

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA ABOBRINHA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA

FERNANDO FERRARI PUTTI¹; ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA²; JOSUÉ FERREIRA SILVA JUNIOR³; LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO⁴ E ANTONIO EVALDO KLAR⁵

¹ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP Faculdade de Ciências e Engenharia, Avenida domingos da Costa Lopes, 780, Jardim Itaipu, 17602-496, Tupã-SP, Brazil, fernando.putti@unesp.br

² Universidade Federal do Ceará (UFC), Centro de Ciências Agrárias, Av. Mister Hull, 2977 - Block 847 - Pici, 60356-001, Fortaleza- CE, Brazil alexsandro@ufc.br

³ Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Câmpus Iturama (UFTM), Av. Rio Paranaíba, 1229, Iturama - MG, 38280-000 Iturama-MG, Brazil, josue.junior@uftm.edu.br

⁴ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Ciências e Engenharia, Avenida domingos da Costa Lopes, 780, Jardim Itaipu, 17602-496, Tupã-SP, Brazil, luis.roberto@unesp.br

⁵ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Engenharia Rural, Rua José Barbosa de Barros, Altos Paraíso, 1780, 18610-307, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: klar@fca.unesp.br

1 RESUMO

Diante das novas políticas ambientais e da adaptação da agricultura ao reuso dos recursos naturais, o uso de águas de qualidade inferior é hoje importante alternativa para a irrigação na agricultura. Objetivou-se avaliar o efeito da água salobra na cultura da abóbora de moita. Para avaliar o uso de águas salobras na cultura da abobrinha, um experimento foi desenvolvido no município de Botucatu, São Paulo (22° 51' S e 48° 26' L). O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com 5 níveis de salinidade (CEa: 0; 1,25; 2,5; 3,75; 5 dS m⁻¹) e com 5 repetições. Foram avaliadas as características de crescimento: comprimento do caule, diâmetro do caule, comprimento da raiz, além das variáveis de produção: matéria fresca do caule, parte aérea e raiz. A massa fresca do caule apresentou aumento de 0,48 g planta⁻¹ para cada acréscimo unitário da CEa. Para os parâmetros produtivos da cultura da abobrinha observou-se que o fator salinidade influenciou o peso e o diâmetro dos frutos (p<0,05). Nos diversos parâmetros analisados a cultura da abobrinha mostrou-se tolerante a CEa maiores que 2 dS m⁻¹, sem prejudicar seus rendimentos.

Palavras-chaves: reutilização da água, salinidade, condutividade elétrica.

PUTTI, F. F.; DA SILVA, A. O.; SILVA JUNIOR, J. F.; GABRIEL FILHO·L. R. A. E; KLAR, A. E.

EVALUATION OF GROWTH AND PRODUCTION OF ZUCCHINI UNDER IRRIGATION WITH BRACKISH WATER

2 ABSTRACT

In view of the new environmental policies and the adaptation of agriculture to the reuse of natural resources used, the use of inferior water is now an important alternative source for

irrigation in world agriculture. In order to evaluate the use of brackish water in zucchini culture, an experiment was carried out in São Paulo State, Brazil (22° 51 'S. and 48° 26' W). The experimental design was a completely randomized block with 5 levels of salinity water (ECw: 0; 1.25; 2.5; 3.75; 5 dS m⁻¹) and with 5 replicates. Growth parameters were evaluated: stem length, stem diameter, root length plus and production variables: fresh stem, shoot and root matter. According to the results, the fresh stem mass presented increase of 0.48 g plant⁻¹ for each unit increase of ECw. For the productive parameters of zucchini crop, it was observed that the salinity factor influenced the variable weight and fruit diameter (p <0.05). In the analyzed parameters, zucchini crop was tolerant to ECw greater than 2 dS m⁻¹ without impairing its yields.

Keywords: water reuse, salinity, electrical conductivity.

3 INTRODUÇÃO

Diante das novas políticas ambientais e da adaptação da agricultura ao reuso dos recursos naturais utilizados, o uso de águas não destinada ao consumo é hoje uma importante fonte alternativa para a irrigação na agricultura mundial (TANAKA et al., 2013), principalmente devido ao elevado consumo de água necessário na agricultura irrigada. Contudo, o manejo da irrigação dessas águas não pode ser negligenciado, já que o uso inadequado pode acarretar em uma série de fatores negativos na relação solo-planta.

A irrigação é um dos principais fatores que causam a degradação do solo, devido à elevação da salinidade destes (DUARTE et al., 2015; VASCONCELOS et al., 2013) acarretando aumento da concentração de sais e sódio trocável além de ocasionar a redução da fertilidade; quanto aos aspectos físicos, águas com elevada concentração de sódio influenciam no processo de desestruturação dos solos, elevando a densidade e reduzindo a infiltração de água no solo (SCHOSSLER et al., 2012). Outro ponto a ser destacado é o pH do solo que pode alcançar elevados valores e assim iniciar um processo de deficiência de nutrientes, que consequentemente causa desbalanço nutricional afetando diversas funções vitais às plantas (DIAS; BLANCO, 2010).

Além do balanço nutricional ser afetado, também ocorre a alteração no balanço hídrico que provoca alteração no metabolismo, no balanço hormonal, nas trocas gasosas e no aumento da produção de ERO's (espécies reativas de oxigênio) tais como o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e os radicais livres superóxido (O₂⁻) e hidroxil, assim provocando oxidação lipídica de membranas, desnaturando as proteínas e reagindo com o DNA (DIAS; BLANCO, 2010).

A qualidade das águas de irrigação pode promover redução da capacidade produtiva das culturas devido ao aumento do potencial osmótico, reduzindo assim a capacidade de absorção da solução do solo pelas plantas, fazendo com que estas dispendam mais energia para o consumo hídrico, prejudicando a produção (SILVA, SILVA, KLAR, 2016). Diversos trabalhos na literatura demonstram o efeito da qualidade da água de irrigação nas culturas, principalmente aquelas de maior aceitação no mercado como alface (SOARES et al., 2015), tomate (SANTOS et al., 2016), e feijão (NEVES et al., 2015) dentre outras. Contudo, culturas de importância regional como o maxixe (OLIVEIRA et al., 2014) e a abobrinha ainda são pouco estudadas, principalmente com relação ao seu desenvolvimento quando submetidas ao estresse salino, faltando assim informações

importantes para o reuso de águas de qualidade inferior para o produtor.

A abobrinha (*Curcubita pepo* L.) é uma das culturas de maior consumo nas regiões Sul e Sudeste do país (COUTO et al., 2009) tendo bom desenvolvimento entre as temperaturas de 18 e 35°C (FILGUEIRA, 2012), além de estar entre as dez hortaliças mais consumidas no Brasil com produção de 627 mil toneladas (AGRIANUAL, 2013). Com relação ao estresse salino, Amorim (2015) em estudos sobre a produção de mudas de abobrinha híbrida em estresse salino com NaCl, observou que os níveis de salinidade de até 4,0 dS m⁻¹ na água de irrigação não interferiram no crescimento de plântulas. Strassburger et al. (2011) em estudos sobre o crescimento e a produtividade da abobrinha, observaram que soluções nutritivas com condutividade elétrica próximas a 3 dSm⁻¹ maximizam a produção de matéria seca desta cultura.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento e o rendimento da cultura da abobrinha submetida a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação no cultivo em ambiente protegido.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Engenharia Rural da UNESP, Faculdade Ciências Agrônomicas, Fazenda Experimental Lageado, localizada no município de Botucatu, São Paulo nas coordenadas geográficas 22° 51' Latitude Sul e 48° 26' de Longitude oeste, com altitude média de 786 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa – clima temperado

quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22° C. A precipitação pluviométrica anual média é de 945,15 mm. (CUNHA; MARTINS, 2009).

O ambiente protegido corresponde ao tipo túnel, com dimensões de 27m de comprimento; 7m de largura, 1,7 de altura nas laterais de e no centro de 3m, sendo a cobertura feita com filme de polietileno aditivado transparente, com 150 µm de espessura. As laterais são de tela “sombrite” com 30% de sombreamento. A estufa foi posicionada, em seu comprimento, no sentido Norte/Sul.

A preparação das mudas de abobrinha (*Curcubita pepo* L.) foi realizada em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células preenchidas com substrato comercial BIOPLANT®. Foi semeada uma semente por célula no dia 14 de dezembro de 2012 e seu transplantio ocorreu no dia 27 de dezembro de 2012.

O solo caracterizado como Latossolo vermelho-amarelo (EMBRAPA, 2013) foi retirado de uma camada entre 0 e 30 cm, e foi colocado em uma lona durante um mês para secagem e depois peneirado em peneira de 4 mm. Anteriormente ao experimento foram realizadas análises químicas desse solo, apresentando os seguintes valores: pH (CaCl₂)= 5,1; M.O.= 11 g dm⁻³; P (resina)= 6 mg dm⁻³; K= 0,60 mmol_c dm⁻³; Ca= 22 mmol_c dm⁻³; Mg= 7 mmol_c dm⁻³; H+Al= 26 mmol_c dm⁻³; SB= 29 mmol_c dm⁻³; B=0,22 mmol_c dm⁻³; Cu= 6 mmol_c dm⁻³; Fe = 20 mmol_c dm⁻³; Mn = 10,10 mmol_c dm⁻³; Zn = 0,80 mmol_c dm⁻³; CTC= 55 mmol_c dm⁻³; V= 53%. As características físicas do solo são apresentadas na Tabela 1. Realizou-se a adubação de base e a cobertura de acordo com Raij et al. (1997).

Tabela 1. Atributos físicos do Latossolo Vermelho-amarelo no início do experimento.

Granulometria			Atributos físico-hídricos				
Areia (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	dg (g cm ⁻³)	ds (g cm ⁻³)	P (%)	U _{cc} (g g ⁻¹)	U _{PMP} (g g ⁻¹)
39,55	13,81	46,64	2,77	1,28	53,9	0,28	0,14

U_{cc} - umidade na capacidade de campo, U_{PMP} - ponto de murcha permanente, ds - densidade do solo, dg - densidade global, P - porosidade total do solo.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com 5 níveis de salinidade (0; 1,25; 2,5; 3,75; 5 dS m⁻¹) e com 5 repetições, sendo que cada parcela foi constituída por um vaso, com capacidade de 12 L, e uma planta. Estes níveis foram adotados, com

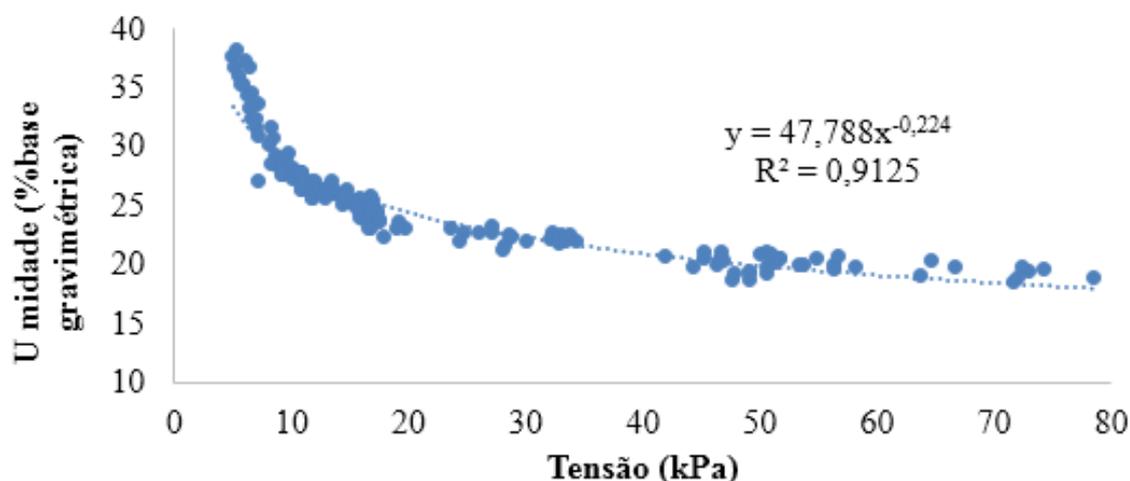
base na literatura (AYERS; WESTCOT, 1991) e com uso de cloreto de sódio (NaCl), onde as quantidades de sais adicionadas à água foram determinadas através do nível de condutividade elétrica da água (CEa) desejada, conforme equação (1):

$$Q_s = CEa \times 640 \quad (1)$$

Q_s – Quantidade de sais adicionadas à água, mg L⁻¹;
CEa – Condutividade elétrica da água, dS m⁻¹.

A irrigação foi realizada diariamente através de tensiômetros de punção, colocados em cada vaso e de um tensiômetro

portátil, medindo-se assim a umidade de maneira indireta através da curva de retenção de água no solo (Figura 1).

Figura 1. Curva de retenção de água no solo

A irrigação foi realizada quando a tensão de água no solo atingia valores entre -10 kPa e -30 kPa, sendo a quantidade de água aplicada em cada vaso suficiente para

eleva a umidade na capacidade de campo (U_{cc}). A lâmina de irrigação foi calculada pela seguinte equação 2:

$$LLI = \frac{(U_{cc} - U_{atual})}{10} \times d_s \times Z \times PAM \quad (2)$$

LLI – Lâmina de irrigação (Litros);
Ucc – Umidade na capacidade de campo (g g^{-1});
Ds – Densidade do solo (g cm^{-3});
Z – Profundidade do vaso (cm);
PAM – área do vaso (cm^2).

As avaliações foram realizadas aos 15, 30 e 45 dias após o transplântio (DAT), quando foram obtidas as variáveis de crescimento: comprimento do caule, diâmetro do caule e comprimento da raiz, medidas com o auxílio de um paquímetro digital e fita métrica. Ao longo do ciclo também foram medidas as variáveis de produção: matéria fresca do caule, parte aérea e raiz, mensuradas em uma balança de precisão de 0,0001g bem, como matéria seca do caule, parte aérea e raiz mensuradas após secagem em estufa de ventilação forçada com temperatura de 65 °C até as amostras atingirem peso constante. Após secagem as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0,0001 g. Também foi contado o número de flores por planta.

Ao final do ciclo (45 DAT), os frutos de abobrinha foram colhidos e pesados em balança de precisão. Logo em seguida, o comprimento e o diâmetro dos frutos foram medidos com auxílio de paquímetro e fita métrica.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e posteriormente a

análise de variância (ANOVA). Os dados significativos na probabilidade de 5% ($p < 0,05$) foram submetidos a análise de regressão, onde foram testados os modelos linear e polinomial na probabilidade de 5% ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis de crescimento da planta

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), não houve efeito do fator salinidade da água de irrigação sobre as variáveis de crescimento estudadas durante as três avaliações realizadas no ciclo da cultura, excetuando-se apenas a variável comprimento de raiz aos 45 DAT ($p < 0,05$). Tais resultados estão de acordo com os de Amorim (2015), em que a cultura da abobrinha não foi influenciada pela condutividade elétrica da água (CEa), o que demonstra a moderada tolerância dessa cultura à salinidade em relação aos parâmetros avaliados.

Tabela 2. Valores do teste F e coeficiente de variação para as variáveis comprimento do caule, diâmetro do caule, comprimento de raiz, número de flores e número de folhas da cultura da abobrinha (*Curcubita pepo* L.) em função da salinidade da água de irrigação.

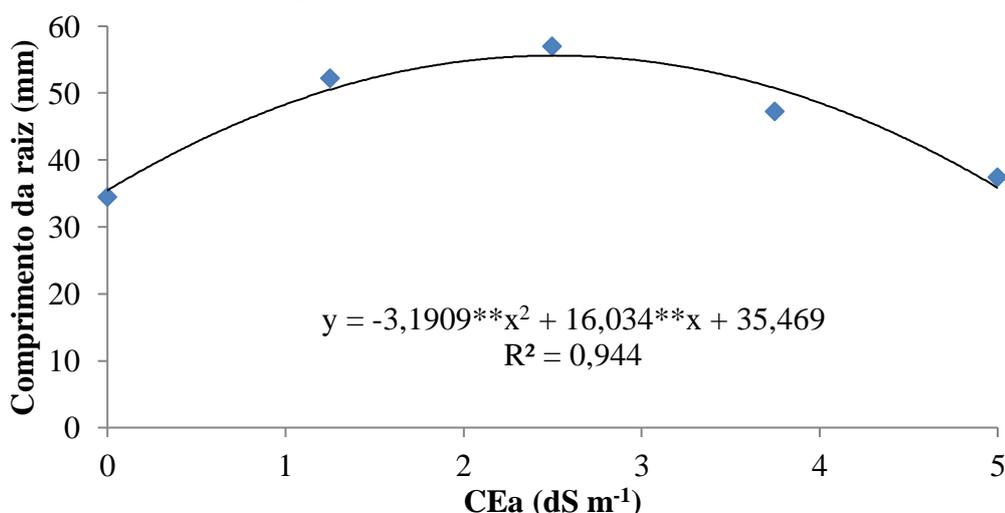
Variáveis	15	30	45
	DAT		
Comprimento do caule	0,26 ^{ns}	0,26 ^{ns}	8,94 ^{ns}
CV (%)	11,21	10,45	11,60
Diâmetro do caule	7,70 ^{ns}	4,44 ^{ns}	0,96 ^{ns}
CV (%)	17,99	19,48	10,34
Comprimento raiz	39,76 ^{ns}	533,7 ^{ns}	460,9*
CV (%)	21,49	56,63	26,9
Número de flores	4,66 ^{ns}	24,94 ^{ns}	6,10 ^{ns}
CV (%)	20,97	32,84	31,04
Número de folhas	0,16 ^{ns}	5,74 ^{ns}	48,0 ^{ns}
CV (%)	10,25	16,74	24,78

* Significativo a 0,05 de probabilidade, ns – não significativo, CV – coeficiente de variação.

A análise de regressão da variável comprimento da raiz (Figura 2) apresentou ajuste quadrático com maior valor (56,13 cm) para a CEa de 2,5 dS m⁻¹. Possivelmente o acúmulo de NaCl de maneira excessiva proporcionou tal redução nos tratamentos com CEa de 3,75 e 5 dS m⁻¹. A salinidade no solo quando aumentada em níveis crescentes podem acarretar tais

problemas, principalmente em culturas tuberosas como a beterraba (*Beta Vulgaris* L), conforme trabalhos realizados por Silva, Silva e Klar (2015) que demonstraram que o efeito do excesso de íons no solo proporcionou reduções em diversas variáveis de crescimento avaliadas por esses autores.

Figura 2. Análise de regressão para a variável comprimento da raiz aos 45 DAT



** e * significativo ao nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade pelo teste T.

5.2 Variáveis de rendimento da planta

A análise de variância (Teste F) das variáveis de rendimento estudadas (Tabela 3), demonstra que para a massa fresca do caule houve influência da CEa aos 15 DAT ($p < 0,01$) e 45 DAT ($p < 0,05$), assim como para a variável massa seca do caule (MSC). Na variável massa fresca da parte aérea (MFPA) houve efeito da CEa em todas as

épocas de avaliação, diferentemente da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) em que a CEa apresentou influência apenas aos 45 DAT ($p < 0,05$). Na variável massa fresca da raiz (MFR) a CEa apresentou efeito aos 30 DAT ($p < 0,01$) e 45 DAT ($p < 0,05$), enquanto na massa seca da raiz (MSR) a CEa influenciou apenas as avaliações realizadas aos 30 DAT ($p < 0,01$).

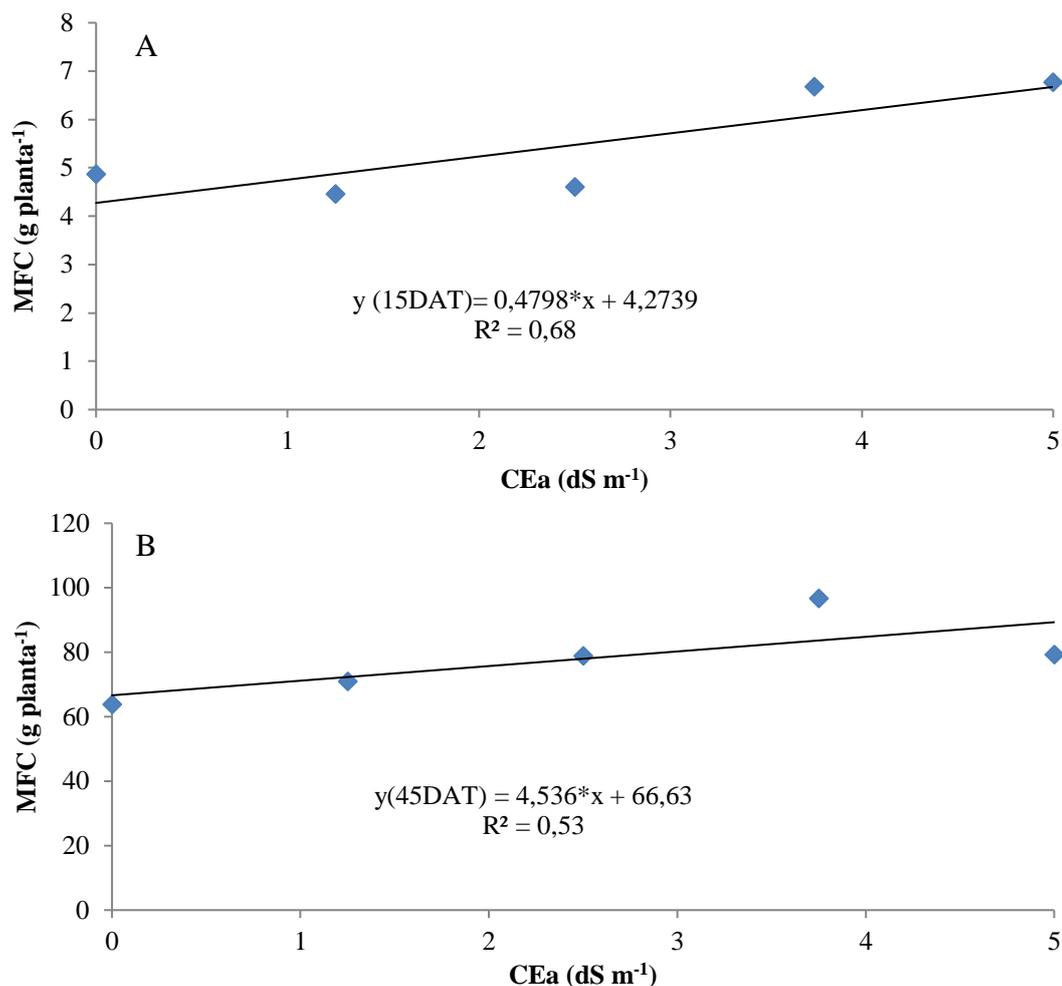
Tabela 3. Valores do teste F e coeficiente de variação para as variáveis matéria fresca do caule (MFC), matéria seca do caule (MSC), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria fresca da raiz (MFR) e matéria seca da raiz (MSR) da cultura da abobrinha em função da salinidade da água de irrigação.

Variáveis	15	30	45
	DAT		
MFC	8,44**	46,66 ^{ns}	756,46*
CV (%)	19,46	12,66	17,57
MSC	0,024*	0,26 ^{ns}	10,36*
CV (%)	21,6	13,64	20,07
MFPA	434,84**	3188,86*	8015,16**
CV (%)	21,47	14,69	18,98
MSPA	1,86 ^{ns}	39,26 ^{ns}	61,14*
CV (%)	29,06	30,85	22,42
MFR	0,16 ^{ns}	674,9**	827,94*
CV (%)	26,9	27,1	35,93
MSR	0,20 ^{ns}	55,76**	50,76 ^{ns}
CV (%)	33,99	42,23	42,59

* e ** significativo a 0,01 e 0,05 de probabilidade, ns – não significativo, CV – coeficiente de variação.

O modelo de regressão ajustado para a massa fresca do caule (Figura 3) aos 15 e 45 DAT foi o linear com aumento de 0,48 g planta⁻¹ para cada aumento unitário da CEa aos 15 DAT (Figura 3A) enquanto que aos 45 DAT (Figura 3B) houve aumento de 4,53 g planta⁻¹ para cada aumento unitário da CEa. Tais resultados diferem dos apresentados por Liopa-Tsakalidi, Barouchas, Salahas (2015) que ao avaliar parâmetros de rendimento na cultura da abobrinha utilizando água com CEa de 2,2 e 4,4 dS m⁻¹ não observaram influência dessas águas no peso das plantas. Avaliando

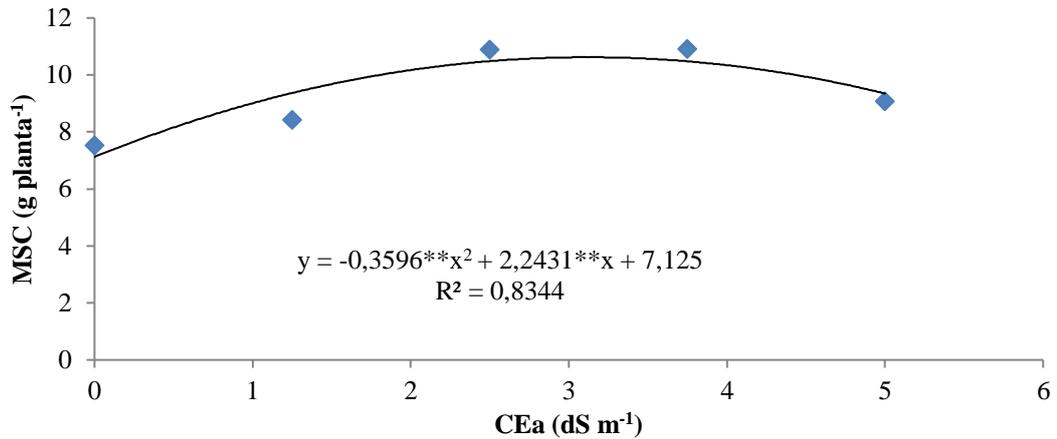
o efeito da salinidade da água nas trocas gasosas e composição mineral da cultura da abobrinha, Roupheal et al. (2017) observaram reduções no peso da parte aérea da cultura da abobrinha de acordo com o aumento da salinidade na água de irrigação. Tal elevação da MFC de acordo com o aumento da salinidade da água de irrigação pode ser explicada pela manutenção do solo na umidade na capacidade de campo, o que possivelmente pode ter favorecido a absorção de íons solúveis no solo e reduzido o potencial osmótico.

Figura 3. Análise de regressão para a variável matéria fresca do caule aos 15 e 45 DAT.

** e * significativo ao nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade pelo teste T.

A variável massa seca do caule (MFC) apresentou ajuste quadrático (Figura 4) com maiores valores para a MFC utilizando-se águas com CEa de 3,11 dS m⁻¹. Segundo Greve et al. (2012) a cultura da abobrinha apresenta moderada tolerância ao uso de águas salinas (CEa 4,9 dS m⁻¹), assim

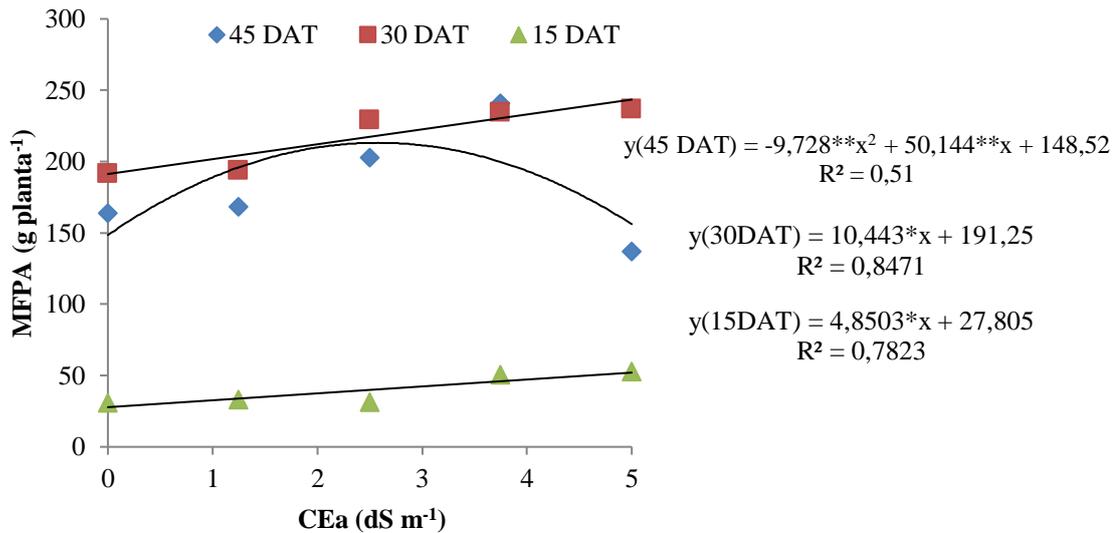
como as culturas do mesmo gênero (*Curcubita*) como a abóbora (CEa 3,1 dS m⁻¹). Portanto, o aumento da MFC a valores superiores a 3,0 dS m⁻¹, indica uma moderada tolerância dessa cultura à salinidade.

Figura 4. Análise de regressão da variável matéria seca do caule aos 45 DAT

** e * significativo ao nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade pelo teste T.

A variável MFPA (Figura 5) apresentou aos 15 DAT para os modelos de regressão estudados, ajuste linear com aumento de 4,85 g planta⁻¹ para cada aumento unitário da CEa. Aos 30 DAT o melhor ajuste foi o linear com aumento de 10,44 g planta⁻¹ para cada aumento unitário da CEa. Aos 45 DAT o ajuste adotado foi o quadrático com maiores valores (213,13 g planta⁻¹) de MFPA para CEa de 2,57 dS m⁻¹. Savvas et al. (2009) em estudos sobre o uso de silício e salinidade na cultura da abobrinha, não

observaram diferenças entre os tratamentos salinos (2,2 e 6,2 dS m⁻¹) utilizados com relação ao peso fresco das plantas. No presente estudo, o acúmulo de NaCl em níveis elevados ao longo do ciclo pode ter prejudicado o desenvolvimento das culturas após os 30 DAT, já que a aplicação corrente de águas salobras pode aumentar a concentração de sais na solução do solo conforme demonstrado por Silva, Klar e Silva (2013).

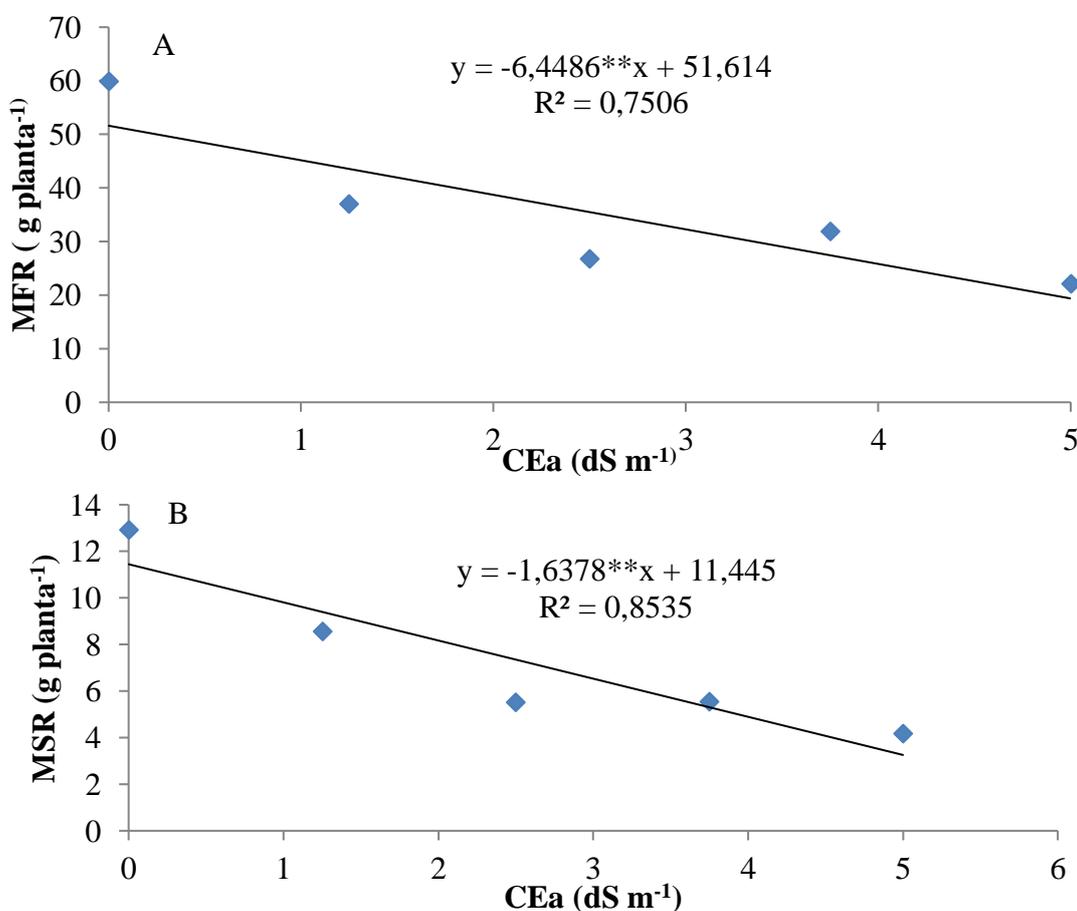
Figura 5. Análise de regressão da variável matéria fresca da parte aérea da raiz aos 15 e 45DAT.

** e * significativo ao nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade pelo teste T.

Para a MFR (Figura 6A) e MSR (Figura 6B) aos 30 DAT o modelo de regressão ajustado foi o linear com decréscimo de $6,45 \text{ g planta}^{-1}$ para MFR e $1,64 \text{ g planta}^{-1}$ para MSR a cada aumento unitário da CEa. Como se pode observar no presente estudo, o efeito da salinidade foi mais acentuado nas raízes das plantas do que nas demais variáveis. Possivelmente o aumento da concentração de sais na solução

do solo além de dificultar a absorção de água pelas raízes, pode ter influenciado no seu desenvolvimento. Trabalhos como os de Zee, Shah e Vervoot (2014) demonstram como as características físicas do solo, a exemplo da condutividade hidráulica, são alteradas pelo efeito da salinidade e como isso afetam o sistema radicular das plantas devido a deterioração do solo.

Figura 6. Análise de regressão para a variável matéria fresca e seca da raiz aos 30 DAT.



** e * significativo ao nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade pelo teste T.

5.3 Produtividade da cultura

Na análise de variância dos parâmetros produtivos da cultura da abobrinha (Tabela 4), observou-se que o fator salinidade influenciou a variável peso e diâmetro dos frutos ($p < 0,05$) enquanto a variável comprimento dos frutos não foi

influenciada por esse fator. Possivelmente a baixa absorção de água pelas plantas, devida ao elevado potencial osmótico, pode ser responsável pela diferenciação e peso e do diâmetro dos frutos no presente experimento. Liopa-Tsakalidi, Barouchas, Salahas (2015) observaram reduções no peso dos frutos de abobrinha com o

aumento da CEa para 4,4 dS m⁻¹, o que corrobora os dados do presente experimento, pois níveis de CEa elevados promoveram reduções de diversos parâmetros avaliados. Apesar da influência

do fator CEa na variável peso dos frutos, não houve ajuste adequado dos modelos de regressão estudados, sendo que os maiores valores (44,90 g) foram observados para CEa de 5 dS m⁻¹.

Tabela 4. Valores do teste F e coeficiente de variação das variáveis peso, diâmetro e comprimento dos frutos da cultura da abobrinha (*Curcubita pepo* L.) em função da salinidade da água de irrigação

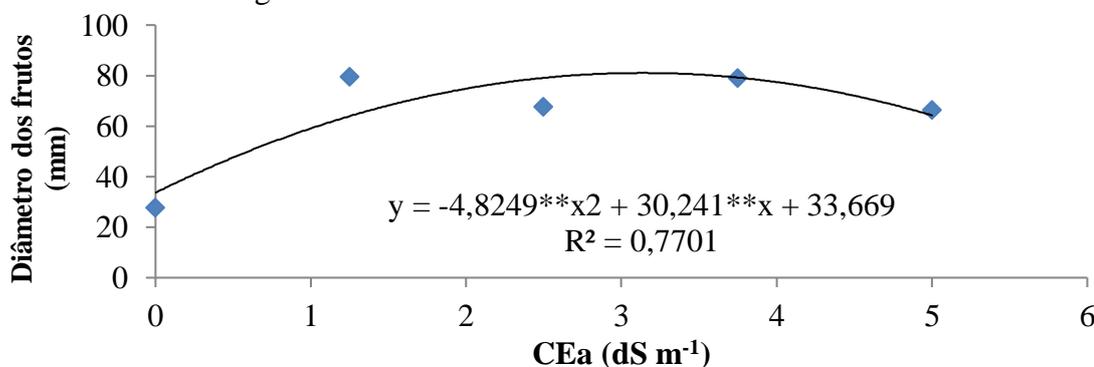
Variáveis	Peso	Diâmetro	Comprimento
	Quadrado médio		
CEa	382,70**	2245,74**	6,76 ^{ns}
CV (%)	34,41	14,35	15,48

* e ** significativo a 0,01 e 0,05 de probabilidade, ns – não significativo, CV – coeficiente de variação.

Para a variável diâmetro dos frutos o melhor ajuste observado foi o quadrático, onde de acordo com a equação de regressão obtida, os maiores valores para o diâmetro do fruto (81 mm) foram observados para CEa de 3,13 dS m⁻¹. Trabalhos como os de Liopa-Tsakalidi, Barouchas, Salahas (2015) e de Roupheal et al. (2017) demonstram que

elevadas concentrações de sais na água de irrigação são responsáveis pela redução dos parâmetros produtivos da cultura da abobrinha, tal fato também é abordado por Grieve, Grattan, Maas et al. (2012) em estudos sobre tolerância de hortaliças à salinidade.

Figura 7. Análise de regressão da variável Diâmetro de Fruto.



** e * significativo ao nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade pelo teste T.

6 CONCLUSÕES

Nos diversos parâmetros analisados, a cultura da abobrinha mostrou-se tolerante a CEa maiores que 2 dS m⁻¹.

As variáveis referentes às raízes das plantas foram as que mais sofreram reduções conforme o aumento da salinidade da água de irrigação no presente estudo.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Agronomia – Irrigação e Drenagem, e CNPq e CAPES pela concessão de bolsas de mestrado e doutorado, assim como a estrutura disponibilizada pelo Departamento de Engenharia rural. E ao CNPQ pela concessão da Bolsa de Produtividade ao primeiro autor (303923/2018-0).

8 REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL 2013. Levantamento sistemático da agricultura brasileira. **FNP – Consultoria & Agroinformativo**, São Paulo, p.459, 2013.
- AMORIM, Y. F. Produção de mudas de abobrinha híbrida em diferentes substratos e níveis de estresse salino. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 27-32, 2015.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- COUTO, M. R. M.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J.; CARPES, R. H. Transformações de dados em experimentos com abobrinha italiana em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1701-1707, 2009.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. v. 1, p. 129-141.
- DUARTE, S. N.; SILVA, Ê. F. F.; MIRANDA, J. H.; MEDEIROS, J. F.; COSTA, R. N. T.; GHEYI, H. R. **Fundamentos de drenagem agrícola**. Fortaleza: INCTsal, 2015. 356 p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliça**. Viçosa: UFV, 2012. 421 p.
- GRIEVE, C. M.; GRATTAN, S. R.; MAAS, E. V. Plant salt tolerance. In: WALLENDER, W. W.; TANJI, K. K. (Ed.). **ASCE Manual and Reports on Engineering Practice: Agricultural Salinity Assessment and Management**. 2nd ed. New York: American Society of Civil Engineers, 2012. Chap. 13, p. 405-459.
- LIOPA-TSAKALIDI, A.; BAROUCHAS P.; SALAHAS G. Response of zucchini to the electrical conductivity of the nutrient solution in hydroponic cultivation. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, Amsterdã, v. 4, p. 459-462, 2015.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; SILVA, F. L. B.; GHEYI, H. R.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L. Growth and yield of Cowpea/sunflower crop rotation under different irrigation management strategies with saline water. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 814-820, 2015.
- OLIVEIRA, F. A.; PINTO, K. S. O.; BEZERRA, F. M. S.; LIMA, L. A.; CAVANCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Tolerância do maxixeiro, cultivado em vaso, à salinidade da água de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 147-154, 2014.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim técnico 100).

ROUPHAEL, Y.; MICCO, V.; ARENA, C.; RAIMONDI, G.; COLLA, G.; PASCALE, S. D. Effect of *Ecklonia maxima* seaweed extract on yield, Mineral composition, gas exchange, and leaf anatomy of zucchini squash grown under saline conditions. **Journal Applied Phycology**, Cham, v. 29, p. 459-470, 2017.

SANTOS, A. N.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; BARNABÉ, J. M. C.; ROLIM, M. M.; DANTAS, D. C. Yield of cherry tomatoes as a function of water salinity and irrigation frequency. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 2, p. 107-112, 2016.

SAVVAS, D.; GIOTIS, D.; CHATZIEUSTRATIOU, E.; BAKEA, M.; PATAKIOUTAS, G. Silicon supply in soilless cultivations of zucchini alleviates stress induced by salinity and powdery mildew infections. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 65, p. 11-17, 2009.

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; DE ANDRADE, F. R.; PIAULINO, A. C.; PIAUÍ, B. J. B. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, p. 1563-1578, 2012.

SILVA, A. O. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. **Nativa**, Sinop, v. 2, n. 3, p. 180-186, 2014.

SILVA, A. O.; KLAR, A. E.; SILVA, Ê. F. F. Produção da cultura da beterraba irrigada com água salina. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 271-279, 2013.

SILVA, A. O.; SILVA, Ê. F. F.; KLAR, A. E. Manejo da fertirrigação e salinidade do solo no crescimento da cultura da beterraba. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 230-241, 2015.

SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; KLAR, A. E. Yield of beet cultivars under fertigation management and salinity control in a protected environment. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 76, n. 4, p. 463-470, 2016.

SOARES, H. R.; SILVA, Ê. F. F.; SILVA, G. F.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SANTOS, A. N. Lettuce growth and water consumption in NFT hydroponic system using brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 7, p. 636-642, 2015.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; FONSECA, L. A.; AUMONDE, T. Z. Crescimento e produtividade da abobrinha italiana: efeito da concentração iônica da solução nutritiva. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 553-564, 2011.

TANAKA, T.; SATO, T.; WATANABE, K.; WANG, Y.; YANG, D.; INOUE, H.; LI, K.; INAMURA, K. irrigation system and land use effect on surface water quality in river, at lake

Dianchi, Yunnan, China. **Journal Environmental Sciences**, Amsterdã, v. 25, n. 6, p. 1107-1116, 2013.

VASCONCELOS, R. A.; BARROS, M. F. C.; SILVA, E. F. F.; GRACIANO, E. S. A.; FONTENELE, A. J. P. B.; SILVA, N. M. L. Características físicas de solos salino-sódicos do semiárido pernambucano em função de diferentes níveis de gesso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1318-1325, 2013.

ZEE, S. E. A. T. M.; SHAH, S. H. H.; VERVOOT, R. W. Root zone salinity and sodicity under seasonal rainfall due to feedback of decreasing hydraulic conductivity. **Water Resources Research**, Washington D.C., v. 50, p. 9432-9446, 2014.