

Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira

Effects of potassic fertilization and irrigated with saline water in growth of rootstock of guava

Benedito F. Bonifácio^{1*}, Reginaldo G. Nobre², Anielson dos S. Sousa³, Everaldo M. Gomes⁴, Evandro M. da Silva⁵ e Leandro de P. Sousa⁵

¹ Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba, Aparecida, Paraíba, Brasil

² Universidade Federal Rural do Semiárido, Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brasil

³ Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil

⁴ Instituto Federal da Paraíba, Sousa, Paraíba, Brasil

⁵ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Campina Grande, Paraíba, Brasil

(*E-mail: benedito_agronomo@hotmail.com)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA18119>

Recebido/received: 2018.04.20

Recebido em versão revista/received in revised form: 2018.07.06

Aceite/accepted: 2018.07.09

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de distintas salinidades da água de irrigação sobre o crescimento de porta-enxertos de goiabeira cv. Paluma adubada com doses crescentes de potássio, em experimento conduzido sob condições de estufa do CCTA/UFCEG município de Pombal – PB. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos resultaram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação ($CE_a = 0,3; 1,1; 1,9; 2,7$ e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$) e quatro doses de potássio (70, 100, 130 e 160% de K) sendo a dose referente a 100% de K correspondente a $726 \text{ mg de K dm}^{-3}$ de substrato, com quatro repetições e duas plantas por parcela, sem bordadura. O aumento da salinidade da água de irrigação reduz o crescimento de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma, sendo os efeitos mais deletérios em níveis superiores a $1,9 \text{ dS m}^{-1}$; doses crescentes de K até $1.161,6 \text{ mg de K dm}^{-3}$ de substrato não atenuaram os efeitos nocivos dos sais, bem como, não exerceram diferença sobre o crescimento da maioria das variáveis de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma aos 120 e 225 dias após a emergência.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L.; estresse salino; potássio.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effects of different irrigation water salinities on the growth of guava rootstock cv. Paluma fertilized with increasing doses of potassium, in an experiment conducted under greenhouse conditions of the CCTA / UFCEG municipality of Pombal - PB. The experimental design was a randomized complete block design in a 5 x 4 factorial scheme, whose treatments resulted from the combination of five levels of electrical conductivity of the irrigation water ($EC_w = 0.3, 1.1, 1.9, 2.7$ and 3.5 dS m^{-1}) and four doses of potassium (70, 100, 130 and 160% K), the dose corresponding to 100% K corresponding to 726 mg K dm^{-3} substrate, with four replicates and two plants per plot, no border. The increase of salinity of the irrigation water reduces the growth of guava rootstock cv. Paluma, the most deleterious effects being at levels above 1.9 dS m^{-1} ; increasing doses of K up to $1161.6 \text{ mg K dm}^{-3}$ substrate did not attenuate the harmful effects of the salts, nor did they exert any difference on the growth of most of the variables of guava rootstock cv. Paluma at 120 and 225 days after the emergency.

Keywords: *Psidium guajava* L., salt stress, potassium.

INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil é caracterizada por apresentar instabilidade climática e insuficiência hídrica, devido à alta taxa de evaporação da região e irregularidades de precipitações, desta forma o sistema de produção depende da irrigação. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região de estudo é classificado como BSh, semiárido quente, temperatura média de 28°C, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média anual de 2000 mm (Coelho e Soncin, 1982).

Cerca de 46,80% das fontes de águas (açudes, barragens e poços) existentes na região apresentam salinidade entre 0,7 a 3,0 dS m⁻¹, com grau de restrição para irrigação de ligeiro a moderado (Morais *et al.*, 1998). Assim, o uso destas águas está condicionado à tolerância das culturas à salinidade e às práticas de manejo da irrigação e adubação, que devem evitar impactos ambientais e prejuízos às culturas (Lima *et al.*, 2015).

O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas, devido a redução do potencial osmótico na solução do solo, além de promover toxicidade específica e desequilíbrio nutricional, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas (Medeiros *et al.*, 2010), a ponto de afetar negativamente a qualidade de mudas, crescimento e produção das culturas (Bezerra *et al.*, 2016). A goiabeira é classificada como sensível à salinidade, sofrendo redução na produção quando a condutividade elétrica da água de irrigação e do extrato de saturação do solo ultrapassam 0,8 e 1,2 dS m⁻¹, respectivamente (Távora *et al.*, 2001).

A cultura da goiabeira apresenta viabilidade socioeconômica no agronegócio brasileiro, contribuindo para a fixação do homem no campo e melhorando a distribuição de renda regional, sendo amplamente cultivada em áreas irrigadas no semiárido, situando-se entre as fruteiras de maior valor econômico para o Nordeste do Brasil (Cavalcante *et al.*, 2010), especificamente, a cv. Paluma que é a mais explorada pelos agricultores devido as características organolépticas dos frutos garantirem a preferência dos variados consumidores nos mercados interno e externo (Oliveira *et al.*, 2015).

Apesar de sua expressão socioeconômica e alimentar os estudos são incipientes sobre o manejo de águas salinas associado a adubação com potássio na cultura da goiabeira nas condições de cultivo do semiárido do Nordeste Brasileiro. Essa técnica poderá se constituir em importante estratégia capaz de reduzir os efeitos do estresse ocasionado pelas elevadas concentrações de sais, vez que o fornecimento de K em concentração adequada, pode reduzir a relação Na/K nas folhas, promovendo o restabelecimento do equilíbrio nutricional e mitigação dos efeitos tóxicos do íon Na⁺, impondo maior tolerância das plantas à salinidade (Blanco *et al.*, 2008).

Além disso, o potássio promove o controle da turgidez celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, regulação dos processos de abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos e transpiração (Davis *et al.*, 1997), sob tudo sobre a cultura da goiabeira, que tem o potássio como um dos macronutrientes mais exigidos (Franco *et al.*, 2007).

Nesse contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar o crescimento de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma em função da condutividade elétrica da água de irrigação e doses de potássio.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em estufa do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal – PB, no período de março a dezembro de 2015, localizada pelas coordenadas geográficas de 6°47'03" S, 37°49'15" W e altitude de 193 m.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4, referente a cinco níveis de salinidade da água de irrigação CEa de 0,3 (controle); 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹ e quatro doses de potássio (70, 100, 130 e 160% de K, correspondente a 508,2; 726; 943,8 e 1.161,6 mg de K dm⁻³ de substrato, sendo cada parcela constituída por duas plantas, sem bordadura, totalizando 80 parcelas experimentais. As doses de K utilizadas foram baseadas na marcha de absorção deste macronutriente na fase de formação de mudas de goiabeiras

determinadas em hidroponia por Franco *et al.* (2007), sendo, 726 mg de K dm⁻³ de substrato a dose correspondente a 100% da dose recomendada, considerada como tratamento controle, para possibilitar avaliação da influência de doses maiores ou menores de K em relação à dose recomendada na mitigação dos efeitos da salinidade.

Utilizou-se o nível de salinidade da água de 0,3 dS m⁻¹ como tratamento controle para o fator salinidade, devido água com este nível de condutividade elétrica ser considerada sem restrições para irrigação da maioria das culturas (Ayers e Wescot, 1999) e, estar abaixo da salinidade limiar da água de irrigação para mudas de goiabeira, que é de 0,8 dS m⁻¹ (Távora *et al.*, 2001).

As águas de irrigação foram preparadas a partir da adição de NaCl, CaCl₂·2H₂O e MgCl₂·6H₂O equivalente a proporção 7:2:1, respectivamente, à água do tratamento controle (0,3 dS m⁻¹), proveniente do sistema de reservatório Coremas-Mãe d'Água que disponibiliza água para irrigação de culturas na região do local de estudo. A quantidade de sais (Q) foi determinada, baseando-se em Richards (1954), conforme Eq. 1.

$$Q \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa} \times \% \text{Sal} \quad \text{Eq. 1.}$$

Em que: Q = quantidade de sais a ser aplicado; CEa = Diferença entre condutividade elétrica da água que se deseja obter no tratamento e condutividade elétrica da água de abastecimento (dS m⁻¹); %Sal = percentagem equivalente de cada sal (decimal).

Os porta-enxertos foram produzidos utilizando-se como recipientes sacos plásticos de polietileno, com

capacidade de 1,23 dm⁻³. O substrato foi composto de Neossolo Flúvico Eutrófico, areia fina e esterco bovino curtido na proporção de 82, 15 e 3% respectivamente (Silva *et al.*, 2015), cujas características físico-químicas (Quadro 1), foram determinadas segundo metodologia de Claessen (1997).

Foi incorporado 100 mg de P dm⁻³ de substrato, utilizando-se como fonte o superfosfato simples triturado, conforme recomendações de Corrêa *et al.* (2003), para a produção de mudas de goiabeira cv. Paluma.

Usou-se a cultivar Paluma por se tratar de um material genético adaptado as condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, ser uma das mais cultivadas no Brasil, facilidade na obtenção das sementes, produtividade elevada, vigor, aptidão para o consumo *in natura* e industrial (Dias *et al.*, 2012), tolerância a pragas e doenças, principalmente à ferrugem (*Austropuccinia psidii* Wint.) (Manica *et al.*, 2001).

As sementes de goiabeira cv. Paluma utilizadas na formação dos porta-enxertos foram obtidas em um pomar comercial no município de Aparecida/PB. Foram coletadas de frutos que apresentavam maturação fisiológica, sanidade e tamanho homogêneo, em seguida, realizou-se a despolpa, lavagem em água corrente e colocadas para secar a sombra sob papel toalha durante 3 dias. As sementes foram semeadas de forma equidistantes, na razão de quatro sementes por saco, a uma profundidade de 1,0 cm e, quando as plantas apresentavam em média dois pares de folhas verdadeiras, foi realizado o desbaste deixando-se a planta mais vigorosa por sacola.

Quadro 1 - Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento

| Classificação textural | Densidade aparente g cm ⁻³ | Porosidade total % | Matéria orgânica g kg ⁻¹ | P mg dm ⁻³ | Complexo sortivo | | | | | |
|------------------------|--|-----------------------|--|--------------------------|--|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|
| | | | | | Ca ²⁺ ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | | |
| Franco arenosa | 1,38 | 47,00 | 32 | 17 | 5,4 | 4,1 | 2,21 | 0,28 | | |
| Extrato de saturação | | | | | | | | | | |
| pHes | CEes dS m ⁻¹ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | CO ₃ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | Saturação % |
| 7,41 | 1,21 | 2,50 | 3,75 | 4,74 | 3,02 | 7,50 | 3,10 | 0,00 | 5,63 | 27,00 |

pHes = pH do extrato de saturação do substrato; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 ° C

O solo foi mantido com umidade próxima a capacidade de campo, mediante balanço hídrico no substrato pela irrigação com água de baixo nível de CEa ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$), até o início da aplicação dos tratamentos (40 dias após a emergência das plântulas – DAE). Os eventos de irrigação foram realizados de forma manual e aconteceram no início da manhã (8h) e ao final da tarde (17h), sendo o volume de água aplicada determinado pelo método da lisimetria de drenagem, obtido pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado da irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 0,15 (Bernardo *et al.*, 2006), com o intuito de reduzir a salinidade do extrato de saturação do substrato.

Os sacos possuíam dois furos na base para permitir a drenagem e, abaixo destes instalou-se garrafas plásticas para acompanhamento do volume de água drenado e estimativa do consumo de água pela planta.

A adubação potássica teve início aos 40 DAE, sendo dividida em 24 aplicações em partes iguais, realizadas semanalmente. O fertilizante utilizado como fonte de potássio foi o nitrato de potássio KNO_3 (14% de N e 48% de K), com aplicações realizadas manualmente com auxílio de um copo graduado, simulando fertirrigação com água de condutividade elétrica de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, individualmente em cada sacola.

Outrossim, foram realizadas 24 adubações nitrogenadas, em intervalo semanal tendo como fonte a uréia (45% de N), conforme recomendações de Dias *et al.* (2012) para porta-enxerto de goiabeira propagados por estacas herbáceas, cuja dose foi de $773 \text{ mg de N dm}^{-3}$ de substrato considerando o percentual de N (14%) fornecido pelo KNO_3 .

Os tratamentos culturais consistiram de capinas manuais, escarificação superficial do substrato para remoção de camadas compactadas e podas de ramos laterais, vez que, não foram constatadas incidências de pragas e/ou doenças.

O crescimento de porta-enxerto de goiabeira cv. ‘Paluma’ foi avaliado aos 120 e 225 DAE, a partir do diâmetro caulinar, obtido a uma altura de 3 cm do colo da planta; altura de planta, medindo-se a distância entre o solo e o ponto de inserção do meristema apical; o número de folhas, por

contagem de folhas que estavam com o limbo foliar totalmente aberto; área foliar, determinada medindo-se a nervura principal das folhas que apresentavam o limbo foliar totalmente aberto, conforme recomendação de Lima *et al.* (2012), considerando a Eq. 2.

$$AF = 0,3205 * C^{2,0412} \quad \text{Eq. 2.}$$

Em que: AF = área foliar (cm^2); C = comprimento da nervura principal da folha (cm).

A taxa de crescimento absoluto (TCAAP) e taxa de crescimento relativo (TCRAP) da altura de plantas foram determinadas no período de 60 – 225 DAE e a área foliar específica (AFE) mensurada aos 225 DAE, seguindo a metodologia de Benincasa (2003), conforme as Eq. 3, Eq. 4 e Eq. 5.

$$TCAAp = (AP_2 - AP_1) / (t_2 - t_1) \quad \text{Eq. 3.}$$

$$TCRap = (\ln AP_2 - \ln AP_1) / (t_2 - t_1) \quad \text{Eq. 4.}$$

$$AFE = AF/FSF \quad \text{Eq. 5.}$$

Em que: TCAAp = taxa de crescimento absoluto da altura de planta (cm dia^{-1}); TCRap = Taxa de crescimento relativo da altura de planta ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$); AP_1 = altura de planta (cm) no tempo t_1 ; AP_2 = altura de planta (cm) no tempo t_2 ; ln = logaritmo natural.

AFE = área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$); AF = área foliar (cm^2); FSF = fitomassa seca das folhas (g).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste ‘F’ e, nos casos de efeito significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados das análises das variâncias (Quadro 2), verifica-se que houve efeito significativo isolado ($p \leq 0,05$) dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre todas as variáveis de crescimento estudadas aos 225 DAE, enquanto que no período de 120 DAE, a salinidade da água de irrigação não afetou de maneira significativa ($p > 0,05$) o crescimento dos porta-enxertos de goiabeira.

Quadro 2 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de porta-enxertos de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinizadas e distintas doses de adubação potássica, aos 120 e 225 DAE

| Fonte de variação | GL | Quadrados médios | | | | | | | |
|--------------------|----|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | | AP | | DC | | NF ¹ | | AF ¹ | |
| | | 120 | 225 | 120 | 225 | 120 | 225 | 120 | 225 |
| Níveis salinos (S) | 4 | 14,06 ^{ns} | 71,35 [*] | 0,11 ^{ns} | 0,66 [*] | 4,64 ^{ns} | 73,18 [*] | 4890,37 ^{ns} | 104051,08 [*] |
| Doses de K (DK) | 3 | 35,85 [*] | 144,91 [*] | 0,03 ^{ns} | 0,20 ^{ns} | 1,16 ^{ns} | 27,18 ^{ns} | 5247,57 ^{ns} | 19329,62 ^{ns} |
| Interação S*DK | 12 | 23,28 ^{ns} | 107,42 ^{ns} | 0,11 ^{ns} | 0,10 ^{ns} | 5,01 ^{ns} | 40,72 ^{ns} | 10428,31 ^{ns} | 21913,91 ^{ns} |
| Blocos | 3 | 104,12 ^{**} | 439,17 ^{**} | 0,09 ^{ns} | 0,27 ^{ns} | 22,50 ^{**} | 25,24 ^{ns} | 42059,54 ^{**} | 53475,45 ^{ns} |
| CV (%) | | 7,87 | 9,20 | 7,28 | 9,11 | 7,16 | 17,72 | 13,36 | 28,00 |

ns, **, * respectivamente, não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$. ¹ análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} .

Em relação às doses de potássio, observa-se que ocorreu diferença significativa ($p \leq 0,05$) para altura de plantas aos 120 e 225 DAE. Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores níveis salinos e doses de potássio (S x DK) para nenhuma variável de crescimento.

A ausência de resposta significativa à salinidade aos 120 DAE pode ser indicativo que até essa época as plantas tiveram capacidade de se ajustarem osmoticamente, acumulando os íons Cl^- e Na^+ no vacúolo ou sintetizando solutos orgânicos, procurando manter o equilíbrio osmótico (Munns *et al.*, 2006).

Também, vê-se no Quadro 2, que as doses de K não exerceram diferença significativa para maioria das variáveis de crescimento estudadas. A adubação potássica nem sempre resulta em efeitos benéficos para o crescimento de mudas de goiabeira Paluma, podendo proporcionar efeito não significativo com aumento das doses de K conforme verificado por Dias *et al.* (2012), onde observaram que aumento na dose de K até 1.452 mg dm^{-3} de substrato não exerceu diferença significativa sobre o crescimento, acúmulo de fitomassa, índice SPAD e índice de qualidade de Dickson, aos 120 dias após a semeadura; apesar de se ter diagnosticado acúmulo de potássio em raiz, caule e folhas, bem como eficiências de absorção e utilização deste nutriente.

A ausência de interação significativa entre os fatores salinidades x doses de K (Quadro 2) pode estar relacionada com o efeito não significativo do potássio sobre as variáveis de crescimento de mudas de goiabeira cv. Paluma.

O aumento da salinidade da água de irrigação exerceu efeito quadrático sobre a altura das plantas do porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma aos 225 DAE e, conforme equação de regressão verifica-se (Figura 1A) que o maior valor (86,01 cm) foi obtido quando as plantas de goiabeira foram irrigadas com CEa até $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ ocorrendo em seguida, decréscimo desta variável, cujo o menor valor de 81,95 cm foi obtido quando se utilizou água de salinidade $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. O aumento na AP até a CEa de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ pode ter ocorrido devido a aclimação das plantas até este nível de salinidade, através do ajustamento osmótico, a seletividade na absorção de íons pelas células, compartimentalização de Na^+ no vacúolo ou a exportação de Na^+ para o espaço apoplástico (Munns *et al.*, 2006).

A redução na altura de planta a partir da CEa de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ pode está relacionada à incapacidade das plantas em realizar o ajuste osmótico, resultando em deficiência hídrica, em função do efeito osmótico, que pode provocar alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, devido a diminuição da absorção de água (Oliveira *et al.*, 2013). Sá *et al.* (2016) estudando a tolerância de porta-enxertos de goiabeira a salinidade verificaram que o aumento da salinidade restringe a germinação da goiabeira, o crescimento e a acumulação de fitomassa e os efeitos são mais drásticos em níveis superiores a $1,8 \text{ dS m}^{-1}$.

O incremento na dose de potássio proporcionou efeito quadrático sobre a altura de planta do porta-enxerto de goiabeira na avaliação realizada aos 120 DAE, onde o valor máximo (45,87 cm) foi obtido quando se utilizou a dose de 110% de K ($798,6 \text{ mg K dm}^{-3}$) resultado que se aproxima ao de Franco *et al.*

(2007), que determinou em hidroponia a marcha de absorção de macronutrientes para mudas de goiabeiras, cujo maior valor acumulado foi de 726 mg dm⁻³. No período de 225 DAE, a AP da goiabeira diminuiu linearmente com o aumento das doses de potássio (Figura 1B), havendo redução de 2,1% por aumento de 30% nas doses de K. Ao comparar a altura das plantas submetidas à adubação com 160% de K nota-se redução de 6,42% (5,88 cm) em relação as cultivadas com a menor dose de potássio (70% de K). Conforme Satti e Lopez (1994), o aumento na dose de K, nem sempre resulta em efeitos benéficos para as plantas, podendo a salinidade proveniente do fertilizante, provocada por altas concentrações de K aplicadas ser, inclusive, mais prejudicial que a provocada por altas concentrações de sais como o sódio e cloreto, o que pode ter ocorrido nesse estudo, principalmente, aos 225 DAE, devido o maior tempo de exposição das plantas ao estresse salino.

Verifica-se na Figura 2, efeito linear decrescente sobre diâmetro do caule das plantas de porta-enxerto de goiabeira no período de 225 DAE em função do incremento na salinidade da água de irrigação, sendo a diminuição de 2,83% por aumento unitário de CEa em relação ao tratamento controle (0,3 dS m⁻¹). Este declínio caracteriza o efeito negativo do potencial osmótico e hídrico sobre o crescimento em diâmetro das plantas de goiabeira na fase de formação de porta-enxertos. Souza *et al.* (2016), ao estudarem a formação de

porta-enxerto de goiabeira 'Crioula' sob irrigação com águas salinizadas (CEa: 0,3 dS m⁻¹ a 3,5 dS m⁻¹) e adubação nitrogenada, observaram aos 190 DAE que a irrigação com água de CEa 3,5 dS m⁻¹ provoca decréscimo de 13,28% em comparação à salinidade da água de 0,3 dS m⁻¹, expondo o impacto negativo da salinidade sobre a produção de porta-enxerto, haja vista que o diâmetro do caule é uma importante característica, pois seu maior valor proporciona vigor, robustez, resistência à planta e maior facilidade de enxertia (Guimarães *et al.*, 2009).

O número de folhas da goiabeira cv. Paluma decresceu de forma linear com o aumento da

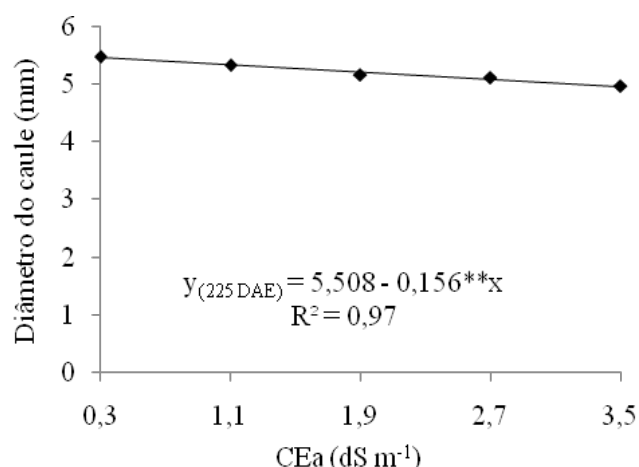


Figura 2 - Diâmetro do caule de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa aos 225 DAE.

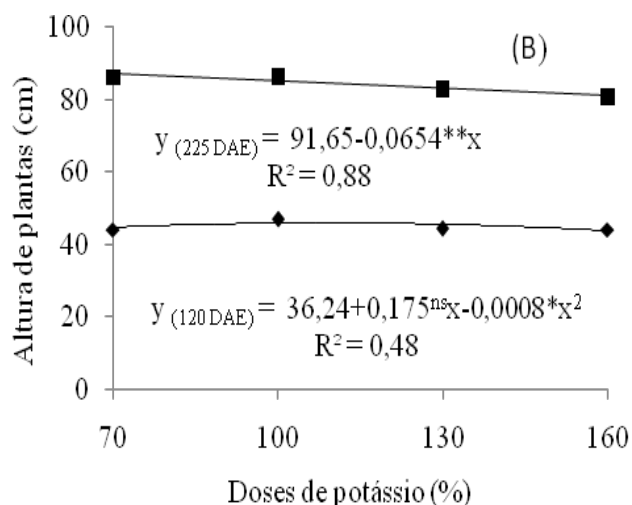
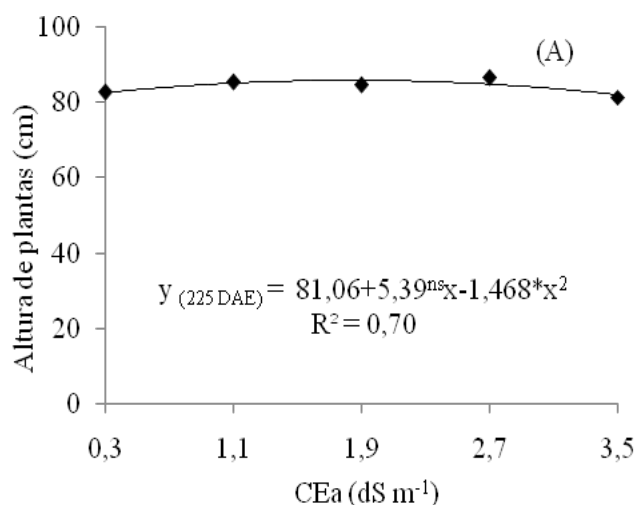


Figura 1 - Altura de planta de porta-enxertos de goiabeira cv. Paluma, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa aos 225 DAE (A) e doses de potássio aos 120 e 225 DAE (B).

salinidade da água de irrigação e, conforme estudo de regressão (Figura 3A) observa-se diminuição de 6,68% por aumento unitário da CEa, a partir da salinidade da água de 0,3 dS m⁻¹, aos 225 DAE. Em condições de cultivos sob estresse salino é comum haver alterações morfológicas e anatômicas nas folhas das plantas, de modo a reduzirem a transpiração como alternativa para manter uma menor necessidade de absorção de água salina e manter maior conteúdo de água nas plantas diante o efeito osmótico dos sais; uma dessas adaptações é a redução do número de folhas (Oliveira *et al.*, 2013).

A área foliar da goiabeira cv. Paluma foi afetada de maneira significativa em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação aos 225 DAE, ajustando-se ao modelo de regressão quadrático (Figura 3B), cujo maior valor para a AF (456,56cm²)foialcançadononíveldeCEade1,7dSm⁻¹, decrescendo, em seguida, com o incremento da salinidade da água de irrigação, onde obteve-se o menor valor nas plantas irrigadas com o maior nível de CEa, ou seja, 3,5 dS m⁻¹ (254,35 cm²). A AF das plantas cultivadas em ambiente salino é uma das variáveis mais afetadas, cujo aumento até a CEa de 1,7 dS m⁻¹, pode ter sido resultante de adaptação das plantas à salinidade, à exemplo do ajustamento osmótico pelo acúmulo de solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma das células, que auxiliaram na absorção de água, resultando em maior crescimento e divisão celular, conforme

já observado por Silva *et al.* (2015) ao estudarem o aumento da salinidade na água de irrigação em porta-enxertos de goiabeira cv. Paluma sob adubação nitrogenada aos 180 DAE.

O decréscimo na AF na CEa acima de 1,7 dS m⁻¹, possivelmente, decorre do acúmulo de sais nas folhas e diminuição da pressão de turgência nas células pelo efeito osmótico, que compromete a divisão e crescimento celular (Munns *et al.*, 2006), e deve estar relacionada com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante, mantendo um elevado potencial hídrico na planta pela diminuição da transpiração (Oliveira *et al.*, 2013).

Conforme o resumo da análise de variância (Quadro 3) constata-se o efeito significativo ($p \leq 0,05$) dos níveis salinos da água de irrigação sobre a taxa de crescimento absoluto para a altura de plantas (TCAap) no período de 60 a 225 DAE. Todavia, observa-se que as doses de potássio isoladas e a interação entre os fatores (S x DK) não influenciaram de forma significativa ($p > 0,05$) nenhuma das variáveis estudadas; podendo estar atrelado à adaptação das plantas à salinidade nestas épocas de avaliação, bem como, ao efeito não significativo das doses de potássio sobre o crescimento de mudas de goiabeira Paluma, conforme evidenciado anteriormente no Quadro 2 para as demais variáveis de crescimento, exceto para altura de plantas.

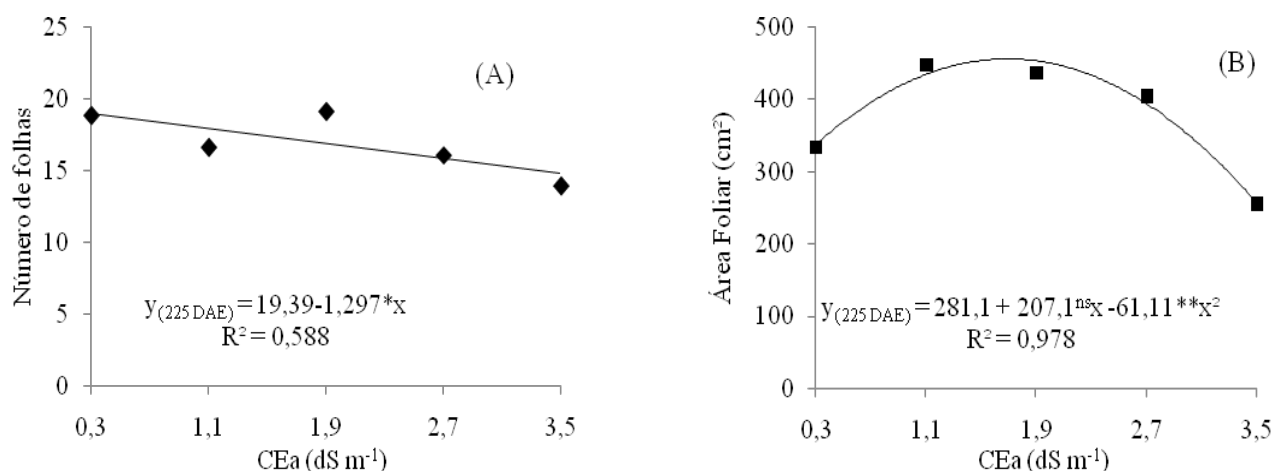


Figura 3 - Número de folhas – NF (A) de porta-enxertos de goiabeira cv. Paluma e Área Foliar – AF (B), em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 225 DAE.

Quadro 3 - Resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto para altura de plantas (TCAap), taxa de crescimento relativo para altura de plantas (TCRap) durante o período de 60 a 225 DAE e área foliar específica (AFE) aos 225 DAE de porta-enxertos de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinizadas e distintas doses de potássio

| Fonte de variação | GL | Quadrados médios | | |
|--------------------|----|---------------------|--------------------|-------------------------|
| | | TCAap 60 - 225 | TCRap 60 - 225 | AFE ¹ 225 |
| Níveis salinos (S) | 4 | 0,003* | 7,16 ^{ns} | 23353,64 ^{ns} |
| Doses de K (DK) | 3 | 0,004 ^{ns} | 4,59 ^{ns} | 10151,04 ^{ns} |
| Interação S*DK | 12 | 0,002 ^{ns} | 3,63 ^{ns} | 7620,16 ^{ns} |
| Blocos | 3 | 0,010** | 6,04 ^{ns} | 9327,74 ^{ns} |
| CV (%) | | 12,53 | 8,80 | 22,39 |

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$.

¹ análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} .

De acordo com a Figura 4, a taxa de crescimento absoluto obteve melhor ajuste dos dados em regressão quadrática pelo aumento da salinidade da água de irrigação com o valor máximo da TCAap (0,37009 cm dia⁻¹) obtido no nível de CEa 1,9 dS m⁻¹, assim, a goiabeira cv. Paluma se caracteriza como moderadamente tolerante a salinidade da água de irrigação (Sá *et al.*, 2016), podendo ter havido seletividade no processo de absorção pelas células das raízes, carregamento do xilema com K⁺ em detrimento do Na⁺ e, minimização da translocação dos íons Na⁺ e Cl⁻ para a parte aérea em crescimento (Munns *et al.*, 2006).

Contudo, ressalta-se que a partir deste nível ocorreu diminuição nesta variável, alcançando o menor valor quando se irrigou com o maior nível salino (3,5 dSm⁻¹). A inibição do crescimento, observado através da TCAap, pode ter sido provocada pelo excesso de sais do substrato, que

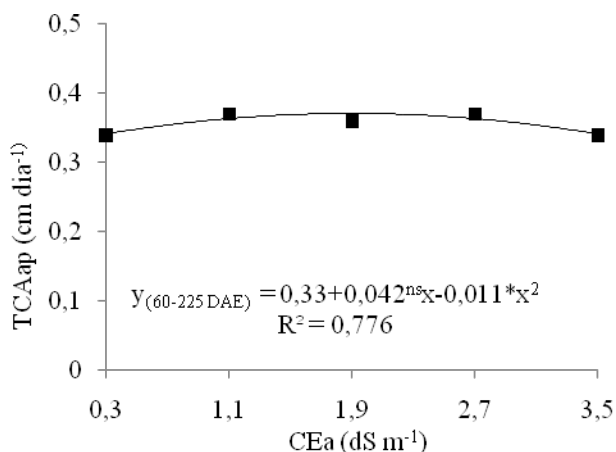


Figura 4 - Taxa de crescimento absoluto para altura de plantas (TCAap) da goiabeira cv. Paluma durante o período de 60 a 225 DAE em função da condutividade elétrica da água – CEa.

segundo Nobre *et al.* (2014), plantas glicófitas, como a goiabeira, quando expostas a concentrações de sais acima do nível limiar, reduzem a absorção de água, a taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, o seu crescimento.

CONCLUSÕES

O aumento da salinidade da água de irrigação reduz o crescimento de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma, sendo os efeitos mais deletérios em níveis superiores a 1,9 dS m⁻¹.

Doses crescentes de K até 1.161,6 mg de K dm⁻³ de substrato não atenuaram os efeitos nocivos dos sais, bem como, não exerceram diferença sobre o crescimento da maioria das variáveis de porta-enxerto de goiabeira cv. Paluma aos 120 e 225 dias após a emergência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayers, R.S. & Wescot, D.W. (1999) – *A Qualidade da água na agricultura*. Campina Grande: UFPB. 218p. Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 29.
- Benincasa, M.M.P. (2003) – *Análise de crescimento de plantas, noções básicas*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 41p.
- Bernardo, S.; Soares, A.A. & Mantovani, E.C. (2006) – *Manual de irrigação*. 8 ed., Viçosa: UFV, 625 p.
- Bezerra, J.D.; Pereira, W.E.; Silva, J.M. da & Raposo, R.W.C. (2016) – Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. *Revista Ceres*, vol. 63, n. 4, p. 502-508. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201663040010>
- Blanco, F.F.; Folegatti, M.V. & Henriques Neto, D. (2008) – Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 12, n. 1, p. 26-33. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000100004>
- Cavalcante, L.F.; Vieira, M.S.; Santos, A.F.; Oliveira, W.M. & Nascimento, J.A.M. (2010) – Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 32, n. 1, p. 251-261. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000037>
- Coelho, M.A. & Soncin, N.B. (1982) – *Geografia do Brasil*. São Paulo: Moderna, 368 p.
- Claessen, M.E.C. (Org.). (1997) – *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ. 212p. (Embrapa-CNPQ. Documentos, 1).
- Corrêa, M.C.M.; Prado, R.M.; Natale, W.; Pereira, L. & Barbosa, J.C. (2003) – Respostas de mudas de goiabeira a doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 25, n. 1, p. 164-169. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000100045>
- Davis, R.M.; Subbarao, K.V.; Raid R.N. & Kurtz E.A. (1997) – *Compendium of lettuce diseases*. California: Academic Press. 79 p.
- Dias, M.J.T.; Souza, H.A.; Natale, W.; Modesto, V.C. & Rozane, D.E. (2012) – Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 33, sup. 1, p. 2837-2848. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2837>
- Ferreira, D.F. (2011) – Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 35, n. 6, p. 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Franco, F.C.; Prado, R.M.; Brachirolli, L.F. & Rozane, D.E. (2007) – Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 31, n. 6, p. 1429-1437. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000600020>
- Guimarães, A.S.; Macedo, B.N.E. & Costa, S.G. (2009) – Fontes e doses crescentes de adubos orgânicos e mineral no crescimento inicial de pinhão manso. *Mens Agitat*, vol. 4, n. 1, p. 17-22.
- Lima, L.G.S.; Andrade, A.C.; Silva, R.T.L.; Fronza, D. & Nishijima, T. (2012) – *Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de goiabeira (Psidium guajava L.)*. In: 64ª Reunião Anual da SBPC. São Luiz: UFMA.
- Lima, G.S. de; Nobre, R.G.; Gheyi, H.R.; Soares, L.A.A. dos & Silva, A.O. (2015) – Produção da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 46, n. 1, p. 1-10.
- Manica, I.; Icuma, I.M.; Junqueira, N.T.V.; Salvador, J.O.; Moreira, A. & Malavolta, E. (2001) – *Goiaba: Do plantio ao consumidor: Tecnologia de produção, pós-colheita, comercialização*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 124 p.
- Medeiros, J.F. de; Nascimento, L.B. do & Gheyi, H.R. (2010) – Manejo do solo-água-plantas em áreas afetadas por sais. In: Gheyi, H.R.; Dias, N.S. & Lacerda, C.F. de (Eds.) – *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: Instituto Nacional da Ciência e da Tecnologia em Salinidade, p. 279-302.
- Morais, E.R.C.; Maia, C.E. & Oliveira, M. (1998) – Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do departamento de solos e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN. *Revista Caatinga*, vol. 11, n. 1-2, p. 75-83.
- Munns, R.; James, R.A. & Läuchli, A. (2006) – Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, vol. 57, n. 1, p. 1025-1043. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj100>
- Nobre, R.G.; Lima, G.S.; Gheyi, H.R.; Soares, L.A.A. & Silva, A.O. (2014) – Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. *Revista Caatinga*, vol. 27, n. 2, p. 148-158.
- Oliveira, F.T. de; Hafle, O.M.; Mendonça, V.; Moreira, J.N.; Pereira Júnior, E.B. & Rolim, H.O. (2015) – Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. *Comunicata Scientiae*, vol. 6, n. 1, p. 17-25.

- Oliveira, F.A.; Medeiros, J.F.; Oliveira, M.K.T.; Souza, A.A.T.; Ferreira, J.A. & Souza, M.S. (2013) – Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 17, n. 5, p. 465-471. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000500001>
- Richards, L.A. (Ed.) (1954) – *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington, United States Salinity Laboratory: 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- Sá, F.V.S.; Nobre, R.G.; Silva, L.A.; Moreira, C.L.; Paiva, E.P. & Oliveira, F.A. (2016) – Tolerância de porta-enxertos de goiabeira ao estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 20, n. 12, p. 1072-1077. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n12p1072-1077>
- Satti, S.M.E. & Lopez, M. (1994) – Effect of increasing potassium levels for alleviating sodium chloride stress on the growth and yield of tomato. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 25, n. 15-16, p. 2807-2823. <https://doi.org/10.1080/00103629409369227>
- Silva, E.M.; Nobre, R.G.; Souza, L. de P.; Abrantes, D.S. & Andrade, A.B.A. (2015) – Efeito da adubação nitrogenada na formação de mudas de goiabeira irrigadas com águas salinizadas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, vol. 10, n. 4, p. 42-48. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i4.3735>
- Souza, L. de P.; Nobre, R.G.; Silva, E.M.; Lima, G.S.; Pinheiro, F.W.A. & Almeida, L.L. de S. (2016) – Formation of ‘Crioula’ guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 20, n. 8, p. 739-745. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n8p739-745>
- Távora, F.J.A.F.; Ferreira, R.G. & Hernandez, F.F.F. (2001) – Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 23, n. 2, p. 441-446. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000200050>