



Germinação e crescimento inicial de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino¹

Sérvulo M. S. Silva², Allan N. Alves³, Hans R. Gheyi⁴, Napoleão E. de M. Beltrão⁵,
Liv S. Severino⁵ & Frederico A. L. Soares²

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à UFCG

² Doutorando em Irrigação e Drenagem pela UFCG/UAEAg. Av. Aprígio Veloso, 882, CEP: 58109-970, Bodocongó, Campina Grande-PB, Fone: (83) 8846-6400, 9135-8509

E-mail: servulomercier@yahoo.com.br; fredantonio1@yahoo.com.br.

³ Graduando pela UFCG/UAEAg. Fone: (83) 9926-6068 E-mail: alan_1nunes@yahoo.com.br.

⁴ UFCG/UAEAg. Fone (83) 3310-1055 E-mail: hans@deag.ufcg.edu.br.

⁵ EMBRAPA Algodão. Rua Oswaldo Cruz, SN, CEP: 58107-720, Centenário, Campina Grande-PB, Fone: (83) 3315-4300 Email: napoleão@cnpa.embrapa.br e liv@cnpa.embrapa.br

Protocolo 162

Resumo: No presente trabalho estudou-se o comportamento de duas cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.), BRS-188 Paraguaçu (C₁) e CSRN-367 (C₂), irrigadas com águas de diferentes níveis de condutividade elétrica (CEa: 0,7; 2,7; 4,7; 6,7 e 8,7 dS m⁻¹), em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições, no esquema fatorial 5 x 2. Avaliaram-se: percentagem de germinação, tempo e índice de velocidade de emergência, altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar aos 20, 40 e 60 dias após o semeio (DAS). A cultivar C₁ produziu maior número de folhas e maior área foliar e a C₂ se destacou por maior percentagem de germinação, precocidade e velocidade de emergência. O aumento da salinidade da água de irrigação reduziu o percentual de germinação, tornou mais lenta a emergência e diminuiu todas as características relacionadas ao crescimento da planta.

Palavras-chaves: *Ricinus communis*, variedades BRS-188 Paraguaçu e CSRN-367, tolerância

Germination and initial growth of two cultivars of castor bean under saline stress

Abstract: Two castor bean cultivars (*Ricinus communis* L.), BRS-188 Paraguaçu (C₁) and CSRN-367 (C₂), were irrigated with five waters of different electrical conductivity levels (0.7, 2.7, 4.7, 6.7 and 8.7 dS m⁻¹) in a randomized design with 3 replications and 5 x 2 factorial treatments distributions. Germination percentage, time and emergence speed index, plant height stem diameter, number of leaves and leaf area at 20, 40 and 60 days after planting were evaluated. Number of leaves and leaf area was higher in the cultivar C₁ and a higher germination percentage and faster emergence were observed in the cultivar C₂. Increasing salinity reduced germination percentage, made the emergence slower and diminished all the growth characteristics analyzed.

Key words: *Ricinus communis*, BRS-188 Paraguaçu e CSRN-367 cultivars, tolerance.

INTRODUÇÃO

A mamoneira produz, satisfatoriamente, sob condições de baixa precipitação pluvial, sobressaindo-se, também, como alternativa para o semi-árido brasileiro, onde a cultura, mesmo tendo a sua produtividade afetada, se tem mostrado resistente ao clima adverso quando se verifica perda total em outras culturas, constituindo, desta forma, uma das alternativas de trabalho e de renda para o agricultor da região (Vieira & Lima, 2004).

O óleo de mamona é utilizado na indústria de cosméticos, na indústria automotiva, como componente de polímeros ou lubrificante para motores de alta rotação e carburante de motores a diesel e como fluido hidráulico em aeronaves. Recentemente, vem despertando maior interesse nacional para a implantação do Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel – PROBIODIESEL, coordenado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e o de Combustível Verde, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, visando incentivar e

aperfeiçoar a produção de um combustível que seja ao mesmo tempo economicamente viável e apresente vantagens ambientais em relação ao seu concorrente fóssil, o diesel (Cameiro, 2003; Judice, 2003).

Juntamente com a identificação de culturas com melhores perspectivas de adaptação e possibilidade de renda na região semi-árida, deve ser gerada tecnologia visando ao uso da água salina na agricultura, pela própria natureza das águas geralmente encontradas em pequenos reservatórios e em muitos poços subterrâneos localizados no cristalino da região; água de boa qualidade é um bem escasso no Nordeste, priorizando-se o seu uso para consumo humano, o que força o uso de reservas hídricas de qualidade inferior no cultivo de espécies tolerantes à salinidade. O aspecto econômico deve ser levado em conta, já que pode haver redução de produtividade (Rhoades et al., 2000).

Embora para outras culturas encontre-se na literatura, o valor referente à salinidade limiar, para a mamoneira, os trabalhos ainda são escassos, podendo-se citar Cavalcanti (2003), que obteve a salinidade limiar da água de irrigação de 1,78 dS m⁻¹ para o crescimento inicial da cultivar BRS-149 Nordestina.

No presente trabalho objetivou-se estudar o comportamento de duas cultivares de mamona, a BRS-188 Paraguaçu e a CSRN-367, irrigadas com águas de diferentes salinidades na fase de germinação e no crescimento inicial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da UFCG, em Campina Grande, PB, utilizando-se de vasos plásticos com 70 L de capacidade, preenchidos com substrato composto de 60 kg de material de solo franco-arenoso, não salino e não sódico e 6 kg de húmus de minhoca, sendo os recipientes perfurados na base para permitir drenagem.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com três repetições e dez tratamentos, perfazendo o total de trinta unidades experimentais consistindo na combinação de cinco níveis de salinidade (S) da água de irrigação, expressos em termos de condutividade (CEa: S₁ - 0,7; S₂ - 2,7; S₃ - 4,7; S₄ - 6,7 e S₅ - 8,7 dS m⁻¹, a 25 °C) e duas cultivares de mamona, BRS-188 Paraguaçu (C₁) e CSRN-367 (C₂). As águas de irrigação foram preparadas mediante adição de NaCl à água de 0,7 dS m⁻¹ de forma a se obter a CEa desejada.

Contagens de plântulas germinadas foram efetuadas até os 15 dias após semeadura (DAS), obtendo-se a percentagem de germinação (PG), número de dias para germinação (NDG) e índice de velocidade de emergência (IVE), conforme metodologia recomendada por Vieira & Carvalho (1994). Aos 20, 40 e 60 DAS, realizaram-se as medições de altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF). Os dados foram avaliados em esquema fatorial 5 x 2, mediante análise de variância com teste F. Para o fator salinidade da água de irrigação realizou-se análise de regressão polinomial e, para o fator cultivar, aplicou-se o teste de Tukey, para comparação de médias (Ferreira, 2000). O modelo platô também foi utilizado para avaliar os efeitos da salinidade da água em algumas das características estudadas (Maas & Hoffman, 1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A percentagem de germinação (PG) foi influenciada ($p < 0,01$) pelos fatores nível salino (S), cultivar (C) e pela interação S x C (Tabela 1). Nas duas cultivares, os efeitos de S na PG foi linear decrescente. Ao se ajustar os dados ao modelo platô, verificaram-se valores da salinidade limiar de 1,45 e 1,64 dS m⁻¹ e decréscimo no percentual da PG por aumento unitário da salinidade de 7,55 e 2,76% para as cultivares BRS-188 Paraguaçu (C₁) e CSRN-367 (C₂), respectivamente; o maior decréscimo em C₁, pode ser sinal de sua maior sensibilidade ao estresse salino, nesta fase (Figura 1A).

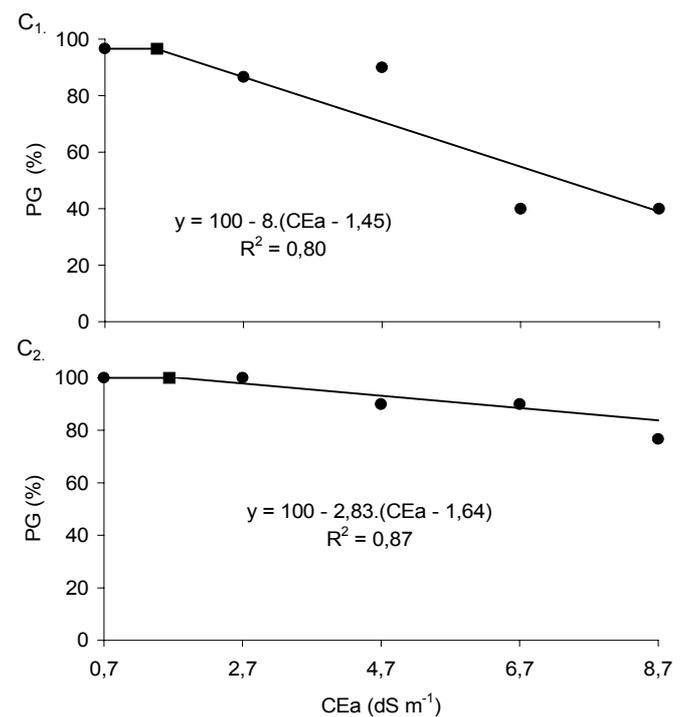


Figura 1. Percentagem de germinação (PG) das cultivares BRS-188 Paraguaçu – C₁ e CSRN-367 – C₂ de mamona, em função da salinidade da água de irrigação (CEa), aos 15 dias após semeadura

Tabela 1: Resumo da análise de variância para as variáveis: percentagem de germinação (PG), número de dias para germinar (NDG) e índice de velocidade de emergência (IVE) da mamona irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade

Causa da Variância	GL	Quadrado Médio		
		PG	NDG	IVE
Nível Salino (S)	4	1955,00**	24,28**	0,33**
Cultivar (C)	1	3203,33**	32,03**	0,47**
Interação S x C	4	711,67**	3,62 ^{ns}	0,07**
Resíduo	20	150,00	1,47	0,01
CV (%)		15,12	10,12	14,51

Significativo a 0,01 (**) de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Quanto à variável número de dias para germinar (NDG), houve efeito significativo ($p < 0,01$) dos fatores S e C, isoladamente, sendo não significativa a interação (Tabela 1), estando os dados apresentados na Figura 2A. Ocorreu um acréscimo de 6,08% no NDG, por aumento unitário da CEa, significando um aumento de, aproximadamente, 5 dias no nível mais alto de salinidade, em relação ao mais baixo, para as cultivares estudadas.

Relacionado ao fator cultivar, constatou-se que a C₂ foi mais precoce em todos os níveis salinos em relação à C₁, diminuindo o efeito entre as cultivares com o aumento da salinidade da água de irrigação, denotando ser o efeito semelhante em ambas as cultivares no nível mais salino, embora não tenha ocorrido a interação dos fatores S x C.

A influência significativa da salinidade da água de irrigação, tanto na PG como no NDG, está relacionada à redução do potencial osmótico da solução do solo, causado pelo aumento da concentração de sais solúveis; isto resulta em diminuição da absorção de água pela semente e, em consequência, contribui para decréscimo na porcentagem de germinação, além de atraso nos dias para germinar (Rhoades & Loveday, 1990).

Constatou-se diferença significativa ($p < 0,01$) no índice de velocidade de emergência (IVE) entre as cultivares de mamona, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (S x C) (Tabela 1). Os dados do IVE se ajustaram melhor ao modelo linear na cultivar C₁ ($p < 0,01$) e quadrático ($p < 0,01$) na cultivar C₂. Conforme o modelo matemático obtido para a cultivar BRS-188 Paraguaçu (C₁), os decréscimos relativos a S₁ foram de 9,28% por aumento unitário da CEa (Figura 2B). Com relação à cultivar

C₂ (CSRN-367), ocorreu incremento de 8,91% na IVE em S₂ e decréscimos de 35,35% em S₃, relativamente ao tratamento S₁, sugerindo que a cultivar C₂ teve melhor ajuste osmótico nos níveis salinos imediatamente superiores aos da testemunha, o que, provavelmente, levou a uma menor redução no IVE em S₃, comparativamente à cultivar C₁ (Figura 2B).

Quanto ao fator cultivar, foi menor o IVE de C₁, em todos os níveis salinos, em relação à C₂. Cavalcanti (2003), em seus estudos com a mamona, não encontrou efeito significativo da interação entre diferentes proporções de Ca/Na e diferentes condutividades elétricas água de irrigação sobre o IVE, podendo ser explicado pelo fato de ter sido utilizada outra cultivar, a BRS-149 Nordestina, variando os níveis de salinidade entre 0,7 e 4,7 dS m⁻¹.

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 2), houve efeito da salinidade (S) ($p < 0,01$) sobre a altura de planta (AP), em todas as épocas avaliadas, sem diferenças significativas entre as cultivares. A interação S x C não foi, também, significativa, comportando-se as cultivares de forma semelhante, nos níveis de CEa.

Tabela 2. Resumo da análise de variância e médias referentes às variáveis altura de planta (AP), aos 20, 40 e 60 DAS e diâmetro do caule (DC) aos 40 e 60 dias DAS para as cultivares de mamona irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade

Causa de Variância	GL	Quadrado Médio				
		AP			DC	
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	40 DAS	60 DAS
Nível salino (S)	4	245,90**	1539,67**	3422,63**	1,07**	2,55**
Cultivar (C)	1	16,88 ^{ns}	12,03 ^{ns}	58,80 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,10**
Interação S x C	4	9,14 ^{ns}	4,53 ^{ns}	20,30 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Resíduo	20	5,55	10,27	21,07	0,00	0,01
CV %		15,55	10,28	10,14	5,53	5,48
Níveis Salinos (S)		Figura 3A			Figura 3B	
Cultivares		Cm			Cm	
Paraguaçu (C ₁)		15,90	31,80	43,87	1,14	1,55
CSRN-367 (C ₂)		14,40	30,53	46,67	1,16	1,67
dms ¹		1,79	2,44	3,50	0,05	0,07

(**) significativo a 0,01 de probabilidade; ns: não significativo
¹dms - diferença mínima significativa pelo teste de Tuckey ($p < 0,01$)

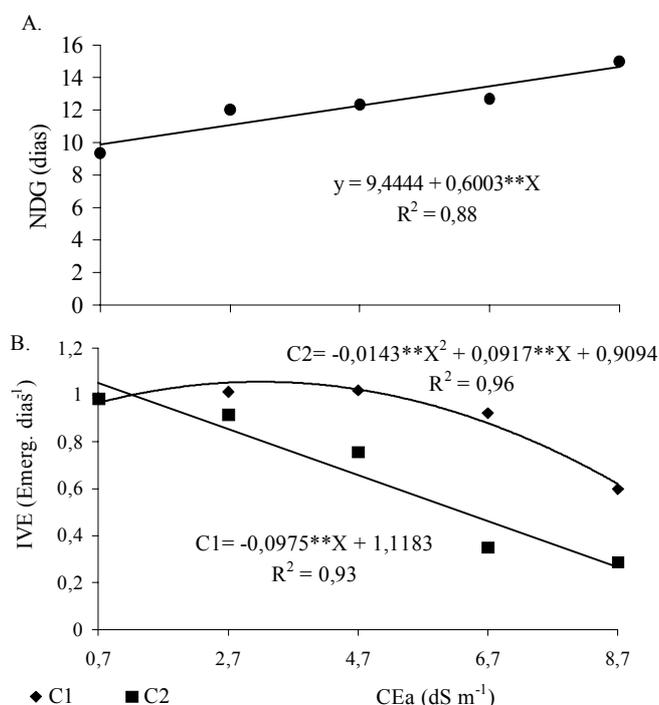


Figura 2. Número de dias para germinar (NDG) (A) e índice de velocidade de emergência (IVE) (B) da mamona em função da salinidade da água de irrigação (CEa), aos 15 dias após semeadura

O modelo matemático de melhor ajuste à altura da planta, foi o linear, com decréscimos relativos entre 0,7 dS m⁻¹ e 8,7 dS m⁻¹ de 72,00, 77,90 e 79,25% respectivamente, aos 20, 40 e 60 DAS (Figura 3A).

Observa-se, ainda, que aos 60 DAS o crescimento em altura das plantas, submetidas ao nível de salinidade S₃, foi similar ao das outras épocas de avaliação, fato determinado, provavelmente, pela deficiência hídrica induzida por efeito osmótico, provocando alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, a ponto de desequilibrar a absorção de água e a taxa de transpiração.

Para a variável diâmetro do caule (DC) da mamoneira (Tabela 2), ocorreu efeito significativo ($p < 0,01$) da salinidade da água de irrigação nas duas épocas; para o fator cultivar apenas

ocorreu efeito significativo ($p < 0,01$) aos 60 DAS, não significância para a interação ($S \times C$), em qualquer época; tais resultados são indicativos que o efeito da salinidade da água, aos 40 e 60 DAS, foi semelhante entre as cultivares estudadas.

Os decréscimos de DC, relativos à S_1 , foram de 7,86 e 7,78%, por incremento unitário de condutividade elétrica da água de irrigação, aos 40 e 60 DAS, respectivamente (Figura 3B); portanto, o impacto negativo da salinidade sobre o DC diminuiu ao longo do tempo de cultivo, sugerindo que o DC foi a variável menos prejudicada pela salinidade. Com base na equação de regressão, as plantas irrigadas com água de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ (S_1) tiveram, em média, DC 60% superior em relação às plantas que receberam água de $8,7 \text{ dS m}^{-1}$ (S_5), aos 60 DAS. Conforme o teste de Tukey, as plantas da cultivar C_2 , aos 60 DAS, diferiram estatisticamente de C_1 , por desenvolverem maior diâmetro do caule.

A salinidade afetou, significativamente ($p < 0,01$), o número de folhas (NF) em todas as épocas analisadas (Tabela 3). Ocorreu efeito significativo ($p < 0,01$) para o fator cultivar (C) e a interação ($S \times C$), aos 60 DAS. A cultivar C_1 se sobressaiu no NF, em comparação com a C_2 .

Pelas equações de regressão, o modelo que melhor se ajustou aos 20 DAS foi o quadrático, com acréscimo de 2,12% em S_2 , e decréscimo de 37,66% em S_3 , em relação ao S_1 ; aos 40 DAS, ocorreu um decréscimo do NF, comparativamente a S_1 , de 7,85% por incremento unitário de CEa (Figura 4A); aos 60 DAS, os decréscimos relativos em S_5 foram de 91,22 e 82,69% no NF, em relação ao S_1 , para as cultivares C_1 e C_2 , respectivamente (Figura 4B).

Conforme a literatura, é comum ocorrerem adaptações morfológicas nas plantas sob condições de estresse hídrico e

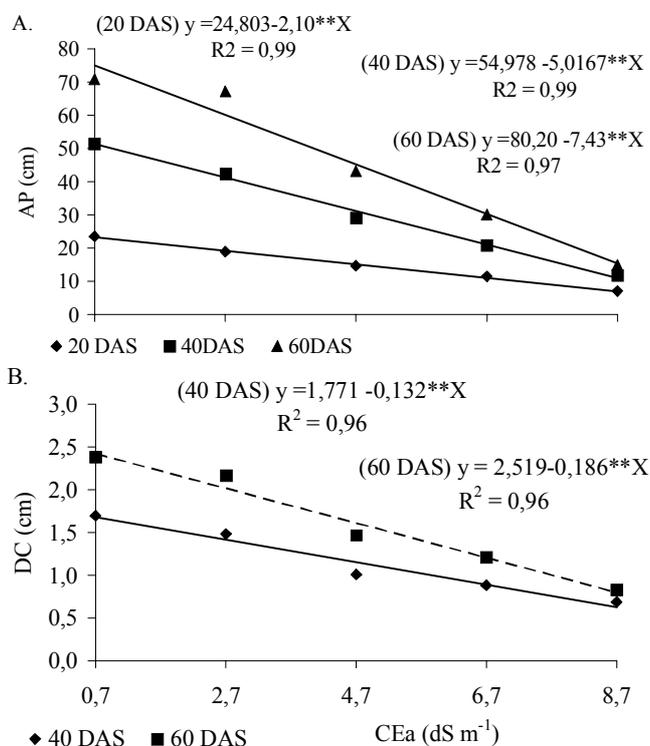


Figura 3. Altura das plantas (AP) de mamona em função da salinidade da água de irrigação (CEa), aos 20, 40 e 60 (A) e diâmetro do caule (DC) aos 40 e 60 (B), dias após semeadura

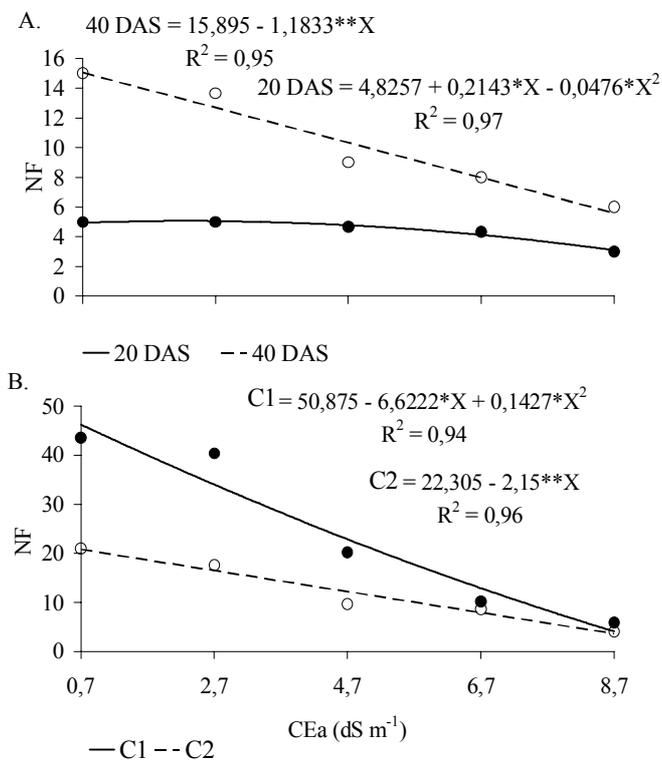


Figura 4. Número de folhas (NF) da mamona em função da salinidade da água de irrigação (CEa), aos 20 e 40 (A) e 60 (B), dias após semeadura

Tabela 3. Resumo da análise de variância e médias referentes às variáveis número de folhas (NF) e área foliar (AF) aos 20, 40 e 60 dias após semeadura da mamona irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade

Causa de Variância	GL	Quadrado Médio					
		NF ¹			AF		
		20	40	60	20	40	60
Nível salino (S)	4	3,78**	90,28**	13,17**	134675,31**	1919,88**	29409716,57**
Cultivar (C)	1	0,03 ^{ns}	13,33 ^{ns}	10,68**	1575,28 ^{ns}	2,12 ^{ns}	819319,42*
Interação S x C	4	0,28 ^{ns}	2,92 ^{ns}	1,36**	3787,69 ^{ns}	47,94*	606148,93*
Resíduo	20	0,40	3,63	0,22	1661,50	15,45	168505,27
CV %		14,71	18,69	11,89	25,21	11,96	15,65

(**) significativo a 0,01 de probabilidade; ns: não significativo

¹ dados transformados em \sqrt{X} , aos 40 DAS

salino, o que caracteriza uma forma de minimizar as perdas de água por transpiração; dentre essas adaptações, destacam-se reduções no tamanho e no número de folhas (Fageria, 1989).

A salinidade afetou, significativamente ($p < 0,01$), a área foliar (AF), em todas as épocas, sendo o efeito dependente do genótipo de mamona, aos 40 e 60 DAS, quando foi significativa a interação S x C (Tabela 3).

Aos 20 DAS, os dados da AF se ajustaram à equação quadrática, ocorrendo decréscimo em S_5 de 96,84%, em relação a S_1 (Figura 5A). Os maiores decréscimos na AF, em valores de CEa, foram registrados nos níveis de 4,7, 6,7 e 8,7 dS m⁻¹ da água de irrigação e estão, aparentemente, relacionados com o aumento do número de dias para germinar (NDG) e com os baixos índices de velocidade de emergência nesses níveis, pois à medida que aumenta o número de dias para germinar, diminui a velocidade de emergência das plantas. Reduções na AF por efeito do aumento da salinidade da água de irrigação e, conseqüentemente, da solução do solo, também se relacionam com um possível mecanismo endógeno de controle que a planta desenvolve em condições de estresse, para diminuir a transpiração.

Nas demais épocas (40 e 60 DAS) houve efeito significativo da interação S x C e se verificou que a AF das cultivares C₁ e C₂ foi progressivamente reduzida nos níveis salinos mais elevados. Aos 40 DAS, o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, entre S_1 e S_5 , resultou em decréscimos relativos de 90,1 e 99,2% na AF, para as cultivares C₁ e C₂, respectivamente (Figura 5A). Aos 60 DAS, a interação foi

significativa ($p < 0,05$) e o modelo matemático que melhor se ajustou aos dados da AF, para ambas as cultivares, foi o quadrático, com decréscimo de 92,00 e 99,30%, entre CEa de 0,7 e 8,7 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 5B).

O fato da cultivar C₁ apresentar maior área foliar em relação à C₂, está relacionado ao porte desta última cultivar ser menor e com número de folhas inferior.

A redução da AF decorre, provavelmente, da diminuição do volume das células que, segundo Lauchli & Epstein (1990) e Souza (1995), reduz a atividade fotossintética, o que contribui, de certo modo, para adaptação das culturas à salinidade.

CONCLUSÕES

1. A percentagem de germinação e o índice de velocidade de emergência diminuíram com o aumento da salinidade da água de irrigação, aumentando os dias para germinar.
2. A altura da planta, o diâmetro do caule, a área foliar e o número de folhas foram afetados, negativamente, nos níveis salinos 6,7 e 8,7 dS m⁻¹ aos 60 DAS, nas duas cultivares.
3. A cultivar CSRN-367 é mais bem adaptada ao estresse salino que a cultivar BRS-188 Paraguaçu, na germinação e no crescimento inicial.

LITERATURA CITADA

- Carneiro, R.A.F. A produção de biodiesel na Bahia. Conjuntura e Planejamento, Salvador, n.112, p.35-43, 2003.
- Cavalcanti, M.L.F. Germinação e crescimento inicial da mamoneira irrigada com águas salinas. Campina Grande: UFCG, 2003, 46p. Dissertação Mestrado
- 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.
- Judice, C.E.C. Probiobiodiesel: visão do MCT. In: Seminário de Biodiesel do Estado do Paraná, 1., 2003, Londrina. Anais... Londrina: SEITEC/CGPS, 2003.
- Lauchli, A.; Epstein, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: Tanji, K. K. (ed). Agricultural salinity assessment and management. New York: ASCE. 1990. Cap. 6. p.113-137.
- Maas, E. V.; Hoffman, G J. Crop salt tolerance-current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division of ASCE, New York, v.103, n.1, p.115-134, 1977.
- Rhoades, J.D.; Kandiah, A.; Mashali, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48
- Rhoades, J.D. Loveday, J. Salinity in irrigated agriculture. In: Steward, B. A, Nielsen, D.R. (eds.). Irrigation of agricultural crops. Madison: American Society Agronomy, 1990. cap.9, p.31-67. Agronomy, 30

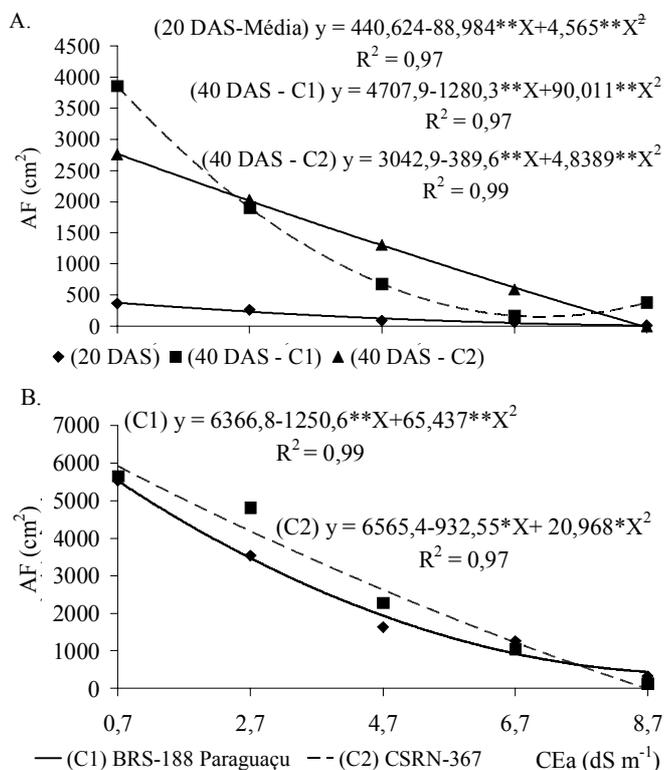


Figura 5. Área foliar (AF) da mamoneira em função da salinidade da água de irrigação (CEa), aos 20 e 40 (C₁ e C₂) (A) e 60 (B) dias após semeadura

- Souza, M.R. Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. Cv. Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Campina Grande: UFPB 1995, 94p. Dissertação Mestrado
- Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP/UNESP-FCAVJ, 1994. 164p.
- Vieira, R. de M.; Lima, E.F. Importância sócio econômica e melhoramento genético da mamoneira do Brasil. <<http://www.cnpa.embrapa.br>> Acesso em: 15/mar/2004.