

Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes

Seedling quality in tomato cultivars for nutrient solutions of increasing concentration

Sandy Thomaz dos Santos¹, Francisco de Assis de Oliveira^{2*}, Jessilanne Plínia Barbosa de Medeiros Costa³, Maria Lília de Souza Neta⁴, Rita de Cássia Alves⁵, Luilson Pinheiro Costa⁶

Resumo: A aplicação equilibrada de nutrientes é fundamental para obter mudas com maior adaptabilidade no campo e no rendimento produtivo. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar cinco diferentes concentrações de solução nutritiva (25, 50, 75, 100 e 125% da solução padrão) na qualidade de mudas de três cultivares de tomate (Cereja Pendente Yubi, Santa Amélia e Santa Adélia), cultivadas em substrato padrão de fibra de coco e fertirrigadas por subirrigação. O delineamento experimento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 x 5), com cinco repetições. As mudas foram avaliadas aos 30 dias após a semeadura quanto às seguintes variáveis relacionadas ao desenvolvimento vegetativo: diâmetro do colo (DC, mm), número de folhas (NF), altura de muda (ALT, cm), comprimento da raiz principal (CRP, cm), massa seca da parte aérea (MSPA, g), massa seca da raiz (MSR, g) e massa seca total (MST, g), relação altura/diâmetro do colo (ALT/DC) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Todas as variáveis das cultivares estudadas apresentaram respostas significativas ao aumento da concentração de nutrientes na solução nutritiva. Considerando os índices de avaliação ALT/DC e IQD, as mudas de tomateiro de melhor qualidade foram obtidas quando a fertirrigação foi realizada utilizando solução nutritiva nas concentrações entre 70 e 90% da solução recomendada para o tomateiro em sistema hidropônico. Nessa faixa de concentração, a cultivar Santa Adélia apresentou mudas mais vigorosas para a maioria das variáveis.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* Mill. Desenvolvimento inicial de mudas. Fibra de coco. Nutrição mineral.

Abstract: The balanced application of nutrients is essential to obtain seedlings of greater adaptability in the field and in productive yield. The aim of this work therefore was to evaluate five different concentrations of a nutrient solution (25, 50, 75, 100 and 125% of the standard solution) on the quality of seedlings of three tomato cultivars (Cherry Pendente Yubi, Santa Amélia and Santa Adélia), grown in a standard coconut fibre substrate, and fertigated by subirrigation. The experimental design was completely randomised, in a 3 x 5 factorial scheme, with five replications. The seedlings were evaluated at 30 days after sowing for the following variables related to vegetative development: basal stem diameter (DC, mm), number of leaves (NF), seedling height (ALT, cm), length of main root (CRP, cm), shoot dry weight (MSPA, g), root dry weight (MSR, g) and total dry weight (MST, g), ratio of height to basal stem diameter (ALT/DC) and the Dickson Quality Index (IQD). All the variables in the cultivars under study showed significant responses to increases in nutrient concentration of the nutrient solution. Considering the indices ALT/DC and IQD, tomato seedlings of better quality were obtained when fertigation was carried out using nutrient solution at concentrations between 70% and 90% of the solution recommended for the tomato in a hydroponic system. At this concentration range, the cultivar Santa Adélia presented more-vigorous seedlings for most of the variables.

Key words: *Lycopersicon esculentum* Mill. Initial seedling development. Coconut fibre. Mineral nutrition.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 19/10/2015 e aprovado em 28/10/2016

¹Graduando em Engenharia Agrônoma, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), UFERSA, Mossoró, RN, sandy_thomaz@hotmail.com

²Eng. Agrônomo, D.Sc. Prof. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, DCAT/UFERSA, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró-RN, e-mail: thikaoamigao@ufersa.edu.br

³Graduanda em Engenharia Agrônoma, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), UFERSA, Mossoró, RN, jessilannyplinia@hotmail.com

⁴Engenheira Agrônoma, Mestrado em Fitotecnia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), UFERSA, Mossoró, RN, liliana.agronomia@hotmail.com

⁵Doutoranda em Produção Vegetal, Departamento de Produção Vegetal/ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Jaboticabal, SP, cassiaagro-24@outlook.com

⁶Graduando em Engenharia Agrônoma, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), UFERSA, Mossoró, RN, luilson.costa@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O tomateiro é uma das hortaliças mais produzidas e consumidas no Brasil, ocupando o segundo lugar na produção. Em 2014, a cultura do tomateiro ocupou a área de 65.195 ha, com produção total de 4.294.912 t e rendimento médio de 65,9 t ha⁻¹ (IBGE, 2015).

A produção de mudas é uma das etapas mais importantes do cultivo de hortaliças, pois dela depende o desempenho produtivo das plantas e a qualidade do produto destinado ao mercado consumidor (SOUZA *et al.*, 2008). Um dos fatores que podem afetar a qualidade das mudas é o tipo de substrato utilizado, pois, durante o período de germinação e desenvolvimento das mudas, o substrato deverá proporcionar condições hídricas e nutricionais satisfatórias. De acordo com Freitas *et al.* (2013), devido ao limitado volume no crescimento das raízes de mudas produzidas em bandejas, os substratos devem ser capazes de proporcionar constantemente água, oxigênio e nutrientes às plantas, garantindo, assim, ambientes estáveis ao desenvolvimento. Costa *et al.* (2015), estudando o efeito de diferentes substratos na cultura do tomateiro, observaram que os substratos que resultaram em melhores mudas também propiciaram maiores quantidades de frutos por planta e produtividade.

Dentre os materiais utilizados no preparo de substratos, o pó de coco apresenta características desejáveis, tais como alta retenção de umidade, resistência à degradação, uniformidade, ausência de patógenos e de ervas daninhas (OLIVEIRA *et al.*, 2009). No entanto, o pó de coco apresenta pouca reserva de nutrientes, sendo necessária a mistura desse material com outras fontes orgânicas (COSTA *et al.*, 2012) ou minerais, seja durante o preparo do substrato, ou no caso da fonte mineral, aplicada via fertirrigação, ao longo do cultivo (RAMOS *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2014), pois, conforme recomendação de Oliveira e Hernandez (2008), o uso de pó de coco como substrato para produção de mudas é viável apenas com suplementação de nutrientes.

Em estudo desenvolvido por Ramos *et al.* (2012), avaliando a produção de mudas de melancia em fibra de coco em diferentes concentrações de solução nutritiva de Hoagland e Arnon (12,5, 25, 50, 75 e 100%), os autores concluíram que as combinações de pó de coco associado à solução nutritiva de Hoagland e Arnon à 12,5, 25, 50, 75 e 100% mostraram-se promissoras para a formação de mudas de melancia, em relação ao crescimento e status nutricional. Oliveira *et al.* (2014), trabalhando com mudas de diferentes cultivares de pimentas, constataram que houve grande variação na resposta das cultivares estudadas, recomendando soluções nutritivas variando de 50 a 90% de força, tomando-se como base a dosagem recomendada para a cultura do pimentão em cultivo hidropônico, utilizando fertirrigação.

Na avaliação da qualidade de mudas, algumas variáveis merecem destaque, sejam analisadas isoladamente (altura, diâmetro de colo, desenvolvimento foliar, acúmulo de

biomassa) ou em conjunto (relação entre altura e diâmetro do colo). A relação altura e diâmetro de colo e o índice de qualidade de Dickson são os mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo (GOMES, 2001). Ainda de acordo com esse autor, o valor resultante da divisão da altura da parte aérea da muda pelo seu respectivo diâmetro do coleto exprime um equilíbrio de crescimento.

Mais estudos envolvendo diferentes hortaliças e soluções nutritivas são necessários para ampliar a utilização da fertirrigação entre os produtores de hortaliças. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar cinco diferentes concentrações de solução nutritiva (25, 50, 75, 100 e 125% da concentração de uma solução padrão recomendada para o cultivo de tomateiro em sistema hidropônico na qualidade de mudas de três cultivares de tomate, Cereja Pendente Yubi, Santa Amélia e Santa Adélia), cultivadas em substrato padrão de fibra de coco e fertirrigadas por subirrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a março de 2014, em casa de vegetação do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró/RN (5°11'31" S, 37°20'40" O, altitude média de 18 m).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 x 5), com cinco repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de três cultivares de tomateiro (Cereja Pendente Yubi, Santa Amélia e Santa Adélia), com cinco soluções nutritivas, sendo: 25, 50, 75, 100 e 125% da solução padrão recomendada para a cultura do tomateiro. Cada unidade experimental foi representada por 20 mudas, resultando no total de 1.500 mudas, sendo a parcela útil, para fins de avaliação, composta por 10 mudas.

No preparo das soluções, foi utilizada água proveniente do sistema de abastecimento do campus central da UFERSA, coletada em poço profundo escavado no aquífero Arenito Açú, com profundidade de aproximadamente 1.000 m, apresentando as seguintes características: pH=8,3; CE=0,5 dS m⁻¹; Ca=2,0; Mg=0,9; Na=2,87; K=0,4; HCO₃=4,0; CO₃=0,2; Cl=1,8 (mmol L⁻¹).

A solução nutritiva padrão (100%) foi formulada conforme Castellane e Araújo (1994) para a cultura do tomate, sendo: 184; 21; 248; 153; 43; 47,5; 0,31; 0,06; 4,5; 0,06; 0,4 e 0,4 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mo, Zn e Mn, respectivamente. Para o preparo das soluções com macronutriente, utilizaram-se os seguintes fertilizantes comerciais: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, sulfato de potássio, fosfato de potássio e sulfato de magnésio. Nas soluções de micronutriente, empregaram-se reagentes para análises (PA), sendo: Sulfato de manganês, Fe-EDTA, ácido bórico, sulfato de zinco, sulfato de cobre e molibdato de sódio.

Após o preparo das soluções, foi determinada a condutividade elétrica para cada concentração, obtendo-se os seguintes valores: 0,96; 1,31; 1,94; 2,55 e 3,32 dS m⁻¹, para as concentrações de 25, 50, 75, 100 e 125% da dose recomendada, respectivamente.

As mudas foram produzidas em bandejas de PVC com capacidade para 200 células, formato piramidal, e utilizou-se pó de coco (Golden Mix Granulado®) como substrato, composto por 100% de fibra de coco, de textura fina, sem adubação de base.

A semeadura foi realizada no dia 15 de fevereiro de 2014, colocando-se três sementes por célula, e, cinco dias após a emergência, realizou-se o desbaste deixando-se, em cada célula, a plântula mais vigorosa.

No período entre a semeadura e o desbaste, as irrigações foram realizadas utilizando-se um regador manual, aplicando-se apenas água, e, após o desbaste, iniciou-se a aplicação das soluções nutritivas de acordo com cada tratamento.

A fertirrigação foi realizada utilizando um sistema do tipo *floating*, montado sobre uma bancada de madeira com dimensões de 5,0 x 1,0 m, sobre cavaletes em altura de 1,0 m. A parte superior da bancada foi dividida em 5 partes com dimensões de 0,8 x 0,8 m, utilizando-se pedaços de madeira (caibros). Cada parte foi recoberta com lona plástica para formar uma micro-piscina com capacidade para acondicionar duas bandejas.

A reposição da solução nutritiva foi realizada diariamente em todos os tratamentos, aplicando o volume suficiente para manter a solução nutritiva com lâmina de 5 mm. Não foi contabilizado o consumo de solução nutritiva,

no entanto, tomou-se o cuidado para que ocorresse sempre uma lâmina em toda a base das bandejas.

As mudas foram coletadas aos 30 dias após a semeadura (DAS), analisando-se 10 mudas por unidade experimental quanto às seguintes características: diâmetro do colo (DC), medido na base do coleto, utilizando-se um paquímetro digital (Digimess®) com precisão de 0,01 mm; número de folhas (NF), altura de muda (ALT), expressa em cm, medida com régua milimetrada, a partir do coleto até a gema apical; comprimento da raiz principal (CRP), expresso em cm, medida com régua milimetrada, a partir do coleto até a extremidade da maior raiz; massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), relação altura/diâmetro do colo (ALT/DC) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), conforme Dickson *et al.* (1960).

Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias do fator qualitativo (cultivares) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias referentes ao fator quantitativo (concentrações de nutrientes) foram submetidas à análise de regressão, ajustando-se a modelos polinomiais. As análises foram realizadas utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados revelou que houve efeito significativo da interação entre os fatores cultivares de tomateiro e concentração da solução nutritiva para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e comparação de médias para as variáveis estudadas em mudas de cultivares de tomateiro fertirrigadas por subirrigação com soluções nutritivas de concentrações crescentes

Table 1 – Summary of analysis of variance and comparison of means for the variables under study in seedlings of tomato cultivars fertigated by subirrigation with nutrient solutions of increasing concentration

Fontes de variação	GL	Quadrados médios								
		DC ¹	NF	ALT	CRP	MSPA	MSR	MST	ALT/DC	IQD
Cultivares (C)	2	10,79**	16,88**	95,35**	27,25**	0,23**	0,06**	0,52**	10,01**	0,022**
Soluções (S)	4	1,49**	2,57**	55,87**	22,11**	0,40*	0,02*	0,54**	4,65**	0,026**
C x S	8	0,23*	0,79*	6,21**	3,19**	0,08*	0,03*	0,07*	1,55*	0,003**
Resíduo	60	0,10	0,15	1,54	1,03	0,02	0,01	0,03	0,61	0,001
CV (%)		13,27	10,66	12,19	17,23	21,87	23,22	20,95	13,16	17,76
Valores médios										
Cultivares		(mm)	(unidade)	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(g)	(cm mm ⁻¹)	
Cereja Pendente Yubi		2,05 b	3,15 b	9,99 b	5,21 b	0,57 b	0,18 b	0,64 b	4,87 a	0,16 b
Santa Amélia		2,03 b	3,31 b	8,33 c	5,39 b	0,51 b	0,14 b	0,74 b	4,10 b	0,13 c
Santa Adélia		3,18 a	4,65 a	12,22 a	7,10 a	0,71 a	0,24 a	0,96 a	3,84 b	0,19 a

¹DC – diâmetro do colo; NF – número de folhas; ALT – altura; CRP – comprimento da raiz principal; MSPA – massa seca da parte aérea; MSR – massa seca de raízes; MST – massa seca total; ALT/DC – relação altura/diâmetro do colo; IQD – índice de qualidade de Dickson. *,** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹DC - stem diameter, NF - number of leaves, ALT - height, CRP - length of main root, MSPA - shoot dry weight, MSR - root dry weight, MST - total dry weight, ALT/DC - ratio of height to stem diameter, and Dickson Quality Index. *,** - significant by F-test at 5% and 1% probability respectively; Mean values followed by the same letter in a column do not differ statistically by Tukey's test at 5% probability.

Para o efeito médio do fator cultivar nas variáveis, verificou-se que a Santa Adélia foi superior às demais, exceto para a relação ALT/DC que foi maior na Cereja Pendente Yubi (Tabela 1). Essa relação variou de 3,84 a 4,87, superior ao encontrado na literatura para cultivares de tomateiro Pêra Amarela, Pêra, Vermelha Carolina e Santa Clara 5800 (RODRIGUES *et al.*, 2010; COSTA *et al.*, 2015).

O aumento da concentração de nutrientes na solução nutritiva afetou o DC das cultivares estudadas. Para a Cereja Pendente Yubi, houve resposta linear e positiva, com incrementos médios de 0,008 mm para cada unidade de concentração da solução nutritiva, obtendo-se, assim, na concentração máxima, aumento de 49% em relação à concentração de 25%. Para Santa Amélia e Santa Adélia, ocorreu resposta quadrática, sendo os maiores valores de

DC obtidos nas concentrações de 86 e 88%, com 2,37 e 3,49 mm, respectivamente. Comparando-se esses valores com os obtidos na menor concentração de nutrientes (Santa Amélia = 1,59 e Santa Adélia = 2,45 mm), verificam-se aumentos de aproximadamente 49 e 43%, respectivamente (Figura 1A).

Outros autores também observaram resposta positiva do aumento na disponibilidade de nutrientes sobre o DC. Oliveira *et al.* (2014), trabalhando com cultivares de pimentas, verificaram que mudas de pimentas apresentaram valores máximos de DC para concentrações, variando de 54 a 85%.

A redução do diâmetro do colo, nas plantas submetidas às maiores concentrações de solução nutritiva, pode estar relacionada à alta condutividade elétrica. De acordo com Oliveira *et al.* (2015), tal efeito ocorreu devido, possivelmente, ao desbalanço hormonal ocasionado pelo

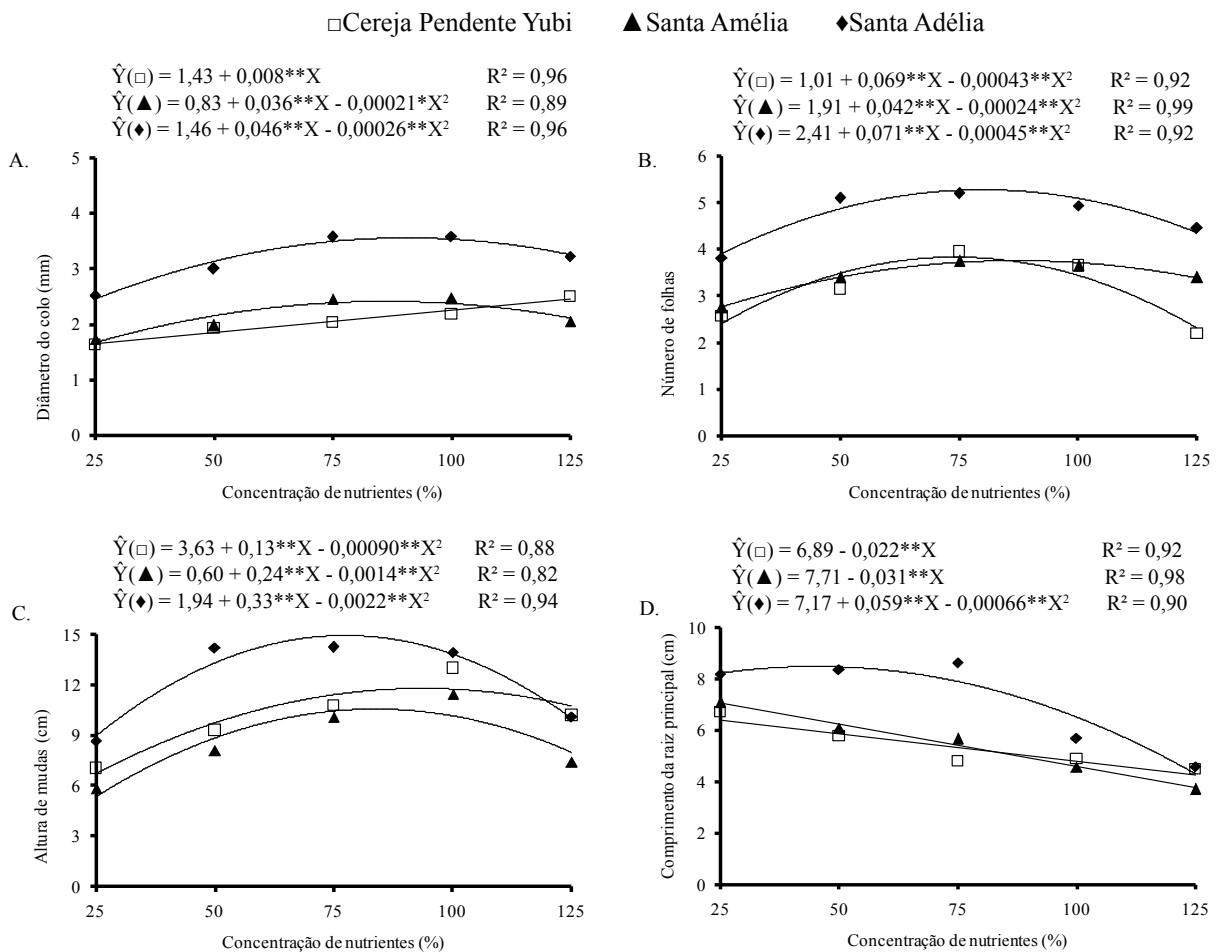


Figura 1 – Diâmetro do colo (A), número de folhas (B), altura (C) e comprimento da raiz principal (D) em mudas de cultivares de tomateiro fertirrigadas por subirrigação em função da concentração de nutrientes na solução nutritiva.

Figure 1 – Stem diameter (A), number of leaves (B), height (C) and main root length (D) in seedlings of tomato cultivars fertigated by subirrigation for nutrient solutions of increasing concentration.

estresse salino, que exerceu efeito sobre a síntese de citocininas nas plantas, tendo em vista que esse hormônio atua no desenvolvimento caulinar (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O diâmetro do colo é uma importante variável para avaliação de mudas, pois o maior DC está associado a um desenvolvimento mais acentuado da parte aérea e, em especial, do sistema radical, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento da muda após o plantio. Nesse contexto, Souza *et al.* (2013) destacam que o equilíbrio entre diâmetro do colo e altura das mudas são importantes caracteres morfológicos para se estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo.

Para o NF, verificou-se resposta quadrática ao aumento da concentração de nutrientes em todas as cultivares. Os maiores valores ocorreram nas concentrações de 80, 87 e 79%, nas quais as mudas apresentaram 3,77; 3,75 e 5,21 folhas, para as cultivares Cereja Pendente Yubi, Santa Amélia e Santa Adélia, respectivamente. Comparando-se esses valores com os obtidos nas menores concentrações (Cereja Pendente Yubi = 2,46; Santa Amélia = 2,81 e Santa Adélia = 3,9), verifica-se que a cultivar Cereja Pendente Yubi (53%) foi superior, enquanto as outras cultivares apresentaram aumento médio de 33% (Figura 1B).

Em mudas de pimentas foram observados resultados semelhantes, em que o número de folhas das mudas apresentou resposta quadrática conforme o aumento na concentração de nutrientes na solução nutritiva (PAGLIARINI *et al.*, 2012); OLIVEIRA *et al.*, 2014). De acordo com Marengo e Lopes (2005), o maior desenvolvimento foliar em mudas é desejável, pois as folhas são os órgãos da planta responsáveis pelos processos de conversão de energia luminosa em energia química (fotossíntese).

Por outro lado, sob elevadas concentrações e, conseqüentemente, elevadas condutividades elétricas, ocorreu redução no número de folhas, como resposta ao estresse salino. De acordo com Silva *et al.* (2008), a redução do número de folhas em condições de estresse salino é uma das alternativas das plantas para manter a absorção de água, refletindo-se na perda de transpiração como alternativa para manter a absorção de água.

Para a variável ALT, observou-se, para as três cultivares, respostas quadráticas ao aumento da concentração na solução nutritiva. Dentre as cultivares estudadas, verificou-se que a Santa Amélia destacou-se por expressar maior resposta ao aumento da concentração de nutrientes, apresentando aumento de 90% quando se utilizou solução nutritiva na concentração de 86% (10,88 cm) em comparação com o valor obtido para esta cultivar na menor concentração de 25% (5,72 cm) (Figura 1C).

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Pagliarini *et al.* (2012), trabalhando com mudas de pimenta malagueta, que verificaram respostas quadráticas ao incremento de nutrientes na solução de fertirrigação.

Oliveira *et al.* (2014) também observaram resposta quadrática ao aumento das concentrações de fertilizantes em solução nutritiva, em relação a altura das mudas, com maiores valores obtidos para concentrações variando de 60 a 85%, dependendo da cultivar estudada.

A redução no crescimento das mudas em altura nas maiores concentrações se deve, provavelmente, ao efeito osmótico, que reduz a absorção de água e nutrientes pelas plantas e causa desequilíbrio nutricional (MUNNS, 2002).

Em relação à variável CRP, observaram-se respostas diferentes entre as cultivares estudadas. Para Cereja Pendente Yubi e Santa Amélia, a resposta foi linear e negativa, de forma que o aumento da concentração de nutrientes resultou em redução no CRP, com os menores valores ocorrendo na maior concentração (125%), de 4,14 e 3,83 cm, respectivamente. Já para a Santa Adélia, a resposta foi quadrática, com maior valor observado na concentração de 45% (8,23 cm). Verificou-se, ainda, que na maior concentração houve redução no CRP da cultivar Santa Adélia, obtendo-se o valor mínimo de 4,23 cm (Figura 1D).

Esses resultados divergem, em parte, dos obtidos por Pagliarini *et al.* (2012), que não verificaram efeito da fertirrigação sobre o comprimento da raiz principal em mudas de pimenta malagueta. No entanto, vale salientar que os nutrientes foram aplicados via adubação foliar. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2014), trabalhando com a mesma metodologia utilizada no presente trabalho, também verificaram redução nessa variável em mudas de oito cultivares de pimenta, com o aumento da concentração da solução nutritiva.

Um provável motivo para a redução no comprimento da raiz com o aumento da concentração de nutrientes pode ser a elevação da salinidade da solução, conforme resultados de Nascimento *et al.* (2011), que verificaram redução nessa variável em mudas de pimentão em resposta ao estresse salino.

Outro ponto que merece atenção é que as mudas que apresentaram maior comprimento de raiz principal concentravam a maioria das suas raízes em meio à solução nutritiva e fora do recipiente (bandeja), as quais poderiam ser danificadas durante o transplantio.

Com relação ao efeito da concentração da solução nutritiva sobre o acúmulo de massa seca, verificou-se resposta quadrática para MSPA, MSR e MST, nas três cultivares (Figuras 2A, 2B e 2C). A partir das equações de regressão, os maiores valores de MSPA foram obtidos nas concentrações de 81, 79 e 86%, com acúmulo máximo de 0,70; 0,65 e 0,96 g, para a Cereja Pendente Yubi, Santa Amélia e Santa Adélia, respectivamente (Figura 2A).

Para MSR, os maiores valores ocorreram nas concentrações de 74, 75 e 79%, obtendo-se valores máximos de 0,44; 0,19 e 0,29 g, para as cultivares Cereja Pendente Yubi, Santa Amélia e Santa Adélia, respectivamente (Figura 2B). As mudas com maior MSR não apresentaram, necessariamente, maior CRP. Tal fato ocorreu porque as mudas produzidas nas soluções de

□ Cereja Pendente Yubi ▲ Santa Amélia ◆ Santa Adélia

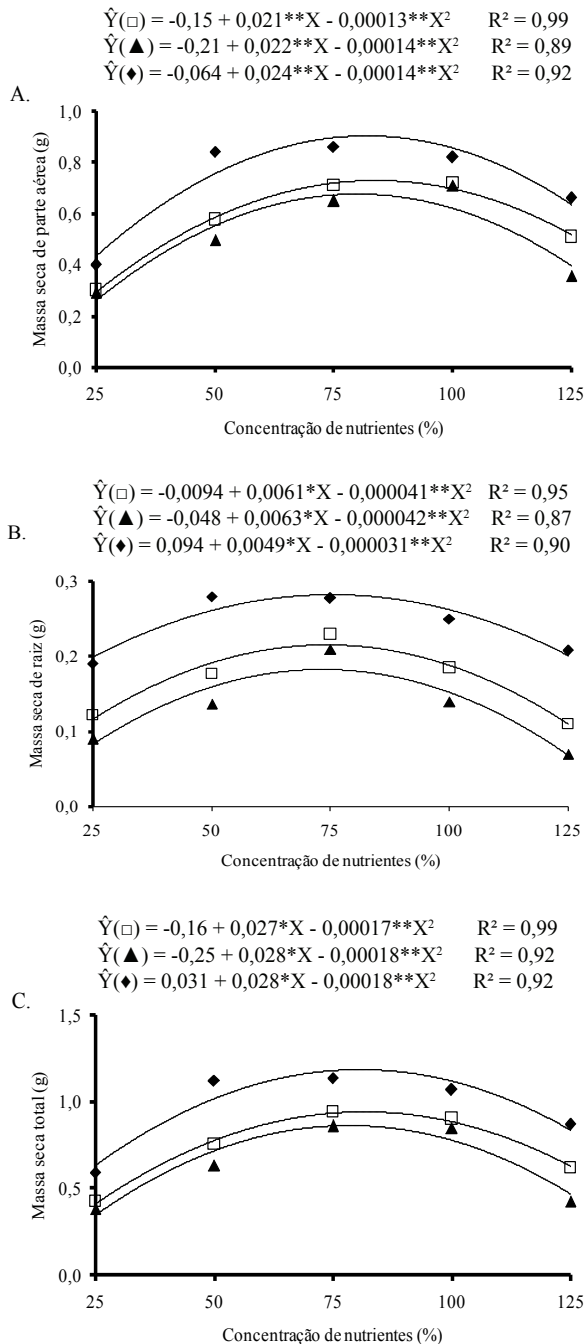


Figura 2 – Massa seca de parte aérea (A), raiz (B) e total (C) em mudas de cultivares de tomateiro fertirrigadas por subirrigação em função da concentração de nutrientes na solução nutritiva.

Figure 2 – Shoot (A), root (B) and total (C) dry weight in seedlings of tomato cultivars fertigated by subirrigation for nutrient solutions of increasing concentration.

menor concentração apresentaram maior CRP (Figura 1D), porém poucas raízes secundárias.

Praticamente não houve diferença entre as cultivares quanto à concentração que proporcionou a máxima MST, em que os valores máximos foram obtidos nas concentrações de 79%, para a cultivar Cereja Pendente Yubi (0,91 g), e 78%, para Santa Amélia e Santa Adélia, com 0,83 e 1,12 g, respectivamente (Figura 2C). Comparando-se esses valores com os observados na concentração de 25% (0,41; 0,34 e 0,62 g, para Cereja Pendente Yubi, Santa Amélia e Santa Adélia, respectivamente), verifica-se que, apesar da cultivar Santa Adélia apresentar maior MST nas duas concentrações, essa apresentou menor ganho percentual (81%), seguida pelas cultivares Santa Amélia (147%) e Cereja Pendente Yubi (122%).

Esses resultados demonstram a importância do suprimento nutricional na produção de hortaliças, utilizando fibra de coco como substrato, o que confirma os estudos desenvolvidos com outras hortaliças, como pimenta (PAGLIARINI *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2014), berinjela (COSTA *et al.*, 2012), melancia (RAMOS *et al.*, 2012). Silveira *et al.* (2002) afirmam que, na formação de mudas de tomateiro, quando a fibra de coco é o único componente do substrato, há boa germinação das sementes, mas baixo desenvolvimento das plântulas, devido, principalmente, ao reduzido teor de nutrientes.

Na Figura 2C, verificou-se que as três cultivares apresentaram redução na massa seca total em solução nutritiva de alta concentração, demonstrando que o aumento da concentração de nutrientes a partir do valor que proporciona o máximo crescimento resultou em perdas de massa seca, com maior redução para a Santa Amélia (40%), enquanto que as demais cultivares apresentaram perdas de, aproximadamente, 22% para a cultivar Cereja Pendente Yubi e 26% para a Santa Adélia. Além disso, verificou-se que a maior perda de massa seca observada foi na cultivar Santa Adélia, podendo ser atribuída, entre outros fatores, à maior sensibilidade dessa cultivar ao estresse salino.

A redução do acúmulo de massa seca observada na mais alta concentração ocorreu, provavelmente, devido à elevada salinidade da solução nutritiva, refletindo o efeito da redução do potencial osmótico da solução do solo, inibindo a absorção de água pela planta e, conseqüentemente, reduzindo seu crescimento (MUNNS, 2002).

A ALT/DC foi afetada pelas concentrações de nutrientes de forma quadrática nas três cultivares estudadas, sendo os maiores valores obtidos nas concentrações 71, 67 e 78%, com valores máximos de 5,56; 4,37 e 4,48, para Cereja Pendente Yubi, Santa Amélia e Santa Adélia, respectivamente. Verificou-se, ainda, que, com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva resultante da elevada concentração de nutrientes, houve redução na ALT/DC, indicando que as mudas de tomateiro apresentaram maior sensibilidade ao estresse salino na ALT do que no DC (Figura 3A).

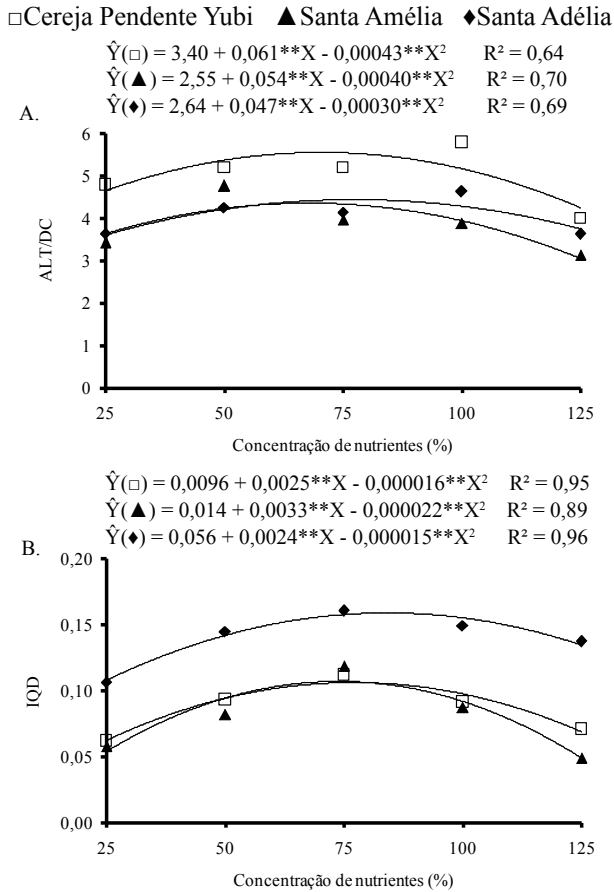


Figura 3 – Relação altura/diâmetro de colo (A) e Índice de Qualidade de Dickson (B) em cultivares de tomateiro fertirrigadas por subirrigação em função da concentração de nutrientes na solução nutritiva.

Figure 3 – Ratio of height to stem diameter (A) and Dickson quality index (B) in seedlings of tomato cultivars fertigated by subirrigation for nutrient solutions of increasing concentration.

Analisando o índice de qualidade de Dickson (IQD), pode-se verificar que, assim como observado para a maioria das variáveis, esse índice foi afetado de forma quadrática nas três cultivares estudadas. Os maiores índices ocorreram nas concentrações 76, 75 e 80%, com valores máximos de 0,11; 0,14 e 0,15, para Cereja Pendente Yubi, Santa Amélia e Santa Adélia, respectivamente (Figura 3B).

Na literatura, são escassos relatos sobre o efeito de soluções nutritivas sobre o IQD em mudas de hortaliças, entretanto, em estudo desenvolvido com mudas de mulungu (*Erythrina vellutina* Willd), Cavalcante *et al.* (2016) também verificaram resposta quadrática para essa variável.

O índice de qualidade de Dickson é um bom indicador da qualidade das mudas, pois apresenta robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade (FONSECA *et al.*, 2002).

Segundo Hunt (1990), para as mudas exibirem padrão aceitável de qualidade devem apresentar IQD superior a 0,20. Entretanto, vale salientar que esse índice foi elaborado para mudas de espécies arbóreas (*Picea glauca*), assim, devido às mudas de hortaliças apresentarem caule mais herbáceo, tendem a possuir menor IQD.

CONCLUSÕES

As mudas de tomateiro de melhor qualidade foram obtidas quando a fertirrigação foi realizada utilizando solução nas concentrações variando de 70 e 90% da solução nutritiva padrão recomendada para o cultivo do tomateiro em sistema hidropônico;

A cultivar Santa Adélia apresentou mudas mais vigorosas para a maioria das variáveis nessa faixa de concentração.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

CASTELLANE, P. D.; ARAUJO, J. C. **Cultivo sem solo:** hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 43p.

CAVALCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA, F. A.; PEREIRA, K. T. O.; DANTAS, R. P.; OLIVEIRA, M. K. T.; CUNHA, R. C.; SOUZA, M. W. L. Desenvolvimento de mudas de mulungu fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Floresta**, v. 46, n. 1, p. 47-55, 2016.

COSTA, E.; PEGORARE, A. B.; LEAL, P. A. M.; ESPÍNDOLA, J. S.; SALAMENE, L. C. P. Formação de mudas e produção de frutos de berinjela. **Científica**, v. 40, n. 1, p. 12-20, 2012.

COSTA, E.; SANTO, T. L. E.; SILVA, A. P.; SILVA, L. E.; OLIVEIRA, L. C.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Ambientes e substratos na formação de mudas e produção de frutos de cultivares de tomate cereja. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 110-118, 2015.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, n. 1, p.10-13, 1960.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

- FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
- FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; MELO, A. V.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 159-166, 2013.
- 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. 126p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil (LSPA). Rio de Janeiro, v. 29 n. 1 p. 1-83, jan. 2015. Acesso em 30 set. 2015. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemtico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201501.pdf
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: UFV, 2005. 451 p.
- MUNNS, R.; HUSAIN, S.; RIVELLI, A. R.; RICHARD, A. J.; CONDON, A. G.; LINDSAY, M. P.; LAGUDAH, E. S.; SCHACHTMAN, D. P.; HARE, R.A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil**, v. 247, n. 1, p. 93-105, 2002.
- NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, P. D.; SILVA, S. A.; VIEIRA, M. S.; OLIVEIRA, A. P. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 258-264, 2011.
- OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F. Absorção de nutrientes em mudas de berinjela cultivadas em substratos alternativos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 583-589, 2008.
- OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Absorção de nutrientes em mudas de berinjela cultivadas em pó de coco verde. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 139-143, 2009.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LINHARES, P. S. F.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Produção de mudas de pimenta fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 458-463, 2014.
- OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SILVA, M. K. N.; ANDRADE, R. A.; MOREIRA, R. C. L.; SOUTO, L. S. Emergência e crescimento inicial de plântulas de repolho cv. Chato de Quintal sob estresse salino. **Agropecuária Técnica**, n. 36, n. 1, p. 273-279, 2015.
- PAGLIARINI, M. K.; BISCARO, G. A.; GORDIM, C. R. B.; SANTOS, A. M.; BRANDÃO NETO, J. F. Níveis de fertirrigação na avaliação das características morfológicas em mudas de pimenta malagueta. **Irriga**, v. 17, n. 1, p. 46-55, 2012.
- RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. C. S.; ARAGÃO, C. A.; MENDES, A. M. S. Mudas de melancia produzidas com substrato à base de pó de coco e soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 339-344, 2012.
- RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; PAULA, T. S.; GOMES, V. A. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 483-488, 2010.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, n. 1-3, p. 147-157, 2008.
- SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.
- SOUZA, E. G. F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; SANTOS, M. G.; SILVA, E. F. Emergência e desenvolvimento de mudas de tomate IPA 6 em substratos, contendo esterco ovino. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 902-907, 2013.
- SOUZA, S. R.; FONTINELE, Y. R.; SALDANHA, C. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; KUSDRA, J. F. Produção de mudas de alface com o uso de substrato preparado com coprólitos de minhoca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 115-121, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.