



## Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino

Daniela S. Coelho<sup>1</sup>, Welson L. Simões<sup>2</sup>, Alessandra M. S. Mendes<sup>3</sup>, Bárbara F. Dantas<sup>4</sup>, José A. S. Rodrigues<sup>5</sup> & Moisés A. de Souza<sup>6</sup>

<sup>1</sup> PGEA/UNIVASF, Juazeiro, BA. E-mail: daniela.coelho@hotmail.com.br (Autor correspondente)

<sup>2</sup> Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. E-mail: welson.simoese@embrapa.br

<sup>3</sup> CPGEA/UNIVASF e Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. E-mail: alessandra.mendes@embrapa.br

<sup>4</sup> Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. E-mail: barbara.dantas@embrapa.br

<sup>5</sup> Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. E-mail: avelino.rodrigues@embrapa.br

<sup>6</sup> UPE, Petrolina, PE. E-mail: moisesalves-1989@hotmail.com

### Palavras-chave:

*Sorghum bicolor*  
salinidade  
plântulas  
tolerância

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância à salinidade de seis variedades de sorgo forrageiro a partir da porcentagem de germinação e do crescimento inicial das plântulas submetidas a seis níveis de salinidade. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 6, com quatro repetições contendo 25 sementes. Os tratamentos foram seis variedades (V) de sorgo forrageiro [F305 (V1), BRS 655 (V2), BRS 610 (V3), Volumax (V4), 1.015.045 (V5), 1.016.005 (V6)] e seis níveis de salinidade [0 (água destilada); 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5 dS m<sup>-1</sup>]. O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Embrapa Semiárido, em agosto de 2012. Foram avaliados a porcentagem de germinação, o comprimento da parte aérea (PA) e da raiz (R) principal, razão de comprimento PA/R, massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Os níveis de salinidade não interferiram no processo de germinação das sementes das variedades de sorgo forrageiro até a condutividade de 10 dS m<sup>-1</sup>. Quanto ao crescimento das plântulas, os níveis de salinidade entre 3 e 5 dS m<sup>-1</sup> favoreceram o crescimento da parte aérea e raízes demonstrando boa tolerância à salinidade das variedades de sorgo forrageiro avaliadas, principalmente de F305, Volumax e 1.015.045.

### Key words:

*Sorghum bicolor*  
salinity  
seedlings  
tolerance

## Germination and initial growth of varieties of forage sorghum under saline stress

### ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the salt tolerance of six varieties of forage sorghum, based on germination percentage and seedling growth subjected to six salinity levels. The treatments were arranged in a completely randomized design, according to a factorial arrangement 6 x 6 with four replications containing 25 seeds. The treatments were six varieties (V) of forage sorghum [F305 (V1), BRS 655 (V2), BRS 610 (V3), Volumax (V4), 1.015.045 (V5), 1.016.005 (V6)] and six salinity levels [0 (distilled water), 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 and 12.5 dS m<sup>-1</sup>]. Experiment was conducted at the Laboratory of Seed Analysis of Embrapa Semiárido in August 2012. The variables assessed were percentage of germination, shoot (PA) and root (R) length, ratio PA/R, shoot and root fresh mass, shoot and root dry mass. Salinity levels did not affect the seed germination of varieties of forage sorghum until the conductivity of 10 dS m<sup>-1</sup>. The salinity levels between 3 and 5 dS m<sup>-1</sup> favored the growth of shoots and roots, showing good tolerance to salinity of forage sorghum varieties, especially F305, Volumax and 1.015.045.

## INTRODUÇÃO

A salinidade é um dos fatores abióticos que mais afetam o crescimento e a produtividade das culturas (Munns & Tester, 2008). Este processo está associado ao acúmulo excessivo de sais muitas vezes decorrente do manejo inadequado do solo e da água, podendo levar ao abandono de áreas, por torná-las inviáveis à exploração agrícola (Willadino et al., 1999). Em regiões áridas e semiáridas este problema é ainda maior devido a fatores como baixa precipitação e alta demanda evaporativa, que

contribuem naturalmente para o acúmulo de sais na superfície (Viégas et al., 2001).

Inicialmente, os efeitos negativos dos sais sobre o crescimento das plantas têm sido associados ao componente de tensão osmótica, provocado pela diminuição do potencial de água no solo e, por conseguinte, pela restrição de absorção de água pelas raízes (Oliveira et al., 2011).

Por outro lado, a salinização desses solos ocorre com o acúmulo de determinadas espécies iônicas, principalmente Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>. A predominância dessas espécies iônicas no meio, além

de causar toxidez, quando se acumulam nos tecidos vegetais, pode acarretar mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons essenciais ao seu crescimento (Lacerda et al., 2004).

O desequilíbrio nutricional causado pela salinidade decorre, sobretudo da redução na absorção de nutrientes essenciais à planta devido à competição na absorção e transporte, às alterações estruturais na membrana e à inibição da atividade de várias enzimas do metabolismo (Aragão et al., 2010).

Segundo Santana et al. (2007) as culturas respondem diferentemente à salinidade podendo ser desde sensíveis a altamente tolerantes ao ambiente salino. Em geral, plantas tolerantes à salinidade realizam ajustes osmóticos através da acumulação de solutos osmoticamente ativos, para permitir a absorção de água sob essas condições (Yamaguchi & Blumwald, 2005).

O sorgo é caracterizado por sua tolerância moderada ao estresse salino (Lacerda et al., 2005). Esta capacidade de adaptação é bastante útil e permite a utilização dessa espécie com rendimentos economicamente aceitáveis, sobremaneira quando o cultivo em condições salinas é inevitável (Aquino et al., 2007).

Considerando que o aumento da salinidade dos solos está associado à redução dos seus potenciais a ponto de limitar a germinação de sementes, estudos sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas nessas condições, são importantes (Betonni et al., 2011). Larcher (2000) afirma que a avaliação do processo de germinação pode indicar a sensibilidade das plantas à salinidade em estádios subsequentes do crescimento e do desenvolvimento.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância à salinidade de seis variedades de sorgo forrageiro a partir da porcentagem de germinação e do crescimento inicial das plantas quando submetidas a seis níveis de salinidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes da Embrapa Semiárido, localizada em Petrolina, PE.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 6, com quatro repetições. Os tratamentos foram seis variedades de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench) e seis níveis de salinidade. As variedades utilizadas foram: F305 (V1), BRS 655 (V2), BRS 610 (V3), Volumax (V4), 1.015.045 (V5), 1.016.005 (V6).

As soluções salinas utilizadas apresentaram os seguintes valores de condutividade elétrica (CE): 0 (água destilada); 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5 dS m<sup>-1</sup>. A preparação das soluções foi realizada utilizando-se os sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre CEa e a concentração em que mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup> = CE x 10 (Aquino et al., 2007).

A semeadura foi realizada em substrato (papel germitest) umedecido com as soluções em quantidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso; após a semeadura das sementes sobre os rolos, os mesmos foram enrolados e, em seguida, embalados em sacos plásticos para posterior colocação em germinador, a 25 °C,

em ausência de luz e dispostos no sentido vertical, de maneira que o geotropismo se manifestasse naturalmente facilitando as avaliações das plântulas. Foram utilizadas quatro subamostras de 25 sementes por repetição estatística, com as avaliações efetuadas aos quatro e dez dias após a semeadura (Brasil, 1992);

Após a avaliação da germinação foram selecionadas, aleatoriamente, oito plântulas, para avaliação do comprimento da parte aérea (PA) e da raiz, calculando-se a razão PA/R.

Foram determinadas as massas frescas da PA e da raiz e, em seguida, os materiais vegetais foram colocados para secar em estufa a 65 °C, durante 72 h, com vista à determinação do peso da massa seca.

Para avaliação dos resultados de contagem de germinação os dados foram transformados para arc sen (x/100), sendo suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade. O crescimento e o peso das massas fresca e seca das plântulas foram avaliados a partir de testes de regressão simples aplicados entre os níveis de salinidade para cada variedade avaliada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados da primeira contagem de germinação e do total de plântulas germinadas (Tabela 1) observou-se que as sementes das variedades BRS 610 e 1.016.005 apresentaram menor capacidade de germinação na maioria dos níveis de salinidade avaliados enquanto F305, Volumax e 1.015.045 foram, no geral, superiores.

Considerando os níveis de salinidade utilizados, com exceção de Volumax, o poder germinativo das variedades de sorgo forrageiro não foi influenciado pela salinidade até 10 dS m<sup>-1</sup>, sendo que a germinação de boa parte das sementes ocorreu até o 4º dia após a semeadura.

**Tabela 1.** Primeira contagem de germinação e percentual total de germinação (2ª contagem) em sementes de variedades de sorgo forrageiro semeadas em papel germitest, umedecido com diferentes níveis de salinidade

CEa dS m <sup>-1</sup>	Variedades					
	F305	BRS 655	BRS 610	Volumax	1.015.045	1.016.005
1ª Contagem (% de plântulas normais)						
0	91 abA*	91 abA	80 bA	88 abB	94 aA	76 bA
2,5	91 aA	88 aA	87 aA	92 aAB	90 aA	80 aA
5,0	93 abA	88 bcA	80 cdA	98 aA	94 abcA	71 dA
7,5	94 aA	92 abcA	81 cA	95 abAB	94 aA	82 bcA
10,0	94 aA	84 bA	80 bcA	97 abB	91 abA	64 cA
12,5	0 aB	0 aB	0 aB	0 aC	0 aB	0 aB
CV%	15,59					
Germinação total (% de plântulas normais)						
0	93 aA*	91 abA	80 bA	88 abB	94 aA	76 bA
2,5	93 abA	89 abA	87 abA	96 aAB	92 abA	81 bA
5,0	94 abA	88 bA	83 bcA	98 aA	94 abA	71 cA
7,5	94 aA	82 abA	81 bA	95 abAB	94 aA	82 abA
10,0	94 aA	84 bcA	83 bcA	87 abB	92 abA	66 cA
12,5	0 aB	0 aB	0 aB	0 aC	0 aB	0 aB
CV%	16,13					

\* Colunas de mesma letra maiúscula e linhas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05)

O fato de o processo de germinação não ser afetado até este nível de salinidade, pode ser um indicativo de tolerância à salinidade dessas variedades. Comportamento semelhante foi observado em diversas espécies, como em sementes de cajueiro-anão precoce para CE até 18 dS m<sup>-1</sup> (Marques et al., 2011), melanciaira sob CE até 11,2 dS m<sup>-1</sup> (Torres, 2007) e milho para CE estimada em torno de 45 dS m<sup>-1</sup> (Conus et al., 2009). No entanto, para essas espécies os estádios de desenvolvimento subsequentes foram afetados fortemente pelo excesso de sais. Prisco (1987) afirma que a fase de germinação é menos sensível ao estresse salino quando comparado aos estádios posteriores, o que justificaria os altos percentuais de germinação nessas condições.

O efeito dos sais sobre a germinação e o estabelecimento das plântulas pode correlacionar-se tanto aos efeitos de natureza física, uma vez que a salinidade diminui o potencial osmótico da solução do solo, o que faz com que a absorção de água pelas sementes e raízes seja mais difícil, e devido a efeitos tóxicos passíveis de ocorrer por ação direta de íons específicos ou por desordem nutricional (Soares et al., 2002).

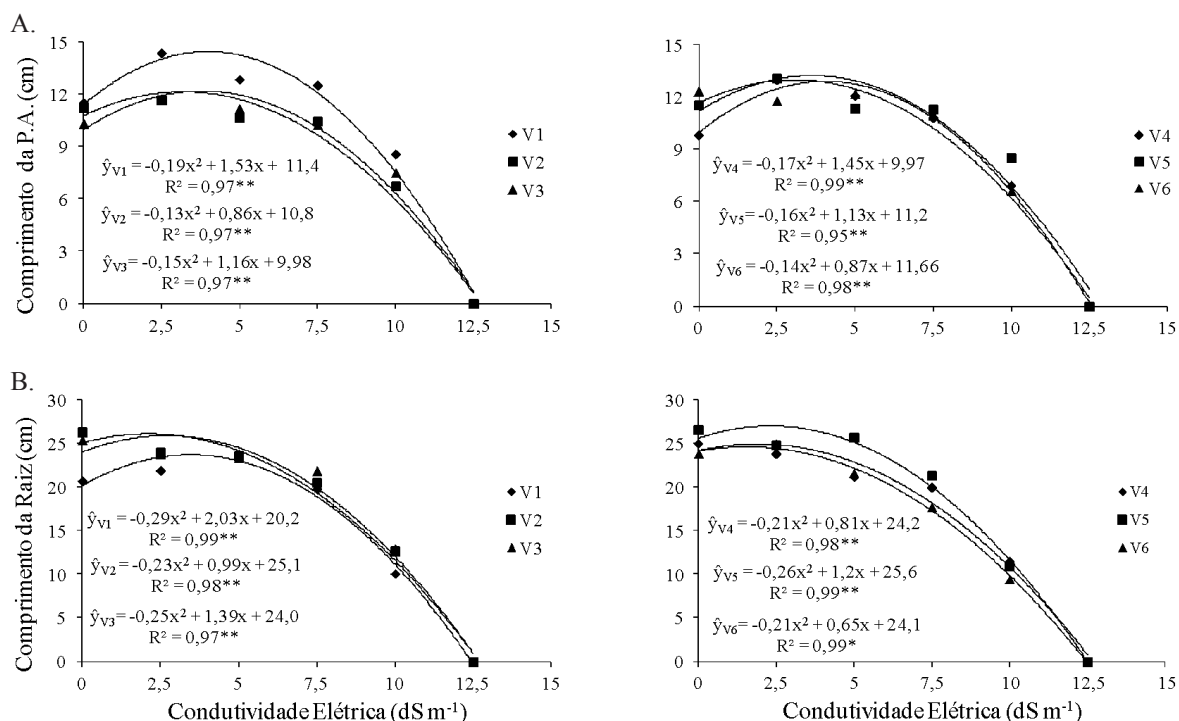
Para o nível de salinidade de 12,5 dS m<sup>-1</sup> tornou-se patente que houve bloqueio do processo de germinação em todas as variedades avaliadas discordando dos resultados encontrados por Oliveira & Gomes-Filho (2009), nos quais sementes de duas variedades de sorgo forrageiro foram submetidas a soluções de 150 mM de NaCl (correspondentes a 15 dS m<sup>-1</sup>) e tiveram taxas de germinação acima de 80%. É bem provável que outros fatores tenham interferido nesses resultados, como a composição da solução salina, o método de determinação

utilizado e, também, as variedades selecionadas haja vista que Shannon (1997), afirma que a tolerância à salinidade varia entre espécies, entre variedades/genótipos de uma mesma espécie e até mesmo entre estádios fenológicos de um mesmo genótipo.

Para todas as variedades avaliadas a variação dos comprimentos da parte aérea e das raízes com o aumento da salinidade pôde ser demonstrada a partir de modelos bem ajustados de regressão polinomial de segundo grau (Figura 1).

O comprimento máximo da parte aérea foi avaliado em níveis de salinidade entre 3,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup> para todas as variedades demonstrando que, provavelmente, o sorgo forrageiro apresenta maior crescimento em condições moderadas de salinidade.

Dentre as variedades avaliadas o maior comprimento da parte aérea foi verificado na F305 (V1) com o nível de salinidade em torno de 4,03 dS m<sup>-1</sup>. Considerando esta mesma variável, a variedade que teve máximo crescimento da parte aérea para um nível salino maior, foi Volumax (V4) ocorrendo para uma condutividade em torno de 4,26 dS m<sup>-1</sup>. Acima desses níveis de salinidade houve redução significativa do comprimento da PA das plântulas demonstrando o efeito dos sais sobre o seu crescimento. Segundo Dell'Áquilla (1992) a redução no comprimento das plântulas se deve às mudanças na turgescência celular em função da diminuição da síntese de proteína nas condições de estresse hídrico. Taiz & Zeiger (2004) relatam que o primeiro efeito mensurável do estresse hídrico é a diminuição no crescimento causada pela redução da expansão celular.



\*,\*\* Regressões significativas ( $p < 0,05$ ) e ( $p < 0,01$ ), respectivamente

Identificação das variedades: F305 (V1), BRS 655 (V2), BRS 610 (V3), Volumax (V4), 1.015.045 (V5), 1.016.005 (V6)

**Figura 1.** Comprimento da parte aérea (PA) - A e da raiz (R) - B de plântulas de variedades de sorgo forrageiro submetidas a seis níveis de salinidade

Reduções significativas do comprimento do sistema radicular de todas as variedades ocorreram em níveis mais baixos de salinidade quando comparados aos da parte aérea, o que demonstra que as raízes são imediatamente afetadas pela absorção direta dos sais ocasionando um efeito iônico sobre o protoplasma. Marques et al. (2011) afirmam que altas concentrações de íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  na célula ocasionaram redução no crescimento radicular devido à inibição da depleção de reservas cotiledonares em cajueiro-anão precoce.

A variedade F305 (V1) foi a que teve menor limitação no crescimento radicular apresentando redução apenas após o nível de salinidade de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ ; no entanto, o maior comprimento da raiz foi verificado na variedade 1.015.045 (V5) ocorrendo para o nível de salinidade próximo a  $2,3 \text{ dS m}^{-1}$  mas quando se considera a relação de comprimento PA/R, verifica-se que o nível de salinidade de  $10 \text{ dS m}^{-1}$  foi significativamente

superior ao nível  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$  em F305, ao tratamento controle ( $0 \text{ dS m}^{-1}$ ) para BRS 610 e Volumax, e aos demais níveis para as variedades 1.015.045 e 1.016.005.

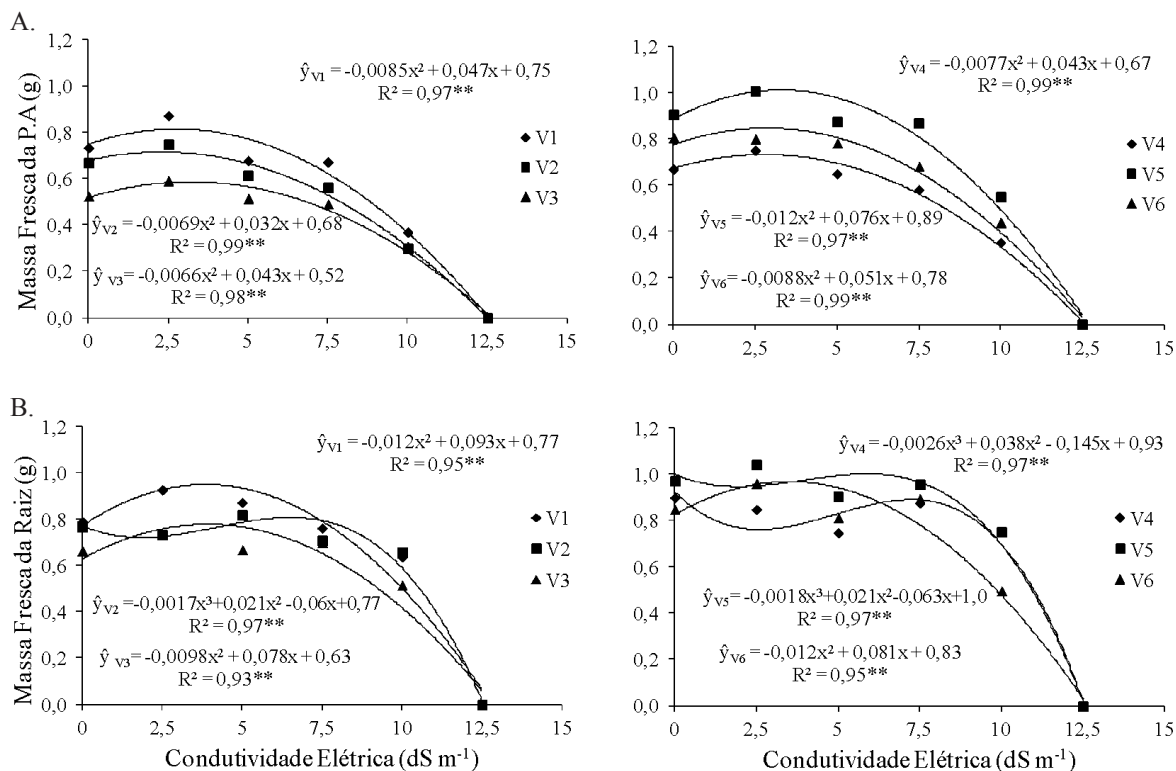
Dantas et al. (2005) no entanto, não verificaram diferenças significativas para esta variável em duas variedades de feijão caupi submetidas a diferentes níveis de salinidade o que demonstra que reduções mais significativas no crescimento de raízes em relação à parte aérea devido aos níveis mais elevados de sais é uma resposta característica de cada genótipo quando submetidas a essa condição.

Considerando a massa fresca da parte aérea, conclui-se que as regressões foram bem ajustadas em modelos polinomiais de segundo grau enquanto que para a massa fresca das raízes as variedades BRS 655 (V2), Volumax (V4) e 1.015.045 (V5) foram ajustadas com modelos polinomiais de terceiro grau (Figura 2).

**Tabela 2.** Relação de comprimento entre parte aérea e raiz de variedades de sorgo forrageiro semeadas em papel germitest umedecido com diferentes níveis de salinidade

CEa $\text{dS m}^{-1}$	Relação de Comprimento PA/R					
	Variedades					
	F305	BRS 655	BRS 610	Volumax	1.015.045	1.016.005
0	0,56 aAB*	0,43 bcA	0,41 bcB	0,40 cB	0,44 bcB	0,52 abBC
2,5	0,66 aAB	0,49 bA	0,49 bAB	0,54 abA	0,53 bB	0,48 bC
5,0	0,54 abB	0,47 abA	0,48 abAB	0,57 aA	0,44 bB	0,56 abBC
7,5	0,64 aAB	0,51 bcA	0,47 cAB	0,54 abcA	0,53 abcB	0,62 abB
10,0	0,85 aA	0,53 dA	0,59 cdA	0,61 cdA	0,78 abA	0,71 bcA
12,5	0 aB	0 aB	0 aC	0 aC	0 aC	0 aD
CV%	12,78					

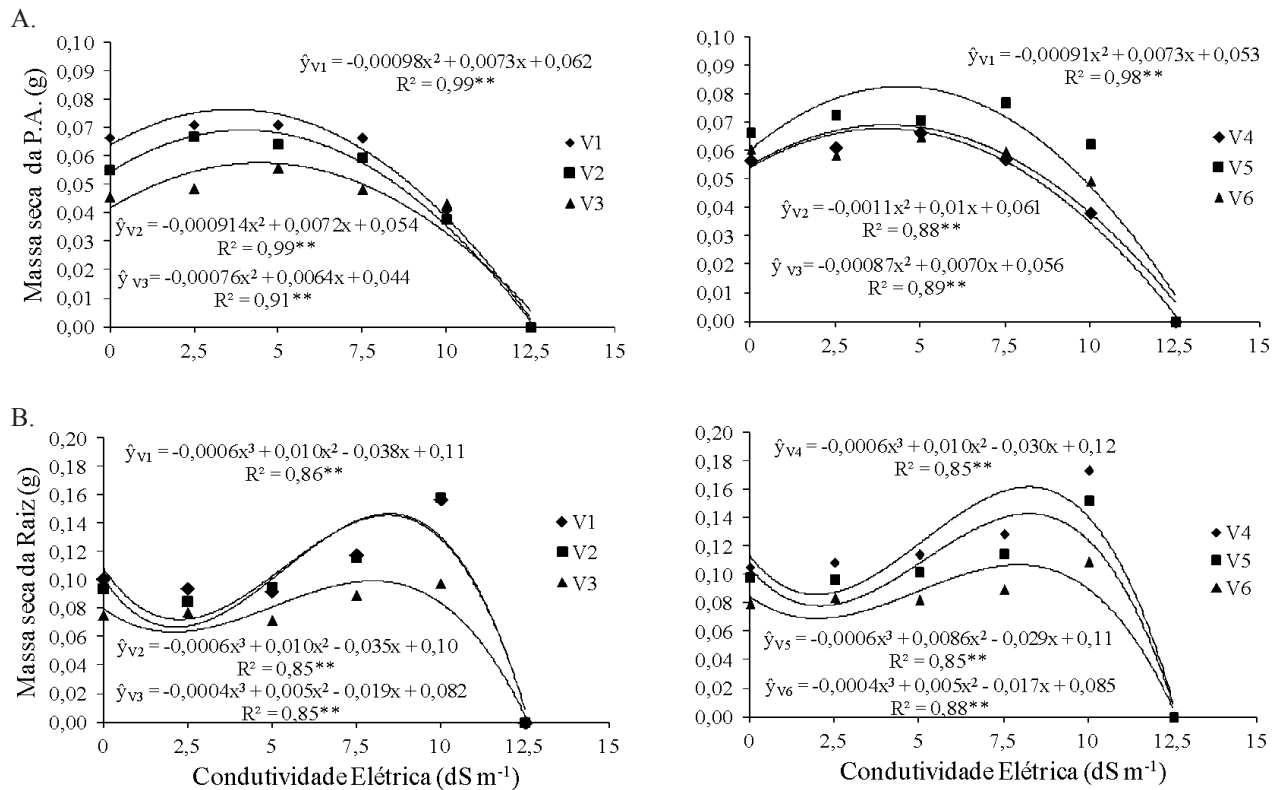
\* Colunas de mesma letra maiúscula e linhas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



\*\* Regressões significativas ( $p < 0,01$ )

Identificação das variedades: F305 (V1), BRS 655 (V2), BRS 610 (V3), Volumax (V4), 1.015.045 (V5), 1.016.005 (V6)

**Figura 2.** Massa Fresca da parte aérea (PA) - A e da raiz (R) - B de plântulas de variedades de sorgo forrageiro, submetidas a seis níveis de salinidade



\*\* Regressões significativas ( $p < 0,01$ )

Identificação das variedades: F305 (V1), BRS 655 (V2), BRS 610 (V3), Volumax (V4), 1.015.045 (V5), 1.016.005 (V6)

**Figura 3.** Massa seca da parte aérea (PA) - A e da raiz (R) - B de plântulas de variedades de sorgo forrageiro submetidas a seis níveis de salinidade

A variedade 1.015.045 (V5) foi a que apresentou maior massa fresca da parte aérea, verificada no nível de salinidade de 3,16 dS m<sup>-1</sup>. Para esta mesma variável, constatou-se que a BRS 610 (V3) apresentou adaptação a maiores níveis de salinidade pois houve redução da massa fresca da PA apenas a partir de 3,26 dS m<sup>-1</sup>.

A massa fresca da raiz para as variedades BRS 655 (V2), Volumax (V4) e a 1.015.045 (V5) apresentaram valores máximos em níveis mais elevados de salinidade correspondentes a 6,40; 7,14 e 5,75 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. O maior acúmulo de matéria fresca dessas variedades deve estar relacionado aos mecanismos desenvolvidos por essas plantas para resistir à salinidade. Segundo Lacerda et al. (2003) o acúmulo de carboidratos solúveis e aminoácidos nas raízes da variedade de sorgo forrageiro CSF 20, foi o que contribuiu para o seu ajustamento osmótico permitindo maior absorção de água por essas estruturas.

Em relação à massa seca da PA, foram utilizados modelos de regressão polinomial de 2º grau para explicar referida variável enquanto que, para massa seca das raízes, os modelos mais bem ajustados foram os de 3º grau (Figura 3).

A variedade 1.015.045 (V5) foi a que apresentou maior massa seca da parte aérea obtida para o maior nível de salinidade entre as variedades, correspondente a 4,55 dS m<sup>-1</sup>; já em relação à massa seca das raízes, a variedade Volumax (V4) foi a que resistiu aos maiores níveis de salinidade apresentando pico máximo em 9,32 dS m<sup>-1</sup>. Esses resultados demonstram a

tolerância à salinidade dessas variedades uma vez que o efeito dos sais contribuiu para um aumento maior da massa seca nas plântulas.

Esses resultados, porém, discordam dos encontrados por Lacerda et al. (2004) ao observarem reduções na produção de massa seca da parte aérea e das raízes ocasionadas pelo estresse salino em genótipos de sorgo forrageiro correspondentes a 33 e 41%, respectivamente, para genótipo sensível e de 8 e 14% para o genótipo tolerante. Soares et al. (2002) verificaram, para o nível de salinidade de 8 dS m<sup>-1</sup>, que houve reduções na massa seca da PA e das raízes, respectivamente, de 27,3% e 37% em maracujazeiro-amarelo durante a fase de emergência das plântulas.

## CONCLUSÕES

1. Os níveis de salinidade não interferiram no processo de germinação das sementes das variedades de sorgo forrageiro até a condutividade de 10 dS m<sup>-1</sup>.

2. Níveis de salinidade entre 3 e 5 dS m<sup>-1</sup> favoreceram o crescimento da parte aérea e das raízes das plântula, o que demonstra boa tolerância à salinidade das variedades avaliadas de sorgo forrageiro.

3. A variedade F305 apresentou maior crescimento de parte aérea e raiz enquanto a Volumax e a 1.015.045 tiveram maior acúmulo de massa seca para os níveis de salinidade avaliados.

## LITERATURA CITADA

- Aquino, A. J. S.; Lacerda, C. F.; Gomes-Filho, E. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.961-971, 2007.
- Aragão, R. M.; Silveira, J. A. G.; Silva, E. N.; Lobo, A. K. M.; Dutra, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.14, p.100-106, 2010.
- Betoni, R.; Scalon, S. P. Q.; Mussury, R. M. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de mutambo (*Guazuma ulmifolia* LAM.) (Sterculaceae). *Revista Árvore*, v.35, p.605-616, 2011.
- Brasil. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- Conus, L. A.; Cardoso, P. C.; Venturoso, L. R.; Scalon, S. P. Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, p.067-074, 2009.
- Dantas, B. F.; Ribeiro, L. S.; Aragão, C. A. Physiological response of cowpea seeds to salinity stress. *Revista Brasileira de Sementes*, v.27, p.144-148, 2005.
- Dell'Áquilla, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. *Annals of Botany*, v.69, p.167-171, 1992.
- Lacerda, C. F.; Cambraia, J.; Oliva, M. A.; Ruiz, H. A. Osmotic adjustment in roots and leaves of two sorghum genotypes under NaCl stress. *Brazilian Journal Plant Physiology*, v.15, p.113-118, 2003.
- Lacerda, C. F.; Cambraia, J.; Oliva, M. A.; Ruiz, H. A. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.289-295, 2004.
- Lacerda, C. F.; Cambraia, J.; Oliva, M. A.; Ruiz, H. A. Changes in growth and in solute concentration in sorghum leaves and roots during salt stress recovery. *Environmental and Experimental Botany*, v.54, p.69-76, 2005.
- Larcher, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2000. 529p.
- Marques, E. C.; Freitas, V. S.; Bezerra, M. A.; Prisco, J. T.; Gomes-Filho, E. Efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.993-999, 2011.
- Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.651-681, 2008.
- Oliveira, A. B.; Alencar, N. L. M.; Prisco, J. T.; Gomes-Filho, E. Accumulation of organic and inorganic solutes in NaCl-stressed sorghum seedlings from aged and primed seeds. *Scientia Agrícola*, v.68, p.632-637, 2011.
- Oliveira, A. B.; Gomes-Filho, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, p.048-056, 2009.
- Prisco, J. T. Contribuição ao estudo da fisiologia do estresse salino durante a germinação e estabelecimento da plântula de uma glicófita [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. Fortaleza: UFC, 1987. 65p. Tese Doutorado
- Santana, M. J.; Carvalho, J. A.; Souza, K. J.; Sousa, A. M. G.; Vasconcelos, C. L.; Andrade, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) e em solos com diferentes níveis texturais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.1470-1476, 2007.
- Shannon, M. C. Genetics of salt tolerance in higher plants. In: Jaiwari, P. K.; Singh, R. P.; Gulati, A. (ed.). *Strategies for improving salt tolerance in higher plants*. Oxford: BIJ, 1997. p.265-289.
- Soares, F. A. L.; Gheyi, H. R.; Vianna, S. B. A.; Uyeda, C. A.; Fernandes, P. D. Water salinity and initial development of yellow passion fruit. *Scientia Agrícola*, v.59, p.491-497, 2002.
- Taiz, E.; Zeiger, L. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.
- Torres, S. B. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melancia em função da salinidade. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, p.77-82, 2007.
- Viégas, R. A.; Silveira, J. A. G.; Lima Júnior, A. R.; Queiroz, J. E.; Fausto, M. J. M. Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation in young cashew plants. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, p.216-222, 2001.
- Willadino, L.; Martins, M. H. B.; Câmara, T. R.; Andrade, G.; Alves, G. D. Resposta de genótipos de milho ao estresse salino em condições hidropônicas. *Scientia Agrícola*, v.56, p.1209-1213, 1999.
- Yamaguchi, T.; Blumwald, E. Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. *Trends in Plant Science*, v.10, p.615-620, 2005.