

## QUALIDADE DE TOMATE EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E RELAÇÕES K/Ca VIA FERTIRRIGAÇÃO

FRANCISCO ITALO GOMES PAIVA<sup>1</sup>; FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA<sup>2</sup>;  
JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS<sup>2</sup>; ANA JACQUELINE DE OLIVEIRA  
TARGINO<sup>1</sup>; SANDY THOMAZ DOS SANTOS<sup>2</sup> E RICARDO CARLOS PEREIRA DA  
SILVA<sup>3</sup>

*Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN. italo-gp@hotmail.com; ana\_jacqueline2@hotmail.com*

*Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, Universidade Federal rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN. thikaoamigao@hotmail.com; jfmedeir@ufersa.edu.br; sandy\_thomaz@hotmail.com*

*Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. ricarlos\_agro@hotmail.com*

### 1 RESUMO

A qualidade do tomate está diretamente relacionada com a qualidade da água utilizada na irrigação e com o suprimento adequado de nutrientes, principalmente o potássio e o cálcio. Este trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido na UFERSA, em Mossoró, RN, com o objetivo avaliar a qualidade do tomate em função de diferentes relações iônicas de potássio e cálcio ( $K^+/Ca^{2+}$ ), sendo: F1=1,5:1; F2=1,25:1; F3=1:1; F4=1:1,25 e F5=1:1,5 e quatro níveis de salinidade da água de irrigação (S1-0,5; S2-2,0; S3-3,5 e S4-5,0 dS m<sup>-1</sup>). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, totalizando 20 tratamentos, com quatro repetições. A relação  $K^+/Ca^{2+}=1:1$  correspondente a concentração desses nutrientes recomendada para a cultura em cultivo de tomateiro hidropônico. Foram avaliadas as variáveis relacionadas a qualidade de frutos (sólidos solúveis, vitamina C, acidez titulável, pH e relação AT/SS). O uso de água com salinidade entre 2,0 e 3,5 dS m<sup>-1</sup> aumenta a qualidade do tomate pelo aumento da razão SS/AT. As fertirrigações com maiores concentrações de K favorecem a qualidade dos frutos para salinidades até 3,5 dS m<sup>-1</sup>, mas não afetam a qualidade de tomate na salinidade 5,0 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** solanáceas, uso de águas salinas, potássio, cálcio

PAIVA, F. I. G.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; TARGINO, A. J. O.; SANTOS,  
S. T.; SILVA, R. C. P

QUALITY OF TOMATO AS FUNCTION OF IRRIGATION WATER SALINITY  
AND K/CA RATIO IN FERTIGATION

### 2 ABSTRACT

The quality of tomato is directly related to the quality of the water used in irrigation and to the adequate supply of nutrients, mainly potassium and calcium. The objective of this work was to evaluate the quality of tomatoes as a function of the different ionic ratios of potassium and calcium ( $K^+/Ca^{2+}$ ), with: F1 = 1.5:1; F2 = 1.25:1; F3 = 1:1; F4 = 1:1.25 and F5 = 1:1.5 and four irrigation water salinity levels (S1-0.5, S2-2.0, S3-3.5 and S4-5.0 dS m<sup>-1</sup>). The

experimental design was a randomized complete block design in a 5 x 4 factorial scheme, totaling 20 treatments, with four replications. The K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> ratio = 1:1 corresponds to the concentration of these nutrients recommended for cultivation in a hydroponic tomato crop. The variables related to fruit quality (soluble solids, Vitamin C, titratable acidity, pH and AT / SS ratio) were evaluated. The use of water with salinity between 2.0 and 3.5 dS m<sup>-1</sup> increases tomato quality by increasing the SS/AT ratio. Fertigation with higher concentrations of K favor fruit quality at salinity up to 3.5 dS m<sup>-1</sup>, but do not affect tomato quality at 5.0 dS m<sup>-1</sup> salinity.

**Keywords:** solanaceae, use of salt water, potassium, calcium

### 3 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destaca-se entre as hortaliças mais produzidas e consumidas no mundo, sendo o Brasil um dos principais países produtores, dividindo sua produção em tomate para mesa e para processamento, com predominância para a produção de frutos destinados ao consumo *in natura* (MATTEDI et al., 2007).

O cultivo protegido vem ganhando espaço entre os produtores de hortaliças no Brasil por proporcionar maior controle ambiental e facilidade de agregar valor ao produto final. Dentre as principais hortaliças produzidas neste sistema de cultivo, destaca-se a cultura do tomateiro, principalmente na região Sudeste do Brasil (CARVALHO; TESSARIOLI NETO, 2005).

Em conjunto com o manejo da fertirrigação, o cultivo em ambiente protegido tem sido alternativa para os horticultores, haja vista que minimiza os efeitos da variabilidade ambiental, melhorando o desenvolvimento dos cultivos, permitindo a produção durante todo o ano e alcançando, assim, maiores preços no mercado (SILVA et al., 2000); além de proteger a cultura dos efeitos negativos do vento, chuva e granizo. Possibilitando aumentos consideráveis na produtividade, precocidade, melhor qualidade do fruto e economia de insumos (GOMES et al., 1999).

A qualidade do tomate depende de suas características físicas, químicas e físico-químicas que influenciam na sua atratividade ao consumidor. Estas características também são indicativos de sua qualidade organoléptica e nutricional das quais, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, e teor de vitamina C são importantes indicadores (CARVALHO; TESSARIOLI NETO, 2005).

A porcentagem de sólidos solúveis é representada pelo °Brix inclui os açúcares e os ácidos e tem influência sobre o rendimento industrial, enquanto que a acidez total titulável, é representada pelo teor de ácido cítrico, e o sabor do fruto é afetado diretamente pela relação sólidos solúveis/acidez titulável (SILVA; GIORDANO, 2000; SOUZA et al., 2011), de forma que a combinação entre açúcares e ácidos, proporcionando sabor suave ao fruto e melhor aceitação sensorial (FERREIRA; FREITAS; LAZZARI, 2004).

Todas essas características de qualidade são afetadas pela concentração elevada de sais na água de irrigação, é sabido que a alta concentração salina do meio dificulta a absorção de água e nutrientes pelas plantas devido ao baixo potencial total da solução do solo e da competição química entre nutrientes e sais (YEO; FLOWERS, 1989).

A cultura do tomate é considerada como moderadamente sensível aos efeitos dos sais com águas de condutividade elétrica acima de 2,5 dS m<sup>-1</sup> (AYERS; WESTCOT, 1999). Medeiros et al. (2012) avaliando o efeito da salinidade do solo a partir da aplicação de

fertilizantes verificaram que o tomateiro, cv. 'Débora Plus', apresentou salinidade limiar de aproximadamente  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Gomes et al. (2011) estudando a cv. 'Samambaia' cultivada em fibra de coco, utilizando níveis salinos a partir do uso de rejeito de dessalinizador, verificaram salinidade limiar de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

O método mais direto para se restabelecer os níveis normais de N, P, K e Ca na planta em condições salinas, seria elevando a concentração desses nutrientes na zona radicular, pelo aumento da dosagem de fertilizantes (CUARTERO; MUÑOZ, 1999). Esses autores afirmam que as plantas de tomate absorvendo maior quantidade de Ca e K de um ambiente salino, apresentarão menores valores das relações Na/Ca e Na/K nas folhas e, conseqüentemente, um equilíbrio nutricional mais próximo daquelas cultivadas em meio não-salino.

Tendo como norte a premissa de que os nutrientes K e Ca são extremamente importante para o desenvolvimento das plantas e que sua aplicação extra possa amenizar o efeito da salinidade na cultura do tomate, objetivou-se com este trabalho estudar algumas relações entre esses nutrientes a fim de se obter respostas satisfatórias.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido, no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN, localizada nas coordenadas geográficas de  $5^{\circ} 12' 04 \text{ S}''$  e  $37^{\circ} 19' 39 \text{ W}''$  de Greenwich, com altitude média de 18 m. O clima da região, na classificação de Köeppen, é do tipo BSw<sup>h</sup>, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular e variável ao longo do ano, sendo o trimestre mais chuvoso fevereiro, março e abril, enquanto que o período mais seco compreende os meses de setembro, outubro e novembro. A temperatura média do ar  $27,6^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar 68,3%, precipitação pluviométrica 756 mm, e ventos com uma velocidade média de  $2,3 \text{ m s}^{-1}$  (SILVA, 2014).

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial  $5 \times 4$ , totalizando 20 tratamentos, com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por um vaso com capacidade para 15 L, contendo uma planta. Os tratamentos foram formados pela combinação de cinco relações iônicas de potássio e cálcio ( $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$ ), sendo: F1=1,5:1; F2=1,25:1; F3=1:1; F4=1:1,25 e F5=1:1,5 e quatro níveis de salinidade da água de irrigação (S1-0,5; S2-2,0; S3-3,5 e S4-5,0  $\text{dS m}^{-1}$ ).

A fertirrigação padrão (F3) usada no experimento passou a ser ministrada logo após o transplante das mudas para os vasos, e contados 10 dias após o transplante foi realizada diariamente as demais fertirrigações, seguindo a mesma frequência da irrigação padrão adotada no ensaio. A quantidade de nutrientes para 500 L de solução nutritiva, fornecida através de fertirrigação, seguiu a recomendação de Castellane e Araújo (1995), para a cultura do tomateiro em sistema hidropônico. A relação  $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}=1:1$  correspondente a concentração de K e Ca recomendada por Castellane e Araújo (1995), e os demais nutrientes foram aplicados em quantidades semelhantes para todos os tratamentos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Concentrações de nutrientes nas fertirrigações utilizadas no experimento.

Fertirrigações	Concentração de nutrientes (mg L <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
F1-K <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup> =1,5:1	184	21	372	153	43	47,5
F2-K <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup> =1,25:1	184	21	310	153	43	47,5
*F3-K <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup> =1:1	184	21	248	153	43	47,5
F4-K <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup> =1:1,25	184	21	248	191,2	43	47,5
F5-K <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup> =1:1,5	184	21	248	229,5	43	47,5

Fonte: Castellane & Araújo (1995).

No preparo das soluções nutritivas foram utilizados os seguintes fertilizantes: nitrato de cálcio, sulfato de cálcio, cloreto de cálcio, sulfato de potássio, cloreto de potássio, nitrato de potássio, MAP e uréia, além de um composto de micronutrientes. Para todos os tratamentos foram aplicadas as mesmas doses de nutrientes, exceto o potássio e o cálcio, fazendo o balanço entre as fontes utilizadas.

Aplicações foliares de micronutrientes foram realizadas em intervalos semanais utilizando-se produto comercial apresentando a mistura sólida de EDTA-chelated nutrientes contendo 0,28% Cu, 7,5% Fe, 3,5% Mn, 0,7% Zn, 0,65% B e 0,3% Mo; durante o ciclo foram feitas adubações foliares à base de cálcio e boro, elementos imprescindíveis na fase de frutificação.

Para a menor salinidade (S1-0,5 dS m<sup>-1</sup>) utilizou-se água proveniente de poço profundo localizado no *campus* da UFERSA. Para obtenção da água dos demais níveis salinos (S2, S3, S4 e S5), foi adicionada à água de menor salinidade, uma mistura de NaCl em água coletada em poço profundo localizado no Campus central da UFERSA.

A cultivar de tomate utilizada foi a Supera F1, bastante utilizada na região sendo indicada tanto para o processamento como para o mercado *in natura*.

A semeadura foi realizada em bandejas de polietileno expandido com capacidade para 128 células, no dia 12/02 de 2015, sendo utilizado substrato comercial próprio para hortaliças. Quando as plantas apresentaram cerca de 3 a 4 folhas definitivas, foram transplantadas para recipientes plásticos com capacidade para 15 L, num total de uma planta em cada vaso.

Para a realização do experimento utilizou-se substrato de fibra de coco (Golden Mix Granulado), composto a partir de 100% de fibra de coco, de textura fina, sem adubação de base. Substrato este escolhido por ser amplamente utilizado entre vários pesquisadores para estudos neste sistema de cultivo (CHARLO et al., 2011; GOMES et al., 2011).

Cada vaso possuía em sua base um sistema de drenagem formado por uma camada de envelope de 2 cm (brita + manta geotextil) para facilitar a drenagem de parte dos sais.

Os vasos foram arranjados dentro da estufa em 4 blocos utilizando-se o espaçamento de 1,50 m entre fileiras e 0,50 m entre vasos equivalente à população de 13.333 plantas por hectare. Os primeiros dois vasos implantados no início de cada linha funcionaram como bordadura nos quais as plantas foram conduzidas de acordo com o tratamento T1. No interior da estufa foram instalados mourões de madeira, nas extremidades dos quais se fixou e foram esticados arames número 14, a 2,00 m de altura.

Foi adotado o método de irrigação localizada utilizando-se o sistema por gotejamento, utilizando um sistema independente para cada salinidade, formado, por um reservatório (caixa d'água com capacidade para 500 L e uma eletrobomba de circulação Metalcorte/Eberle, autoventilada, modelo EBD250076 acionada por motor monofásico, 210 V de tensão, 60 Hz

de frequência, linhas mangueiras (16 mm) e emissores do tipo microtubos de polietileno, do tipo *espagete* com diâmetro interno de 1,0 mm, comprimento de 0,75 m e vazão média de 2,5 L h<sup>-1</sup>, utilizando um emissor por planta.

Após a instalação do sistema de irrigação realizou-se a avaliação da eficiência do mesmo através do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), através da equação 1.

$$\text{CUD} = \frac{q_{25\%}}{q_m} 100 \quad (1)$$

Em que,

CUD – coeficiente de uniformidade de distribuição, %;

q<sub>25</sub> – média de 25% do total de emissores com menores vazões, L h<sup>-1</sup>;

q<sub>m</sub> – média aritmética das vazões, L h<sup>-1</sup>.

Os quatro sistemas (quatro salinidades) apresentaram CUD variando de 90 a 95%, sendo todos classificados como excelente (CUD > 84%), conforme Mantovani (2001).

O manejo da irrigação foi realizado através de um temporizador (Timer digital, modelo TE-2, Decorlux®) adotando-se a frequência de 6 irrigações diárias, ajustando-se o tempo de cada irrigação de acordo com a necessidade da cultura. Não foi contabilizado o consumo hídrico das plantas, entretanto, em todas as irrigações a umidade do substrato era elevada a máxima capacidade de retenção de água, de forma que o tempo de funcionamento da bomba foi o suficiente para provocar a drenagem nos vasos.

Os frutos com padrão comercial foram analisados quanto aos principais parâmetros de qualidade: teor de sólidos solúveis (SS), vitamina C, acidez total (AT) e relação acidez total/sólidos solúveis (AT/SS).

O teor de SS foi determinado com o auxílio de refratômetro digital ATAGO PR-100 Palette (Attago Co. Ltd., Japan), com correção automática de temperatura e com escala variando de 0 até 32%. As amostras resultaram da retirada de uma alíquota proveniente de uma amostra composta de vários frutos e homogeneizadas em liquidificador, sendo os resultados expressos em °Brix.

O pH foi determinado com o auxílio de um potenciômetro digital modelo DMPH-2 Digimed, previamente calibrado em soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (AOAC, 1992).

A variável vitamina C foi determinada por titulometria de neutralização com solução de Tillman (2,6 diclorofenolindofenol - DFI), conforme metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967). Utilizaram-se 10 gramas de polpa, diluída em ácido oxálico 0,5% e transferida para balão volumétrico de 50 mL. A titulação foi realizada em alíquota de 10 mL desta solução. Os resultados foram expressos em mg de vitamina C por 100 mg de polpa.

A acidez titulável foi determinada conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985), determinada por titulação de uma alíquota de 10 g de suco, em duplicata, à qual foram adicionados 40 mL de água destilada e em seguida, procedeu à titulação com solução de NaOH a 0,02 N. O ponto final da titulação foi determinado com o auxílio do potenciômetro digital até o pH atingir 8,1. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

A relação acidez titulável/sólidos solúveis foi determinada por meio do cálculo da razão entre as duas variáveis SS e AT.

Os dados obtidos foram analisados através de teste para comparação de médias, com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade dos frutos de tomate é variável de acordo com as condições ambientais e manejo da cultura, fato constatado no presente trabalho. Verificou-se efeito significativo da interação entre os fatores S x F para as variáveis sólidos solúveis (SS), vitamina C (Vit C), acidez titulável (AT) e razão sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) ( $p < 0,01$ ), não havendo efeito significativo apenas para a variável potencial hidrogeniônico (pH). Verificou-se ainda que exceto a variável (SS) ( $p < 0,01$ ), as demais não apresentaram efeito significativo pelo fator F isoladamente, enquanto o fator S afetou isoladamente, todas as variáveis ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis (SS), Vitamina C (Vit C), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) razão sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) em polpa de tomate submetido à salinidade e fertirrigação potássica e cálcica.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		SS	Vit C	AT	pH	SS/AT
Salinidade (S)	3	48,18**	485,89**	0,0871**	0,454**	100,07**
Fertirrigação (F)	4	3,49**	52,23 <sup>ns</sup>	0,0041 <sup>ns</sup>	0,123 <sup>ns</sup>	7,46 <sup>ns</sup>
S x F	12	3,75**	90,90**	0,0086**	0,110 <sup>ns</sup>	38,51**
Resíduo	60	0,43	23,96	0,0018	0,079	5,66
CV (%)		11,34	13,86	11,24	6,03	15,75

ns; \*, \*\* = não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na Tabela 3, são apresentados os valores médios de SS, Vit. C, AT, pH e SS/AT em função do manejo da fertirrigação para cada nível de salinidade. O teor de sólidos solúveis (SS) apresentou diferenças significativas entre as fertirrigações em todas as salinidades. Para as salinidades 0,5 e 2,0 dS m<sup>-1</sup>, os menores valores de SS foram obtidos nas plantas submetidas com a maior concentração de cálcio (F5). Na salinidade 3,5 dS m<sup>-1</sup> apenas a F4 diferiu das demais apresentando menor valor. Nos frutos obtidos em plantas submetidas à maior salinidade (5,0 dS m<sup>-1</sup>) as fertirrigações F1 e F5 apresentaram menor e maior valor respectivamente, seguindo comportamento semelhante as demais fertirrigações (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios para sólidos solúveis (SS), vitamina C (Vit C), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e razão sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) em polpa de tomate submetido à salinidade e fertirrigação potássica e cálcica.

Salinidade	Fertirrigações	SS	Vit C	AT	pH	SS/AT
		°Brix	mg 100g <sup>-1</sup>	% ac cítrico		
0,5 dS m <sup>-1</sup>	F1	7,80 a	35,78 c	0,51 a	4,55 a	15,25 a
	F2	7,71 ab	46,98 ab	0,49 a	4,59 a	15,47 a
	F3	7,52 ab	49,41 a	0,51 a	4,52 a	14,46 a
	F4	7,82 a	41,13 abc	0,46 ab	4,56 a	17,18 a
	F5	6,45 b	38,78 bc	0,41 b	4,68 a	11,91 b
2,0 dS m <sup>-1</sup>	F1	7,32 a	44,30 a	0,39 ab	4,69 a	18,89 a
	F2	7,62 a	37,05 ab	0,42 a	4,55 a	18,24 a
	F3	7,55 a	33,02 b	0,41 a	4,65 a	18,41 a
	F4	5,87 b	33,43 b	0,43 a	4,58 a	17,84 a
	F5	4,45 c	28,73 b	0,32 b	4,54 a	16,05 a
3,5 dS m <sup>-1</sup>	F1	6,32 a	35,53 a	0,38 a	4,65 a	17,31 a
	F2	5,80 a	27,92 a	0,38 a	4,59 a	18,80 a
	F3	5,35 a	33,56 a	0,34 ab	4,76 a	15,84 a
	F4	3,55 b	34,64 a	0,33 ab	4,61 a	12,71 a
	F5	5,40 a	31,16 a	0,29 b	4,64 a	18,66 a
5,0 dS m <sup>-1</sup>	F1	3,12 b	28,73 a	0,28 b	5,29 a	10,93 a
	F2	3,92 ab	35,17 a	0,31 ab	5,06 a	10,36 a
	F3	3,57 ab	33,03 a	0,31 ab	5,03 a	11,42 a
	F4	3,55 ab	29,84 a	0,32 ab	4,59 a	8,23 a
	F5	5,45 a	32,49 a	0,34 ab	4,56 a	13,99 a

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas e para cada nível de salinidade, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). (F1-K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>=1,5: 1; F2-K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>=1,25:1; F3-K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>=1:1; F4-K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>=1:1,25 e F5-K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>=1:5).

Tais resultados corroboram com os encontrados por Korkmaz, Karagöl e Akiñoğlu (2017) ao observarem diminuição do teor de SS quando se acrescentava CaCl<sub>2</sub> na solução nutritiva, no qual o acentuado decréscimo se deve ao aumento das doses de Ca. Portanto, o efeito do cálcio sobre o teor de sólidos solúveis é dependente do nível de salinidade.

Estudos desenvolvidos por outros autores encontraram teores de SS variando de 3,8 a 5,0 °Brix (THYBO et al., 2006; PEET; HARLOW; LARREA, 2004). O teor de sólidos solúveis no fruto, além de ser uma característica genética da cultivar, é influenciada pela adubação, temperatura e qualidade da água, conforme observado por Campos et al. (2006) para o tomateiro industrial, os quais verificaram que variação de 4,4 a 6,9 °Brix de acordo com o incremento da salinidade da água de irrigação.

Os valores médios de °Brix na matéria-prima recebida pelas indústrias no Brasil têm sido bastante baixos (4,5 °Brix). Entretanto, existem cultivares que possuem maior potencial genético, apresentando, em determinadas condições, valores próximos de 6,0 °Brix (EMPRAPA, 2003).

De forma geral, verifica-se que, nas menores salinidades (0,5; 2,0 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>), as fertirrigações com maiores concentrações de K, correspondente as relações K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> 1,5:1 e 1:5, proporcionaram aumentos no teor de SS, entretanto, provocou redução de SS na maior

salinidade. Além disso, o aumento da concentração de Ca reduziu o teor de SS nas menores salinidades, porém, em contrapartida, não afetou a concentração de SS em maior salinidade.

Os valores de SS encontrados no presente trabalho nas salinidades (0,5; 2,0 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) e maior proporção de K (K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>(1,5:1) foram 7,80; 7,32 e 6,32 °Brix, estando acima da média do tomate destinado para o processamento industrial, que é de 4,5 °Brix (SILVA; GIORDANO, 2000).

Estes resultados indicam que, de certa forma, as relações K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> testadas não foram eficientes para aumentar a concentração de açúcares em frutos de tomateiro em comparação a relação K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> da solução nutritiva considerada padrão. Tais resultados assemelham-se, em parte, aos observados por Abrahão (2011), que não observou efeito da variação de Ca<sup>2+</sup>/K<sup>+</sup>/Mg<sup>2+</sup> (4:3:1, 6:3:1, 6:4,5:1, 2,7:3:1, 2,7:2:1, 4:2:1) sobre o teor de SS em frutos de tomate cereja, obtendo SS variando de 7,1 a 7,5 °Brix.

Analisando o teor de vitamina C, constatou-se que as plantas irrigadas com as maiores salinidades 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup> não apresentaram diferenças significativas entre as fertirrigações. Para as salinidades 0,5 e 2,0 dS m<sup>-1</sup>, os menores valores encontrados foram nas plantas submetidas a solução nutritiva com maior concentração de cálcio (F5) (Tabela 3).

De forma geral, verificou-se que os teores de vitamina C observados no presente trabalho variaram de 27,92 a 49,41 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa, e encontram-se dentro do normal para tomate, que conforme Hobson e Davies (1971), varia de 16 a 60 mg 100 g<sup>-1</sup> de fruto. Silva, Alvarenga e Maciel (2013) ao avaliarem os aspectos físico-químicos de frutos de tomateiro em função de doses de N (20,6 a 164 kg ha<sup>-1</sup>) e K<sub>2</sub>O (90, 180, 360 e 720 kg ha<sup>-1</sup>), observaram que dentro da dose estimada (61, 5 kg de nitrogênio) os valores de vitamina C aumentaram proporcionalmente na medida em que se aumentaram as doses de potássio até ao máximo de 36,9 mg de ácido ascórbico/100 g de fruto, tal comportamento pode ser verificado no presente trabalho onde os maiores valores de vitamina C, podem ser observados nas maiores doses de potássio.

Para a acidez titulável (AT), observou-se efeito significativo entre as fertirrigações em todas as salinidades. Nas salinidades 0,5; 2,0 e 3,5 dS m<sup>-1</sup> verificaram-se que os menores valores (0,41; 0,32 e 0,29% de ácido cítrico, respectivamente) foram encontrados nas plantas submetidas a F5. Na salinidade 5,0 dS m<sup>-1</sup>, o menor valor encontrado foi nas plantas submetidas a fertirrigação F1. Constata-se assim que o aumento da disponibilidade de K, em relação à razão K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> padrão não afetou a AT. Por outro lado, solução nutritiva com maior concentração de Ca proporcionou redução nesta variável (Tabela 3). De acordo com Mencarelli e Saltveit Junior (1988), frutos de tomate para o consumo fresco devem apresentar AT acima de 0,32%, desta forma, com exceção dos frutos obtidos nas fertirrigações F5 e F1, nas salinidades 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, todos os demais tratamentos apresentaram frutos adequados de acordo com este parâmetro de qualidade.

O aumento na disponibilidade de K na solução nutritiva não apresentou melhorias nos indicadores de qualidade de frutos de tomate, provocando, inclusive, redução em SS e AT quando as plantas foram irrigadas com água de maior salinidade. Isso ocorre devido os efeitos do suprimento de K em parâmetros sensoriais e de qualidade de frutos de tomate que podem variar em resposta a diferentes condições ambientais e à amplitude das doses de K avaliadas (GENÚNCIO et al., 2010).

O potencial hidrogeniônico (pH) não apresentou diferença significativa em função das fertirrigações, com valores entre 4,52 a 5,29. Portanto esta variável é pouco afetada pelas concentrações de K<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup> na solução nutritiva, estando de acordo com os resultados apresentados por Abrahão (2011), o qual também não observou efeitos de concentrações de K<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup> sobre o pH em frutos de tomate cereja, obtendo pH variando de 4,04 a 4,1.

Ausência de efeito do aumento da concentração de  $K^+$  solução nutritiva sobre o pH do tomate também foi observada por Genúncio et al. (2010) ao avaliar a produção de cultivares de tomate sob diferentes razões N/K. No entanto, esses autores (ABRAHÃO, 2011; GENÚNCIO et al., 2010) verificaram diferenças significativas no pH, variando de 4,05 a 4,08 entre as cultivares, evidenciando que o pH é uma variável é inerente ao material genético. Schwarz et al. (2013) avaliaram a qualidade de híbridos de tomate e verificaram para o híbrido supera F1, utilizado no presente estudo, pH variando de 4,24 a 4,44 em dois anos de cultivo, valores próximos aos obtidos neste trabalho.

Os frutos obtidos em todos os tratamentos podem ser classificados como não ácidos, pois de acordo Gould (1974), apresentaram acidez inferior a 4,5. Todos os tratamentos apresentaram frutos com pH dentro ou próximo do intervalo considerado ideal para tomate, que, de acordo com Silva e Giordano (2000) está entre 3,7 e 4,5 e apresentam preferência pelos consumidores.

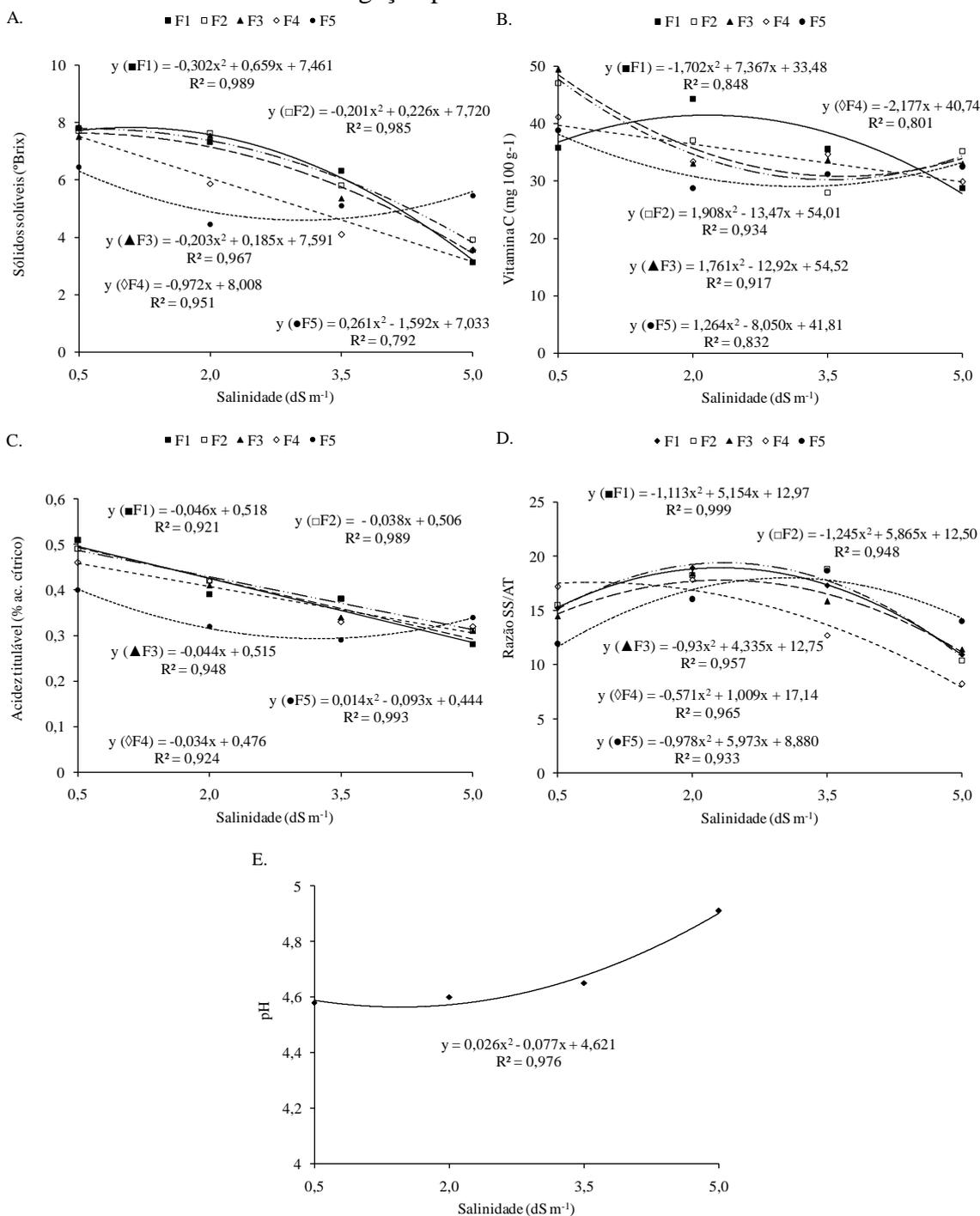
A razão sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) apresentou diferença significativa entre as fertirrigações apenas quando as plantas foram submetidas a solução com menor salinidade ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), obtendo menor valor para as plantas irrigadas com a fertirrigação F5. Tais resultados mostram que o aumento na concentração de Ca afetou negativamente a razão SS/AT (Tabela 3).

Os valores encontrados nesse trabalho estão dentro da faixa de qualidade, pois, de acordo com Mencarelli e Saltveit Junior (1988), o fruto do tomateiro é considerado de excelente qualidade quando apresentam valores de AT superior a 0,32% e SS acima de 3°Brix e razão SS/AT superior a 10.

Valores elevados para a relação SS/AT indicam sabor suave devido à excelente combinação de açúcar e ácido, enquanto valores baixos se correlacionam com sabor ácido (FERREIRA et al., 2004). Devido a relação direta sobre a relação SS/AT, esta variável é utilizada como parâmetro de qualidade em pesquisas com melhoramento genético (MATTEDI et al., 2011).

O efeito da salinidade sobre o teor de SS de acordo com cada fertirrigação é apresentado na Figura 1A. Com exceção da F4 que apresentou redução linear de 0,972 °Brix no teor de SS para cada incremento unitário de salinidade, totalizando perdas significativas em torno de 58%, as demais fertirrigações apresentaram resposta quadrática ao aumento da salinidade. As plantas fertirrigadas com F1 obtiveram os maiores valores entre as fertirrigações quando irrigadas com a salinidade  $1,1 \text{ dS m}^{-1}$  apresentando valor máximo de 7,82 teor de SS, quando comparados esses valores aos obtidos na menor salinidade o ganho foi de 1,37%.

**Figura 1.** Sólidos solúveis (A), vitamina C (B), acidez titulável (C), razão sólidos solúveis/acidez titulável (D) e pH (E) em polpa de tomate submetido à salinidade e fertirrigação potássica e cálcica.



O efeito da salinidade sobre o teor de vitamina C de acordo com cada fertirrigação. Para F2, F3 e F5 observou-se redução a partir da salinidade inicial até os níveis de salinidade 3,5; 3,7 e 3,2  $dS m^{-1}$  respectivamente, aumentando a partir destas salinidades. Para a fertirrigação F1 ocorreu resposta quadrática ao aumento da salinidade, obtendo valor máximo de 41,45  $mg 100g^{-1}$  de polpa no teor de vitamina C quando as plantas foram irrigadas com

salinidade de  $2,16 \text{ dS m}^{-1}$ . Para F4, o comportamento observado foi uma redução linear com decréscimo de  $2,177 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  de polpa para cada aumento unitário da salinidade (Figura 1B).

O efeito da salinidade sobre a acidez titulável (AT) é apresentado na Figura 1C, na qual verifica-se que ocorreram respostas variadas de acordo com a fertirrigação analisada. Nas fertirrigadas com F5 foi observada resposta quadrática ao aumento da salinidade. O valor máximo observado foi de  $0,401$  (% de ac. cítrico em  $100 \text{ mL}$  de amostra) na salinidade  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ , a partir da qual o valor da AT diminui até a salinidade  $3,3 \text{ dS m}^{-1}$ , tendendo a aumentar em seguida para a maior salinidade ( $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ).

Para as demais fertirrigações, verificou-se que o aumento da salinidade provocou redução linear na acidez titulável dos frutos, com maiores perdas  $0,046$  e  $0,044\%$  de ac. cítrico em  $100 \text{ mL}$  de amostra, por aumento unitário da salinidade ocorrendo para F1 e F3, resultando em perda total de  $42\%$  e  $40\%$  respectivamente (Figura 1C).

Na Figura 1D é mostrado o efeito da salinidade sobre a relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) em função da fertirrigação, na qual observa-se que houve resposta quadrática à salinidade em todas as fertirrigações. As maiores SS/AT ocorreram nas salinidades  $2,3 \text{ dS m}^{-1}$  nas fertirrigações F1, F2 e F3, sendo  $18,9$ ;  $19,4$  e  $17,8$ , respectivamente. Para as fertirrigações F4 e F5, os maiores valores da razão SS/AT foram obtidos nas salinidades  $0,9 \text{ dS m}^{-1}$  ( $17,6$ ) e  $3,1 \text{ dS m}^{-1}$  ( $18,0$ ).

A partir destas salinidades, a razão SS/AT reduziu em todas as fertirrigações, de forma que os menores valores da razão SS/AT ( $10,9$  (F1),  $10,7$  (F2),  $11,2$  (F3),  $7,91$  (F4) e  $14,3$  (F5)) foram obtidos com água de salinidade  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 1).

Com isto, verifica-se o efeito positivo da salinidade sobre a qualidade, no que tange ao sabor, em frutos do tomateiro, confirmando os resultados apresentados por outros autores (CAMPOS et al., 2006; WU; KUBOTA, 2008; JOHKAN et al., 2014).

Considerando frutos com relação SS/AT maior que  $10$  apresentam ótima combinação entre açúcar e acidez, estando correlacionada com sabor suave (LISIEWSKA; KMIĘCIK, 2000), os resultados obtidos no presente trabalho indicam que apenas os frutos colhidos em plantas submetidas a irrigação com água de maior salinidade ( $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) e na fertirrigação F4 não apresentam qualidade satisfatória para o consumo *in natura*.

O pH da polpa dos frutos aumentou linearmente com o incremento da salinidade da água de irrigação, variando de  $4,5$  a  $4,8$ , nas salinidades  $0,5$  e  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente, com incremento total de  $6,7\%$  (Figura 1E). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Korkmaz et al. (2017), os quais verificaram aumento no pH da polpa de tomate com o aumento da salinidade de  $0$  para  $4,4 \text{ dS m}^{-1}$ .

De acordo com Monteiro et al. (2008), o valor do pH torna-se muito importante quando o fruto é destinado ao processamento, pois um pH inferior a  $4,5$  é desejável para impedir a proliferação de microorganismos e valores superiores ao pH  $4,5$ , requerem períodos mais longos de esterilização da matéria prima em um processamento térmico, ocasionando maior consumo de energia e maior custo de processamento. Assim, frutos colhidos em salinidade de até  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  apresentam pH de  $4,6$ , próximo do valor ideal ( $4,5$ ).

## 6 CONCLUSÕES

O uso de água com salinidade entre  $2,0$  e  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  aumenta a qualidade do tomate pelo aumento da razão SS/AT.

As fertirrigações com maiores concentrações de K favorecem a qualidade dos frutos para salinidades até 3,5 dS m<sup>-1</sup>, mas não afetam a qualidade de tomate irrigado com água de salinidade 5,0 dS m<sup>-1</sup>.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de recursos financeiros para execução do projeto (CNPq/Edital Universal 2013, processo nº 474778/2013-4).

## 8 REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, C. **Relação K:Ca:Mg na solução nutritiva para o cultivo de mini tomate em substrato**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- CAMPOS, C. A. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BLANCO, F. F.; GONÇALVES, C. B.; CAMPOS, S. A. F. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 2, p. 146-152, 2006.
- CARVALHO, L. A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 4, p. 986-989, 2005.
- CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivo sem solo**: hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43 p.
- CHARLO, H. C. O.; OLICEIRA, S. F.; CASTOLDI, L.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T.; BARBOSA, J. C. Growth analysis of sweet pepper cultivated in coconut fiber in a greenhouse. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 3, p. 316-323, 2011.
- CUARTERO, J.; MUÑOZ, R. F. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, n. 1/4, p. 83-125, 1999.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S.; LAZZARI, E. N. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum*) de mesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 329-335, 2004.
- GENUNCIO, G. C.; SILVA, R. A. C.; SÁ, N. M.; ZONTA, E.; ARAÚJO, A. P. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 4, p. 446-452, 2010.

GOMES, J. W. S.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 850-856, 2011.

GOMES, L. A. A.; SILVA, E. C.; FAQUIN, V. Recomendações de adubação em ambientes protegidos. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, 1999. 360 p.

HOBSON, G. E.; DAVIES, J. N. The tomato. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, v. 2. 1971. p. 437-482.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p.

JOHKAN, M.; NAGATSUKA, A.; YOSHITOMI, A.; NAKAGAWA, T.; MARUO, T.; TSUKAGOSHI, S.; HOHJO, M.; LU, N.; NAKAMINAMI, A.; TSUCHIYA, K.; SHINOHARA, Y. Effect of moderate salinity stress on the sugar concentration and fruit yield in single-truss, high-density tomato production system. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 84, n. 3, p. 229-234, 2014.

KORKMAZ, A.; KARAGÖL, A.; AKINOĞLU, G. The effects of CaCl<sub>2</sub> on fruit yield, quality and nutrient contents of tomato under NaCl stress conditions. **Eurasian Journal of Soil Science**, Samsun, v. 6, n. 1, p. 84-91, 2017.

MANTOVANI, E. C. **Avalia**: programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.

MATTEDI, A. P.; GUIMARÃES, M. A.; SILVA, D. J. H.; CALIMAN, F. R. B.; MARIM, B. G. Qualidade dos frutos de genótipos de tomateiro do banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.4, p. 525-530, 2011.

MATTEDI, A. P.; SOARES, B. O.; ALMEIDA, V. S.; GRIGOLLI, J. F. J.; SILVA, L. J.; SILVA, D. J. H. In: SILVA, D. J. H.; VALE, F. X. R. **Tomate**: tecnologia de produção. Viçosa: UFV, 2007. p. 78-89.

MENCARELLI, F.; SALTVEIT JÚNIOR, M. E. Ripening of mature-green tomato fruit slices. **Journal of the American Society Horticultural Science**, St. Joseph, v. 113, n. 5, p. 742-745, 1988.

MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E.; MIGUEL, O. G.; PENTEADO, P. T. P. S.; HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

PEET, M. M.; HARLOW, C. D.; LARREA, E. S. Fruit quality and yield in five small-fruited greenhouse tomato cultivars under high fertilization regime. **Acta Horticulturae**, Tokyo, v. 659, p. 811-818, 2004.

SCHWARZ, K.; RESENDE, J. T. V.; PRECZENHAK, A. P.; PAULA, J. T.; FARIA, M. V.; DIAS, D. M. Desempenho agrônômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 3, p. 410-418, 2013.

SILVA, E. C.; ALVARENGA, P. P. M.; MACIEL, G. M. Avaliações físico-químicas de frutos de tomateiro em função de doses de potássio e nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1788-1795, 2013.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2000. 168 p.

SILVA, S. A. O. **Análise de variáveis meteorológicas no município de Mossoró-RN (1970-2013)**. 2014. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)– Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

SOUZA, A. A.; GRIGIO, M. L.; NASCIMENTO, C. R.; SILVA, A. C. D.; REGO, E. R.; REGO, M. M. Chemical and physical characterization of fruits of different tomato accessions in the greenhouse. **Revista Agro@mbiente On Line**, Boa Vista, v. 5, p. 113-118, 2011.

THYBO, A. K.; EDELENBOS, M.; CHRISTENSEN, L. P.; SORENSEN, J. N.; THORUP-KRISTENSEN, K. Effect of growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. **LWT. Food Science and Technology**, Shanghai, v. 39, n. 8, p. 835-843, 2006.

WU, M.; KUBOTA, C. Effects of high electrical conductivity of nutrient solution and its application timing on lycopene, chlorophyll and sugar concentrations of hydroponic tomatoes during ripening. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 116, n. 2, p. 122-129, 2008.

YEO, A. R.; FLOWERS, T. J. Selection for physiological characters – examples from breeding for salt tolerance. In: JONES, H. G.; FLOWERS, T. J.; JONES, M. B. (Ed.). **Plants under stress**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. cap. 12, p. 217-234.