

Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio¹

Production of guava rootstock grown with water of different salinities and doses of nitrogen

Leandro de Pádua Souza^{2*}, Reginaldo Gomes Nobre³, Evandro Manoel Silva², Hans Raj Gheyi⁴ e Lauriane Almeida dos Anjos Soares²

RESUMO - A escassez de água de boa qualidade e a ocorrência de solos com baixa fertilidade são fatores limitantes para a agricultura irrigada, principalmente em regiões áridas e semiáridas, o que induz a utilização de águas salinas e adubação nitrogenada como alternativas para a produção agrícola nessas regiões. Desse modo, objetivou-se avaliar o crescimento, produção de fitomassa e qualidade de porta-enxerto de goiabeira 'Crioula' sob estresse salino e doses de adubação nitrogenada, em condições de ambiente protegido no CCTA/UFCG. O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados em esquema fatorial (5 x 4), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) e quatro doses de nitrogênio (70, 100, 130 e 160% de N da dose recomendada para cultivo de mudas de goiabeira). A dose de 541,1 mg de N dm⁻³ de solo (70% de N recomendada) estimulou o crescimento, o acúmulo de fitomassa na parte aérea e a qualidade dos porta-enxertos de goiabeira 'Crioula'. Irrigação com CEa acima de 0,3 dS m⁻¹ afetou negativamente as taxas de crescimento absoluto do diâmetro do caule, fitomassa seca da parte aérea, relação raiz/parte aérea e índice de qualidade de Dickson. A adubação nitrogenada nas doses de 70 e 100% de N recomendada reduziu o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule de porta-enxertos de goiabeira.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L.. Condutividade elétrica. Nutrição de plantas.

ABSTRACT - The scarcity of good-quality water and the occurrence of low-fertility soils are limiting factors in irrigated agriculture, especially in arid and semi-arid regions, which leads to the use of salt water and nitrogen fertiliser as alternatives for agricultural production in these regions. The aim of this work therefore, was to evaluate growth, biomass production and rootstock quality in the guava 'Crioula' under salt stress and doses of nitrogen fertiliser in a protected environment at CCTA/UFCG. The experimental design was of randomised blocks in a 5 x 4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of a combination of five levels of electrical conductivity of the irrigation water (0.3, 1.1, 1.9, 2.7 and 3.5 dS m⁻¹) and four doses of nitrogen (70, 100, 130 and 160% of the recommended dose for guava seedlings). The dose of 541.1 mg N dm⁻³ soil (70% of the recommended N) stimulated growth, the accumulation of shoot biomass, and the quality of the guava 'Crioula' rootstock. Irrigation with an EC_w greater than 0.3 dS m⁻¹ had a negative effect on the absolute growth rate of the stem diameter, shoot dry matter, root to shoot ratio, and the Dickson quality index. Nitrogen fertiliser at 70 and 100% of the recommended level of N reduced the effect of irrigation water salinity on the relative growth rate of the stem diameter in the guava rootstock.

Key words: *Psidium guajava* L.. Electrical conductivity. Plant nutrition.

DOI: 10.5935/1806-6690.20170069

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 24/10/2015; aprovado em 24/01/2017

¹Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, Brasil, engenheiropadua@hotmail.com, evandroagroman@hotmail.com, laurispo.agronomia@gmail.com

³Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, Brasil, rgomesnobre@pq.cnpq.br

⁴Núcleo de Engenharia de Água e Solo, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, Brasil, hans@pq.cnpq.br

INTRODUÇÃO

O uso de águas salinas vem sendo considerado uma alternativa para a produção de culturas em geral, principalmente em regiões áridas e semiáridas, onde é comum a ocorrência de fontes de água com concentração elevada de sais, principalmente sódio (JIANG *et al.*, 2012; NEVES *et al.*, 2009). Todavia, o manejo inadequado e a própria qualidade da água, associados à demanda evapotranspirométrica contribuem para o aumento da salinidade do solo e a obtenção de produtividades baixas (LIMA *et al.*, 2014).

Os efeitos adversos dos sais dissolvidos nas águas ou nos solos, na maioria dos casos, são refletidos na inibição e desuniformidade do crescimento, com consequente declínio na capacidade produtiva e na qualidade dos produtos obtidos das plantas cultivadas (CAVALCANTE *et al.*, 2010a). Essa condição pode também ser notada em goiabeira (*Psidium guajava* L.) onde, para Gurgel *et al.* (2007) ao avaliarem o crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeiras irrigadas com águas salinas, constataram que o incremento da salinidade da água inibiu a altura, o diâmetro do caule e o número de folhas emitidas por plantas.

A goiabeira é uma cultura sensível à salinidade, uma vez que ocorrem reduções na sua capacidade produtiva quando a condutividade elétrica da água de irrigação ultrapassa 3,0 dS m⁻¹ (CAVALCANTE *et al.*, 2005). Entretanto, a sensibilidade à salinidade pode variar de acordo com o material genético utilizado e com as condições de cultivo (PARIDA; DAS, 2005). Por tais razões, a formação de mudas e o cultivo da goiabeira sob irrigação, na região semiárida do Nordeste, está na dependência do uso de técnicas que viabilizem o manejo do solo e da água com problemas de sais (CAVALCANTE *et al.*, 2010a).

Segundo Medeiros *et al.* (2012), a fertirrigação tem assumido papel preponderante no manejo de culturas irrigadas nessa região, sendo o nitrogênio um dos principais macronutrientes utilizados, por participar diretamente no metabolismo das plantas, atuando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucléicos, aminoácidos e proteínas (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Estudos têm demonstrado que o incremento da dosagem de nitrogênio pode promover melhor eficiência na produção de mudas de goiabeira (DIAS *et al.*, 2012; FRANCO *et al.*, 2007).

Desse modo, objetivou-se avaliar o crescimento, produção de fitomassa e qualidade de porta-enxerto de goiabeira 'Crioula' sob estresse salino e doses de adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob condições de ambiente protegido, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, PB, situado nas coordenadas 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W, a uma altitude de 174 m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4, correspondentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) e quatro doses de nitrogênio (70, 100, 130 e 160% de N da dose recomendada para cultivo de mudas de goiabeira cv. Paluma), com 4 repetições, sendo a parcela constituída por 5 plantas. A dose referente a 100% correspondeu a 773 mg de N dm⁻³ conforme recomendação de Dias *et al.* (2012) para a produção de mudas de goiabeira cv. Paluma em sacolas de polietileno de 1,2 L.

Os níveis de CEa foram obtidos por meio de salinização da água do sistema local de abastecimento, garantindo-se uma proporção equivalente de 7:2:1 entre Na:Ca:Mg, a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, respectivamente. Essa proporção entre íons predomina em fontes de água utilizadas para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS; LISBOA; OLIVEIRA, 2003), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mmol_c L⁻¹ = CE x 10) (RHOADES; KANDIAH; MASHALI, 2000).

Utilizou-se a goiabeira 'Crioula' devido ser um material vegetal rústico, adaptado as condições de clima e solo do semiárido nordestino, sendo bastante utilizado na produção de porta-enxerto em viveiros de produção de muda nesta região. As sementes foram obtidas de frutos colhidos em um pomar comercial da Fazenda Mocó Agropecuário, no município de Aparecida-PB.

A semeadura foi realizada em 18 de março de 2014, em tubetes (19 cm de altura e 6,3 cm de diâmetro, capacidade de 288 cm³ de substrato), dispostas em bandejas com capacidade para 54 tubetes, apoiadas em bancadas metálicas, a uma altura de 0,8 m do solo. Colocaram-se 4 sementes por recipiente, na profundidade de 1,0 cm, realizando-se o desbaste após o surgimento de dois pares de folhas verdadeiras totalmente expandidas, deixando-se apenas uma planta por tubetes; a de melhor vigor. Além disso, foram realizados outros tratos culturais, como capinas manuais e escarificação superficial do substrato.

No preenchimento dos tubetes foi utilizado substrato preparado a base de: 82% de um Neossolo Flúvico do horizonte A, 15% de areia e 3% de esterco bovino curtido. Os atributos químicos do substrato

utilizado estão na Tabela 1, determinados com base em metodologias recomendadas pela Embrapa (2009).

Sendo incorporado ao solo 100 mg de P dm⁻³, tendo como fonte o superfosfato simples, conforme recomendações de Corrêa *et al.* (2003) para substrato na produção de mudas de goiabeira. A adubação potássica teve como fonte o cloreto de potássio, utilizando-se a dose de 726 mg de K dm⁻³ de substrato, recomendada por Franco *et al.* (2007), dividida em quatro aplicações iguais, aos 60, 90, 120 e 150 dias após a emergência (DAE). A adubação nitrogenada iniciou-se aos 25 DAE, dividida em 14 aplicações em partes iguais, com aplicações realizadas via fertirrigação com água de condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ para todos os tratamentos, sendo a solubilidade do KCl de 340 g L⁻¹ e da uréia de 780 g L⁻¹.

A irrigação com os níveis de salinidade teve início aos 25 DAE conforme o tratamento, com base na necessidade hídrica da planta, obtida pelo processo de lisimetria de drenagem, sendo aplicado diariamente o volume retido no tubete, determinado pela diferença entre o volume aplicado e volume drenado da irrigação anterior. As irrigações foram feitas duas vezes ao dia, sendo no início da manhã e final da tarde. Aplicaram-se a cada quinze dias, uma fração de lixiviação de 15% com base no volume aplicado neste período, de modo a reduzir a salinidade do extrato de saturação do substrato.

Para avaliação do efeito dos tratamentos sobre o crescimento das plantas foram mensuradas no período entre 25 e 190 DAE, a taxa de crescimento absoluto (TCA) para altura de plantas (TCA_{ap}) e diâmetro de caule (TCA_{dc}), a taxa de crescimento relativo (TCR) para altura de plantas (TCR_{ap}) e diâmetro de caule (TCR_{dc}). A determinação da taxa de crescimento absoluto (TCA) foi obtida empregando-se metodologia proposta por Benincasa (2003), conforme descrito na equação 1:

$$TCA = \frac{(A_2 - A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (1)$$

em que: TCA = taxa de crescimento absoluto, A₂ = crescimento da planta no tempo t₂, A₁ = crescimento da planta no tempo t₁ e t₂ - t₁ = diferença de tempo entre as amostragens.

As taxas de crescimento relativo foram obtidas pela equação 2, onde se mensura o crescimento em função da matéria pré-existente, adaptando-se para altura e diâmetro de plantas os procedimentos contidos em Poorter (1989) e Hunt, Shipley e Askew (2002).

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

em que: TCR = taxa de crescimento relativo, A₂ = crescimento da planta no tempo t₂, A₁ = crescimento da planta no tempo t₁, t₂ - t₁ = diferença de tempo entre as amostragens e ln = logaritmo natural.

Na última avaliação, aos 190 DAE, foram determinadas fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), relação fitomassa seca raiz/fitomassa seca parte aérea (FSR/FSPA) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). O acúmulo de fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) foi determinado através da pesagem de folhas e caules das plantas em balança de precisão de 0,001 g, que com somatório obteve-se a FFPA. Já a FSPA foi obtida após a secagem deste material em estufa de circulação de ar a 65 °C, até obtenção de peso constante.

A qualidade do porta-enxerto foi determinada através do índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas, por meio da fórmula de Dickson, Leaf e Hosner (1960), descrita pela equação 3.

$$IQD = \frac{(FST)}{(AP/DC) + (FSPA/FSR)} \quad (3)$$

em que: IQD = índice de qualidade de Dickson, AP = altura de planta (cm), DC = diâmetro do caule (mm), FST = fitomassa seca total de planta (g), FSPA = fitomassa seca da parte aérea de planta (g) e FSR = fitomassa seca de raiz de planta (g).

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

Classificação textural	Densidade aparente		Porosidade total	Matéria orgânica	P	Complexo sortivo				
	kg dm ⁻³					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
		%	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³					
Franco arenoso	1,38		47,00	32	17	5,4	4,1	2,21	0,28	
Extrato de saturação										
pHes	CEes	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Saturação
	dS m ⁻¹	mmol _c dm ⁻³								%
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

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão linear e polinomial quadrática, utilizando-se do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, com base nos resultados da análise de variância (Tabela 2), efeito significativo do fator salinidade da água de irrigação (S) sobre ataxa de crescimento absoluto (TCA_{dc}) e relativo (TCR_{dc}) do diâmetro do caule do porta-enxerto. Já em relação ao fator doses de

nitrogênio, constata-se a ocorrência de efeito significativo sobre todas as variáveis estudadas. Em relação à interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada), observa-se efeito significativo apenas em relação à variável TCR_{dc} no período de 25 e 190 DAE (Tabela 2). Cavalcante *et al.* (2010b), avaliando a formação de mudas de goiabeira cv. Paluma sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e aplicação de esterco líquido bovino, observaram não haver interação entre os fatores.

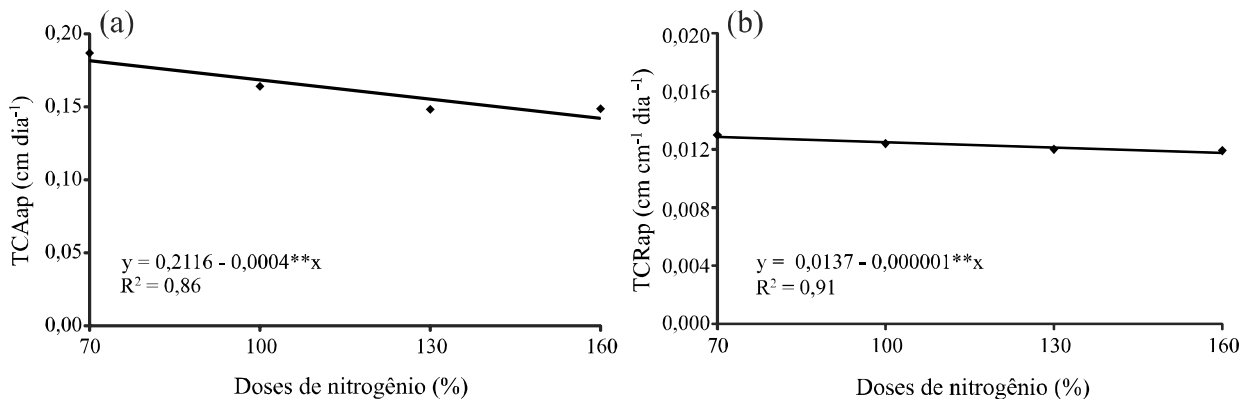
Verifica-se que com a aplicação de doses de adubação nitrogenada sobre a taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (TCA_{ap}) (Figura 1a) as plantas tiveram decréscimos de 5,67% para cada aumento de 30% da adubação nitrogenada, ou seja, quando as plantas foram

Tabela 2 - Resumo da análise de variância da taxa de crescimento absoluto e relativo da altura (TCA_{ap} e TCR_{ap}) e do diâmetro do caule (TCA_{dc} e TCR_{dc}) de porta-enxerto de goiabeira Crioula, no período de 25 à 190 dias após a emergência sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		TCA _{ap}	TCR _{ap}	TCA _{dc}	TCR _{dc}
Níveis salinos (S)	4	0,0003 ^{ns}	3,12 ^{ns}	0,00003**	0,000002**
Reg. Linear	1	0,0004 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,00009**	0,000008**
Reg. Quadrática	1	0,0006 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	0,000002 ^{ns}
Doses de N (DN)	3	0,006**	0,000005**	0,00004**	0,000004**
Reg. Linear	1	0,01**	0,00001**	0,0001**	0,00001**
Reg. Quadrática	1	0,002*	0,000001 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
Interação (SxDN)	12	0,0006 ^{ns}	7,12 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	4,52*
Blocos	3	0,0004 ^{ns}	4,83 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	1,12 ^{ns}
CV (%)		12,25	6,29	10,26	5,46

^{ns}, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$;

Figura 1 - Taxa de crescimento absoluto - TCA_{ap} (a) e relativo - TCR_{ap} (b) para altura de porta-enxerto de goiabeira Crioula em função da doses de nitrogênio no período de 25 à 190 dias após emergência - DAE



adubadas com a dose de 160% de N tiveram reduções na TCAap de 19,60%, em comparação as que estavam sob adubação de 70% de N no intervalo de 25 a 190 DAE. Da mesma maneira, constata-se reduções na TCRap de plantas com o incremento da adubação nitrogenada com redução linear de 0,007% por aumento unitário na dose de N (Figura 1b). Plantas submetidas à dose de 160% de N restringiram a TCRap em 0,66% em relação às plantas que receberam as doses de 70% de N no período de 25 a 190 DAE.

De acordo com a equação de regressão (Figura 2a), observa-se que houve efeito linear decrescente dos níveis de CEa sobre TCAdc, com redução de 5,48% por aumento unitário na CEa, ou seja, as plantas que receberam o maior nível salino (3,5 dS m⁻¹) sofreram um declínio de 17,85% (0,0028 mm dia⁻¹) em relação às irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹, no intervalo de 25 à 190 DAE. Resultados semelhantes foram obtidos por Cavalcante *et al.* (2010b) quando avaliaram os efeitos da salinidade da água de irrigação e do esterco líquido bovino aplicado ao substrato no desenvolvimento inicial da goiabeira, verificaram que o incremento da salinidade da água inibiu a altura, o diâmetro do caule e a área foliar das plantas. De acordo com Freire *et al.* (2010), isto ocorre devido ao efeito da salinidade sobre a pressão de turgescência nas células, em virtude da diminuição do conteúdo de água nos tecidos, resultando em declínio na expansão da parede celular, causando menor crescimento das plantas.

No período de 25 a 190 DAE para a taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (Figura 2b), observa-se que o aumento da adubação nitrogenada causou efeito linear decrescente de 7,93% para cada incremento de 30% na dose de N. De acordo com Amado, Mielniczuk e Aita (2002), é importante que a quantidade de N aplicado nas culturas seja a mais exata possível, pois minimizam-se os excessos do nutriente no meio

ambiente, que prejudicam a qualidade ambiental, além de comprometerem o rendimento das culturas.

A adubação nitrogenada nas doses de 70 e 100% de N promoveram efeito quadrático sobre a TCRdc onde, os maiores valores (0,0089 e 0,0086 mm mm⁻¹dia⁻¹) foram obtidos nos níveis de CEa de 1,0 e 0,3 dS m⁻¹ nas respectivas doses de N (Figura 3). Segundo Dias *et al.* (2012), a adubação nitrogenada promove o crescimento e incrementos na produtividade, podendo reduzir os efeitos da salinidade nas plantas devido o NO₃⁻ reduzir a absorção de Cl⁻.

Observa-se ainda conforme, equações de regressão, que o uso das doses de 130 e 160% de N causaram redução linear sobre a TCRdc com o aumento da condutividade da água de irrigação, onde as plantas que receberam a maior CEa (3,5 dS m⁻¹) sofreram decréscimos de 0,00064 e 0,00128 mm mm⁻¹ dia⁻¹ com a utilização das doses de 130 e 160 % de N quando comparadas com as plantas que receberam a menor salinidade (0,3 dS m⁻¹); isto pode ter ocorrido devido a acidez liberada durante o processo de mineralização da amônia fornecida através da ureia, no qual ocorre liberação de hidrogênio, proporcionando efeito direto no pH do solo (FAGERIA; MOREIRA; COELHO, 2011), que juntamente com a salinidade presente na água de irrigação, proporcionaram efeito negativo sobre TCRdc, com o aumento da adubação nitrogenada (Figura 3).

Conforme a análise de variância (Tabela 3), observa-se que houve efeito significativo dos níveis salinos da água de irrigação sobre a fitomassa seca da parte aérea (FSPA), relação fitomassa seca raiz/fitomassa seca parte aérea (FSR/FSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Já o fator doses de nitrogênio influenciou significativamente todas as variáveis estudadas. Contudo, não houve efeito significativo da interação entre os fatores salinidade da água de irrigação x doses de nitrogênio (S x DN) sobre as variáveis analisadas.

Figura 2 - Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule - (TCAdc) de porta-enxerto de goiabeira cv. Crioula em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (a) e doses de nitrogênio (b) no período de 25 à 190 DAE

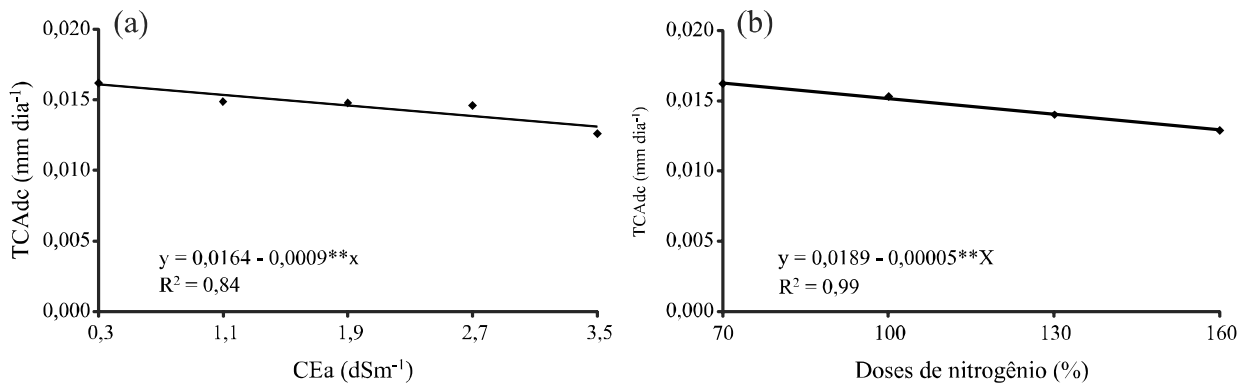
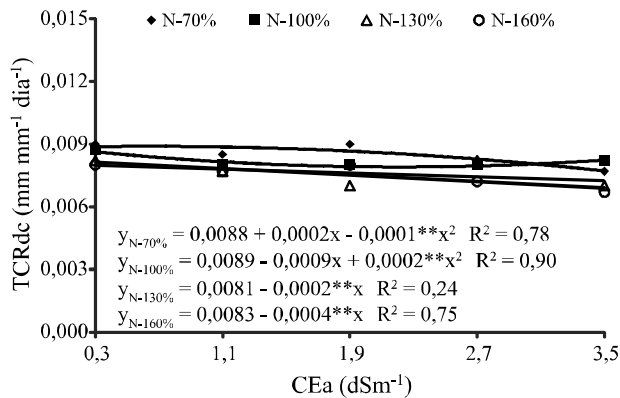


Figura 3 - Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule (TCRdc) de porta-enxerto de goiabeira Crioula em função da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio durante o período de 25 à 190 dias após a emergência - DAE



A fitomassa seca da parte aérea teve decréscimos em função do aumento da salinidade da água de irrigação aos 190 DAE (Figura 4a), com redução por aumento unitário da CEa de 4,49%. Plantas irrigadas com CEa de 3,5 dS m⁻¹ tiveram diminuição na FSPA de 0,37g (14,58%) quando comparada com as plantas submetidas a salinidade de 0,3 dS m⁻¹. Esses resultados estão em consonância com os obtidos por Távora, Pereira e Hernadez (2001), que ao estudarem os efeitos de salinidade da água de irrigação na fase de formação de porta enxertos de goiabeira cv. Rica, verificaram reduções da matéria seca total com o aumento da salinidade da solução de cultivo. A redução no acúmulo na biomassa é consequência de mecanismos

de ajustamento às condições de estresse salino, incluindo modificações no balanço iônico, potencial hídrico, nutrição mineral, fechamento estomático, eficiência fotossintética e alocação de carbono (SILVA *et al.*, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em relação ao fator doses de nitrogênio sobre o acúmulo de FFPA e FSPA aos 190 DAE, nota-se resposta negativa da adubação nitrogenada a partir da dose de 70% (541 mg de N dm⁻³) (Figura 4b). Para a FFPA, observou-se redução de 10,93% por aumento de 30% na dose de N. Verifica-se que o aumento das doses de N teve efeito quadrático decrescente sobre a FSPA (Figura 4b). De acordo com a equação de regressão, o valor máximo de 3,39 g foi obtido na adubação de 70% de N. Em estudos realizados por Dias *et al.* (2012), a dose de 800 mg dm⁻³ de N proporcionou bons resultados na produção de mudas de goiabeira.

A relação raiz/parte aérea (FSR/FSPA) reduziu-se em função do aumento da salinidade da água de irrigação, com declínio de 28,14% nas plantas tratadas com o nível máximo de salinidade da água (3,5 dS m⁻¹) comparado ao valor mínimo (0,3 dS m⁻¹), o que corresponde a uma diminuição de 0,14 g por planta (Figura 5a). Em estudo desenvolvido por Gurgel *et al.* (2007) com a cultivar Rica, foi observado que a relação raiz/parte aérea das plantas foi afetada negativamente pelos níveis de salinidade, evidenciando ter havido alteração na partição de massa seca em favor das folhas e não das raízes.

Para o fator adubação nitrogenada, a relação FSR/FSPA sofreu efeito contrário quando comparado ao efeito da CEa, ou seja, quanto maior foi a dose aplicada do

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para fitomassa fresca (FFPA), e seca da parte aérea (FSPA), relação raiz/parte aérea (FSR/FSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de porta-enxerto de goiabeira Crioula, aos 190 dias após a emergência sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		FFPA	FSPA	FSR/ FSPA	IQD
Níveis salinos (S)	4	3,26 ^{ns}	0,57*	0,03*	0,05**
Reg. Linear	1	4,27 ^{ns}	1,37*	0,11**	0,19**
Reg. Quadrática	1	6,39 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Doses de N (DN)	3	47,78**	6,85**	0,04*	0,04**
Reg. Linear	1	136,49**	19,11**	0,08**	0,12**
Reg. Quadrática	1	6,36 ^{ns}	1,43*	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Interação (SxDN)	12	2,24 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Blocos	3	1,14 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,002 ^{ns}
CV (%)		21,02	19,88	12,42%	18,03

^{ns}, **, * respectivamente não significativo, significativo a p < 0,01 e p < 0,05;

Figura 4 - Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) sob salinidade da água de irrigação - CEa (a) e fitomassa fresca (FFPA) e seca da parte aérea (FSPA) sob doses de nitrogênio (b) de porta-enxerto de goiabeira cv. Crioula, aos 190 dias após a emergência

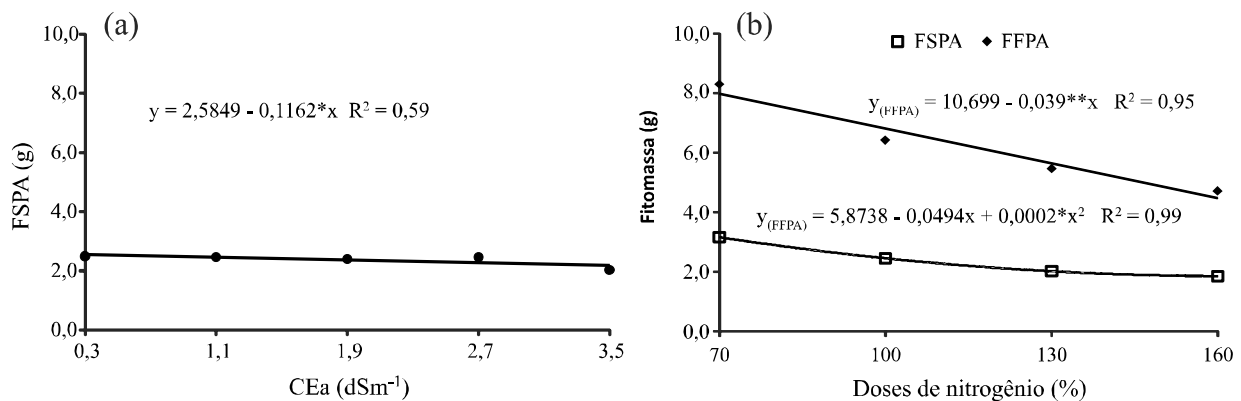
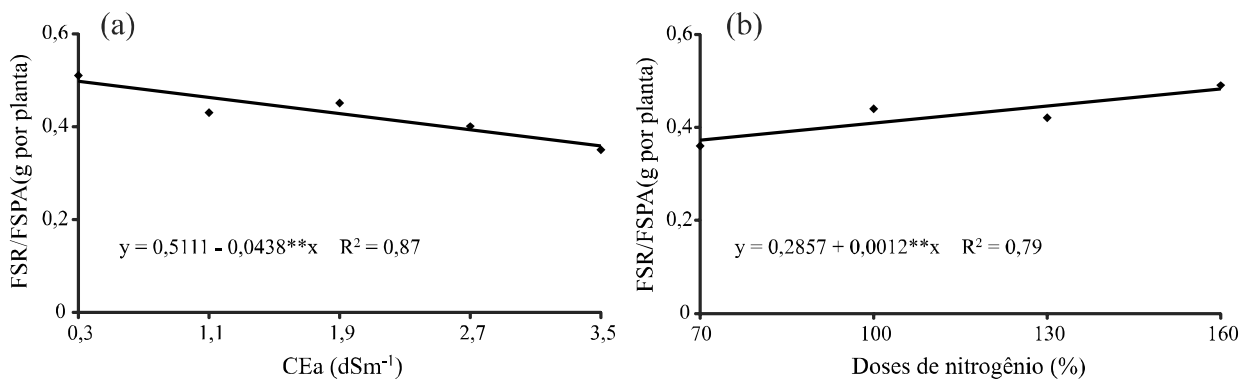


Figura 5 - Relação raiz/parte aérea (FSR/FSPA) de porta-enxerto de goiabeira Crioula em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (a) e doses de nitrogênio (b) aos 190 dias após a emergência



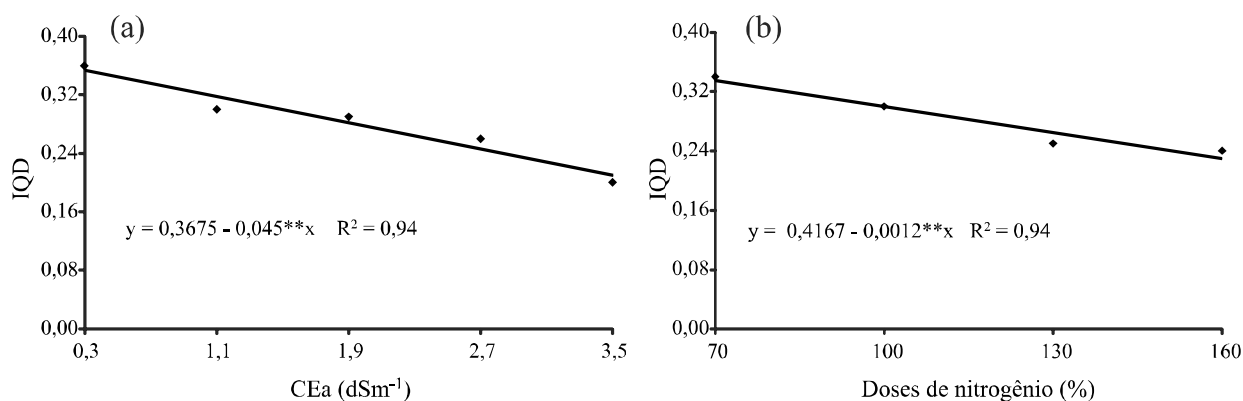
fertilizante nitrogenado, maior foi o valor da relação FSR/FSPA (Figura 5b). O incremento de 30% da adubação nitrogenada causou aumento na relação FSR/FSPA de 12,60%. Plantas submetidas à adubação de 160% de N tiveram um ganho de 22,60%. Esse fato ocorreu, provavelmente, devido às folhas serem os maiores drenos de assimilados, resultando em maior acúmulo da massa da matéria seca, pois, as raízes, não apresentavam, ainda, alta capacidade acumuladora de assimilados (AUGOSTINHO *et al.*, 2008).

Pelos resultados do índice de qualidade de Dickson (IQD), as mudas de goiabeira cv. Crioula avaliadas aos 190 DAE (Figura 6a), tiveram decréscimo (12,24%) por aumento unitário da CEa. As plantas de goiabeira quando submetidas a CEa de 3,5 dS m⁻¹ apresentaram um IQD de 0,21 com uma redução de 0,14 (40,67%) em relação às sob níveis de CEa de 0,3 dS m⁻¹, fato interessante do ponto de vista de que, mesmo sob condições de salinidade,

os porta-enxertos de goiabeira Crioula possuíam o IQD superior a 0,2 sendo, considerados de boa qualidade final para estabelecimento no campo. Conforme critérios estabelecidos por Gomes (2001), uma vez que, quanto maior o valor de IQD, melhor será a qualidade da muda, pois relaciona a robustez e o equilíbrio da distribuição de biomassa (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Verifica-se de acordo com a equação de regressão (Figura 6b) que o aumento da adubação nitrogenada reduziu de forma linear o valor do IQD, ou seja, para cada incremento de 30% de N, houve decréscimo no IQD de 8,64% e nas plantas que receberam a adubação de 160% de N (1237 mg de N dm⁻³) a redução foi de 32,46% quando comparadas com as plantas submetidas a adubação nitrogenada de 70% de N (541 mg de N dm⁻³). Em estudos desenvolvidos por Dias *et al.* (2012) utilizando goiabeira Paluma, a dose que promoveu o máximo índice de qualidade de Dickson (IQD) foi de 800 mg dm⁻³ de N.

Figura 6 - Índice de qualidade de Dickson (IQD) de porta-enxerto de goiabeira Crioula em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (a) e doses de nitrogênio (b) aos 190 dias após a emergência



CONCLUSÕES

1. Irrigação com condutividade elétrica da água de irrigação acima de 0,3 dS m⁻¹ afeta negativamente as taxas de crescimento absoluto do diâmetro do caule, fitomassa seca da parte aérea, relação raiz/parte aérea e índice de qualidade de Dickson;
2. A dose de N de 541,1 mg de N dm⁻³ de solo (equivalente a 70% da dose recomendada) estimula o crescimento, o acúmulo de fitomassa na parte aérea e a qualidade dos porta-enxerto de goiabeira Crioula, enquanto que valores acima desta dose proporcionam maior acúmulo de fitomassa na raiz em relação à parte aérea;
3. A adubação nitrogenada nas doses de 70 e 100% de N reduz o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule de porta-enxertos de goiabeira.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 26, p. 241-248, 2002.
- AUGOSTINHO, L. M. D. *et al.* Marcha de absorção de macro e micronutrientes em mudas de goiabeira 'Pedro Sato'. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 563-568, 2008.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 1281-1290, 2010a. Suplemento 1.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010b.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Germinação e crescimento inicial de goiaba plantas irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 515-519, 2005.
- CORRÊA, M. C. M. *et al.* Respostas de mudas de goiabeira a doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 164-169, 2003.
- DIAS, M. J. T. *et al.* Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2837-2848, 2012. Suplemento 1.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 628 p.
- FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A.; COELHO, A. M. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 3, p. 361-370, 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FRANCO, C. F. *et al.* Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1429-1437, 2007.
- FREIRE, A. L. O. *et al.* Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 1133-1144, 2010. Suplemento 1.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 112 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

- GURGEL, M. T. *et al.* Crescimento inicial de porta enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. **Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 24-31, 2007.
- HUNT, D. F.; SHIPLEY, B.; ASKEW, A. P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, v. 90, n. 4, p. 485-488, 2002.
- JIANG, J. *et al.* Effect of irrigation amount and water salinity on water consumption and water productivity of spring wheat in Northwest China. **Field Crops Research**, v. 137, n. 1, p. 78-88, 2012.
- LIMA, G. S. *et al.* Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 5, p. 854-866, 2014.
- MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.
- MEDEIROS, P. R. *et al.* Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 51-55, 2012.
- NEVES, A. L. R. *et al.* Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 758-765, 2009.
- OLIVEIRA, A. F. *et al.* Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, v. 5, n. 4, p. 479-484, 2010.
- OLIVEIRA, F. T. *et al.* Fontes orgânicas e volumes de recipiente no crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 97-103, 2013.
- PARIDA, A.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.
- POORTER, H. Plant growth analysis: towards a synthesis of the classical and the functional approach. **Physiologia Plantarum**, v. 75, p. 237-244, 1989.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000, 117 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 48).
- SILVA, E. C. *et al.* Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, n. 1/3, p. 147-157, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954 p.
- TÁVORA, F. J. A. F.; PEREIRA, R. G.; HERNADEZ, F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.