



## Crescimento biológico do capim braquiária cultivado com diferentes concentrações de Si e NaCl na solução nutritiva<sup>(1)</sup>.

**Carlos Ribeiro Rodrigues<sup>(2)</sup>; Carlos Eduardo Ventura Lopes de Brito<sup>(3)</sup>; Maria Alice Vasconcelos Silva<sup>(4)</sup>; Tatiana Michlovská Rodrigues<sup>(4)</sup>; Phelipe Matheus de Moraes Cavalcante<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da FECEPE, CNPq e CAPES.

<sup>(2)</sup> Professor; Instituto Federal Goiano; Rio Verde, GO; carlos.rodrigues@ifgoiano.edu.br; <sup>(3)</sup> Estudante de Pós-Graduação; Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(4)</sup> Pós-Doutoranda; Instituto Federal Goiano; <sup>(5)</sup> Estudante; Universidade Federal Rural de Pernambuco.

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou avaliar o crescimento biológico da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 cultivadas em solução nutritiva com diferentes concentrações de Si e NaCl. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5 x 2 sendo três intervalos de épocas de coleta (Intervalo 1: 20 a 27 dias após a semadura (DAS); Intervalo 2: 27 a 42 DAS e Intervalo 3: 42 a 57 DAS), cinco concentrações de Si na solução nutritiva (0; 1; 2; 3 e 4 mmol L<sup>-1</sup> de Si) e sem e com estresse (0 e 40 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl) com quatro repetições. Em cada coleta das plantas foi determinada a massa seca total e a área foliar e com base nesses valores estimados a Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), Taxa de Crescimento Relativo (TCR), Taxa Assimilatória Líquida (TAL) e Razão de Área Foliar (RAF). O Si em altas concentrações reduziu a taxa de acúmulo de massa seca das plantas (TCA). Nas plantas sob estresse a presença do Si (1 a 2 mmol L<sup>-1</sup>) incrementou a TCA. Todavia, esses resultados não podem ser explicados pela eficiência fotossintética da planta do material pré existente (TCR) e pelas suas componentes fisiológicas (TAL) e morfológica (RAF), que obtiveram efeito contrário em função do Si nas plantas sem estresse, e pela ausência de efeito nas plantas com estresse. Com os resultados pode-se concluir que o Si incrementou a TCA das plantas sob estresse e não alterou a TCR, TAL e RAF.

**Termos de indexação:** *Brachiaria brizantha* cv. MG-5, silicato de potássio e salinidade.

### INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semiáridas são susceptíveis à salinidade. A salinidade é o fator ambiental que mais afeta adversamente a produção no mundo (Ashraf & Harris, 2013). Sob salinidade as plantas reduzem o crescimento em função de uma série de distúrbios fisiológicos (Hasanuzzaman et al., 2013). A atividade agrícola sob estresse salino só é possível com a adaptação de plantas a essas condições. Uma das principais tecnologias em uso para a adaptação de

plantas à condição de estresse salino é a aplicação do silício (Si).

O Si é um elemento benéfico (Epstein & Bloom, 2006), “quase nutriente” (Hasanuzzaman et al., 2013), que aumenta a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos (Epstein & Bloom, 2006). A redução dos efeitos deletérios da salinidade foi relatada para várias plantas nutridas com o Si como: trigo (Ahmad et al., 1992), o tomate (Romero-Aranda & Jurado, 2006), o milho (Parveen & Ashraf, 2010), a alfalfa (Wang et al., 2011) e o pepino (Zhu et al., 2004).

Todavia, para a *Brachiaria brizantha* não existem relatos na literatura do uso do Si para minimizar os efeitos da salinidade. Essa forrageira é amplamente utilizada na pecuária brasileira, e por responder à nutrição silicatada (Korndörfer et al., 2010 e Melo et al., 2010) pode ser potencial para uso em solos salinos, desde de que nutridas com o Si.

Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento biológico da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 cultivadas em solução nutritiva com diferentes concentrações de Si e NaCl.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5 x 2 sendo três intervalos de épocas de coleta (Intervalo 1: 20 a 27 dias após a semadura (DAS); Intervalo 2: 27 a 42 DAS e Intervalo 3: 42 a 57 DAS), cinco concentrações de Si na solução nutritiva (0; 1; 2; 3 e 4 mmol L<sup>-1</sup> de Si) e sem e com estresse (0 e 40 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl, respectivamente) com quatro repetições. As quatro épocas de desenvolvimento foram definidas pelos seguintes estádios de desenvolvimento das plantas: início do crescimento (20 Dias Após a Semeadura - DAS); início do perfilhamento (27 DAS); pleno perfilhamento (42 DAS) e idade de corte para pastoreio (57 DAS).

As sementes das plantas foram semeadas em bandejas com areia lavada e umedecida com água



destilada. Após a emissão da primeira folha definitiva as plântulas foram transferidas para bandejas de 40 L de capacidade contendo solução nutritiva de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1950) a 25% da força iônica a qual foi acrescida gradativamente até atingir 100% da força iônica cinco dias após. Em seguida, as plantas foram escolhidas em função da uniformidade morfológica e transferidas para vaso definitivo de cultivo contendo 10 L de solução nutritiva de Hoagland a 100% da força iônica mais os tratamentos de forma que cada vaso acondicionou quatro plantas.

Como fonte de Si foi utilizada a solução de silicato de potássio –  $K_2SiO_3$  ( $171\text{ g L}^{-1}$  de Si;  $210\text{ g L}^{-1}$  de  $K_2O$ ;  $pH = 12$  e  $d = 1,4\text{ g cm}^{-3}$ ). As concentrações de potássio (K) na solução nutritiva foram ajustadas pela redução das doses de  $KNO_3$  e as de nitrogênio pela adição de  $HNO_3$ . Quando necessário o nível de solução dos vasos foi completado com adição de água destilada. O pH foi monitorado diariamente e ajustado, quando necessário, para 5,5 com auxílio de solução de HCl  $1\text{ mol L}^{-1}$  e, ou, NaOH  $1\text{ mol L}^{-1}$ . A condutividade elétrica da solução de cada vaso, também, foi monitorada diariamente. A solução nutritiva foi trocada sempre que a condutividade elétrica reduzia 30% da inicial.

No dia das coletas primeiramente foi determinada a área foliar (AF) através da análise da imagem de todas as folhas digitalizada no software Quant v.1.0.2.. Em seguida, as plantas foram colhidas lavadas em água destilada, secas secas em estufa de circulação de ar forçada à  $65-70^\circ\text{C}$  até peso constante, pesadas e determinada a massa seca total. Com esses dados foram estimados os índices de crescimento biológico: Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), Taxa de Crescimento Relativo (TCR), Taxa de Assimilação Líquida (TAL) e Razão de Área Foliar (RAF) (Benincasa, 2003).

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa R (R CORE TEAM, 2014). As regressões múltiplas em função dos intervalos de coletas e concentrações de Si no meio foram estimadas pelo programa R. Se somente houver significância para os intervalos foi realizado o teste de média (scott Knott, 5% de probabilidade) com auxílio do programa R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TCA apresentou os maiores valores nos tratamentos sem o NaCl na solução (Figuras 1 A e B) Na ausência do NaCl no meio houve incremento da TCA com as concentrações de Si somente no 1º intervalo avaliado (Figura 1 A). Nos demais intervalos

de tempo avaliados houve redução da TCA com o incremento de Si Na solução (Figura 1 A). A redução da TCA sob altas concentrações de Si no meio pode ser atribuída ao acúmulo de Si junto as células bulbiformes (Bremond et al., 2005 e Melo et al., 2010), resultando na redução da transpiração e consequentemente nas trocas gasosas (Gao et al., 2006). Todavia, sob condições de estresse (Figura 1 B), houve incremento da TCA com as concentrações de Si até 2,01; 1,53 e 1,03  $\text{mmol L}^{-1}$  de Si no 1º, 2º e 3º intervalo de tempo, respectivamente. O efeito negativo de altas concentrações de Si, sobre a TCA, também, foi obtido nas plantas sob estresse (Figura 1 B).

A TCR, representa o incremento de massa seca total da planta a partir de massa seca pré existe. Assim, o potencial que a massa seca pré existente tem de incrementar o crescimento não alterou com as concentrações de Si no meio, sem e com estresse (Figuras 1 C e D, respectivamente). Os valores de TCR obtidos nas plantas sem estresse foi superior ao valor obtido nas plantas sob estresse somente no 1º intervalo avaliado (Figuras 1 C e D). Esse 1º intervalo, representa o período de definição do número de perfilhos. Assume-se que o NaCl reduziu o crescimento das plantas no período de definição do número de perfilhos das plantas, o que refletiu na redução do acúmulo de biomassa (dados não apresentados).

A TCR possui duas componentes, a fisiológica, que é a TAL, e a morfológica que é a RAF (Benincasa, 2003). A TAL e a RAF possuem forte correlação negativa, sendo a RAF, a principal determinante da TCR. A TAL representa a eficiência fotossintética das plantas (Benincasa, 2003). A redução da TAL significa que está ocorrendo maior perda de  $CO_2$  respirado, em detrimento do  $CO_2$  assimilado.

Nas plantas cultivadas sem estresse, mesmo com ausência do efeito do Si sobre a TCR (Figura 1 C), houve efeito desse sobre suas componentes fisiológica (TAL) e morfológica (RAF) (Figuras 1 E e G, respectivamente). Os efeitos da TAL e da RAF foram inversos. No 1º intervalo houve redução da TAL e aumento da RAF em função do Si (Figuras 1 E e G). Efeito contrário foi obtido no 2º e 3º intervalo de tempo avaliado. Os efeitos contrários de TAL e RAF podem ter se anulado explicando a ausência de efeito do Si sobre a TCR (Figura 1 C) nas plantas sem estresse.

Nas condições de estresse não foi obtido efeito do Si sobre a componentes da TCR, tanto fisiológica (TAL), quanto morfológica (RAF). A redução da TCR no 1º intervalo avaliado (Figura 1 D) foi reflexo da redução da sua componente fisiológica TAL no mesmo período (Figura 1 F), já que não houve efeito, também, das épocas de coleta sobre a RAF (Figura 1 H), com valor médio de  $46,4\text{ g cm}^{-2}$ .



É comum o incremento da RAF no período vegetativo das plantas, como obtido pelas plantas sem estresse (Figura 1 G). A não alteração da RAF com o tempo nas plantas cultivadas com NaCl no meio é reflexo do estresse.

Com os resultados obtidos afirma-se que o Si em altas concentrações reduz a taxa de acúmulo de massa seca das plantas (TCA). Todavia, nas plantas sob estresse a presença do Si de 1 a 2 mmol L<sup>-1</sup> incrementa a TCA. A redução do crescimento das plantas na ausência do estresse e o aumento do crescimento sob o estresse, em função do Si, não pode ser explicado pela eficiência fotossintética da planta do material pré existente (TCR). Esses resultados sugerem a realização em futuros trabalhos de análises detalhadas das trocas gasosas das plantas nas diferentes fases de desenvolvimento. Só perante essa análise mais detalhada poderá ser realizada conclusão sobre o efeito da eficiência fotossintética em plantas nutridas com Si com o sem efeito do estresse. Trabalhos com esse nível de detalhe realizado com a cultura do arroz permite concluir que o Si proporciona o aumento na produção das plantas em função dos incrementos da assimilação líquida de CO<sub>2</sub> devido ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub> nos cloroplastos em função da maior condutância de CO<sub>2</sub> no mesófilo (Datmann et al., 2012 e Ma et al., 2006).

### CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos pode concluir que o Si aumentou a TCA das plantas sob estresse e reduziu nas plantas cultivadas sem o estresse; e que as alterações na TCA não podem ser explicadas pela eficiência fotossintética do tecido vegetal pré existente (TCR).

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FACEPE pelo financiamento do projeto, à CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas de mestrado e iniciação científica, respectivamente, e à FAPEG, pelo apoio financeiro para a participação em evento científico.

### REFERÊNCIAS

AHMAD, R.; ZAHEER, S.H.; ISMAIL, S.. Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Science*, 85:43-50, 1992.

ASHARAF, M.; HARRIS, P.J.C.. Photosynthesis under stressful environments: an overview. *Photosynthetica*, 51:163-190, 2013.

BENINCASA, M.M.P.. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003, 41p.

BREMOND, L.; ALEXANDRE, A.; PEYRON, O.; et al.. Grass water stress estimated from phytoliths in West Africa. *Journal of Biogeography*. 32:311-327, 2005.

DETMANN, K.C.; ARAÚJO, W.L.; MARTINS, S.C.V.; et al.. Silicon nutrition increases grain yield, which, in turn, exerts a feed-forward stimulation of photosynthetic rates via enhanced mesophyll conductance and alters primary metabolism in rice. *New Phytologist*, 196:752-762, 2012.

EPSTEIN E; BLOMM AJ. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

GAO, X.; ZOU, C.; WANG, L.; et al.. Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. *Journal of Plant Nutrition*, 29:1637-1647, 2006.

HASANUZZAMAN, M.; NAHAR, K.; FUJITA, M. Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. In: AHMAD, P., ed. *Ecophysiology and responses of Plants under Salt Stress*. Berlin: Springer Science+Business Media, 2013. p.25-87.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water culture method of growing plants without soil. Berkeley: University of California, 1950, 32 p.

KORNDORFER, P.H.; SILVA, G.C. da; TEIXEIRA, I.R.; et al.. Efeito da adubação silicatada sobre gramíneas forrageiras e características químicas do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 40:119-125, 2010.

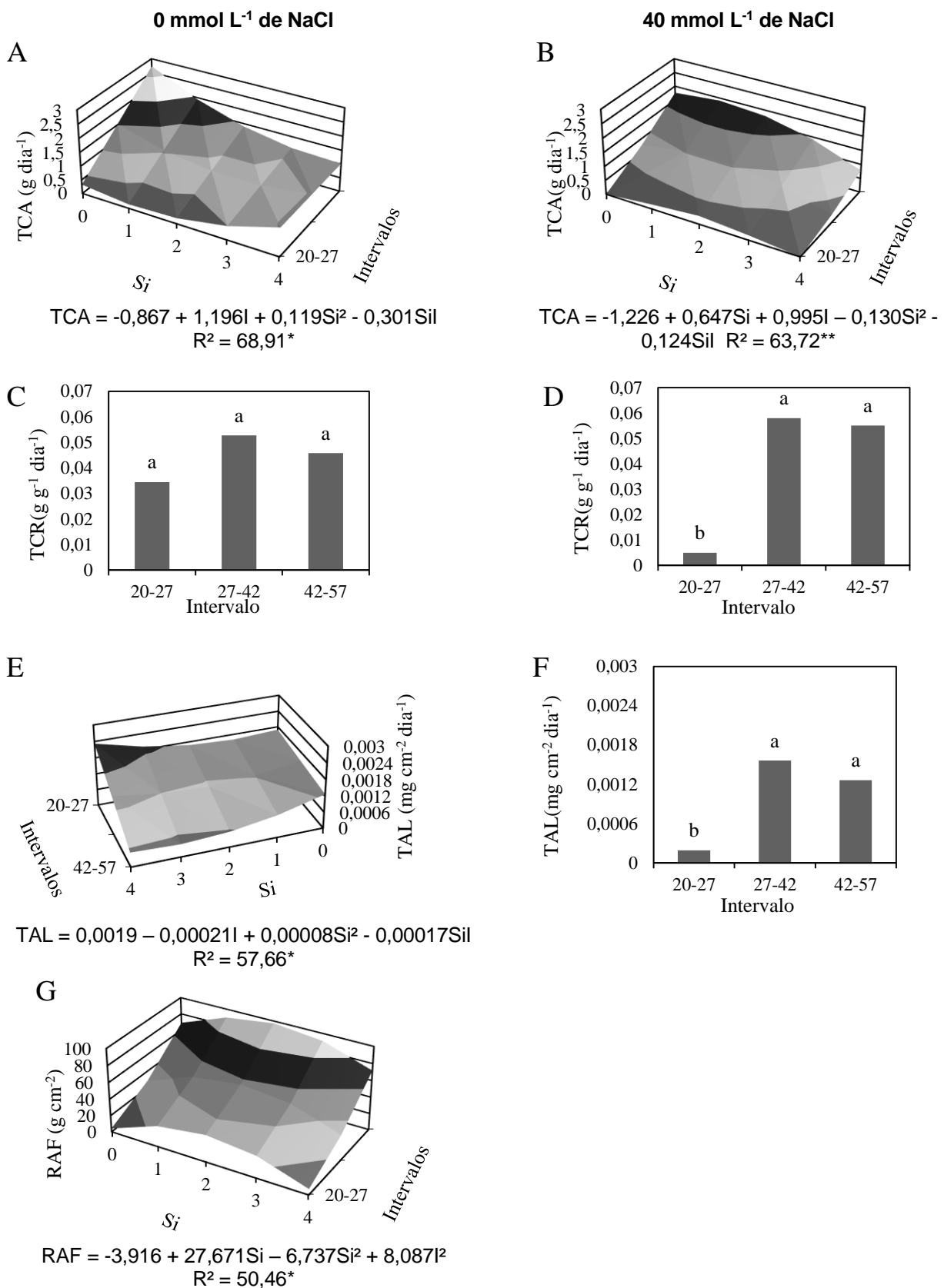
MA, J.F.; TAMAI, K.; YAMAJI, N.; et al.. A silicon transporter in rice. *Nature*, 440: 688-691, 2006

MELO, S.P. de; MONTEIRO, F.A.; BONA, F.D. de. Silicon distribution and accumulation in shoot tissue of the tropical forage grass *Brachiaria brizantha*. *Plant and Soil*, 336:241-249, 2010.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. 2014.

ROMERO-ARANDA, M.R.; JURADO, O. Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. *Journal of Plant Physiology*, 163:847-855, 2006.

ZHU, Z.J.; WEI, G.Q.; LI, J.; et al.. Silicon alleviates salt stress and increase antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167:527-533, 2004.



**Figura 1** – Taxa de crescimento absoluto – TCA (A e B); taxa de crescimento relativo – TCR (C e D); taxa de assimilação líquida – TAL (E e F); razão de área foliar – RAF (G), da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 em função das concentrações de Si (mmol L<sup>-1</sup>) na solução nutritiva e intervalos de coleta (1 – 20-27 DAS; 2 – 27-42 DAS e 3 – 42-57 DAS) com e sem NaCl no meio. \* e \*\*Significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F (5% de probabilidade).