃO

1. O número de folhas, a altura de planta, a fitomassa seca de caule, de folha e da parte aérea da mamoneira cv BRS Energia são afetados aos 21 DAS, de forma linear e decrescente, pela salinidade da água de irrigação a partir de 0,4 dS m⁻¹;

2. A salinidade da água de irrigação a partir de 1,0 dS m⁻¹ interfere negativamente no diâmetro caulinar da mamoneira, independentemente da dose de nitrogênio testada no experimento.

3. Dentre as variáveis estudadas, a fitomassa seca de folha de mamoneira foi a mais sensível ao estresse salino, ocorrendo redução de 17,5% por aumento unitário da CEa.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento - CNPq, pela concessão do auxílio financeiro (Projeto Universal) e bolsa PIBIC; e a Embrapa Algodão, pelo fornecimento das sementes de mamona.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, T. C. Q. de; TORRES, E. A.; LEMOS, H. B.; MACHADO, G. B.; Viabilidade técnica e econômica para implantação de uma micro usina de extração de óleo de mamona. BAHIA ANÁLISE e DADOS, Salvador, v. 16, n. 1, p. 133-141, 2006.

AUDRY, P.; SUASSUNA, J. A. A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão do nordeste: Caracterização, variação sazonal, limitação do uso. Recife: CNPQ, 1995.

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

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; BATISTA, F. A. S.; LIMA, E. F. Arranjo de fileiras no consórcio mamona/milho. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 21p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa, 34).

- CAMPOS, M. S., OLIVEIRA, F. A. de., OLIVEIRA, F. R. A. de., SILVA, R. C. P. da., CÂNDIDO, W. S. Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*. v.5, n.3, p.165, Mossoró –RN, 2010.
- CAVALCANTI, M. L. F.; BARROS JÚNIOR, G. CARNEIRO, P. T. FERNANDES, P. D. GHEYI, H. R. CAVALCANTI, R. S. Crescimento inicial da mamoneira submetido à salinidade da água de irrigação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.4, 2004.
- 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. *Revista de Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 8, n. 1, p. 126-133, 2011.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. Geografia do Brasil. São Paulo: Moderna, 1982. 368 p.
- 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. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: EMBRAPA, 1989.425p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR 4,6 - programa de análise estatística. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 1 CD-ROM.
- FLORES, P. et al. Response to salinity of tomato seedlings with a split-root system: Nitrate uptake and reduction. *Journal of Plant Nutrition*, v. 25, n. 01, p. 177-187, 2002.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.
- KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I; SHALHEVET, J. (ed.). Soil salinity under irrigation: processes and management. Berlin: Springer-Verlag, 1984. p.319-338.
- LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 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* v.12, n.01, 2007.
- MILANI, M. BRS Energia. 3ª ed. Campina Grande – PB: Embrapa Algodão, 2010. (Folder).
- MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. *Plant and Soil*, v. 274, n. 01, p. 3-6, 2004.
- MOREIRA, J. de A.; LIMA, E. F.; FARIAS, F. J. C.; AZEVEDO, D. M. P. de; Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.) Campina Grande: Embrapa Algodão, 1996. 29p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa, 34).
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, v. 25, n. 02, p. 239-250, 2002.
- 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-mansão 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.; 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 Agrônômica*, 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, F. A. de.; OLIVEIRA FILHO, A. F. de.; MEDEIROS, J. F. de.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. de.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. *Revista Caatinga*, v.22, n.1, p.206-211, Mossoró- RN, 2009.
- OLIVEIRA, F. A. de; OLIVEIRA, F. R. A. de; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T. de; MEDEIROS, J. F. de; SILVA, O. M. P. da. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.4, p.479-484, 2010.
- OLIVEIRA, I. R. S. de; OLIVEIRA, F. N. de; MEDEIROS, M. A. de; TORRES, S. B.; TEIXEIRA, F. J. V. Crescimento inicial do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 4, p. 40-45, Mossoró-RN, 2010.
- OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; GUIMARÃES, I. P. 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, p. 47-53, 2006.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. O uso de águas salinas para produção agrícola. Tradução: H.

R. Gheyi, J. R. de Souza, J. E. Queiroz. Campina Grande: UFPB. 117p. 2000.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954.

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, n.3, p. 471-476, 2010.

SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. M. de.; 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.

TRAVASSOS, K. D., SOARES, F. A. L., GHEYI, H. R., DIAS, N. S., NOBRE, R. G. Crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.5, nº. 2, p.123-133, Fortaleza- CE, 2011.

Recebido em 10/01/2011

Aceito em 19/06/2011