



Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento¹

Mário L. F. Cavalcanti²; Pedro D. Fernandes³; Hans R. Gheyi³; Genival Barros Júnior²; Frederico A. L. Soares² & Eliezer da C. Siqueira²

¹ Parte do trabalho de Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentado ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/UFCG.

² Doutorando em Engenharia Agrícola na UFCG. Av. Aprígio Veloso 882, CEP 58109-970. Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310-1285. E-mail: mariolfcavalcanti@yahoo.com.br

³ DEAg/UFCG. E-mail: pdantas@pesquisador.cnpq.br; hans@deag.ufcg.edu.br

Protocolo 20

Resumo: Este trabalho foi realizado com o objetivo de se estudar a influência da salinidade na germinação e no crescimento da mamoneira BRS 149 – Nordestina. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, mediante a combinação de cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m⁻¹, a 25 °C) e cinco proporções de íons Na:Ca (9,5:0,5; 7,5:2,5; 5,0:5,0; 2,5:7,5 e 0,5:9,5), com três repetições. As avaliações foram feitas até aos 80 dias após plantio. A salinidade da água não interferiu no processo de germinação e nem no índice de velocidade de emergência, mas o número de folhas, diâmetro do caule, a altura de planta e fitomassa da parte aérea, tiveram decréscimo linear com aumento da salinidade. A relação raiz/parte aérea aumentou, linearmente, quando as plantas foram submetidas ao estresse salino. A altura de planta e fitomassa da parte aérea foram beneficiadas com a diminuição da proporção de Na na água.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, estresse salino, irrigação

Salt tolerance of castor bean BRS-149: germination and growth characteristics

Abstract: This work was carried out with the objective of studying the influence of salinity on germination and growth of castor bean BRS 149–Nordestina. A completely randomized block design was adopted, combining five levels of irrigation water salinity (0.7; 1.7; 2.7; 3.7 and 4.7 dS m⁻¹, at 25 °C) and five proportions of Na:Ca (9.5:0.5; 7.5:2.5; 5.0:5.0; 2.5:7.5; and 0.5:9.5), with three replications. The observations were made up to 80 days after planting. The salinity did not influence the percentage of germination and the velocity of seedling emergence but the aerial parts were reduced linearly with increase of salinity of irrigation water. The root/shoot ratio increased linearly when the plants were submitted to saline stress. The plant height and phytomass of aerial parts were favored by decrease of Na proportion in the irrigation water.

Key words: *Ricinus communis*, saline stress, irrigation

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), espécie da família *Euphorbiaceae*, tem potencial de exploração econômica no Nordeste brasileiro, devido às suas características de xerofilismo e heliofilismo. Sua importância para a região se baseia, também, no fato de ser fixadora de mão-de-obra e geradora de emprego, uma alternativa para a agricultura de áreas semi-áridas (Azevedo & Lima, 2001).

É uma planta que produz quantidade considerável de biomassa (20 t ha⁻¹): as folhas podem servir de alimento para o

bicho da seda; as hastes contêm celulose para fabricação de papel e, das sementes, são obtidos óleo e torta, rica em proteína. Entretanto, é nas sementes de mamona que está o maior interesse econômico, contendo o óleo cerca de 90% de ácido graxo ricinoléico, o que lhe confere características singulares e valor energético, possibilitando ampla gama de utilização industrial (Azevedo et al., 1997; Amorim Neto et al., 2001).

No mundo há uma pressão sempre crescente por fontes renováveis de energia, uma vez que as fontes convencionais começam a agredir o meio ambiente. Fontes energéticas renováveis têm sido pesquisadas; nos últimos anos, em virtude

de não existirem bons substitutos em muitas das aplicações do óleo ricinoléico, está se expandindo a demanda pelo óleo de mamona, com conseqüente expansão de seu cultivo no Brasil e em outros países industrializados (Azevedo & Lima, 2001).

Apesar de ser uma xerófito, as maiores produções são obtidas em locais com pluviosidade entre 600 e 700 mm (Beltrão et al., 2002), com maior exigência no início da fase vegetativa. Azevedo et al. (1997) registraram, em Monteiro, PB, aumento de produtividade com a ocorrência de precipitações pluviiais totalizando de 215 a 270 mm nos primeiros setenta dias após germinação. Em condições da África do Sul, produções satisfatórias foram obtidas com pluviosidade entre 375 e 500 mm (Weiss, 1983).

Decorrente da instabilidade climática, a garantia do sucesso de cultivos em regiões semi-áridas depende, dentre outras práticas, do uso de irrigação; entretanto, devido à pressão antrópica por águas de boa qualidade e à crescente necessidade de expansão da produção agrícola, em todo o mundo, tem aumentado a utilização de águas consideradas de qualidade inferior (Noaman & El-Haddad, 2000; Zeng et al., 2001). No Nordeste, a maior parte das águas utilizadas na irrigação contém teores relativamente moderados de sais, sendo freqüentemente encontrados valores que chegam a 5,0 dS m⁻¹ (Audry & Suassuna, 1995).

Ante a falta de estudos envolvendo irrigação e salinidade na mamoneira objetivou-se, com este trabalho, estudar os efeitos da irrigação com água salina na germinação e fase inicial de crescimento, quando a planta é mais sensível ao estresse hídrico e salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de casa de vegetação pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da UFCG, Campina Grande, PB, no período de julho a outubro de 2003, usando-se sementes da variedade BRS-149 – Nordestina, fornecida pela EMBRAPA Algodão.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5, compreendendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa = 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m⁻¹), combinados a cinco proporções de Na e Ca (Na:Ca = 9,5:0,5; 7,5:2,5; 5,0:5,0; 2,5:7,5 e 0,5:9,5).

Neste estudo, foram utilizados vasos plásticos com 30 cm de diâmetro e 33 cm de altura, com capacidade para 21 L, os quais receberam, na base, uma tela e, em seguida, uma camada de 1 kg de brita e 2 kg de areia. Os vasos foram envolvidos em sacos plásticos de 30 cm de diâmetro, com adaptação de uma mangueira, em uma das extremidades inferiores, ajustada a uma garrafa plástica com capacidade para 2 L para controle e coleta da água de drenagem.

O substrato utilizado foi um material de solo de textura franca, não salino, com as seguintes características químicas e físico-hídricas, obtidas conforme metodologias propostas por Richards (1954) e pela Embrapa (1997): Ca (cmol_c kg⁻¹) 1,55; Mg (cmol_c kg⁻¹) 2,06; Na (cmol_c kg⁻¹) 0,35; K (cmol_c kg⁻¹) 0,19; H (cmol_c kg⁻¹) 6,72; Al (cmol_c kg⁻¹) 0,70; CTC (cmol_c kg⁻¹) 11,57; Saturação de bases (V) 30,66%; Matéria orgânica (g kg⁻¹) 1,96;

P (mg dm⁻³) 0,01; pH em água (1:2,5) 5,39; Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹) 0,52; RAS (mmol L⁻¹)^{1/2} 2,62; Areia 46,7%; Silte 29,4%; Argila 23,9%.

Com base nos dados de análise de solo, procedeu-se à correção da acidez, adicionando-se 7,7 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂), ao material de solo já peneirado e posto em cada vaso (20 kg de substrato). A quantidade de hidróxido de cálcio foi calculada através do método de neutralização do Al³⁺ e da elevação dos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺, proposto por Ribeiro et al. (1999).

As águas para irrigação foram preparadas a partir dos sais NaCl e CaCl₂.2H₂O, na proporção 7:1, entre Na:Ca, tomando-se como base a água do sistema de abastecimento de Campina Grande, PB e água de chuva. A quantidade de cada componente utilizado no preparo das águas foi determinada de forma a se obter a CEa do respectivo nível salino; para isto, levaram-se em consideração as quantidades desses elementos existentes nas águas do sistema de abastecimento e de chuva.

Após o solo ser previamente irrigado com a respectiva água de cada tratamento, realizou-se o semeio, colocando-se seis sementes por vaso, de forma eqüidistante, a uma profundidade de aproximadamente 2 cm. Antes do semeio, as carúnculas das sementes foram retiradas, de forma a acelerar o processo de germinação (Azevedo et al., 1997).

Após o plantio até a germinação das sementes, fez-se irrigação a cada dois dias, utilizando-se de 100 mL da água correspondente a cada tratamento, mantendo-se o substrato do vaso próximo à capacidade de campo. Oito dias após a germinação (DAG), aplicou-se um volume suficiente de água para se ter uma lixiviação de 20%, com base no volume aplicado nas irrigações anteriores. A partir daí, houve coleta e medição do volume lixiviado de cada vaso, sempre que ocorria drenagem, incorporado à água da irrigação seguinte, completando-se a lâmina exigida em função dos tratamentos.

Diariamente, avaliou-se a germinação mediante contagem do número de sementes germinadas, tendo como critério a emergência do epicótilo na superfície do vaso. Para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) realizaram-se contagens diárias de emergência (até o 12º dia) e os cálculos foram feitos utilizando-se da Eq. 1, em que os valores de Σ correspondem ao número de plantas germinadas na primeira, segunda, terceira e nas contagens subseqüentes, até a última, enquanto os valores de N correspondem ao número de dias da semeadura até a primeira, segunda e última contagens, de acordo com a metodologia contida em Vieira & Carvalho (1994).

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

Foi realizado desbaste aos 30 DAG, deixando-se uma planta por vaso. A coleta final se deu aos 80 DAG, quando se fizeram avaliações de altura de planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), fitomassa da parte aérea (FPA), fitomassa das raízes (FR) e relação raiz/parte aérea (R/PA); a altura foi medida do coleto à base da folha mais jovem, contando-se as que tinham comprimento mínimo de 3,0 cm. A medição do diâmetro do caule foi feita no coleto, com uso de paquímetro. Para se obter os dados de fitomassa da parte aérea

(FPA) e fitomassa das raízes (FR), as plantas foram separadas nas respectivas partes, acondicionadas, em seguida, em sacos de papel para secagem em estufa de circulação forçada de ar quente a 65 °C, até peso constante; as raízes foram coletadas fazendo-se lavagem do material de cada vaso sobre uma peneira com malha de 2,0 mm.

A relação raiz/parte aérea (R/PA) foi calculada pelo quociente entre os valores de fitomassa das raízes e da parte aérea da planta, segundo a Eq. 2:

$$R/PA = \frac{FR}{FPA} \quad (\text{g g}^{-1}) \quad (2)$$

em que:

FR – fitomassa das raízes

FPA – fitomassa da parte aérea no tempo t (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se do teste “F”. Para o fator “níveis salinos”, realizou-se análise de regressão polinomial, por ser um fator quantitativo; para o fator “proporções de íons”, por ser qualitativo, foi aplicado o teste de Tukey para comparação de médias ($p < 0,05$) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da salinidade de água, das proporções iônicas e a interação entre ambos os fatores não tiveram efeitos significativos no processo germinativo, avaliado pela germinação e pelo índice de velocidade de emergência (Tabela 1). Em geral, a germinação de sementes se inicia com a absorção de água, caracterizando a embebição, ocorrendo com esse fenômeno, a hidrólise de macromoléculas para a nutrição do embrião (Sampaio, 1998). No caso da mamona, parte do óleo contido na semente após transformação em carboidrato, é consumido no processo de respiração celular, por ocasião da hidrólise, decrescendo o teor de óleo a partir do terceiro dia da germinação (Sevast'yanova, 1986). Como os tratamentos testados não afetaram as variáveis de germinação, mesmo aumentando a salinidade e variando as proporções de íons, resultando em tratamentos com alta concentração de Na, provavelmente a embebição e a hidrólise das substâncias de reserva das sementes de mamona não foram afetadas.

A mamoneira é, portanto, mais tolerante à salinidade que outras culturas; estes dados diferem dos obtidos por Campos (2001), em tomateiro, e por Gurgel (2001), em aceroleira, ao verificarem que águas salinas de condutividade elétrica entre 0,5 a 5,5 dS m⁻¹ prejudicaram a germinação dessas espécies.

Com relação à altura da planta, os efeitos de níveis salinos e proporções de íons foram significativos ($p < 0,01$), sem haver efeito da interação entre os dois fatores (Tabela 2). Analisando-se o fator quantitativo níveis de salinidade (N), constata-se um comportamento linear decrescente, com redução de 3,26 cm (5,85%) na altura da planta por aumento unitário do nível de salinidade.

Considerando-se o fator proporções de íons, observa-se que apenas na proporção 0,5:9,5 (Na:Ca) foi maior a altura de plantas, obtendo-se a maior média (52,70 cm), ou seja, uma

Tabela 1. Resumo de análise de variância e médias para percentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência (IVE) da mamoneira (BRS 149 - Nordeste), aos 12 dias após a semeadura (DAS) submetidas à irrigação com águas de diferentes níveis de salinidade (CE_a) e proporções de íons

Causa de variância	Quadrado Médio	
	PG ^a	IVE
Nível Salino (N)	0,85911 ^{ns}	0,03750 ^{ns}
Prop. de íons (PI)	0,73281 ^{ns}	0,04533 ^{ns}
Interação (N x PI)	1,06894 ^{ns}	0,04783 ^{ns}
Resíduo	0,61815	0,03577
CV (%)	8,45	19,49

	Média	
	%	plântulas dia ⁻¹
Nível Salino (N)		
N ₁ (0,7 dS m ⁻¹)	9,4643 (89,9913)	1,0193
N ₂ (1,7 dS m ⁻¹)	9,0157 (82,2133)	0,9046
N ₃ (2,7 dS m ⁻¹)	9,5288 (91,1060)	1,0160
N ₄ (3,7 dS m ⁻¹)	9,4062 (88,8799)	0,9753
N ₅ (4,7 dS m ⁻¹)	9,0592 (83,3286)	0,9360
dms	0,81404	0,1958
Proporção de Na:Ca		
PI ₁ (9,5:0,5)	9,0592 (83,3286)	0,8820
PI ₂ (7,5:2,5)	9,5869 (92,2173)	1,0080
PI ₃ (5,0:5,0)	9,3916 (88,8840)	1,0013
PI ₄ (2,5:7,5)	9,3481 (87,7686)	1,0093
PI ₅ (0,5:9,5)	9,0884 (83,3206)	0,9506
dms	0,81404	0,1958

^a Dados transformados em \sqrt{x} ; entre parênteses estão os dados originais (x)

^{ns} não significativo

diferença de 6,71% em relação ao tratamento PI₁, com maior proporção de Na. Frequentemente, o efeito tóxico do Na é maior com a diminuição da disponibilidade de Ca no solo (Tester & Davenport, 2003), o que deve ter favorecido o crescimento da planta em altura.

O número de folhas foi significativamente ($p < 0,01$) afetado pela salinidade, sem entretanto, detectar-se influência estatística das proporções de íons, nem da interação entre ambos (Tabela 2). O NF diminuiu, linearmente, 2,95 % para cada incremento unitário da CE_a acima de 1,78 dS m⁻¹. Vários autores (Shannon, 1979; Fageria, 1989; Taiz & Zeiger, 2002) ressaltam que, em condições de seca fisiológica, é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, refletindo-se na perda de transpiração como alternativa para manter a absorção de água; uma dessas adaptações é a redução do número de folhas.

Com relação ao diâmetro de caule (DC), constata-se efeito linear significativo da salinidade ($p < 0,01$), com declínio de 0,2 mm (1,45%) por aumento unitário da CE_a (Tabela 2). Gurgel (2001) obteve tendência semelhante da salinidade na produção de mudas de aceroleira, aos 90 DAG, registrando, porém, decréscimo maior (7,64%) no diâmetro de caule (DC) por aumento unitário da condutividade elétrica.

O diâmetro do caule (DC) não foi afetado, significativamente, pela proporção de Na:Ca na água (Tabela 2). Portanto, não houve influência sobre o engrossamento das plantas quando o cátion presente na água de irrigação era Ca ou Na, denotando uma possível tolerância da mamoneira ao sódio, de vez que este elemento é tóxico para a maioria das plantas (Ayers &

Tabela 2. Resumo da análise de variância e médias para altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) em função dos tratamentos aplicados à mamoneira, ao final do experimento

Causa de variância	Quadrado Médio		
	AP	DC	NF
Nível salino (N)	401,34686 **	1,57845 **	3,91330 **
Reg. Pol. Linear	319,48049 **	1,20000 **	2,02800 *
Reg. Pol. Quadr.	0,05357 ^{ns}	0,06095 ^{ns}	0,50381 ^{ns}
Desvio Reg.	0,42080 ^{ns}	0,01700 ^{ns}	0,13890 ^{ns}
Prop. de íons (PI)	59,39687 **	0,59512 ^{ns}	0,94663 ^{ns}
Interação (N x PI)	16,02370 ^{ns}	0,23664 ^{ns}	1,00501 ^{ns}
Resíduo	9,66637	0,34499	0,90167
CV (%)	6,31	4,37	11,05

Nível salino (N)	Média		
	cm	mm	n ^o
N ₁ (0,7 dS m ⁻¹)	55,60	13,77	8,93
N ₂ (1,7 dS m ⁻¹)	53,03	13,67	9,00
N ₃ (2,7 dS m ⁻¹)	48,90	13,53	9,93
N ₄ (3,7 dS m ⁻¹)	45,73	13,27	8,13
N ₅ (4,7 dS m ⁻¹)	42,93	12,97	7,93

Proporção de Na:Ca			
PI ₁ (9,5:0,5)	49,16 b	13,30	8,33
PI ₂ (7,5:2,5)	48,26 b	13,27	8,33
PI ₃ (5,0:5,0)	48,06 b	13,47	8,80
PI ₄ (2,5:7,5)	48,00 b	13,40	8,86
PI ₅ (0,5:9,5)	52,70 a	13,77	8,60
dms	3,21	0,61	0,98

Equações de regressão:

$$\begin{aligned} \text{AP} &\rightarrow y = 3,2633 \text{ CEa}^{**} + 58,051 & (R^2 = 0,99) \\ \text{DC} &\rightarrow y = -0,2 \text{ CEa}^{**} + 13,98 & (R^2 = 0,95) \\ \text{NF} &\rightarrow y = 100 + 2,95 (\text{CEa} - 1,78) & (R^2 = 0,98) \end{aligned}$$

(*) (**) Significativos a 0,05 e a 0,01 de probabilidade respectivamente; (ns) não significativo.

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ($p < 0,05$)

Westcot, 1999). Embora se tenha reduzido o espessamento do caule com o aumento da condutividade elétrica, este efeito foi independente da composição da água, uma vez que não foi registrada significância para a interação N x PI.

A salinidade da água e a proporção Na:Ca influenciaram a fitomassa da parte aérea (FPA) da mamoneira ($p < 0,01$) (Tabela 3). O aumento da condutividade elétrica das águas reduziu linearmente essa variável, com decréscimo de 2,17 g (8,38%) a cada aumento unitário da CEa.

No tratamento PI₅ (0,5:9,5 – Na:Ca) registraram-se valores mais altos de fitomassa da parte aérea. Ao se comparar os valores desse tratamento com os de PI₁ e PI₂, constatam-se diferenças de 2,40 g (10,22%) e 3,17 g (13,52%), respectivamente. De acordo com Ayers & Westcot (1999), as plantas respondem melhor com o aumento da proporção de Ca e decréscimo do Na na água de irrigação.

Mais uma vez não se observou efeito interativo da salinidade com os tipos de água, ficando evidenciado que o estresse salino sobre a FPA não depende da proporção entre Na:Ca.

Rodrigues (2000), Gurgel (2001) e Carneiro (2001) estudando arroz, acerola e caju anão-precoce, respectivamente, sob condições salinas, também obtiveram efeito linear decrescente da salinidade sobre a fitomassa da parte aérea, em seus estudos. Os respectivos autores constataram, também, efeitos sobre a

Tabela 3. Resumo de análise de variância e médias para fitomassa da parte aérea (FPA), fitomassa das raízes (FR) e relação raiz/parte aérea, em função dos tratamentos

Causa de variância	Quadrado Médio		
	FPA	FR ^a	R/PA
Nível salino (N)	180,43256 **	0,04786 ^{ns}	0,03069 **
Reg. Pol. Linear	142,19474 **	-	0,02178 **
Reg. Pol. Quadr.	0,43509 ^{ns}	-	0,00199 ^{ns}
Desvio Reg.	0,00320 ^{ns}	-	0,00070 ^{ns}
Prop. de íons (PI)	20,54505 **	0,14902 ^{ns}	0,00693 ^{ns}
Interação (N x PI)	2,31370 ^{ns}	0,04643 ^{ns}	0,00331 ^{ns}
Resíduo	4,74691	0,08731	0,00396
CV (%)	10,07	11,25	19,18

Nível salino (N)	Média		
	g	g	
N ₁ (0,7 dS m ⁻¹)	25,5227	2,7023 (7,4640)	0,2912
N ₂ (1,7 dS m ⁻¹)	24,3871	2,6185 (6,9193)	0,2835
N ₃ (2,7 dS m ⁻¹)	21,7948	2,6537 (7,1246)	0,3250
N ₄ (3,7 dS m ⁻¹)	19,0774	2,5524 (6,5753)	0,3440
N ₅ (4,7 dS m ⁻¹)	17,2919	2,5995 (6,8473)	0,3957

Proporção de Na:Ca			
PI ₁ (9,5:0,5)	21,0634 b	2,6875 (7,4380)	0,3488
PI ₂ (7,5:2,5)	20,2888 b	2,4778 (6,1886)	0,3127
PI ₃ (5,0:5,0)	21,5806 ab	2,5721 (6,6400)	0,3162
PI ₄ (2,5:7,5)	21,6794 ab	2,7236 (7,4713)	0,3535
PI ₅ (0,5:9,5)	23,4616 a	2,6554 (7,1926)	0,3082
dms	2,2558	0,3059	0,0651

Equações de regressão:

$$\begin{aligned} \text{FPA} &\rightarrow y = -2,1771 \text{ CEa}^{**} + 27,493 & (R^2 = 0,98) \\ \text{R/PA} &\rightarrow y = 0,027 \text{ CEa}^{**} + 0,2551 & (R^2 = 0,89) \end{aligned}$$

^aDados transformados em \sqrt{x} ; entre parênteses estão os dados originais (x). Significativo a 0,01(**) de probabilidade; (ns) não significativo; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ($p < 0,05$)

fitomassa da raiz, diminuindo linearmente, contrariando os resultados encontrados para a mamona, cujo sistema radicular não foi afetado, significativamente (Tabela 3). Deduz-se ser a mamoneira menos sensível à salinidade que as culturas citadas.

A salinidade da água de irrigação afetou a relação raiz/parte aérea (R/PA), sendo o efeito linear e crescente ($p < 0,01$), com incremento de 0,03 g g⁻¹ (9,85%) da R/PA por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

Este incremento da relação raiz/parte aérea, com o aumento da salinidade, deu-se em função da maior taxa de redução ocorrida na fitomassa da parte aérea, em relação à de raiz que não foi afetada, significativamente, pelos níveis de CEa. Carneiro (2001), estudando diferentes níveis de salinidade, em cinco clones de cajueiro anão-precoce, constatou acréscimo na relação raiz/parte aérea, com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo o crescimento da parte aérea mais afetado pela salinidade da água de irrigação que o do sistema radicular.

O fator proporções de íons não afetou a R/PA, nem foi significativa a interação entre os dois fatores estudados, isto é, ocorreu efeito isolado dos níveis salinos da água de irrigação, independente da natureza do cátion. Fica, novamente, evidenciada a tolerância da mamoneira ao Na.

CONCLUSÕES

1. O estresse salino provocado pela água de condutividade elétrica de até 4,7 dS m⁻¹ não influencia na porcentagem de germinação da mamoneira.
2. A partir do nível de salinidade de 1,78 dS m⁻¹, o número de folhas reduz-se, linearmente, 2,95 % para cada incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.
3. A altura das plantas também diminui, linearmente, 5,85% com o aumento da salinidade; quando Ca predomina na água de irrigação, é maior o crescimento das plantas em altura.
4. O diâmetro do caule diminui com o aumento da salinidade, sendo o decremento de apenas 1,45% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.
5. A fitomassa da parte aérea decresce, linearmente, com aumento da salinidade. Uma quantidade maior de matéria seca é formada na parte aérea quando se aumenta a proporção de Ca e diminui Na na água de irrigação.
6. A fitomassa das raízes não é afetada pela salinidade nem pelas proporções de íons na água de irrigação.
7. A relação raiz/parte aérea aumenta 9,85% por aumento unitário da CEa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim Neto, M. da S.; Araújo, A.E. de; Clima e solo. In: Azevedo, D.M.P. de; Lima, E.F. O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. cap.3, p.63-76.
- Audry, P.; Suassuna, J. 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 de mamona-milho. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 1997. 21p. Boletim de Pesquisa, 34.
- Azevedo, D.M.P. de; Lima, E.F. (ed.) O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. 350p.
- Azevedo, D.M.P. de; Lima, E.F.; Batista, F.A.S.; Beltrão, N.E. de M.; Soares, J.J.; Vieira, R. de M.; Moreira, J. de A.N. Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Nordeste do Brasil. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 1997. 52p. EMBRAPA Algodão. Circular Técnica, 25.
- Beltrão, N.E. de M.; Silva, L.C.; Melo, F.B. Cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) consorciada com feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) para o semi-árido nordestino, em especial do Piauí. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2002. 44p. EMBRAPA Algodão. Documentos, 97.
- Campos, C.A.B. Germinação, desenvolvimento e produção do tomateiro industrial, sob estresse salino. Campina Grande: UFPB, 2001. 144p.
- Carneiro, P.T. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão-precocose sob condições de salinidade. Campina Grande, UFPB, 2001. 84p. Dissertação Mestrado. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual e métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- Fageria, N.K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425p. EMBRAPA CNPAF. Documento, 18.
- Ferreira, P.V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 421p.
- Gurgel, M.T. Produção de mudas de aceroleira sob diferentes condições de salinidade da água de irrigação. Campina Grande, UFPB, 2001. 117p. Dissertação Mestrado.
- Noaman, M.N.; El-Haddad, E.S. Effects of irrigation water salinity and leaching fraction on the growth of six halophyte species. Journal of Agricultural Science, Cambridge, v.135, p.279-285, 2000.
- Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez V.V.H. (ed). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.
- Richards, L.A. (ed.) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. USDA. Agriculture Handbook, 60.
- Rodrigues, L.N. Estresse salino na germinação, produção de mudas e produção de arroz irrigado. Campina Grande, UFPB, 2000. 145p. Dissertação Mestrado.
- Sampaio, E.S. de. Fisiologia Vegetal: teoria e experimentos. Ponta Grossa. UEPG, 1998. 190p.
- Sevast'yanova, L.B. Germination of seeds. In: Moshkin, V.A. (ed.). Castor. New Delhi: Amerind, 1986. p.34-35.
- Shannon, M.C. Quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. Horticulture Science, v.14, p.587-589. 1979.
- Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP/UNESP-FCAVJ, 1994. 164p.
- Weiss, E.A. Oil seed crops. London: Longman, 1983. 659p.
- Zeng, L.; Shannon, M.C.; Lesch, S.M. Timing of salinity stress affects rice growth and yield components. Agricultural Water Management, Amsterdam, v.48, p.191-206, 2001.