

## TROCAS GASOSAS EM GENÓTIPOS DE SORGO FORRAGEIRO IRRIGADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁGUA SALINA

W. L. SIMÕES<sup>1</sup>; D. S. COELHO<sup>2</sup>; A. M. S. MENDES<sup>3</sup>; M. A. SOUZA<sup>4</sup>; J. A. LIMA<sup>4</sup>; J. E.  
de SANTOS<sup>4</sup>

**RESUMO:** O efeito da salinidade sobre a fisiologia das plantas está diretamente relacionado com a interferência dos sais em processos como a fotossíntese. O objetivo desse trabalho foi avaliar as trocas gasosas de dez genótipos de sorgo forrageiro irrigados com águas por diferentes níveis de salinidade. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Semiárido, em Petrolina – PE. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 10x6, considerando dez genótipos: ‘F305’, ‘BRS 655’, ‘BRS 610’, ‘Volumax’, ‘1.015.045’, ‘1.016.005’, ‘1.016.009’, ‘1.016.013’, ‘1.016.015’ e ‘1.016.031’; e seis níveis de salinidade: 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5 dS m<sup>-1</sup>, com três repetições. Após 30 dias de irrigação com água salina, as trocas gasosas foram avaliadas com o Analisador Portátil de Gás Infravermelho, modelo Li-6400. As variáveis analisadas foram: taxa de fotossíntese (*A*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*), transpiração (*E*) e temperatura foliar (*T<sub>f</sub>*). O decréscimo pouco acentuado nas trocas gasosas com o aumento da CE<sub>a</sub> demonstrou que a tolerância do sorgo forrageiro correlaciona-se com mecanismos bioquímicos desenvolvidos para manter uma eficiência fotossintética.

**PALAVRAS-CHAVE:** fotossíntese, transpiração, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

## GAS EXCHANGE IN GENOTYPES OF FORAGE SORGHUM IRRIGATED WITH SALINITY WATERS

**SUMMARY:** The effect of salinity on plants is directly associated to the interference of the salts in processes such as photosynthesis. The aim of this study was to evaluate gas exchange

---

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE. Fone (87) 3866-3652. E-mail: welson.simoes@embrapa.br

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, Colegiado de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Juazeiro, BA.

<sup>3</sup> Pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina.

<sup>4</sup> Biólogos, estagiários da EMBRAPA Semiárido, Petrolina, PE.

ten genotypes of forage sorghum irrigated with water salinity. The experiment was conducted in a greenhouse located at Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Semiárido, in Petrolina, PE. We used a randomized complete block design in a factorial 10x6 considering ten genotypes: 'F305', 'BRS 655', 'BRS 610', 'Volumax', '1.015.045', '1.016.005', '1.016.009', '1.016.013', '1.016.015' and '1.016.031'; and saline solutions with six electrical conductivity values ( $CE_a$ ): 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 and 12,5  $dS\ m^{-1}$ , with three replications. After 30 days of stress, gas exchange were evaluated from the Infrared Gas Analyzer model Li-6400. The variables analyzed were: photosynthesis rate ( $A$ ), stomatal conductance ( $g_s$ ), transpiration ( $E$ ) and leaf temperature ( $T_l$ ). Less pronounced decreases in gas exchange with the increase of  $CE_a$  showed that the tolerance of sorghum correlates with biochemical mechanisms designed to maintain a photosynthetic efficiency.

**KEYWORDS:** photosynthesis, transpiration, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

## INTRODUÇÃO

O sorgo forrageiro é uma cultura que vem sendo difundida no mundo por sua importância na alimentação animal, apresentando valor energético, digestibilidade e produtividade elevados (BUSO et al., 2011). Essa gramínea apresenta mecanismo  $C_4$ , sendo considerada uma das espécies mais versáteis e eficientes do ponto de vista fotossintético (BERENGUER & FACI, 2001).

Também associada a essas características, o sorgo forrageiro apresenta relativa adaptação a condições de estresse salino, tornando o seu cultivo atraente em áreas que apresentam esse problema e/ou que não disponham de água com boa qualidade para irrigação.

A salinidade afeta o crescimento e produtividade das culturas por causa dos seus efeitos prejudiciais sobre o metabolismo das plantas, sendo subdivididos em efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais (MUNNS, 2002). Os efeitos osmóticos estão relacionados com a redução do potencial hídrico do solo, disponibilizando menos água para as plantas, o que pode contribuir para decréscimos na assimilação do  $CO_2$  (GRACIANO et al., 2011).

O excesso de sais no solo também altera a capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar íons necessários ao seu crescimento e desenvolvimento; além de causar alterações estruturais na membrana e inibição da atividade de várias enzimas-chave do metabolismo, devido ao efeito tóxico de íons como o  $Na^+$  e  $Cl^-$  (MUNNS, 2002).

Jamil et al. (2007) afirmam que os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  afetam diretamente a fotossíntese por aumentar a atividade de enzimas de degradação da clorofila (clorofilases), por induzir a destruição da estrutura do cloroplasto e causar instabilidade nos complexos protéicos que atuam na atividade fotossintética.

Dessa forma, a avaliação das trocas gasosas pode ser uma ferramenta importante na avaliação da tolerância à salinidade entre diferentes genótipos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar as trocas gasosas de dez genótipos de sorgo forrageiro irrigados com águas de diferentes níveis de salinidade.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Semiárido, em Petrolina – PE (9°9' S; 40°22' W). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 10x6, considerando dez genótipos de sorgo forrageiro e seis níveis de água salina, compostos por três repetições.

Os genótipos selecionados foram: 'F305', 'BRS 655', 'BRS 610', 'Volumax', '1.015.045', '1.016.005', '1.016.009', '1.016.013', '1.016.015' e '1.016.031', pertencentes ao banco de germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo.

A semeadura foi realizada em vasos plásticos com capacidade para 8 litros, preenchidos com solo classificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, coletado na camada de 0 a 20 cm. As irrigações foram realizadas de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo e evitar o acúmulo de sais. Os vasos foram irrigados a cada dois dias, mantendo-se uma fração de lixiviação de aproximadamente 15%.

Duas semanas após a semeadura foi realizado o desbaste e iniciadas as irrigações com as soluções salinas nos seguintes níveis de salinidade ( $\text{CE}_a$ ): 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5  $\text{dS m}^{-1}$ . As soluções foram preparadas a partir dos sais  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , de modo a se obter proporção equivalente entre Na:Ca:Mg de 7:2:1 (AQUINO et al., 2007).

Após 30 dias do início da irrigação com água salina, as trocas gasosas foram avaliadas utilizando o Analisador Portátil de Gás Infravermelho (IRGA), modelo Li-6400 da Li-cor. As variáveis analisadas foram: taxa de fotossíntese ( $A$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração ( $E$ ) e temperatura foliar ( $T_f$ ). As medidas foram realizadas na folha +3, correspondente à terceira folha de cima pra baixo completamente expandida, com lígula visível.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Sisvar 5.0. Para os casos em que o fator  $CE_a$  foi significativo foram selecionados modelos de regressão testados a 1 e 5% de probabilidade que apresentaram maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Para comparação entre os genótipos foi realizado o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise de variância verificou-se que não houve interação entre os fatores genótipos e níveis de salinidade da água de irrigação, avaliando-se assim, os fatores de forma independente. Neste contexto, considerando as trocas gasosas nos dez genótipos de sorgo forrageiro, independente dos níveis de salinidade (Tabela 1), verificou-se que não houve diferenças entre os genótipos para ( $g_s$ ), ( $E$ ) e conseqüentemente na ( $T_f$ ).

Tabela 1. Trocas gasosas e em folhas de dez genótipos de sorgo forrageiro.

|           | A<br>( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) | $g_s$<br>( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) | E<br>( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) | $T_f$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|-----------|---|--|---|---------------------------------|
| F305      | 29,1 a  | 0,19 a   | 4,2 a                                       | 32,7 a                          |
| BRS 655   | 31,5 a  | 0,21 a   | 4,4 a                                       | 32,7 a                          |
| BRS 610   | 27,5 a  | 0,18 a   | 4,1 a                                       | 32,6 a                          |
| Volumax   | 30,2 a  | 0,20 a   | 4,4 a                                       | 32,8 a                          |
| 1.015.045 | 27,0 a  | 0,18 a   | 4,1 a                                       | 32,9 a                          |
| 1.016.005 | 24,0 b  | 0,16 a   | 3,7 a                                       | 32,8 a                          |
| 1.016.009 | 30,8 a  | 0,20 a   | 4,4 a                                       | 32,8 a                          |
| 1.016.013 | 22,6 b  | 0,14 a   | 3,3 a                                       | 32,9 a                          |
| 1.016.015 | 24,4 b  | 0,16 a   | 3,7 a                                       | 32,7 a                          |
| 1.016.031 | 28,7 a  | 0,19 a   | 4,2 a                                       | 32,8 a                          |

A= taxa de fotossíntese;  $g_s$ = condutância estomática; E= transpiração;  $T_f$ = temperatura foliar. Colunas de mesma letra não diferem entre os genótipos pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

No entanto, mesmo não havendo diferenças nas características de abertura e fechamento dos estômatos, as taxas de fotossíntese de ‘1.016.005’, ‘1.016.013’ e ‘1.016.015’ foram inferiores aos demais genótipos, demonstrando que, provavelmente, esses genótipos apresentam menor eficiência fotossintética, podendo refletir em redução no seu crescimento e produtividade, caso essas plantas não desenvolvam mecanismos compensatórios para manter uma mesma produção de fotoassimilados (LACERDA et al., 2006).

Avaliando as trocas gasosas nos diferentes níveis de salinidade (Figura 1), verificou-se que, independentemente do genótipo, houve discreta redução nas taxas de fotossíntese,

provavelmente devido a ocorrência do fechamento parcial dos estômatos, confirmada pela redução da  $g_s$ . Para Graciano, et. al (2011), decréscimos na  $g_s$  proporcionaram redução nas perdas de água por transpiração, com consequente elevação da temperatura foliar. Esse comportamento caracteriza a ocorrência de respostas imediatas ao estresse osmótico, causado pela redução na disponibilidade de água no solo devido ao excesso de sais.

A baixa redução nas trocas gasosas com o aumento da  $CE_a$  pode ser um indicativo de boa tolerância à salinidade dos genótipos de sorgo forrageiro. No entanto, é provável que o tempo de exposição das plantas aos sais não tenha sido o suficiente para desencadear efeitos mais severos no metabolismo das plantas, como elevação da concentração de íons nas folhas a níveis capazes de afetar drasticamente a atividade fotossintética (TAVAKKOLI et al., 2011).

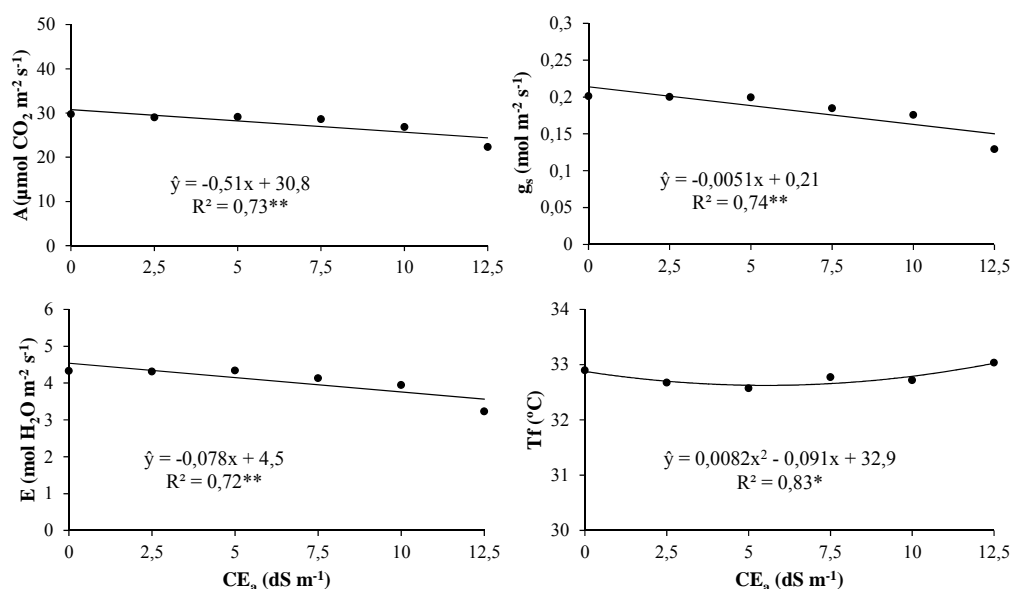


Figura 1. Trocas gasosas em dez genótipos de sorgo forrageiro submetidos a diferentes níveis de salinidade, após 30 dias de estresse.

## CONCLUSÕES

Decréscimos pouco acentuados nas trocas gasosas com o aumento salinidade demonstraram que a tolerância do sorgo forrageiro correlaciona-se com mecanismos desenvolvidos para manter uma eficiência fotossintética.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, n.5, p.961-971, 2007.

BERENGUER, M.J.; FACI, J.M. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. **European Journal of Agronomy**. v.15, p.43-55, 2001.

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B.; FRANÇA, A.F.S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **Public. em Med. Veterinária e Zootecnia**, v.5, n.23, 2011.

GRACIANO, E.S.A.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; LIMA, D.R.M.; PACHECO, C.M.; SANTOS, R.C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.794-800, 2011.

JAMIL, M.; REHMAN, S.U.; LEE, K. J.; KIM, J.M.; KIM, H.S.; RHA, E.S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agricola**, v.64, n.2, p.111-118, 2007.

LACERDA, C. F.; ASSIS JR, J.O.; LEMOS FILHO, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S.; GUIMARÃES, F.V.A.; GOMES-FILHO, E.; PRISCO, J.T.; BEZERRA, M.A. Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 04, p. 455-465, 2006.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 02, p. 239-250, 2002.

TAVAKKOLI, E.; FATEHI, F.; CONVENTRY, S.; RENGASAMY, P.; MCDONALD, G.K. Additive effects of Na and Cl ions on barley growth under salinity stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n.6, p. 2189–2203, 2011.