

CRESCIMENTO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE MUDAS DE *Bambusa vulgaris* IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA

L. M. C. Branco¹; A. B. Marinho²; C. F. Lacerda³; A. A. Ribeiro⁴; E. G. Oliveira⁵; A. S. F. Calvet⁶

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo, avaliar a influência da irrigação com água salina no crescimento e nas respostas fisiológicas de mudas de bambu (*Bambusa vulgaris*). O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental Piroás, município de Redenção, Ceará, no período de julho a dezembro de 2015. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos, constituídos de cinco níveis de salinidade da água de irrigação: 0,5 (testemunha); 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ com seis repetições. Foi realizada a medição da taxa de fotossíntese (A) (μmol m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs) (mol m⁻² s⁻¹) e transpiração (E) (mmol m⁻² s⁻¹). Ao final do experimento foi mensurada a produção de biomassa seca da parte aérea (MSPA) e determinada a relação Na/K no caule e folhas. O incremento dos níveis de salinidade provocaram um decréscimo linear na A, E, gs e polinomial quadrático para a MSPA. A relação Na/K apresentou menor valor nas folhas. O bambu mostrou-se tolerante ou moderadamente tolerante para água com salinidade até 2,5 dS m⁻¹, sendo um indicativo que essas águas podem ser utilizadas na fase inicial de crescimento da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Água de irrigação, bambu, tolerância à salinidade

GROWTH AND PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF *Bambusa vulgaris* SEEDLINGS IRRIGATED WITH SALINA WATER

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of irrigation with saline water on growth and physiological responses of bamboo (*Bambusa vulgaris*) seedlings. The experiment was carried out at Experimental Farm Piroás, municipality of Redenção, Ceará, from July to December 2015. A completely randomized design (DIC) was used, with five

¹Engenheiro Agrônomo, UNILAB, Redenção, CE.

²Prof. doutora, UNILAB, Redenção, CE

³Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

⁴Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, s/n - Pici, bloco 804, 60455-760, Fortaleza - CE, alburibeiro@hotmail.com

⁵Técnico em agropecuária, UNILAB, Redenção, CE

⁶Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional, UNILAB, Redenção, CE

treatments, consisting of five levels of irrigation water salinity: 0.5 (control); 1.5; 2.5; 3.5 and 4.5 dS m⁻¹ with six replicates. Measurement of the photosynthesis rate (A) (μmol m⁻² s⁻¹), stomatal conductance (gs) (mol m⁻² s⁻¹) and transpiration (E) (mmol m⁻² s⁻¹) were performed. At the end of the experiment the production of dry shoot biomass (MSPA) was measured and the Na / K ratio in the stem and leaves. The increase in salinity levels caused a linear decrease in A, E, gs and quadratic polynomial for MSPA. The Na / K ratio presented the lowest value in leaves. Bamboo was tolerant or moderately tolerant to water with salinity up to 2.5 dS m⁻¹, an indication that these waters may be used in the initial phase of crop growth.

KEYWORDS: Irrigation water, bamboo, salt tolerance.

INTRODUÇÃO

O bambu é amplamente utilizado em todo o mundo. No Brasil, a espécie que apresenta maiores áreas de plantio é *Bambusa vulgaris*. A região Nordeste tem a maior área plantada do mundo, nos estados do Maranhão, Paraíba e Pernambuco. Assim sendo, *Bambusa vulgaris* é, portanto, uma planta essencial ao desenvolvimento florestal do Nordeste, usando como matéria prima industrial para a produção e papel de fibra longa, que exibe maior resistência para uso em embalagens (Bonilla, 1991).

Nas regiões áridas e semiáridas, como o Nordeste brasileiro, a agricultura está enfrentando problema com a falta de recursos hídricos adequados. Em virtude disso, muitos agricultores são forçados a utilizarem água com qualidade inferior, que possui concentração de sais relativamente alta para a irrigação das culturas (Gomes et al., 2015).

O uso de água com excesso de sais pode limitar a produção agrícola em decorrência do efeito osmótico e as ocorrências de toxicidade iônica e de desequilíbrios nutricionais (efeito indireto) (Assis Júnior et al., 2007; Khan & Panda, 2008). O excesso de sais ocasionados pelo estresse salino pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas resultando em distúrbios nas relações hídricas e alterações na absorção e na utilização de nutrientes essenciais para as plantas (Amorim et al., 2010).

Assim sendo, objetivou-se com o presente estudo, avaliar a influência da irrigação com água salina no crescimento e nas respostas fisiológicas de mudas de bambu (*Bambusa Vulgaris*).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em telado na Fazenda Experimental Piroás, pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), no distrito de Barra Nova (04°14'53" S, 38°45'10" W, 230 m), município de Redenção, Ceará, no Maciço de Baturité, no período de julho a dezembro de 2015. De acordo com Koppen (1923), o clima predominante na região é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono.

O experimento foi conduzido adotando-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis de salinidade da água de irrigação: 0,5 (testemunha); 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹. Para a obtenção dos níveis salinos (1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹), foram adicionados os sais NaCl e CaCl₂.2H₂O na proporção 7:3 à água de irrigação proveniente de reservatório localizado na fazenda e que tinha condutividade elétrica de 0,5 dS.m⁻¹. Essa proporção foi utilizada por que se aproxima da observada em muitas fontes no semiárido brasileiro (Medeiros, 1992).

As mudas de bambu produzidas a partir de rizomas foram plantadas em vasos de polietileno com capacidade de 60 L, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,80 m entre vasos na mesma linha. A espécie utilizada é exótica (origem asiática), pertencente ao gênero *Bambusa*, espécie *B. vulgaris*. Os tratamentos com águas de diferentes salinidades iniciaram aos quinze dias após o transplante das mudas para os vasos.

O método de irrigação empregado foi o localizado e o sistema de irrigação instalado foi o gotejamento. O manejo da irrigação durante o experimento foi baseado no clima, utilizando-se o método do tanque classe "A", com turno de rega de 2 dias.

Aos 80 e 120 dias após o início dos tratamentos foram realizadas medições em folhas completamente maduras dada fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs) e taxa de transpiração (E). As medições foram realizadas entre 8:00 e 12:00 horas, com um analisador de gás no infravermelho, IRGA (Li6400TXT, Licor, USAL), utilizando-se uma fonte de radiação artificial de 1400 μmol m⁻² s⁻¹ e sob condições naturais de temperatura e concentração de CO₂.

Aos 125 dias após o início dos tratamentos as plantas foram colhidas, separando-se caules e folhas, e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingirem uma massa constante, fato esse ocorrido após 48h. A matéria seca da parte aérea (MSPA) foi obtida pela soma das biomassas das folhas e dos caules. As folhas e caules foram identificados previamente conforme o tratamento e triturados em moinho tipo Wiley (modelo MA 340, Marconi, BR), obtendo-se os teores de sódio e potássio a partir do preparo de extrato de acordo

com metodologia descrita por Miyazawa, et al. (1984). Com os dados dos teores de Na e K calculou-se a relação Na/K nos caules e folhas. Com os dados de MSPA e A foram calculadas as perdas percentuais em relação ao menor nível de salinidade para comparar a tolerância do bambu, conforme Fageria et al. (2010).

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância, aplicando-se o nível de significância de 5% e 1% pelo teste F. Quando resultou em efeito significativo, as médias foram submetidas à análise de regressão com o objetivo de estimar a equação que melhor representasse a relação entre as variáveis analisadas e os tratamentos aplicados. As análises estatísticas foram executadas com o auxílio dos softwares EXCEL e ASSISTAT 7.7 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para a fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs) e taxa de transpiração (E) aos 80 e 120 dias após o plantio (DAP) encontram-se na Tabela 1. Observa-se que a salinidade influenciou significativamente ($p < 0,01$) todas as variáveis de trocas gasosas avaliadas.

As variáveis de trocas gasosas foliares foram maiores aos 80 DAT, porém, a salinidade provocou decréscimos lineares nos dois períodos avaliados (Figura 1). A gs apresentou redução de 0,02 e 0,017 mol m² s⁻¹, para cada aumento unitário da concentração salina (dS m⁻¹), respectivamente aos 80 e 120 DAT (Figura 1A). A fotossíntese líquida (A) apresentou redução de 2,2 e 1,9 μmol m⁻² s⁻¹, para cada aumento unitário da concentração salina (dS m⁻¹) (Figura 1B), respectivamente aos 80 e 120 DAP. A transpiração apresentou grau de redução semelhante nos dois períodos avaliados, com decréscimo de 0,49 mmol m⁻² s⁻¹ (Figura 1C).

A redução na condutância estomática está associada ao efeito acumulativo dos sais no solo, que por sua vez, aumentam as forças de retenção de água no solo devido ao seu efeito osmótico (Dias & Blanco, 2010) requerendo maior dispêndio na absorção de água pelas raízes (Tester & Davenport, 2003), e como consequência, as plantas diminuem a abertura de seus estômatos para diminuir as perdas hídricas para a atmosfera.

Silva (2011) constatou também que a salinidade afetou a gs das plantas de *Vigna unguiculata* com redução de 14,97, 35,5 e 51,4% nos tratamentos 2,2; 3,6 e 5,0 dS.m⁻¹, respectivamente, quando comparados com o tratamento testemunha 0,5 dS.m⁻¹. Assis Junior et al.(2007) constatou que a gs foi a variável analisada que apresentou maior redução quando as plantas de feijão de corda estavam submetidas a diferentes salinidades.

Em menores níveis de gs, os estômatos encontram-se mais fechados, funcionando como uma barreira física à entrada do CO₂ nas células mesofílicas, refletindo em menores taxas de carboxilação. Todavia, sob condições de estresse, especialmente o hídrico e o salino, o fechamento estomático pode ser visto como uma resposta positiva da planta para atenuar a perda de água (Taiz & Zeiger, 2013). No entanto, no presente estudo verificaram-se reduções tanto na taxa de fotossíntese como na taxa de transpiração, as quais devem estar relacionadas com a redução na gs.

Diversas espécies vegetais mostraram reduções nas suas taxas fotossintéticas quando submetidas à salinidade (Garcia-Sanchez et al., 2006; M'rah et al., 2006; Navarro et al., 2007; Praxedes et al., 2010), indicando que a fotossíntese é um fator limitante para o crescimento.

A Tabela 2 mostra a análise de variância para a matéria seca da parte aérea (MSPA) e relação Na/K no caule e nas folhas. Observa-se que todas as variáveis foram influenciadas pela salinidade em nível de 1%.

A Figura 2 ilustra os dados de matéria seca da parte aérea (MSPA) com o aumento da concentração salina. O aumento da salinidade da água de irrigação promove um decréscimo na produção de matéria seca, seguindo um modelo polinomial quadrático. Aquino et al. (2007), analisando a partição de matéria seca em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas, também observou redução na produção de matéria seca da parte aérea (limbo, colmo e bainha). Essas reduções na produção de matéria seca são explicadas pela influência do estresse salino, que podem também alterar a partição de fotoassimilados entre as diversas partes das plantas (Greenway & Munns, 1980; Silva et al., 2003).

Observando a relação Na⁺/K⁺ (Figura 3) observa-se que em seus valores, houve um incremento em relação ao aumento nos níveis de sais na água de irrigação. Os valores foram bem superiores nos caules do que nas folhas, e isso muito mais ao elevado acúmulo de sódio do que a redução na absorção de potássio (dados não mostrados). Porém, os valores da relação Na/K não foram superiores a 0,6, indicando que essa variável não foi a mais determinante na redução do crescimento da planta e na taxa de fotossíntese. A tolerância à salinidade tem sido correlacionada com a manutenção de uma adequada nutrição potássica. Logo, a relação Na⁺/K⁺ tem sido considerada como um parâmetro ou critério de seleção de genótipos mais resistentes à salinidade (Alves et al., 2008).

Na Tabela 3 temos a percentagem de redução da matéria seca da parte aérea (MSPA), altura das plantas, taxa fotossintética e índice relativo de clorofila, em relação ao menor nível de salinidade aplicado (0,5 dS m⁻¹), e os respectivos índices de tolerância à salinidade. Para a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), o bambu foi classificado como tolerante (T);

moderadamente tolerante (MT); moderadamente sensível (MS) e sensível (S) respectivamente nos níveis 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ em relação ao controle (0,5 dS m⁻¹). Os percentuais de redução e a respectiva classificação foi semelhante para as taxas médias de fotossíntese líquida e para o índice relativo de clorofila. A altura da planta foi a variável que apresentou maior discrepância em relação à produção de biomassa, não sendo aparentemente um bom indicador da tolerância a salinidade.

CONCLUSÕES

O incremento na salinidade da água de irrigação reduziu as trocas gasosas foliares e a produção de biomassa de plantas de bambu, sendo as reduções mais expressivas em salinidades superiores a 2,5 dS m⁻¹;

Menores relações Na/K nas folhas indicam que as plantas de bambu apresentam o mecanismo de retenção de íons nos caules, reduzindo o impacto nos tecidos fotossintetizantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; LIMA, J. P. S.; SILVEIRA, J. A. G. Efeitos do KCl e CaCl₂ na absorção e transporte de Na⁺ em cajueiro exposto a salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.39, p.287-294, 2008.
- AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, p. 113-121, 2010.
- AQUINO, A. J. S.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.961-971, 2007.
- ASSIS JÚNIOR, J. O.; LACERDA, C. F.; SILVA, F. B.; SILVA, F. L. B.; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. *Engenharia Agrícola*, v.27, p.702-713, 2007.

BONILLA, O. H. Análises quantitativas da produção de *Bambusa vulgaris* – Scharder ex Wendland for vulgaris no Estado da Paraíba. Recife, 1991. 95p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

DIAS, N.S.; BLANCO, F.F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C. F. (Ed). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010, p.129-141.

FAGERIA, N.K.; SOARES FILHO, W.S; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCTSal, 2010, p.205-216.

GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; SYVERTSEN, J. P.; MARTÍNEZ, V.; MELGAR, J. C. Salinity tolerance of 'Valencia' orange trees on rootstocks with contrasting salt tolerance is not improved by moderate shade. *Journal of Experimental Botany*, v. 57, n. 14, p. 3697-3706, 2006.

GOMES, K. R.; SOUSA, G. G.; LIMA, F. A.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; SILVA, G. L. Irrigação com água salina na cultura do girassol (*helianthus annuus* L.) em solo com biofertilizante bovino. *Irriga*, v. 20, n. 4, p. 680-693, 2015.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, v. 31, n. 1, p. 149-190, 1980.

KHAN, M.H.; PANDA, S.K. Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.30, n.1, p.81-89, 2008.

KÖPPEN, W. Dieklimate dererde-grundrib der klimakunde. Berlin: Walter de gruy-ter verlag, 1923.

M'RAH S.; OUERGHI Z.; BERTHOMIEU, C.; HAVAUX, M.; JUNGAS, C.; HAJJI, M.; GRIGNON, C.; LACHAAL, M. Effects of NaCl on the growth, ion accumulation and photosynthetic parameters of *Thellungiella halophila*. *Journal Plant Physiology*, v.163, p.1022-1031, 2006.

MEDEIROS, J. F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados do RN, PB e CE. Campina Grande, 1992. 173p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F. M. Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas. *Ciência e Cultura*, v.36, n.11, 1984.

NAVARRO, A.; BAÑON, S.; OLMOS, E; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Effects of sodium chloride on water potential components, hydraulic conductivity, gas exchange and leaf ultrastructure of *Arbutus unedo* plants. *Plant Science*, v.172, p.473-480, 2007.

PRAXEDES, S.C.; LACERDA, C.F. de; DAMATTA, F.M.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. Salt tolerance is associated with differences in ion accumulation, biomass allocation and photosynthesis in cowpea cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, v.196, p.193-204, 2010.

SILVA, F. L. B. Respostas de plantas de feijão-de-corda à aplicação foliar de biofertilizante sob condições de salinidade. Fortaleza, 2011. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará.

SILVA, J. V.; LACERDA, C.F.; NETO, A. D. A.; COSTA, P. H.A.S.; PRISCO, J. T.; ENÉAS FILHOS, J.; GOMES FILHO, E. Crescimento e osmoregulação em dois genótipos de sorgo forrageiro submetidos a estresse salino. Revista Ciência Agrônômica, n. 33, p. 125-131, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed. 2013. 945p.

TESTER, M.; DAVÉNPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. Annals of Botany, v. 19, p. 503-527, 2003.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs) e taxa de transpiração (E) em plantas de bambu (*Bambusa vulgaris*) submetidas a níveis crescentes de sais da água de irrigação aos 80 e 120 DAP, Redenção, Ceará, 2016.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		A		gs		E	
		80 DAP	120DAP	80DAP	120DAP	80 DAP	120DAP
Salinidade	4	82,5**	55,6**	0,008**	0,0049**	4,2**	3,8**
Resíduo	25	9,2	1,5	0,001	0,00036	0,5	0,1
Total	29	-	-	-	-	-	-
CV (%)		32,75	18,56	43,03	26,38	28,93	17,11

** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; (ns) não significativo pelo teste F.

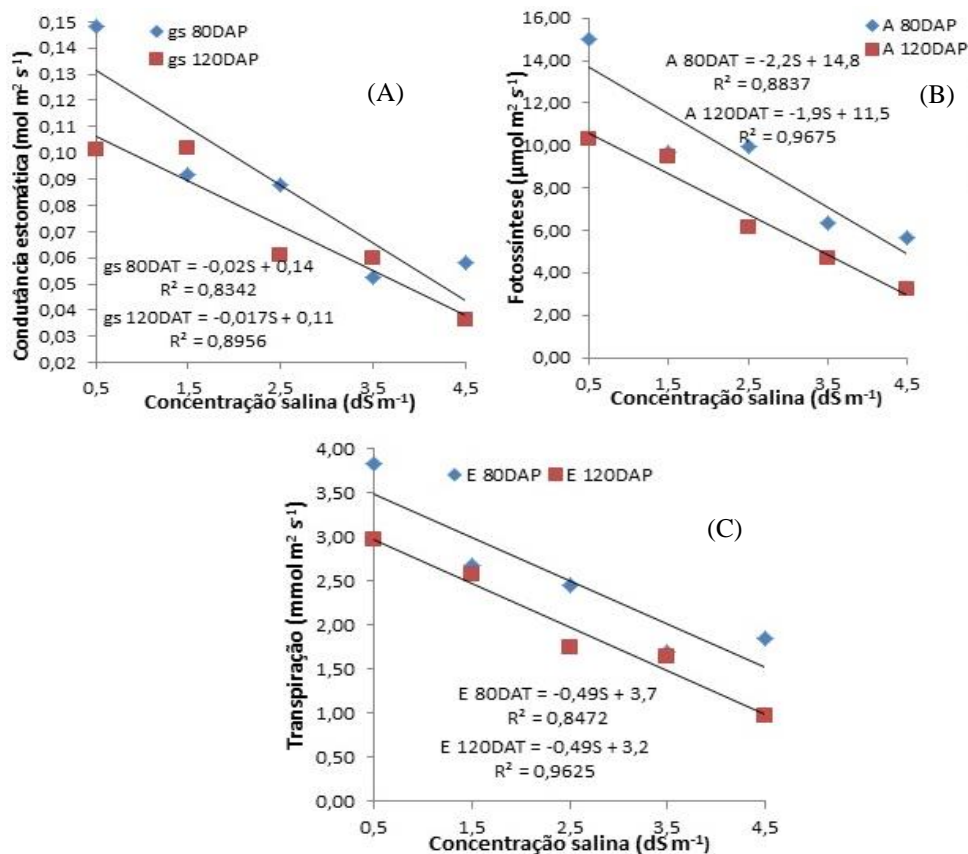
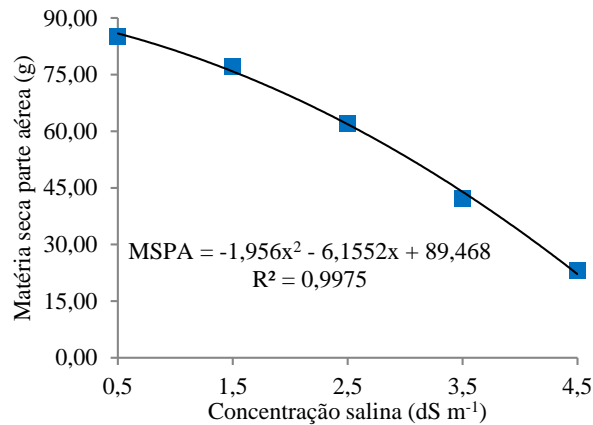
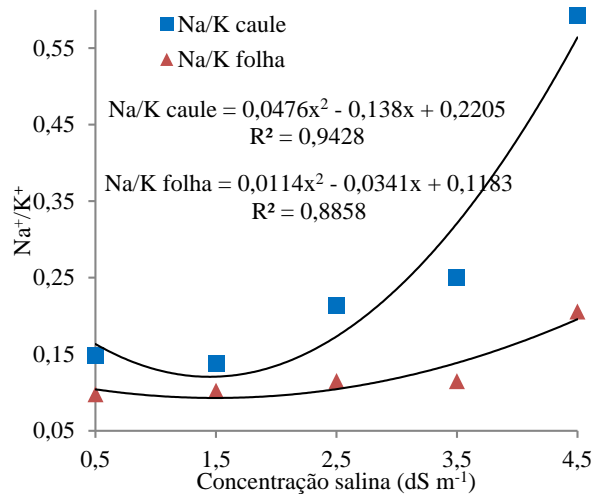


Figura 1. Fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) das plantas de *Bambusa vulgaris*, aos 80 e 120 DAP, submetidas a níveis crescentes de sais da água de irrigação, Redenção, Ceará, 2016.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a matéria seca da parte aérea (MSPA), relação Na⁺/K⁺ no caule e na folha de plantas de *Bambusa vulgaris* submetidas a níveis crescentes de sais da água de irrigação, Redenção, Ceará, 2016.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		MSPA	Na/K caule	Na/K folha
Salinidade	4	3898,76**	0,21**	0,011**
Resíduo	25	931,72	0,02	0,001
Total	29	-	-	-
C.V. (%)	-	52,68	59,56	34,72

** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; (ns) não significativo pelo teste F.

**Figura 2.** Matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de *Bambusa vulgaris* submetidas a níveis crescentes de sais da água de irrigação, Redenção, Ceará, 2016.**Figura 3.** Relação Na/K no caule e nas folhas de plantas de *Bambusa vulgaris* submetidas a níveis crescentes de sais da água de irrigação, Redenção, Ceará, 2016.**Tabela 3.** Percentagem de redução da matéria seca da parte aérea (MSPA) e taxa fotossintética (A) de plantas de *Bambusa vulgaris* submetidas a níveis crescentes de sais da água de irrigação, Redenção, Ceará, 2016

Variáveis	Percentagem de redução (%)			
	1,5 dS m ⁻¹	2,5 dS m ⁻¹	3,5 dS m ⁻¹	4,5 dS m ⁻¹
MSPA	9,3 ^T	27 ^{MT}	50,4 ^{MS}	73 ^S
A	18 ^T	36 ^{MT}	54 ^{MS}	72 ^S

T, MT, MS e S – tolerante, moderadamente tolerante, moderadamente sensível e sensível, respectivamente.