



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO POTÁSSICA E CÁLCICA NA
CULTURA DO TOMATEIRO CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO E
SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO**

MOSSORÓ-RN

2017

FRANCISCO ITALO GOMES PAIVA

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO POTÁSSICA E CÁLCICA NA
CULTURA DO TOMATEIRO CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO E
SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO**

Defesa de Dissertação
apresentada ao programa de Pós-
Graduação em Manejo de Solo e Água da
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, como parte das exigências para
obtenção do título “Mestre em manejo de
Solo e Água”.

Orientador: Prof. D. Sc. Francisco de Assis de Oliveira

Co-orientador: Prof. D. Sc. José Francismar de Medeiros.

MOSSORÓ-RN

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

p143m

paiva, Francisco Italo Gomes . MANEJO DA
FERTIRRIGAÇÃO POTÁSSICA E CÁLCICA NA
CULTURA DO TOMATEIRO CULTIVADAS EM AMBIENTE
PROTEGIDO E SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO /
Francisco Italo Gomes paiva. - 2017.
66 f. : il.

Orientador: Francisco De Assis De Oliveira
Oliveira.

Coorientador: Jose Francismar de Medeiros
Medeiros.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ambiente, Tecnologia e Sociedade, 2017.

1. Solanáceas. 2. uso de águas salinas. 3.
nutrição mineral. I. Oliveira, Francisco De
Assis De Oliveira, orient. II. Medeiros, Jose
Francismar de Medeiros, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO POTÁSSICA E CÁLCICA NA
CULTURA DO TOMATEIRO CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO E
SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO**

Defesa de Dissertação
apresentada ao programa de Pós-
Graduação em Manejo de Solo e Água da
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, como parte das exigências para
obtenção do título “Mestre em Manejo de
Solo é Água”.

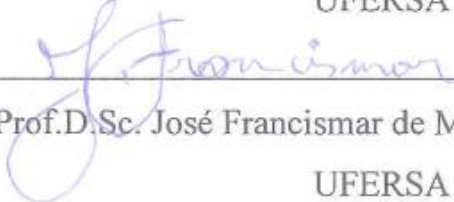
APROVADO EM: 10/02/2017

BANCA EXAMINADORA



Prof.D.Sc. Francisco de Assis de Oliveira – Orientador

UFERSA



Prof.D.Sc. José Francismar de Medeiros – 1º membro

UFERSA

Dr(a) Iarajane Bezerra do Nascimento – 2º membro

PMAB



MOSSORÓ-RN

2017

OFEREÇO

Aos meus pais **Adailton Pinheiro de Paiva e Albecina Gomes da Silveira Paiva** pelos ensinamentos sobre os verdadeiros valores da vida e por mostrar o caminho certo a seguir na busca da felicidade. Além de todo amor e apoio nesses anos de estudo.

A minha noiva **Priscila Mendes Targino** que sempre esteve ao meu lado e aos poucos fomos conquistando nossos objetivos, porque juntos somos mais fortes. Alguém com quem posso contar na vida.

BIOGRAFIA

FRANCISCO ITALO GOMES PAIVA nasceu na cidade de Apodi no estado do Rio Grande do Norte, em 07 de junho de 1988. Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido em março de 2013. Em 2014 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, também na Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por mais uma vitória concedida e por toda benção, força de vontade, proteção e determinação nessa longa estrada da vida.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido por me graduar em Agronomia, título no qual reconheço minha real vocação. E ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água desta instituição, onde tive a oportunidade de crescer como ser humano e profissional.

Ao meu orientador Francisco de Assis de Oliveira, um profissional a quem admiro e respeito, por todo o ensinamento, atenção, paciência e confiança dado ao longo dos últimos 2 anos em que trabalhamos juntos. Pelas orientações prestadas e por todo apoio na condução deste trabalho, me mostrando que somente títulos não edificam o homem, mas sim, a entrega sincera e prazerosa naquilo que foi destinado a fazer

Marcelo Tavares, orientador e amigo que me acolheu do início ao fim da minha graduação, ao qual tenho grande admiração.

Lucas Ramos, amigo e companheiro de pesquisa, com quem compartilhei conhecimentos e boas histórias como aspirantes a pesquisadores. Um pequeno homem de coração gigante.

Ao amigo Andygley Fernandes por todo apoio e companheirismo. Uma amizade sincera que sempre levarei comigo.

Aos amigos Raíza Lopes, Ricardo Carlos, Priscila Maia, Rita de Cássia e Lilia Souza por toda ajudar e disponibilidade dada no decorrer do experimento.

Aos professores Rafael Oliveira, Jeane Portela, Francismar de Medeiros, Carolina Malala, Nildo Dias, Miguel Ferreira Neto, Neyton Miranda, Fabio Henrique por serem transmissores de conhecimentos e pelo exemplo de que um dia podemos alcançar nossos objetivos, basta ter determinação.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

Muito obrigado de coração!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização do experimento. Mossoró-RN, 2016.....	19
Figura 2	Casa de vegetação onde foi conduzido o experimento. Mossoró-RN, 2016.....	20
Figura 3	Mudas de tomateiro e arranjo dos vasos no interior da casa de vegetação. Mossoró-RN, 2016.....	22
Figura 4	Sistema de irrigação (A) utilizada no experimento (Caixas + Bombas); Termohigrômetro (B). Mossoró-RN, 2016.....	22
Figura 5	- Diâmetro do caule (A), altura (B), número de folhas (C) e área foliar (D) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.....	29
Figura 6	Número de folhas do tomateiro durante o experimento em função de diferentes manejos de fertirrigação cálcica e potássica e níveis de salinidade (A – 0,5 dS m ⁻¹ ; B – 2,0 dS m ⁻¹ ; C – 3,5 dS m ⁻¹ ; D – 5,0 dS m ⁻¹). Mossoró-RN, 2016.....	31
Figura 7	Número de folhas do tomateiro durante o experimento em função de diferentes salinidades e manejos de fertirrigação potássica e cálcica. (A – F1; B – F2; C – F3; D – F4; E – F5). Mossoró-RN, 2016.....	32
Figura 8	Diâmetro do caule do tomateiro durante o experimento em função de diferentes manejos de fertirrigação potássica e cálcica e níveis de salinidade (A – 0,5 dS m ⁻¹ ; B – 2,0 dS m ⁻¹ ; C – 3,5 dS m ⁻¹ ; D – 5,0 dS m ⁻¹). Mossoró-RN, 2016.....	33
Figura 9	Diâmetro do caule do tomateiro durante o experimento em função de diferentes salinidades e manejos de fertirrigação potássica e cálcica (A – F1; B – F2; C – F3; D – F4; E – F5). Mossoró-RN, 2016.....	34
Figura 10	Altura de plantas do tomateiro durante o experimento em função de diferentes manejos de fertirrigação potássica e cálcica e níveis de salinidade (A – 0,5 dS m ⁻¹ ; B – 2,0 dS m ⁻¹ ; C – 3,5 dS m ⁻¹ ; D – 5,0 dS m ⁻¹). Mossoró-RN, 2016.....	35
Figura 11	Altura de plantas do tomateiro durante o experimento em função de diferentes salinidades e manejos de fertirrigação potássica e cálcica (A – F1; B – F2; C – F3; D – F4; E – F5). Mossoró-RN, 2016.....	38
Figura 12	Diagrama de dispersão com desdobramento da salinidade dentro de cada fertirrigação para massa seca de folhas MSF (A), caule MSC (B), frutos MSFR (C) e total MST (D) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.....	40
Figura 13	Partição de massa seca nas diferentes partes das plantas. Mossoró-RN, 2016.....	41
Figura 14	Efeito da salinidade sobre o número de frutos de acordo com cada fertirrigação. (A) – Número de frutos; (B) – Massa média dos frutos; (D) - Produção. Mossoró-RN, 2016.....	46
Figura 15	Apresenta o efeito da salinidade sobre o teor de SS de acordo com cada fertirrigação.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Concentrações de nutrientes nas fertirrigações utilizadas no experimento.....	23
Tabela 2	Resumo da análise de variância para do diâmetro caule (DC), altura (ALT), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.....	27
Tabela 3	Valores médios para diâmetro caule (DC), altura (ALT), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.....	28
Figura 4	Resumo da análise de variância para massa seca de folhas (MSF), caule (MSC), frutos (MSFR) e total (MST) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação potássica e cálcica. Mossoró-RN, 2016.....	37
Tabela 5	Valores médios para massa seca de folhas (MSF), caule (MSC), frutos (MSFR) e total (MST) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.....	38
Tabela 6	Resumo da análise de variância para número de frutos (NFR), massa média de frutos (MMFR) e produção de tomate (PROD) submetida a salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.....	42
Tabela 7	Valores médios para número de frutos (NFR), massa média de frutos (MMFR) e produção de tomate submetida a salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.....	43
Tabela 8	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 frutos de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.....	49
Tabela 9	. Valores médios para sólidos solúveis (SS), vitamina C (vit C), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e razão sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) do tomate submetido à salinidade e fertirrigação potássica e cálcica. Mossoró-RN, 2016.....	50

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	11
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1DESCRIÇÃO BOTÂNICA DO TOMATE.....	13
2.2IMPORTÂNCIA SOCIOECONOMICA DO TOMATE.....	13
2.3EFEITO DA SALINIDADE SOBRE AS PLANTAS.....	14
2.4NUTRIÇÃO DE PLANTAS SOB ESTRESSE SALINO.....	15
3.MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	19
3.2DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	20
3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	20
3.3.1 CULTIVAR UTILIZADA	20
3.3.2SEMEADURA E TRANSPLANTIO	21
3.3.3 PRÁTICAS CULTURAIS	22
3.3.4MANEJO DA IRRIGAÇÃO	22
3.3.5MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO.....	22
3.4VARIÁVEIS AVALIADAS.....	24
3.4.1CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO	24
3.4.2CARACTERÍSTICAS DE RENDIMENTO.....	25
3.4.3CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS	25
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
4.RESULTADO E DISCUSSÃO	27
4.1 CRESCIMENTO DO TOMATEIRO	27
4.2ACÚMULO DE MATÉRIA SECA.....	37
4.3 PRODUÇÃO DE FRUTOS.....	42
4.4 QUALIDADE.....	48
5 CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

RESUMO

FRANCISCO ITALO GOMES PAIVA. **MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO POTÁSSICA E CÁLCICA NA CULTURA DO TOMATEIRO CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO E SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO.** Mossoró-RN. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, fevereiro de 2017. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Orientador: Francisco de Assis de Oliveira.

A produção e a qualidade de frutos da cultura do tomate, esta 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 realizado no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN, tendo como o objetivo avaliar o cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), em ambiente protegido, utilizando irrigação com águas salinas, e fertirrigação com diferentes relações potássio:cálcio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições. O experimento foi realizado em ambiente protegido utilizando substrato a base de fibra de coco. Os tratamentos foram formados pela combinação de cinco relações iônicas de potássio e cálcio (F1- $K^+/Ca^{2+}=1,5:1$; F2- $K^+/Ca^{2+}=1,25:1$; F3- $K^+/Ca^{2+}=1:1$; F4- $K^+/Ca^{2+}=1:1,25$ e F5- $K^+/Ca^{2+}=1:1,5$) utilizando soluções padrões para cada cultura, segundo literatura especializada, com quatro níveis de salinidade da água de irrigação (S1-0,5; S2-2,0; S3-3,5 e S4-5,0 dS m^{-1}). A relação $K^+/Ca^{2+}=1:1$ correspondente a concentração desses nutrientes recomendada para a cultura em cultivo de tomateiro hidropônico. As plantas foram avaliadas quanto a variáveis de crescimento (altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca do caule, folhas, frutos e total), rendimento (número de frutos por planta, massa média de frutos e produção de frutos por planta) e qualidade de frutos (sólidos solúveis, ácidos total, °Brix, Vitamina C e relação AT/SS). As relações K^+/Ca^{2+} estudadas não mitigaram o efeito sobre as variáveis analisadas. O uso de baixas relações K^+/Ca^{2+} potencializou o efeito da salinidade sobre as plantas.

Palavras-chave: Solanáceas, uso de águas salinas, nutrição mineral.

ABSTRACT

FRANCISCO ITALO GOMES PAIVA. MANAGEMENT OF POTASSIUM AND CALCIUM FERTIRRIGATION IN TOMATO CULTURE CULTIVATED IN ENVIRONMENT PROTECTED AND SUBMITTED TO SALINE STRESS.

Mossoró-RN. Federal Rural University of the Semi-Arid, February 2017. Dissertation. Graduate Program in Soil and Water Management. Advisor: Francisco De Assis De Oliveira.

The production and fruit quality of the tomato crop is directly related to the water quality used in irrigation and to the adequate supply of nutrients, mainly potassium and calcium. This work was carried out in the Department of Environmental and Technological Sciences of the Federal Rural Semi-Arid University (UFERSA), in Mossoró, RN, Brazil. The objective was to evaluate the tomato cultivation (*Lycopersicon esculentum* Mill) in a protected environment using saline water irrigation in different concentrations, and fertirrigation with different potassium: calcium ratios. The experimental design was in randomized blocks, in a 5 x 4 factorial scheme, with four replications. The experiment was carried out in a protected environment and using a coconut fiber substrate. The treatments were formed by the combination of five ionic ratios of potassium and calcium (F1- $K^+/Ca^{2+} = 1.5: 1$, F2- $K^+/Ca^{2+} = 1.25: 1$, F3- $K^+/Ca^{2+} = 1: 1$, F4- $K^+/Ca^{2+} = 1: 1, 25$ and F5- $K^+/Ca^{2+} = 1:1,5$), using standard solutions for each crop, according to specialized literature, with four levels of irrigation water salinity (S1-0.5, S2-2.0, S3-3.5 and S4-5.0 dS m⁻¹). The ratio $K^+/Ca^{2+} = 1:1$ corresponds to the concentration of these nutrients recommended for the culture in hydroponic cultivation. The plants were evaluated for growth variables (height, stem diameter, number of seeds, number of seeds, number of seeds) (Number of fruits per plant, mean mass of fruits and fruit yield per plant). The K^+/Ca^{2+} ratios studied did not mitigate the effect on the analyzed variables. The use of low K^+/Ca^{2+} ratios potentiated the effect of salinity on the plants.

Key words: Solanaceae, use of salt water, mineral nutrition.

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro é cultivado em quase todos os estados do país, dividindo sua produção em tomate para mesa e para processamento, porém, mesmo com o crescimento da área cultivada de tomate industrial, a maior parte da produção é destinada ao consumo *in natura* (MATTEDI et al., 2007).

A cadeia produtiva do tomate é uma das mais importantes da indústria alimentícia sendo a produção um dos seus elos iniciais. Segundo estudo sobre “Desenvolvimento do Sistema Agroindustrial do Tomate” devido às características intrínsecas na produção, beneficiamento, processamento e comercialização, os cultivos de tomate são destinados ao consumo *in natura* e ao abastecimento industrial constituindo-se em duas cadeias produtivas distintas desde as variedades utilizadas, formas de cultivo até o consumo final (CAMARGO et al., 2006).

Devido a sua crescente demanda e a facilidade de agregar valor ao produto final, o tomateiro vem se destacando entre as principais hortaliças produzidas no Brasil, tendo ênfase no cultivo protegido. O cultivo do tomateiro em ambiente protegido tornou-se muito difundido na região Sudeste, principalmente no estado de São Paulo, importante centro produtor de hortaliças do Brasil. Na região nordeste, maiores produtores de tomate são o estado de Pernambuco e Bahia (EMBRAPA, 2003)

Esta tecnologia desponta como 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, possibilita aumentos consideráveis na produtividade, também de precocidade, melhor qualidade e economia de insumos (GOMES et al., 1999).

Cultivos em ambiente protegido possibilitam o uso de substrato no lugar de solo, principalmente quando se trata de solos com pouca aptidão agrícola. O cultivo do tomateiro em substrato apresenta como vantagens em relação ao cultivo no solo: maior produtividade, obtenção de frutos com melhor qualidade, mais uniformes e com maior valor comercial (EMBRAPA, 2011).

Aliado a esse sistema de cultivo em ascensão, a fertirrigação tem se tornado uma das principais tecnologias usadas para aumentar a produtividade e rentabilidade das

culturas, que embora apresente alto custo, diminui consideravelmente o risco agrícola, sem que haja dependência das condições climáticas e da fertilidade natural do solo.

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).

O método mais direto para se restabelecer os níveis normais de N, P, Ca e K na planta em condições salinas, seria elevando a concentração desses nutrientes na zona radicular, pelo aumento da dosagem de fertilizantes (CUATERO & 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.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DESCRIÇÃO BOTÂNICA DO TOMATE

A cultura do tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill), pertencente à família das solanáceas, é uma planta com caule flexível, com muitos ramos laterais recobertos de pelos e de uma substância um pouco pegajosa. As flores são pequenas e de cor amarela e se agrupam em cachos. Os frutos são do tipo baga, que podem ter cor vermelha, amarelada ou rosada. A sua forma pode variar entre oval, redondo e achatado. O tamanho dos frutos também pode ser muito diferente, desde umas gramas (tomate cherry) a mais de um quilo no chamado ‘Coração de Boi’ (NPLANTAS, 2012).

2.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONOMICA DO TOMATE

A produção de hortaliças é um ramo da economia agrícola que possibilita a geração de empregos, desde a semeadura até a comercialização, dentre as quais se destaca o tomate, fruto típico de clima tropical e de importante valor econômico para o país (FILGUEIRA, 2008).

Atualmente o maior produtor de tomate do Brasil é o estado de Goiás, com produção estimada de 777.453 toneladas, participando com 21,4% do total colhido em 2016 que foi 3.626,421 de toneladas (IBGE, 2016). A região Nordeste contribuiu em 2016 com 22% na produção na safra nacional, destacando nesta região os estados de Pernambuco, Ceará e Bahia, os quais contribuíram produzindo 110.974; 144.987 e 246.949 toneladas. (IBGE, 2016). O estado do Rio Grande do Norte ainda possui baixa produção de tomate, apresentando, no ano de 2016, área plantada 132 hectares; produção 3.753 toneladas e rendimento médio de 29.000 kg ha⁻¹.

O tomateiro destaca-se por estar entre as dez hortaliças mais importantes do mercado brasileiro uma vez que possui excelente valor nutritivo com altos teores de vitaminas A e C, além de ser rico em licopeno (CARVALHO & PAGLIUCA, 2007). Destaca-se também entre as principais culturas exploradas em ambiente protegido, resultando em frutos de excelente qualidade comercial garantindo, assim, um lucro maior, vem-se tornando uma das hortaliças mais significativas cultivadas no Brasil (LUZ et al., 2007).

A demanda por tomate tem sido reforçada pela busca de alimentos mais saudáveis, tendo em vista ser reservatório de diversas moléculas antioxidantes ou compostos bioativos, como ácido ascórbico, vitamina E, carotenoides e compostos fenólicos (GEORGE *et al.*, 2004), assim o tomate é considerado um alimento funcional, favorecendo o crescimento da venda do produto fresco e industrializado.

2.3 EFEITO DA SALINIDADE SOBRE AS PLANTAS

O uso de água salina pode provocar alterações físico-químicas no solo, tais como aumento na condutividade elétrica, nos teores de sódio, na razão de adsorção de sódio e na percentagem de sódio trocável. Dias *et al.* (2003) afirmam que o excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas, além de trazer problemas como o efeito de íons tóxicos específicos sobre a fisiologia vegetal, a tal ponto de afetar seu rendimento e a qualidade de sua produção.

A resposta das plantas sob diferentes condições de salinidade é um fenômeno extremamente complexo, envolvendo alterações morfológicas e de crescimento, além de processos fisiológicos e bioquímicos. Deste modo, a sobrevivência das plantas em condições de salinidade pode exigir processos adaptativos envolvendo a absorção, o transporte e a distribuição de íons nos vários órgãos da planta, bem como a compartimentação de nutrientes minerais dentro das células (GARCIA *et al.*, 2010). As alterações no metabolismo induzidas pela salinidade são resultado de várias respostas fisiológicas da planta, dentre as quais se destacam as modificações no crescimento, comportamento estomático e capacidade fotossintética.

Contudo, sob exposição prolongada aos sais, quando altas concentrações de íons se acumulam nos tecidos vegetais, promovendo efeitos como redução na condutância estomática, na assimilação de CO₂ e na fotossíntese, e tem sido atribuída a limitações de origem estomática e não estomática (MUNNS & TESTER, 2008).

A cultura do tomate é considerada como moderadamente sensível aos efeitos dos sais com águas de condutividade elétrica acima de 2,5 dS m⁻¹ (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 dS m⁻¹. Gomes *et al.* (2006) trabalhando com o cultivar IPA 6, verificaram redução no rendimento com salinidade a maior que 2,65 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 $3,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Dentre os parâmetros de rendimento do tomateiro afetado pelo estresse salino, os efeitos mais visíveis são, maior incidência no abortamento de flores, menor número de frutos, redução no tamanho dos frutos, e redução na massa média de frutos, resultando em perdas na produção de frutos comerciais (CAMPOS et al., 2006; MEDEIROS et al., 2012). Apesar de provocar redução na produção de frutos, o estresse salino promove aumento na concentração de açúcares, de ácidos orgânicos e na porcentagem de massa seca dos frutos, fato já confirmado por Campos et al. (2006).

É possível perceber, que existe grande variabilidade quanto a tolerância das culturas à salinidade, variando em função de vários fatores, como manejo de fertirrigação (MEDEIROS et al., 2012), fonte de sais na água (CAMPOS et al., 2006) e material genético (AKTAS et al., 2006), podendo variar inclusive entre cultivares de uma mesma espécie e ao longo do ciclo da cultura (PARIDA & DAS, 2005; MUNNS & TESTER, 2008), evidenciando a importância de pesquisas que possibilitem o uso de águas salinas na produção destas hortaliças, obtendo elevadas produtividade e qualidade dos produtos.

2.4 NUTRIÇÃO DE PLANTAS SOB ESTRESSE SALINO

Na região Nordeste, é comum a ocorrência de águas com elevadas concentração de sódio, e o excesso do cátion sódio no meio de crescimento das raízes promove competição pelos sítios de absorção de outros cátions. Tal fato ocorre em consequência da existência do antagonismo de íons. Na^+ sobre a absorção de íons e cálcio (Ca^{2+}) e de potássio (K^+), ocorrendo, em plantas mais sensíveis elevadas relações. $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ e Na^+/K^+ (MALAVOLTA, 2006).

Em hortaliças da família das solanáceas, como o pimentão e o tomate, um dos principais problemas relacionados ao estresse salino, em meio rico em sódio, é a elevada incidência de frutos com podridão apical (RUBIO et al., 2009), provocado, entre outros fatores, pela elevada relação. $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ (GRATTAN & GRIEVE, 1999), reduzindo consideravelmente a produção de frutos de padrão comercial.

O potássio é o primeiro nutriente mais acumulado pelo tomateiro (FAYAD et al., 2002), tendo a seguinte distribuição nos órgãos folhas, caule, raízes e frutos: 27; 18; 1 e

54%, respectivamente (PRADO et al., 2011). O potássio é considerado o nutriente da qualidade, devido aos seus importantes efeitos nos produtos, afetando atributos como a cor, tamanho, acidez, resistência ao transporte, manuseio, armazenamento, valor nutritivo e qualidades industriais (RAIJ, 1990). De acordo com Ho & Adams (1995), o potássio é acumulado em grandes quantidades nos frutos de tomate, e é requerido para uniformizar o amadurecimento e aumentar a acidez dos frutos, características essenciais para a boa qualidade e sabor.

Na cultura do tomateiro, o potássio atua na síntese de carotenóides (JOHJIMA, 1994), principalmente o licopeno, responsável pela cor vermelha do fruto, e também na biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos, vitamina C e sólidos solúveis totais. No entanto, ao ser aplicado excessivamente, pode ocasionar distúrbios fisiológicos como queda na produção e qualidade dos frutos, desbalanço nutricional e aumento da pressão osmótica (DIAS et al., 2003).

O potássio (K) é o único cátion monovalente essencial para todas as plantas superiores, sendo o mais abundante no citoplasma. Não é constituinte da matéria orgânica das plantas ao contrário de N, P e S. Sua importância na fisiologia vegetal decorre a sua alta taxa de mobilidade dentro da planta e sua atividade iônica. As suas funções são bem específicas uma vez que apenas em parte pode ser substituído por outro cátion (BATAGLIA, 2005)

Este nutriente (K) age em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na abertura e fechamento dos estômatos, na permeabilidade da membrana e no controle do pH (MALAVOLTA et al., 1997). Este nutriente assume papel importante na cultura do tomate, considerando sua atuação na síntese de carotenóides, principalmente o licopeno, responsável pela coloração vermelha do fruto, e também na biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos, vitamina C e sólidos solúveis totais (JOHJIMA, 1994).

Sob condições de estresse com NaCl, a concentração de potássio no tecido foliar tende a decrescer, influenciando negativamente o crescimento das plantas. Segundo Lacerda et al. (2003), algumas vezes, o melhor desempenho de certo genótipo, sob condições de estresse com NaCl, parece estar relacionado com sua melhor nutrição potássica.

O cálcio é importante na ativação enzimática, na regulação do movimento de água nas células e é essencial para a divisão celular (MALAVOLTA, 2006).

De acordo com Prado et al. (2011), o cálcio é o terceiro macronutriente mais absorvido pelo tomateiro, e apresenta-se distribuição nas folhas, caule, raízes e frutos: 70; 26; 2 e 2%, respectivamente. Uma vez incorporado ao tecido celular, o cálcio é imóvel, daí a necessidade de suprimento constante para atender ao crescimento do fruto.

A podridão apical é uma das desordens fisiológicas mais importantes do tomateiro, considerada como um sintoma da deficiência de cálcio nos frutos, sendo o distúrbio abiótico que mais influencia a produtividade comercial do tomateiro, considerado fator chave para evitar perdas no rendimento da cultura (LOOS et al., 2008). Entretanto, o mecanismo pelo qual os fatores externos afetam a concentração deste nutriente nos frutos e o desenvolvimento da podridão apical, nem o tipo de relação entre deficiência de cálcio e podridão apical foram identificadas inequivocamente (SAURE, 2001).

Os fatores mais prováveis para a ocorrência de podridão apical podem estar relacionados com alta umidade relativa do ar no período de colheita e diminuição de fluxo transpiratório de água e nutrientes, para parte aérea, influenciando a redistribuição de Ca^{+2} para frutos, assim, em condições de baixa umidade relativa, é possível ocorrer maior acúmulo de cálcio nos frutos (PAIVA et al., 1998).

Esta desordem é causada não somente pela absorção de cálcio, mais ainda por condições que afetam a distribuição do cálcio para os frutos, como a baixa mobilidade deste nutriente e elevada taxa de crescimento dos frutos (FONTES, 2003). De acordo com (BLANCO et al., 2008), o estresse nutricional em plantas sob estresse salino pode estar associado ao acúmulo excessivo de determinados íons e à redução na aquisição de outros, em virtude das alterações na disponibilidade de nutrientes, da competição no processo de absorção e à inibição do transporte na planta

Para a cultura do pimentão, Rubio et al. (2009) constataram que o aumento de cálcio na solução nutritiva provocou aumento significativo na produção de frutos com padrão comercial, em consequência da redução na incidência da podridão apical, apesar de provocar redução na firmeza da polpa dos frutos. Esses trabalhos mostraram que, de forma geral, o aumento na concentração de potássio e cálcio na solução nutritiva é fundamental para que plantas cultivadas sob estresse salino possam atingir o máximo potencial produtivo.

A aplicação desses nutrientes simultaneamente deve ser realizada com cautela, pois elevadas concentrações de potássio pode, por efeito antagônico, provocar redução na

concentração de cálcio no tecido vegetal, aumento a relação K^+/Ca^{2+} (GRATTAN & GRIEVE, 1999).

Apesar de já terem sido observados efeitos benéficos da aplicação de potássio e de cálcio na cultura do tomateiro, alguns cuidados precisam ser considerados, como a relação entre íons K^+ e Ca^{2+} , pois a relação entre os mesmos no tecido foliar pode afetar a qualidade dos frutos (RUBIO et al., 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

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° 12' 04 S'' e 37° 19' 39 W'' de Greenwich, com altitude média de 18 m (Figuram1). O clima da região, na classificação de Koeppen, é do tipo BSw^h, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura média de 27 °C e umidade relativa do ar média de 68,9% (CARMO FILHO & OLIVEIRA, 1995).



FIGURA 1 - Localização do experimento. Mossoró-RN, 2016.

A estrutura da casa de vegetação é em revestimento metálico medindo 7,0 m x 18,0m, apresentando área total de 126 m², pé direito com 4,0 m de altura e coberta em formato de arco com material plástico transparente próprio contra ação dos raios ultravioletas e incidência direta da insolação sobre as plantas (Figura 2).



Figura 2- Casa de vegetação onde foi conduzido o experimento. Mossoró-RN, 2016.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

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

Para a menor salinidade ($S1- 0,5 \text{ dS m}^{-1}$) 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 sais de NaCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ em água coletada em poço profundo localizado no Campus central da UFERSA, mantendo-se a proporção equivalente de 7:2:1 (MEDEIROS, 1992).

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

3.3.1 CULTIVAR UTILIZADA

A cultivar SUPERA F1, utilizada neste experimento tem como características hábito de crescimento determinado com alto enfolhamento e alta frutificação; frutos firmes do tipo periforme com excelente pegamento em altas temperaturas e boa coloração

tamanho médio de 8 a 6 centímetros de comprimento pesando em média 140 gramas. A cultivar possui alto potencial produtivo, alta tolerância a rachadura e pode ser plantado o ano todo seu ciclo duro em média 110 dias, sendo bastante indicada para processamento ou mercado in natura (AGRISTAR, 2017).

3.3.2 SEMEADURA E TRANSPLANTIO

O plantio foi realizado a partir de mudas produzidas em bandejas de polietileno expandido com capacidade para 128 células semeadas no dia 12/02 de 2015, sendo utilizado substrato comercial próprio para hortaliças. Quando as plantas apresentaram cerca de 3 a 4 folhas definitivas (Figura 3A), foram transplantadas para recipientes plásticos com capacidade para 15 dm³, num total de uma planta em cada vaso.



Figura 3- Mudas de tomateiro e arranjo dos vasos no interior da casa de vegetação. Mossoró-RN, 2016.

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 fileiras utilizando-se o espaçamento de 1,50 m entre fileiras e 0,50 m entre vasos (Figura 3B), 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.

3.3.3 PRÁTICAS CULTURAIS

O tutoramento das plantas se deu através de fitas plásticas sustentadas por um fio de arame colocado paralelamente as linhas de cultivo. Semanalmente eram realizadas as desbrotas dos brotos ‘ladrões’, de forma que cada planta foi conduzida com apenas uma haste principal.

3.3.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Foi adotado o sistema de irrigação por gotejamento, utilizando emissores do tipo microtubos, os quais foram previamente avaliados sob condições normais de operação. Os emissores ficaram acoplados às linhas de irrigação (tubos de polietileno).

Para cada tipo de água foi utilizado um sistema de irrigação independente, formado, 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, utilizada normalmente em máquina de lavar roupa), mangueiras (16 mm) e microtubos com vazão média de $2,5 \text{ L h}^{-1}$ (Figura 4A).



Figura 4 - Sistema de irrigação (A) utilizada no experimento (Caixas + Bombas); Termohigrômetro (B). Mossoró-RN, 2016.

Ao longo do experimento foi realizado o monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar durante o desenvolvimento da cultura, utilizando-se um

Termohigrômetro instalado no interior do ambiente protegido sob um abrigo de madeira a 1,0 m de altura do solo (Figura 4B).

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, a partir da visualização de drenagem nos vasos.

3.3.5 MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO

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 ministrações das demais fertirrigações, seguindo a mesma frequência da irrigação. A quantidade de nutrientes para 500 L de solução nutritiva, fornecida através de fertirrigação, seguiu a recomendação de Castellane & Araújo (1995), para cada cultura do tomateiro em sistema hidropônico. A relação $K^+/Ca^{2+}=1:1$ correspondente a concentração de K e Ca recomendada por Castellane & 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 ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
F1- $K^+/Ca^{2+}=1,5:1$	184	21	372	153	43	47,5
F2- $K^+/Ca^{2+}=1,25:1$	184	21	310	153	43	47,5
*F3- $K^+/Ca^{2+}=1:1$	184	21	248	153	43	47,5
F4- $K^+/Ca^{2+}=1:1,25$	184	21	248	191,2	43	47,5
F5- $K^+/Ca^{2+}=1:1,5$	184	21	248	229,5	43	47,5

* 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.

3.4 VARIÁVEIS AVALIADAS

3.4.1 CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO

Durante os experimentos foram realizadas avaliações dos principais parâmetros de crescimento das plantas de forma não destrutiva, a partir do número de folhas, altura de plantas e diâmetro de caule. Essas variáveis foram medidas a cada 15 dias após o transplântio com auxílio de uma régua graduada e um paquímetro digital.

Ao final do experimento (90 DAT) as plantas foram coletadas e transportadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade para serem avaliadas as seguintes características de crescimento: área foliar, massa seca de caule, folhas, frutos e total.

A área foliar foi determinada no final do experimento, pelo método da coleta dos discos foliares, utilizando um furador (vazador) com área de 6,26 mm², retirando-se 20 discos foliares por planta. As folhas e os discos foram acondicionados em sacos de papel, colocados em estufa de circulação forçada a 65 °C por 72 horas. Posteriormente, foram pesados separadamente, em balança analítica. Para determinação da área foliar utilizou-se a equação 1.

$$AF = \frac{(MSD \times 20)}{MSF} \quad (1)$$

onde:

AF – área foliar, cm²/planta;

MSF – massa seca de folha, g/planta;

MSD – massa seca de disco, g;

AD – área disco, cm².

Para determinação da matéria seca, as plantas foram separadas em caule, folhas e frutos. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, etiquetadas e colocadas em estufa a 65 °C, com circulação forçada de ar até alcançarem peso constante. Após secas, as amostras foram pesadas em balança eletrônica, sem o saco de papel, e o peso foi expresso em gramas por planta. A matéria seca total foi obtida pelo somatório das diferentes partes (MST = MSF+MSC+MSFR).

3.4.2 CARACTERÍSTICAS DE RENDIMENTO

As colheitas foram realizadas duas vezes por semana, colhendo os frutos fisiologicamente maduros. Em cada colheita, foram contados e pesados individualmente e com base nesses dados, foram determinados os componentes do rendimento: número de frutos, produção de frutos e peso médio do fruto, por planta. Os frutos foram analisados visualmente quanto à presença de lesões causadas por agentes bióticos (como requeima, rachaduras, broca pequena e broca grande) e abióticos (como podridão apical e lóculo aberto), e em seguida foram classificados como comerciais e não comerciais.

3.4.3 CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS

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 foram determinados 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 da mistura das diferentes partes da polpa 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 mL de polpa de ácido ascórbico

A acidez titulável foi deferminada 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 málico.

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

3.5 ANALISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância, avaliando cada experimento isoladamente. Os fatores quantitativos relativos aos níveis de salinidade foram analisados estatisticamente por meio de regressão polinomial (linear e quadrática), enquanto que os fatores qualitativos (relações potássio/cálcio) 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).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 CRESCIMENTO DO TOMATEIRO

Realizada a análise de variância verificou-se efeito significativo da interação entre os fatores S x F para as variáveis área foliar (AF) ($p < 0,01$), bem como para altura (ALT) ($p < 0,05$), não havendo efeito significativo para as variáveis número de folha (NF) e diâmetro do caule (DC). Para o fator F isoladamente observou-se que não houve efeito significativo para todas as variáveis. Por outro lado, o fator S isoladamente afetou todas essas variáveis ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2- Resumo da análise de variância para do diâmetro caule (DC), altura (ALT), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		DC	ALT	NF	AF
Salinidade (S)	3	12,84**	950,30**	120,23**	38811950,35**
Fertirrigação (F)	4	4,91 ^{ns}	92,22 ^{ns}	12,79 ^{ns}	1115697,65 ^{ns}
S x F	12	3,18 ^{ns}	171,66*	15,91 ^{ns}	1400025,30**
Blocos	3	3,47	194,10	3,32	2351539,53**
Resíduo	60	3,02	84,18	9,46	543464,23
CV (%)		12,74	17,90	16,15	23,21

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

Para a área foliar, verifica-se que houve diferença significativa entre as fertirrigações nas plantas submetidas as soluções salinas de 0,5 e 2,0 dS m⁻¹. Para ambas as soluções é possível observar os maiores valores de área foliar nas plantas submetidas F1 e menor valor quanto utilizou-se a F4, não diferindo das demais. Dessa forma, pode-se perceber que as plantas submetidas a maiores doses de K comportaram-se melhor do que as submetidas a maiores doses de Ca para essa variável (Tabela 3).

Albuquerque et al. (2011) avaliando o crescimento e o rendimento de pimentão fertigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio, constataram que o aumento na dose de K apresentou efeito positivo para essa variável.

Para as salinidades 3,5 e 5,0 dS m⁻¹ não ocorreram diferenças entre as fertirrigações. De forma geral verifica-se que o aumento da salinidade tem inibido o desempenho desses nutrientes para AF (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios para diâmetro caule (DC), altura (ALT), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.

Salinidade	Fertirrigações	DC (mm)	ALT (cm)	NF	AF (cm ² planta ⁻¹)
0,5 dS m ⁻¹	F1	16,3 a	129,2 a	19 a	8548,8 a
	F2	15,7 a	122,0 a	21 a	7715,5 ab
	F3	13,9 a	127,7 a	25 a	6953,3 b
	F4	13,8 a	121,5 a	20 a	6505,7 b
	F5	13,7 a	132,0 a	25 a	7700,4 ab
2,0 dS m ⁻¹	F1	14,1 a	114,0 a	21 a	6961,1 a
	F2	13,6 a	118,0 a	19 a	5992,0 ab
	F3	14,8 a	118,7 a	19 a	6126,7 ab
	F4	12,5 a	114,0 a	16 a	5683,6 b
	F5	13,1 a	124,0 a	19 a	5924,4 ab
3,5 dS m ⁻¹	F1	13,1 a	107,0 a	19 a	4572,3 a
	F2	13,3 a	116,7 a	18 a	5569,2 a
	F3	14,1 a	114,2 a	17 a	5020,8 a
	F4	11,4 a	113,2 a	19 a	4576,6 a
	F5	13,7 a	112,2 a	18 a	5769,2 a
5,0 dS m ⁻¹	F1	12,6 a	95,5 a	19 a	4049,2 a
	F2	13,1 a	112,0 a	15 a	4031,6 a
	F3	12,3 a	106,7 a	16 a	3810,5 a
	F4	12,8 a	101,7 a	17 a	4320,5 a
	F5	12,5 a	105,0 a	18 a	4569,8 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⁺/Ca²⁺=1,5:1; F2-K⁺/Ca²⁺=1,25:1; F3-K⁺/Ca²⁺=1:1; F4-K⁺/Ca²⁺=1:1,25 e F5-K⁺/Ca²⁺=1:5).

Na Figura 5A é apresentado o efeito da salinidade sobre o diâmetro do caule de acordo com cada fertirrigação. Foram observados para todas as fertirrigações o comportamento de declínio linear por aumento unitário da salinidade para essa variável. O decréscimo foi 1,033 mm para cada aumento unitário da salinidade totalizando perdas de 29%. Guedes et al. (2015) estudando estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido, também observaram reduções dessa variável. De forma geral, verifica-se que as relações K/Ca não foram eficientes para amenizar o efeito do sal.

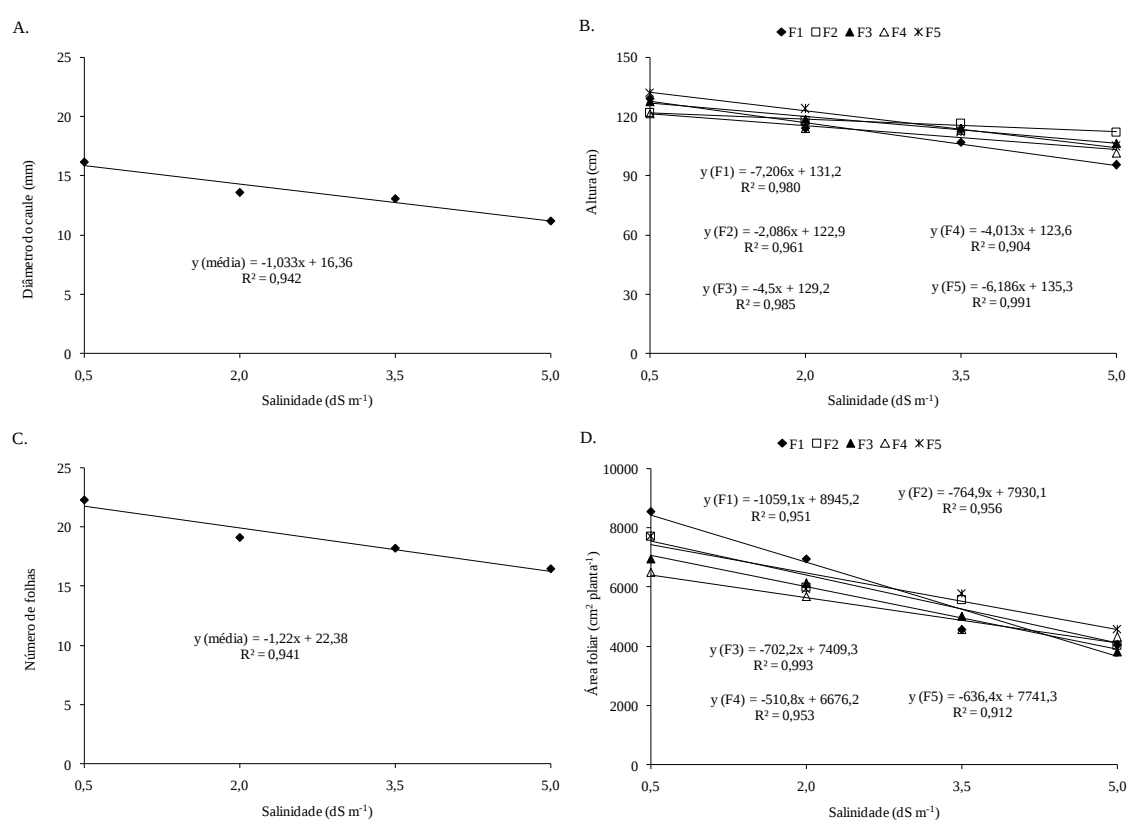


Figura 5 - Diâmetro do caule (A), altura (B), número de folhas (C) e área foliar (D) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.

A Figura 5B mostra o efeito da salinidade sobre a altura da planta de acordo com cada fertirrigação. Verifica-se que para todas as fertirrigações o comportamento deu-se de maneira linear, apresentando assim declínios na altura de plantas para cada aumento unitário no nível da salinidade. Observa-se ainda que as menores perdas ocorreram nas plantas fertirrigadas com F2 apresentando decréscimo de 2,086 cm totalizando perda de 7,7%. As fertirrigações F1 e F5 apresentaram as maiores perdas, relatando assim declínios

de 7,2 e 6,2 cm por aumento unitário da salinidade gerando um total de perdas de 25 e 21% respectivamente. Esse comportamento corrobora com resultado encontrados por outros autores (GUEDES et al, 2015; MEDEIROS et al., 2011), também estudando o efeito da salinidade no cultivo do tomateiro. De modo geral a aplicação das relações K/Ca não foram eficientes para mitigar o efeito da salinidade para essa variável.

O efeito da salinidade sobre o número de folhas de acordo com cada fertirrigação apresentado pela Figura 5C. Constatou que, não houve efeito positivo das fertirrigações para essa variável, onde o comportamento das mesmas apresentou-se de forma linear com declínio de 1,22 folhas para cada aumento unitário da salinidade totalizando perdas de 25%. De forma geral a emissão de folhas foi reduzida com o aumento dos níveis salinos em todos os tratamentos analisados, o que mostra o efeito depreciador dos sais nesta variável.

A área foliar foi afetada pela salinidade de forma diferente de acordo com as fertirrigações adotadas (Figura 5D). Observa-se que a salinidade apresenta sobre essa variável, efeito bastante deletério, apresentando redução linear para todas as fertirrigações. Para F1 foram observadas as maiores perdas, com decréscimo de 1059 cm² planta⁻¹ ocasionando perda total de 56,6%. F4 e F5, apresentaram as menores perdas, com declínio de 510,8 e 636,4 cm² planta⁻¹ totalizando perdas 36 e 38% respectivamente, não diferindo entre si.

De modo geral, nem uma das relações K/Ca foram eficientes para amenizar o efeito do sal para essa variável, porém, percebe-se que as plantas ministradas com as maiores doses de Ca em relação as fertirrigadas com maiores doses de K, apresentaram uma capacidade maior na tentativa de amenizar o efeito salino.

A redução no crescimento foliar representa um mecanismo de defesa das plantas sob condições de estresse hídrico e salino, reduzindo as perdas de água por transpiração (TAIZ & ZEIGER, 2009). Entretanto, também representa alterações na partição de fotoassimilados e redução na área destinada ao processo fotossintético, o que pode resultar em perdas de produtividade.

O efeito da salinidade sobre a área foliar está relacionado tanto à redução na emissão de novas folhas quanto na morte e queda de folhas, além de reduzir a expansão do limbo foliar (MAHMOUD & MOHAMED, 2008).

Na Figura 6A são apresentados os dados referentes ao número de folhas ao longo do experimento em função das fertirrigações para cada nível de salinidade, na qual

verifica-se que houve maior diferenciação entre as fertirrigações nas plantas irrigadas com água de salinidade de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, em que, a partir do 25 DAT ocorreu maior diferenciação destacando-se para F5 e F1 que apresentaram maior e menor número de folhas respectivamente a partir desta época (Figura 6A). Para as demais salinidades não ocorreram variações consideráveis entre as fertirrigações, indicando que as plantas irrigadas com águas de salinidade de 2 a 5 dS m^{-1} apresentam pouca resposta a variação nas razões K e Ca (Figuras 6B, 6C e 6D).

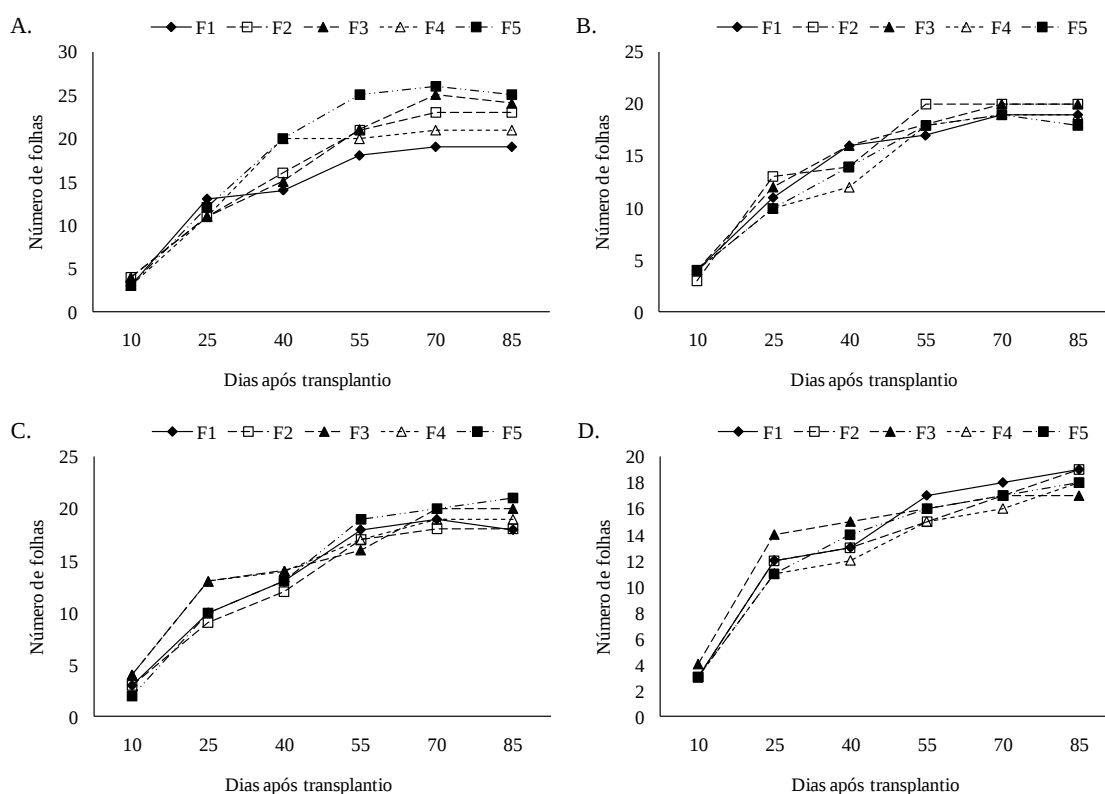


Figura 6 - Número de folhas do tomateiro durante o experimento em função de diferentes manejos de fertirrigação cálcica e potássica e níveis de salinidade (A – $0,5 \text{ dS m}^{-1}$; B – $2,0 \text{ dS m}^{-1}$; C – $3,5 \text{ dS m}^{-1}$; D – $5,0 \text{ dS m}^{-1}$). Mossoró-RN, 2016.

Analisando o efeito da salinidade no número de folhas para cada fertirrigação durante o experimento, constata-se que não houve diferenciação entre as salinidades nas plantas submetidas a F1 (Figura 7A). Este resultado pode ser o indicio de que o aumento da concentração de potássio na solução de irrigação reduziu o efeito da salinidade sobre esta variável. Para as demais fertirrigações, verifica-se que ocorreram maiores variações entre as salinidades sendo que, de forma geral, as plantas irrigadas com águas de menor

salinidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ destacaram-se das demais. Além disso, pode-se observar que a diferença entre a salinidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ e as demais é intensificada a partir de 70 DAT para F2 (Figura 7B), 55 DAT para F3 (Figura 7C), e 40 DAT para F4 e F5 DAT (Figuras 7D e 7E).

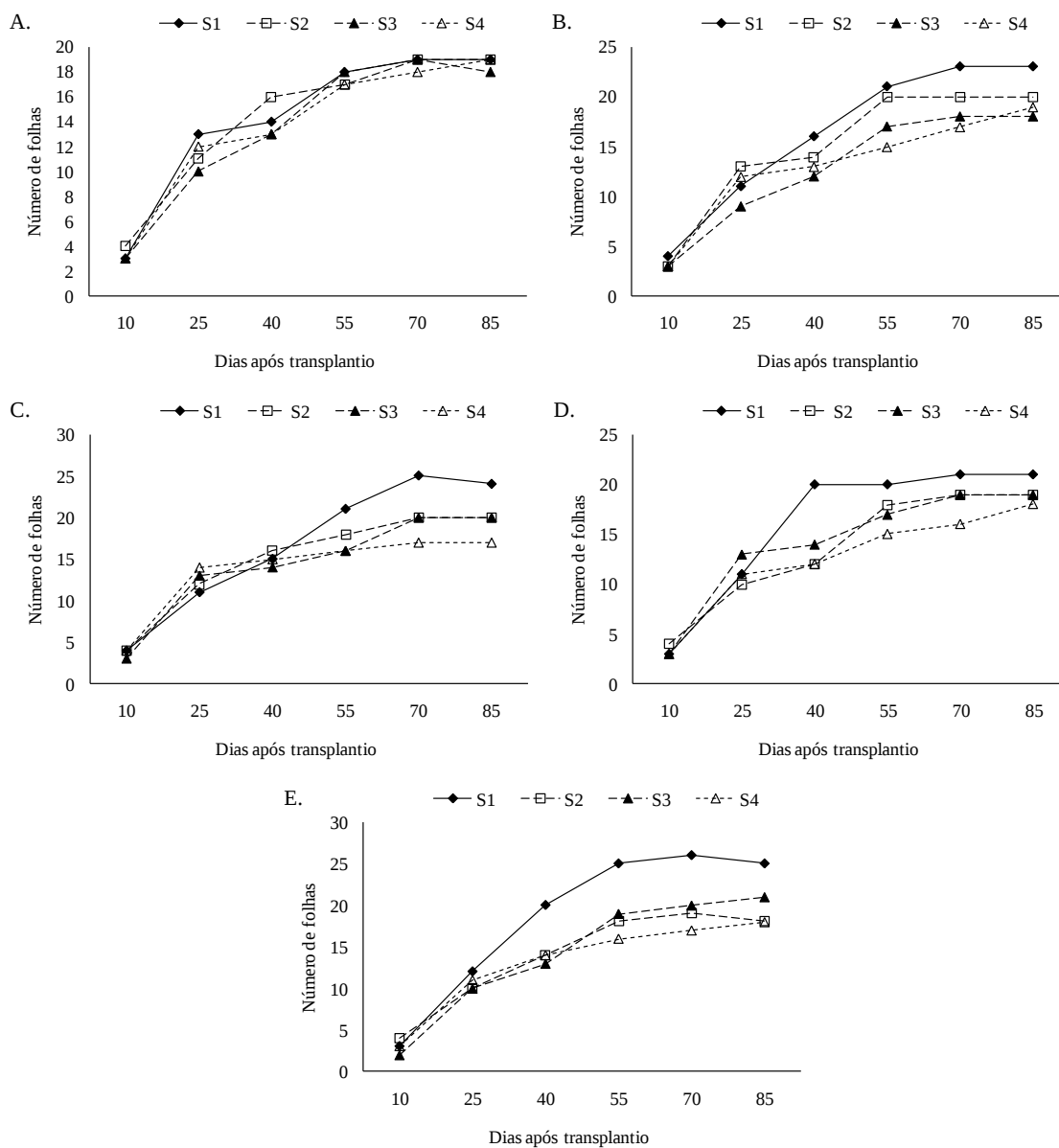


Figura 7 - Número de folhas do tomateiro durante o experimento em função de diferentes salinidades e manejos de fertirrigação potássica e cálcica. (A – F1; B – F2; C – F3; D – F4; E – F5). Mossoró-RN, 2016.

Considerando a Figuras 7D e 7E, nas quais as fertirrigações que continham as maiores concentrações de Ca, verifica-se que o aumento deste nutriente na solução nutritiva aumentou o estresse salino sobre esta variável, apesar de não ocorrer maior diferença nas salinidades acima de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Analisando a Figura 8, referente ao diâmetro do caule ao longo do experimento em função das fertirrigações para cada nível de salinidade, verifica-se que praticamente não houve diferenciação entre as fertirrigações, destacando-se as plantas irrigadas com água de salinidade de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, em que, somente partir dos 85 DAT ocorreu maior diferenciação (Figura 8A). Destacando-se a F2, que apresentou maior espessura do caule ao final do ciclo. Para as salinidades acima de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, ocorreram pouca diferenciação no diâmetro do caule. De modo geral, para a esta variável, as plantas irrigadas com águas de salinidade de $0,5$ a 5 dS m^{-1} apresentam pouca resposta a variação nas razões K e Ca (Figuras 8A .8B, 8C e 8D).

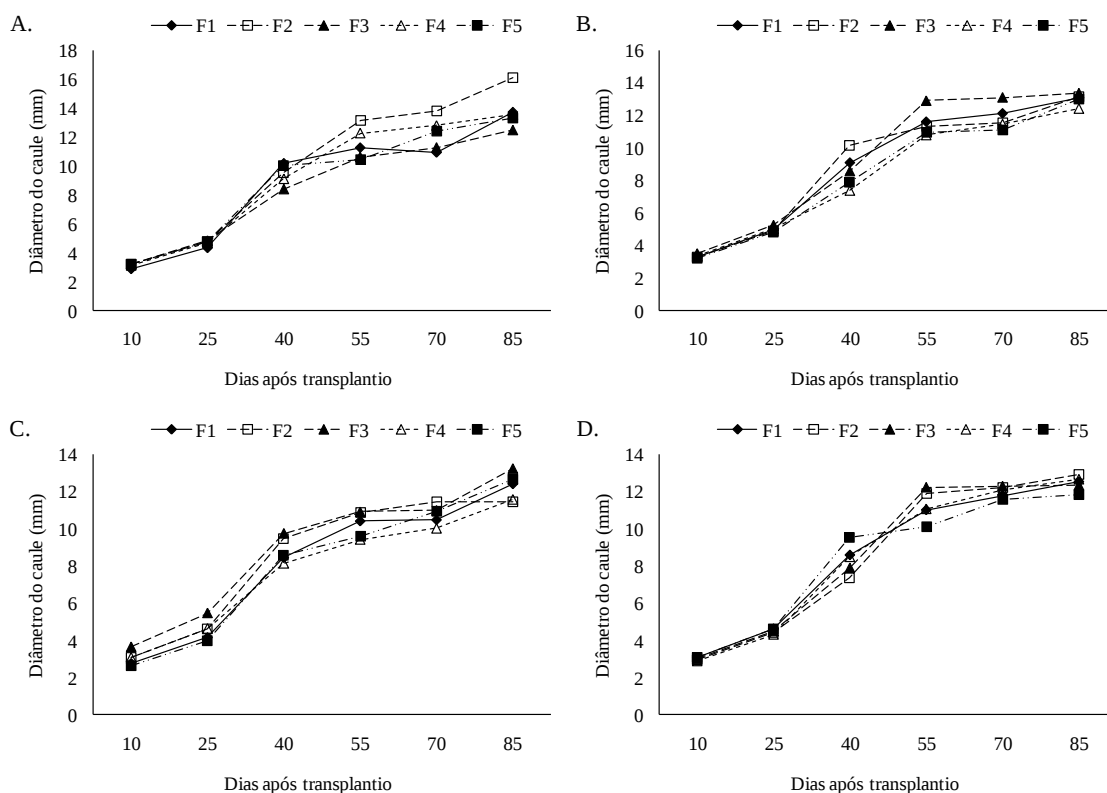


Figura 8 - Diâmetro do caule do tomateiro durante o experimento em função de diferentes manejos de fertirrigação potássica e cálcica e níveis de salinidade (A – $0,5 \text{ dS m}^{-1}$; B – $2,0 \text{ dS m}^{-1}$; C – $3,5 \text{ dS m}^{-1}$; D – $5,0 \text{ dS m}^{-1}$). Mossoró-RN, 2016.

Analisando o efeito da salinidade sobre o diâmetro do caule para cada fertirrigação durante o experimento, constata-se que não houve diferenciação entre as salinidades nas plantas submetidas a F1 (Figura 9A) e F5 (Figura 9E), tais tratamentos apresentaram rápida taxa de crescimento entre 25 e 40 DAT.

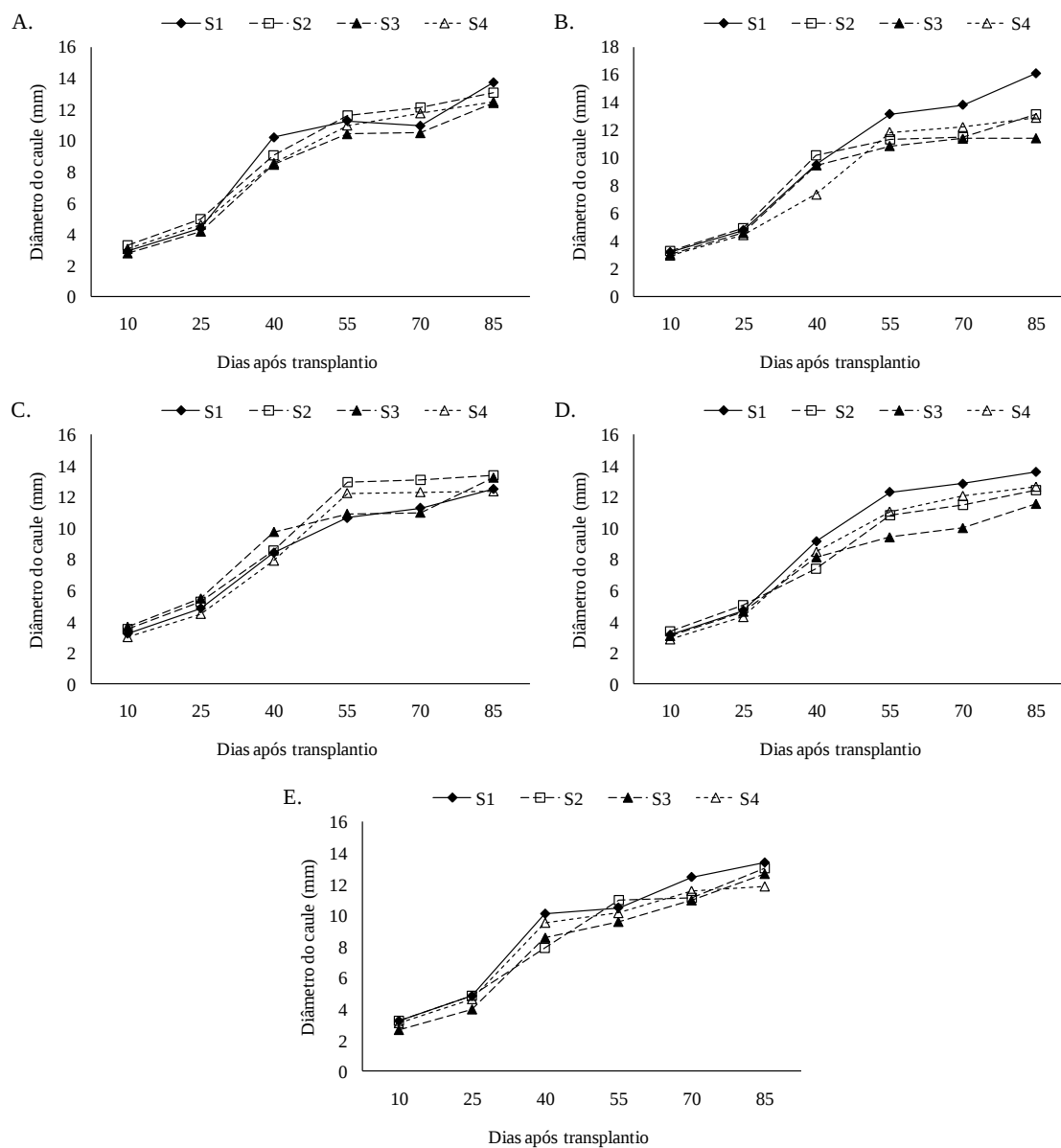


Figura 9 - Diâmetro do caule do tomateiro durante o experimento em função de diferentes salinidades e manejos de fertirrigação potássica e cálcica (A – F1; B – F2; C – F3; D – F4; E – F5). Mossoró-RN, 2016.

. Estes resultados podem mostrar que o aumento da concentração de potássio e cálcio na solução de irrigação reduziram o efeito da salinidade sobre esta variável. Para

as demais fertirrigações, observou-se houve ocorrência de maiores variações entre as salinidades. De modo geral, as plantas irrigadas com águas de menor salinidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ foram superiores as demais exceto para as plantas fertirrigadas com F3 cuja, apresentou maiores diâmetros quando submetidas a salinidade de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ e teve para esta salinidade crescimento acelerado entre 40 e 55 DAT. Além disso, pode-se observar que a diferença entre a salinidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ e as demais é intensificada a partir de 70 DAT para F2 (Figura 9B).

Os dados referentes à altura das plantas ao longo do experimento em função das fertirrigações para cada nível de salinidade são mostrados na Figura 10. Observou-se maior diferenciação apenas nas plantas submetidas a salinidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, na qual verifica-se que houve maior diferenciação entre as fertirrigações a partir de 40 DAT (Figura 10A)..

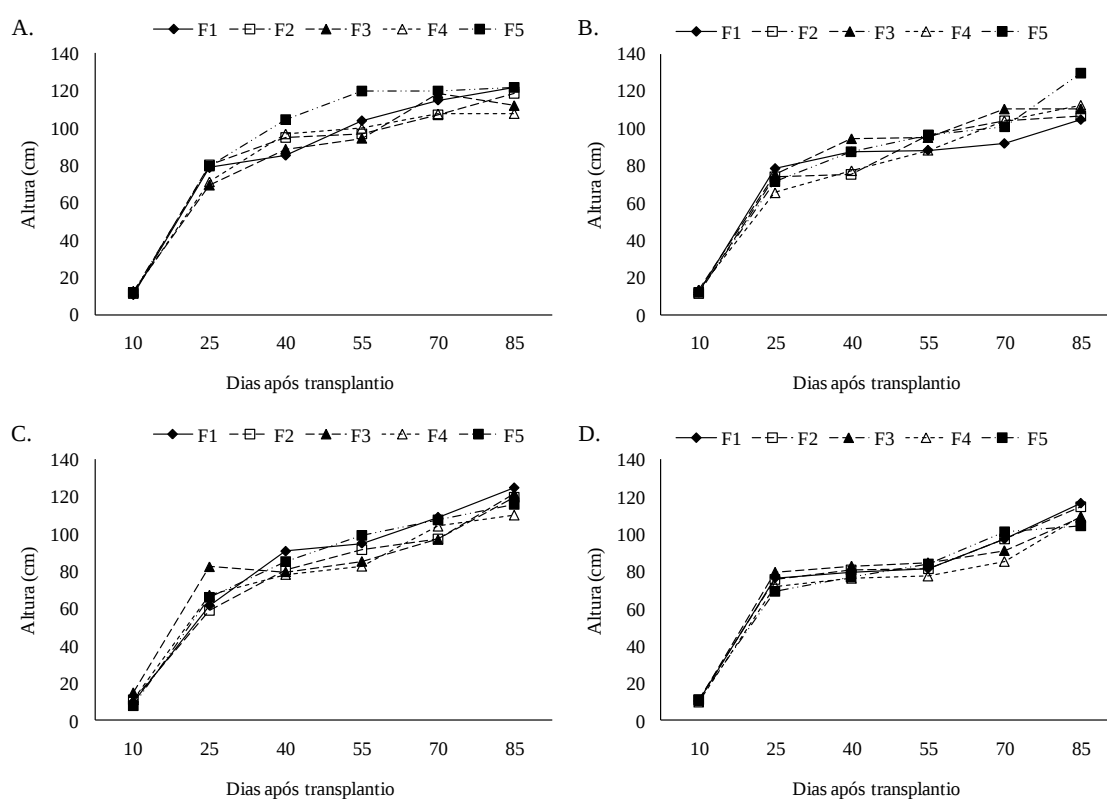


Figura 10 - Altura de plantas do tomateiro durante o experimento em função de diferentes manejos de fertirrigação potássica e cálcica e níveis de salinidade (A – $0,5 \text{ dS m}^{-1}$; B – $2,0 \text{ dS m}^{-1}$; C – $3,5 \text{ dS m}^{-1}$; D – $5,0 \text{ dS m}^{-1}$). Mossoró-RN, 2016.

Além disso constata-se ainda que as plantas submetidas a maiores doses de cálcio se destacaram das demais. Podendo ser um indício de que o aumento na concentração de cálcio favoreceu essa variável. Para as demais salinidades não ocorreram diferenciações significativas entre as fertirrigações

Avaliando o efeito da salinidade sobre altura da planta durante o experimento para cada fertirrigação, constata-se que houve diferenciação entre as salinidades em todas as fertirrigações (Figura 11).

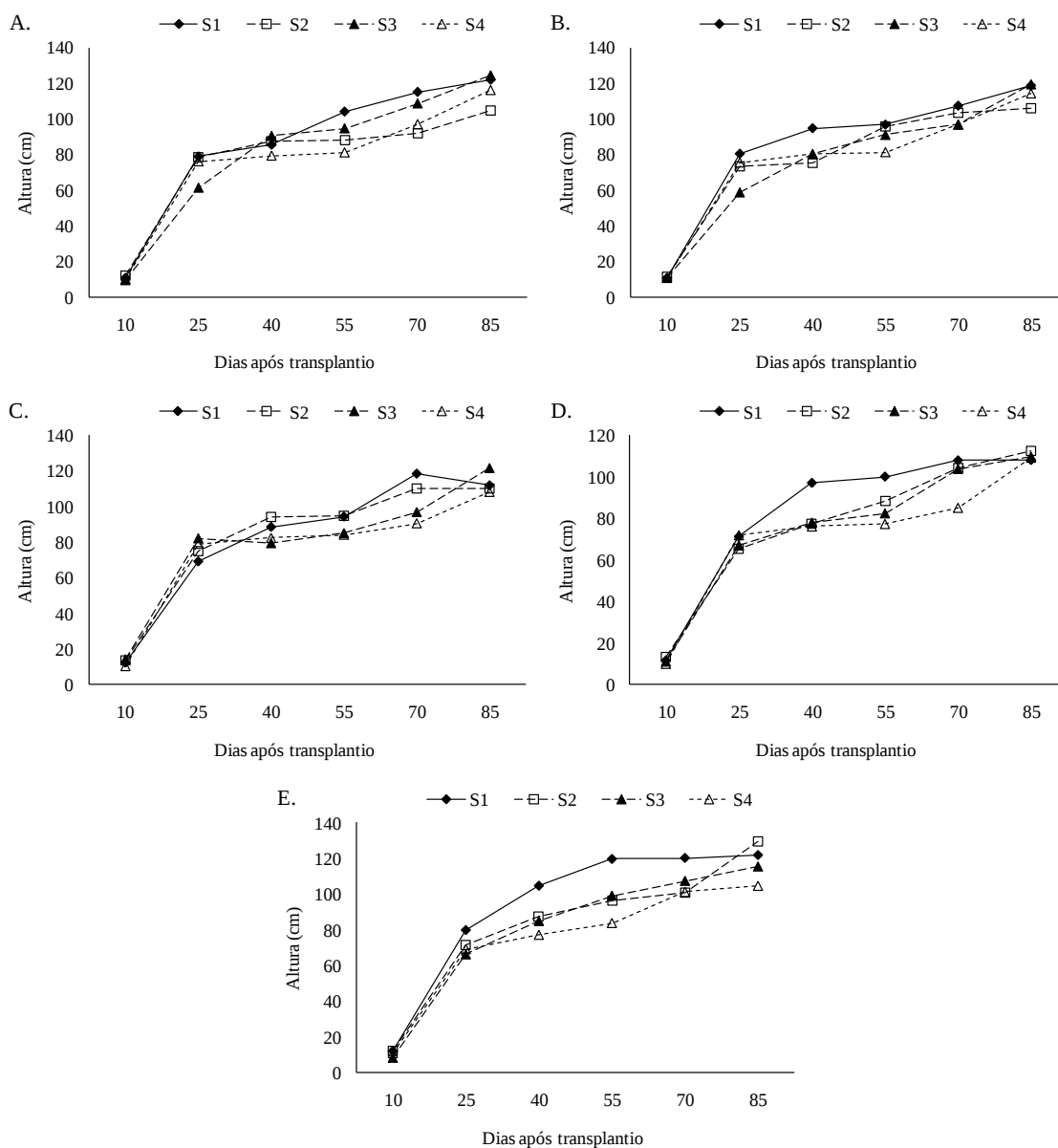


Figura 11 - Altura de plantas do tomateiro durante o experimento em função de diferentes salinidades e manejos de fertirrigação potássica e cálcica (A – F1; B – F2; C – F3; D – F4; E – F5). Mossoró-RN, 2016.

Observa-se ainda que de modo geral, as plantas submetidas a soluções com menor salinidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ se destacaram apresentando maiores valores, sendo que intensificação da diferenciação dessa salinidade e as demais ocorreram aos 55; 25; 55; 25 e 25 DAT para F1 (Figura 11A); F2 (Figura 11B); F3 (Figura 11C); F4 (Figura 11D) e F5 (Figura 11E). Para essa variável, constata-se que. De modo geral, ocorre um crescimento intenso da altura da planta entre 10 e 25 DAT.

4.2 ACÚMULO DE MATÉRIA SECA

A partir da análise de variância, verificou-se efeito significativo da interação entre os fatores S x F para as variáveis massa seca de folhas (MSF) e massa seca do caule (MSC) ($p < 0,05$), bem como para a massa seca de frutos (MSFR) e massa seca total (MST) ($p < 0,01$). Observou-se ainda que as variáveis MSC e MSFR foram afetadas significativamente ao nível de 1% de probabilidade pelo fator F isoladamente. A variável MSF foi afetada pelo fator F ao nível de 5% de probabilidade. Para a MST não houve efeito significativo desse fator isoladamente, enquanto o fator S afetou isoladamente, a MSF, MSC, MSFR e MST ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para massa seca de folhas (MSF), caule (MSC), frutos (MSFR) e total (MST) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação potássica e cálcica. Mossoró-RN, 2016.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		MSF	MSC	MSFR	MST
Salinidade (S)	3	3167,75**	1430,81**	638,61**	11839,79**
Fertirrigação (F)	4	130,27*	88,64**	596,31**	180,93 ^{ns}
S x F	12	124,74*	31,69*	489,26**	725,22**
Bloco	3	175,59*	130,06**	130,92**	180,93 ^{ns}
Resíduo	57	57,37	13,94	153,87	225,79
CV (%)		18,23	15,76	18,19	16,67

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

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios de massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de fruto MSFR e massa seca total (MST) em função do manejo da fertirrigação para cada nível de salinidade. Para a massa seca de folhas, verificou-se que não houve diferença entre as fertirrigações nas salinidades 0,5; 2,0; e 5,0 dS m⁻¹, entretanto as fertirrigações na salinidade 3,5dSm⁻¹, na qual F5 apresentou maior valor de MSF apesar de não diferir de F1, F2 e F3.

Tabela 5 - Valores médios para massa seca de folhas (MSF), caule (MSC), frutos (MSFR) e total (MST) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.

Salinidade	Fertirrigações	MSF	MSC	MSFR	MST
----- g planta ⁻¹ -----					
0,5 dS m ⁻¹	F1	77,7 a	55,2 a	65,1 b	197,9 a
	F2	70,1 a	51,4 a	62,7 b	184,2 a
	F3	63,2 a	52,4 a	63,4 b	179,1 b
	F4	59,1 a	43,1 b	77,4 a	179,6 b
	F5	70,0 a	49,9 ab	68,5 b	188,4 a
2,0 dS m ⁻¹	F1	51,6 a	40,5 a	76,5 ab	168,6 ab
	F2	50,6 a	42,9 a	68,1 b	159,6 b
	F3	55,7 a	41,6 a	74,2 ab	170,7 a
	F4	51,7 a	35,6 b	81,2 a	168,5 ab
	F5	59,3 a	39,7 ab	65,7 b	164,7 ab
3,5 dS m ⁻¹	F1	45,1 ab	36,5 a	80,2 a	161,8 a
	F2	47,2 ab	36,1 a	70,3 b	153,6 ab
	F3	45,6 ab	38,4 a	84,6 a	168,6 a
	F4	41,6 b	33,3 a	83,9 a	158,8 ab
	F5	53,9 a	33,7 a	60,6 c	148,2 b
5,0 dS m ⁻¹	F1	36,8 a	32,9 a	55,4 a	125,1 a
	F2	36,6 a	30,3 a	59,5 b	116,4 a
	F3	34,6 a	26,6 b	57,7 a	118,9 a
	F4	39,3 a	27,8 b	60,3 a	127,7 a
	F5	41,5 a	32,6 a	51,8 a	125,9 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⁺/Ca²⁺=1,5:1; F2-K⁺/Ca²⁺=1,25:1; F3-K⁺/Ca²⁺=1:1; F4-K⁺/Ca²⁺=1:1,25 e F5-K⁺/Ca²⁺=1:5).

Para MSC, verificou-se que exceto a salinidade $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, houve diferença entre as fertirrigações nas demais salinidades. Para os níveis $0,5$ e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ apenas a F4 diferiu das demais fertirrigações apresentando os menores valores. Para a salinidade $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ os maiores valores ocorreram em F1, F2 e F5.

Com relação à MSFR, verificou-se diferença significativa entre as fertirrigações em todas as salinidades. De forma geral, percebe-se que as plantas submetidas a F4 apresentaram maior MSFR para todas as salinidades, apesar de não diferir de F1 e F3 na salinidade $2,0 \text{ dS m}^{-1}$; F1 e F4 na salinidade $3,5 \text{ dS m}^{-1}$; F1, F3 e F5 na salinidade $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. Verifica-se ainda que na Tabela (4) que a fertirrigação F2 proporcionou menor MSFR para a maioria das salinidades, sendo superior apenas à F5 na salinidade $3,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Analisando a MST, constatou-se que houve diferença significativa entre as fertirrigações para todas as salinidades, exceto no nível $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. Na salinidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ os maiores valores ocorreram em F1, F2 e F5 que não diferiram entre si significativamente. Para o nível $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ a F3 foi superior a F2, e ambas não diferem das demais. Já para o nível $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, as fertirrigações F1 e F3 apresentaram maiores valores não diferindo de F2 e F4, enquanto F5 apresentou menor MST não diferindo de F2 e F4.

Na Figura 12 A é apresentado o efeito da salinidade sobre a massa seca de folhas (MSF) de acordo com cada fertirrigação. Todas as fertirrigações apresentaram redução linear para MSF, g. planta⁻¹ ocorrendo as maiores perdas em F1, F2 e F3 na ordem de 8,61; 6,92 e 6,39 respectivamente para cada aumento unitário de salinidade resultando em perdas totais de 53,7; 46,7 e 44,8% respectivamente. As menores perdas observadas foram de 6,06 (F5) e 4,63 (F4) totalizando perdas de 39 e 35,7%. Esses resultados corroboram com outros trabalhos verificaram redução da MSF, quando as plantas do tomateiro eram submetidas ao estresse salino (GUEDES et al 2015; SILVA et al, 2013).

O efeito da salinidade sobre a massa seca do caule de acordo com cada fertirrigação é apresentado a seguir na Figura 12B. Para essa variável o modelo que melhor se ajustou foi o linear em todas as fertirrigações. Tendo ocorrido as maiores perdas na F3, F1 e F2 na seguinte ordem 5,30; 4,73 e 4,54 g planta⁻¹ para cada aumento unitário de salinidade, resultando em perdas totais de 46,4 (F3) e 41% para F2 e F3. As menores perdas foram observadas na (F4) 3,21 e (F5) 3,86 g planta⁻¹ totalizando 34 e 36% respectivamente de perdas.

O efeito da salinidade sobre a massa seca do caule de acordo com cada fertirrigação mostrado na (Figura 12C), verificou-se que, exceto para a F5, todas as outras fertirrigações apresentaram comportamento quadrático. Em F5 houve decréscimo de 3,68 g planta⁻¹ para cada aumento unitário de salinidade, totalizando perda de 23,7%. F4, F3, F1 apresentaram os maiores valores em ganhos nas salinidades 1,83; 2,69; 2,54 dS m⁻¹ com MSFR máxima de 84,81e 80g planta⁻¹. Comparando-se esses valores com os obtidos na menor salinidade, ocorreram ganhos de 11, 32 e 26% respectivamente. F2 apresentou menor valor na salinidade 2,32 dS m⁻¹ obtendo máxima de MSFR 71g planta⁻¹. Quando comparada com a menor salinidade houve ganho de 15,6%.

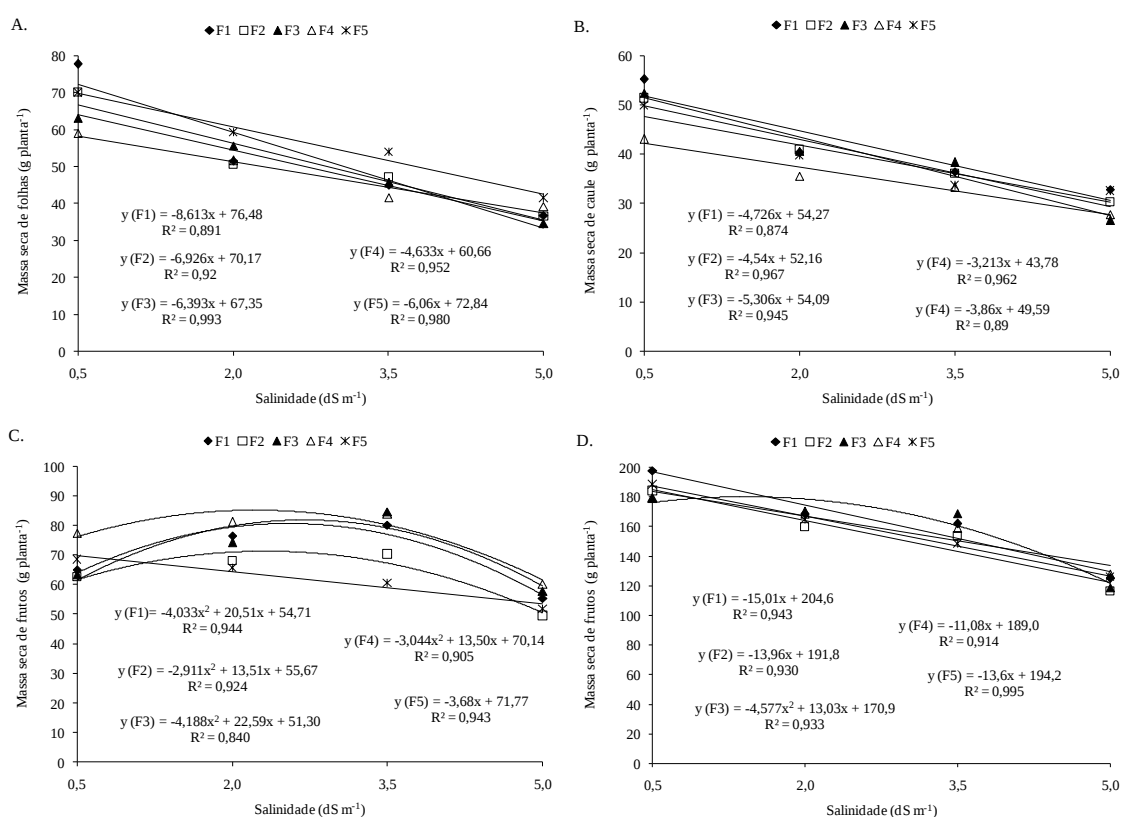


Figura 12 - Diagrama de dispersão com desdobramento da salinidade dentro de cada fertirrigação para massa seca de folhas MSF (A), caule MSC (B), frutos MSFR (C) e total MST (D) de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.

O efeito da salinidade sobre a massa seca total de acordo com cada fertirrigação apresentado na (Figura 12D). Foi observado que, exceto para a fertirrigação padrão (F3), na qual comportou-se de forma quadrática obtendo máxima de 180 g planta⁻¹ na salinidade 1,42 dS m⁻¹, todas as outras apresentaram comportamento linear. Em F1 e F2,

nas quais as plantas foram submetidas a maiores relações de K^+/Ca^{2+} , ocorreram decréscimo de 15,1 e 13,96 g planta⁻¹ para cada aumento unitário de salinidade respectivamente e não diferindo entre si, acarretando perdas de 34% para ambas nessa variável. Por outro lado, as plantas fertirrigadas com maiores doses de Ca^{2+} , apresentaram menores perdas com declínio de 13,6 e 11,08 g planta⁻¹ Para cada aumento unitário de salinidade nas plantas submetidas a F5 e F4, totalizando perdas de 32 e 27%.

Na Figura 13 é mostrada a partição de massa seca nas diferentes partes das plantas, verifica-se que, as plantas tendem a produzir maior massa seca nos frutos, seguido das folhas, percebe-se ainda que, o aumento do (K) nas plantas submetidas a menor salinidade 0,5 dS m⁻¹ apresentarão maior produção de massa seca da folha (MSF) quando comparadas com as submetidas a maiores doses de cálcio. Ainda sobre a MSF constata-se que a medida que, se aumentava a salinidade, as maiores doses de (Ca) tornam-se mais efetivas no acúmulo de massa seca para essa variável. Para a partição de massa seca no caule (MSC) o comportamento seguiu o mesmo padrão da MSF. Com relação a distribuição da massa seca do fruto (MSFR), constata-se que, de modo geral as plantas submetidas a maiores doses de cálcio contribuem com maior percentual na distribuição da massa seca entre as partes da planta (Figura 13)..

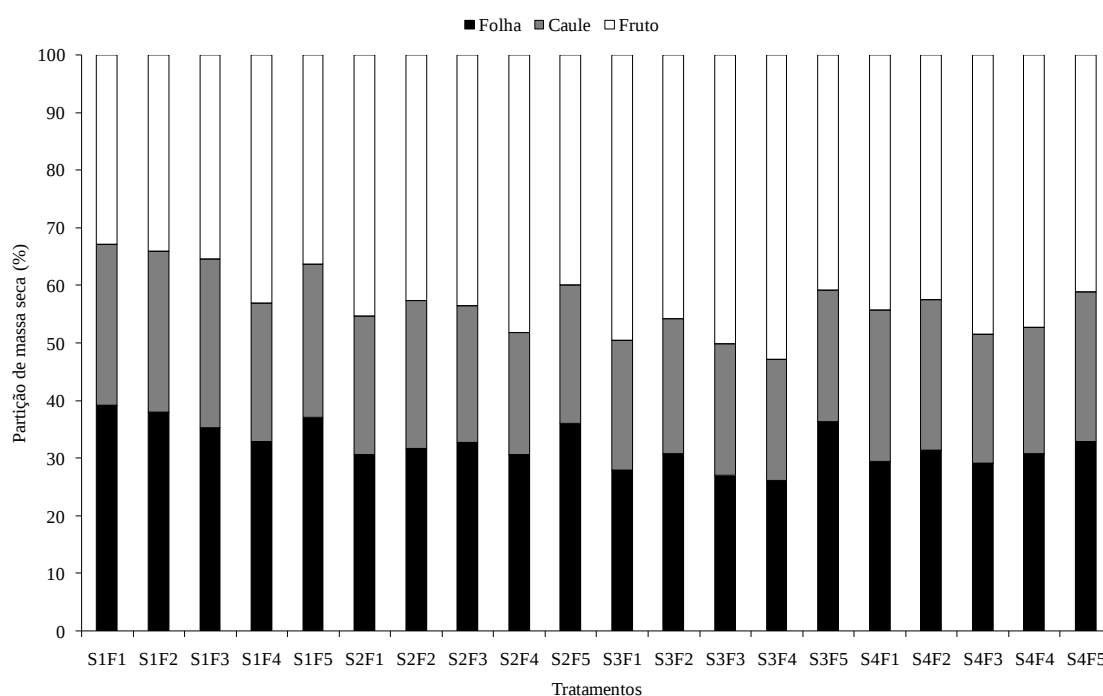


Figura 13 -partição de massa seca nas diferentes partes das plantas. Mossoró-RN, 2016.

As proporções de MSFR em relação a MST calculadas a partir dos dados apresentados por diversos autores, são: 66% (TEI et al., 2002), 59% (XU et al., 1995), 45% (ANDRIOLO et al., 1999) e 54 a 65% (FAYAD, 1998). Portanto, espera-se que a proporção de matéria seca de frutos seja em torno de 50 a 60% da matéria seca total, embora esses resultados mostrem claramente que a proporção de matéria seca produzida pelos diferentes órgãos do tomateiro é variável com a cultivar ou híbrido, tipo de cultivo (solo, hidroponia, ambiente protegido) e fatores relacionados ao manejo. No presente estudo, a baixa proporção de MSFR é um indício de que as doses de K e Ca não contribuíram para o aumento da tolerância da cultura à salinidade, pois as plantas não foram capazes de manter alta proporção de frutos em relação à proporção dos demais órgãos.

4.3 PRODUÇÃO DE FRUTOS

A partir da análise de variância verificou-se efeito significativo da interação entre os fatores S x F para as variáveis número de frutos (NFR) e produção (PROD) ($p < 0,01$) bem como para a massa média de frutos (MMFR) ($p < 0,05$). Verificou-se ainda que essas variáveis foram afetadas significativamente ao nível de 1% de probabilidade pelo fator F isoladamente, enquanto o fator S afetou isoladamente, o NFR e MMFR ao nível de 5% e a PROD ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para número de frutos (NFR), massa média de frutos (MMFR) e produção de tomate (PROD) submetida a salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		NFR	MMFR	PROD
Salinidade (S)	3	25,38*	145,02*	82465,82**
Fertirrigação (F)	4	56,35**	194,49**	77015,46**
S x F	12	36,20**	103,35*	63178,32**
Bloco	3	4,42 ^{ns}	15,88 ^{ns}	16902,19 ^{ns}
Resíduo	57	7,13	45,62	19869,95
CV (%)		18,80	17,16	19,96

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

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios de número de frutos (NFR), massa média fresca de frutos (MMFR) e produção de frutos PROD em função do manejo da fertirrigação para cada nível de salinidade. Para o NFR, verificou-se que, exceto na maior salinidade ($5,0 \text{ dS m}^{-1}$), houve diferença entre as fertirrigações nas demais salinidade. Quando as plantas foram irrigadas com a solução com menor salinidade ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) os maiores valores foram obtidos nas fertirrigações F4 e F5. Para as salinidades $2,0$ e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, as fertirrigações F2, F3 e F4 proporcionaram maiores valores (Tabela 6).

Tabela 7 - Valores médios para número de frutos (NFR), massa média de frutos (MMFR) e produção de tomate submetida a salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.

Salinidade	Fertirrigações	NFR unid	MMFR --- g fruto ⁻¹ ---	PROD --- g planta ⁻¹ ---
$0,5 \text{ dS m}^{-1}$	F1	20,2 b	53,7 a	765,2 b
	F2	18,5 b	43,3 b	713,3 b
	F3	20,2 b	39,2 b	720,2 b
	F4	26,3 a	35,7 b	880,1 a
	F5	25,0 a	32,9 b	760,2 b
$2,0 \text{ dS m}^{-1}$	F1	18,5 b	50,6 a	875,4 ab
	F2	22,4 a	35,4 c	773,3 b
	F3	23,4 a	38,7 bc	856,5 ab
	F4	24,7 a	34,9 c	922,7 a
	F5	20,1 ab	40,1 b	747,8 b
$3,5 \text{ dS m}^{-1}$	F1	17,0 b	43,2 a	911,7 a
	F2	20,7 a	34,9 b	799,2 b
	F3	22,8 a	48,4 a	945,6 a
	F4	21,0 a	45,9 a	953,3 a
	F5	17,7 b	41,9 a	688,6 b
$5,0 \text{ dS m}^{-1}$	F1	16,7 a	42,7 a	682,1 a
	F2	16,5 a	38,8 ab	562,7 a
	F3	17,8 a	37,4 ab	656,4 a
	F4	18,5 a	37,0 ab	685,3 a
	F5	16,1 a	33,2 b	588,6 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⁺/Ca²⁺=1,5:1; F2-K⁺/Ca²⁺=1,25:1; F3-K⁺/Ca²⁺=1:1; F4-K⁺/Ca²⁺=1:1,25 e F5-K⁺/Ca²⁺=1:5).

Pode observar que o aumento na concentração de Ca (F4 e F5) favoreceu o pegamento de frutos quando as plantas eram fertirrigadas com solução de menor salinidade, no entanto, este efeito foi inibido a medida em que se aumentou a salinidade. Desta forma, percebe-se que o efeito do K e do Ca sobre o NFR depende, de certa forma, da salinidade da solução nutritiva (Tabela 7), concordando, em parte, com os resultados apresentados por Luna et al. (2007), os quais relatam que a ação do Ca sobre esta variável pode ser inibida pelo estresse salino.

Com relação à massa média de frutos verificaram-se diferença significativas entre as fertirrigações em todas as salinidades. Para as salinidades 0,5 e 2,0 dS m⁻¹ os maiores valores foram obtidos nas plantas submetidas a F1. Na salinidade 3,5 dS m⁻¹ apenas a F2 deferiu das demais apresentando menor valor. Na salinidade 5,0 dS m⁻¹ verificou-se que as fertirrigações F1 e F5 apresentaram maior e menor MMFR, respectivamente, não diferindo das demais (Tabela 7).

É possível observar que as plantas fertirrigadas com as maiores doses de K, em relação a fertirrigação padrão (F3), foram eficientes para amenizar os efeitos da salinidade 2,0 dS m⁻¹ sobre a MMFR (Tabela 7)

. Comportamento semelhante foram encontrados por Yurtseven et al. (2005), os quais avaliaram o efeito da salinidade e da adubação potássica no tomateiro. Em contrapartida, as doses maiores de Ca foram prejudiciais para a MMFR e não amenizaram o efeito da salinidade, assim como ocorreu na variável NFR.

Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Shabani et al. (2012) trabalhando com tomate cereja, os quais não observaram ganhos significativos na MMFR em função do aumento da concentração K e Ca em plantas submetidas ao estresse salino

Para a produção de frutos, assim como observado na variável NFR, não houve diferença entre as fertirrigações na maior salinidade, ocorrendo, no entanto, resposta significativa nas demais salinidades. As plantas submetidas a F4 apresentaram PROD superior às demais fertirrigações quando se utilizou solução com menor salinidade, não ocorrendo diferença significativa entre as demais fertirrigações. Para a salinidade 2,0 dS m⁻¹ a maior produção foi obtida em F4, seguida por F1 e F3, não diferindo entre si. Para

a salinidade $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ as maiores produções ocorreram nas fertirrigações F4, F3 e F1 (Tabela 7).

De modo geral, verifica-se que as fertirrigações contendo maiores concentrações de K não provocaram aumento significativo na produção quando comparadas com a fertirrigação padrão (F3) (Tabela 7).

Tais resultados estão em concordância com os apresentados por Yurtseven et al. (2005), os quais avaliaram o efeito da salinidade e da adubação potássica no tomateiro e não observaram efeito positivo do aumento na dose deste nutriente sobre a produção de frutos.

Para o tomate cereja, Shabani et al. (2012) verificaram que tanto o aumento da concentração de K quanto de Ca não inibiram o efeito da salinidade sobre a produção de frutos, além disso, esses autores observaram que concentrações excessivas de cálcio provocaram redução nesta variável. Por outro lado, Kaya & Higgs (2003) em estudo realizado com a cultura do pimentão submetida a salinidade e suplementação potássica (KNO_3) verificaram resposta significativa na produção de frutos apenas em plantas cultivadas sob estresse salino, ocorrendo aumento na produção com incremento nas doses de KNO_3 .

Na Figura 14A é apresentado o efeito da salinidade sobre o número de frutos de acordo com cada fertirrigação. Para a F1, F4 e F5, o aumento da salinidade provocou redução linear no número de frutos, ocorrendo perdas de 0,9 (F1), 1,806 (F4) e 1,946 (F5) frutos por planta por aumento unitário da salinidade, resultando em perda total de 18,1; 30,4 e 36,4%, para F1, F4 e F5, respectivamente.

Estes resultados demonstram que as fertirrigações F1, F4 e F5, nas quais eram fornecidas maiores concentrações de K (F1) e Ca (F4 e F5) não foram eficiente para amenizar o efeito da salinidade sobre o NFR. Além disso, constatou-se que o excesso de Ca foi mais prejudicial do que o excesso de K (Figura 14A).

Tuna et al. (2007) trabalhando com tomateiro hidropônico submetido a salinidade e níveis de cálcio em solução nutritiva, também verificaram que o aumento na concentração de cálcio não reduziu o efeito do estresse salino sobre o número de frutos.

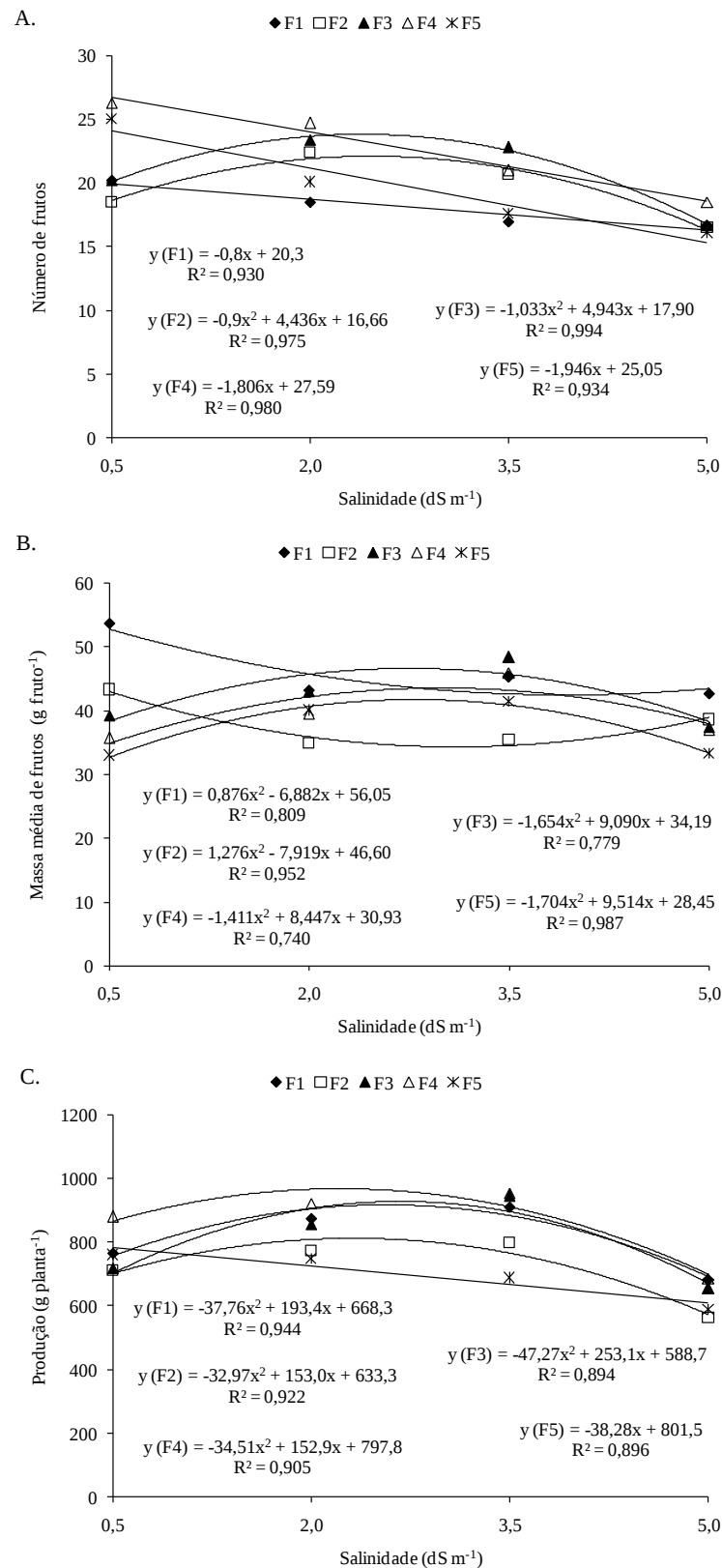


Figura 14 - efeito da salinidade sobre o número de frutos de acordo com cada fertirrigação. (A) – Número de frutos; (B) – Massa média dos frutos; (D)- Produção. Mossoró-RN, 2016.

Para as fertirrigações F1, F4 e F5, o aumento da salinidade provocou redução linear no número de frutos, ocorrendo perdas de 0,9 (F1), 1,806 (F4) e 1,946 (F5) frutos por planta por aumento unitário da salinidade, resultando em perda total de 18,1;30,4 e 36,4%, para F1, F4 e F5 respectivamente. Para F2 e F3 ocorreram respostas quadráticas e maiores valores ocorrendo na salinidade $2,4 \text{ dS m}^{-1}$, com NFR máximo de 22 e 24. Comparando-se esses valores com os obtidos na menor salinidade, ocorreram ganhos de aproximadamente 18% para ambas

Para F2 e F3 ocorreram respostas quadráticas e maiores valores ocorrendo na salinidade $2,4 \text{ dS m}^{-1}$, com NFR máximos de 22 e 24 fruto por planta, respectivamente. Comparando-se esses valores com os obtidos na menor salinidade, ocorreram ganhos de aproximadamente 18% para ambas. Desta forma, verifica-se que a adoção dessas fertirrigações foi eficiente para amenizar o efeito da salinidade sobre esta variável.

Efeitos negativos da salinidade sobre o NFR de tomateiro também foi relatado por Silva et al. (2013), quando, estudando sais fertilizantes e manejo da irrigação no tomateiro, evidenciaram que ao aumentar o nível de salinidade inicial do solo, as perdas relativas para a variável foram de 27,31%. Guedes et al. (2015) estudando estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido também observaram perdas na produção por aumento unitário da salinidade.

O efeito da salinidade sobre a redução do NFR pode ser devido às alterações no potencial osmótico da solução do substrato, reduzindo o consumo de água e nutrientes pelas plantas, diminuindo, assim, o índice de pegamento dos frutos (LEONARDO et al., 2008).

O efeito da salinidade sobre a massa média de frutos em cada fertirrigação é apresentado na Figura 14B. Para todas as Fertirrigações observou-se que o efeito se comportou de forma quadrática. Os maiores valores ocorreram na salinidade $2,7 \text{ dSm}^{-1}$ e $3,0 \text{ dSm}^{-1}$ quando fertirrigadas com F3 e F4. Comparando-se esses valores com os obtidos na menor salinidade, ocorreram ganhos de 21 e 25% respectivamente.

Desta forma percebe-se que, a fertirrigação padrão (F3) apresentou maior MMFR evidenciando que tanto a aplicação de doses extras de potássio e cálcio não foram eficientes para amenizar o efeito da salinidade quando comparadas com a fertirrigação padrão. O efeito negativo da salinidade sobre a MMFR já foi observado por vários autores na cultura do tomateiro (BLANCO & FOLEGATTI, 2008; MEDEIROS et al., 2012) e

em outras solanáceas, como berinjela (OLIVEIRA et al., 2014) e pimentão (LEONARDO et al., 2008).

Na Figura 14C é apresentado o efeito da salinidade sobre a produção de frutos (PROD) de acordo com cada fertirrigação utilizada. Houve resposta quadrática exceto, para as plantas irrigadas com a solução nutritiva F5 na qual, o aumento da salinidade provocou redução linear na variável produção da cultura, ocorrendo perda de 38 gramas por planta para cada aumento unitário da salinidade, totalizando uma perda de 22%.

Para as fertirrigações F1, F2, F3 e F4 e F3 ocorreram respostas quadráticas ao aumento da salinidade, obtendo as maiores PROD nos níveis 2,5; 2,3; 2,7 e 2,2 dS m⁻¹, obtendo-se PROD máxima de 915, 810, 927, 967 g planta⁻¹, respectivamente. Apesar destas fertirrigações apresentarem respostas quadráticas, os maiores ganhos percentuais na PROD foram obtidos para F3 (31%) e F1 (21%) em comparação aos valores obtidas na menor salinidade (Figura 14C).

Desta forma pode-se verificar que as doses extras de K⁺ e Ca²⁺ não foram eficientes para amenizar o efeito da salinidade para essa variável. Também pode-se verificar que a maior dose de Ca foi prejudicial para esta variável, corroborando com os resultados encontrados por Tuna et al. (2007).

4.4 QUALIDADE

Realizada a análise de variância 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 8).

Tabela 8. 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 frutos de tomateiro submetido à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica. Mossoró-RN, 2016.

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 ^{ns}	0,0041 ^{ns}	0,123 ^{ns}	7,46 ^{ns}
S x F	12	3,75**	90,90**	0,0086**	0,110 ^{ns}	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 9, 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.

Com relação ao teor de sólidos solúveis (SS), verificaram-se diferenças significativas entre as fertirrigações em todas as salinidades. Para as salinidades 0,5 e 2,0 dS m⁻¹, os menores valores de SS foram obtidos nas plantas submetidas com a maior concentração de cálcio (F5). Na salinidade 3,5 dS m⁻¹ apenas a F4 deferiu das demais apresentando menor valor. Nos frutos obtidos em plantas submetidas à maior salinidade (5,0 dS m⁻¹) as fertirrigações F1 e F5 apresentaram menor e maior valor respectivamente, e não diferindo das demais fertirrigações (Tabela 9).

Tais resultados corroboram com os encontrados por Eurasian et al. (2017) ao observarem diminuição do teor de SS quando se acrescentava CaCl₂ na solução nutritiva, onde o decréscimo era ainda mais acentuado quando aumentava-se as doses de Ca e. Portanto, verificou-se que o efeito do cálcio sobre o teor de sólidos solúveis depende 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 et al., 2004). Para o tomateiro industrial, Campos et al. (2006) observou teor de SS variando de 4,4 a 6,9 °Brix, aumento com o incremento da salinidade da água de irrigação. O teor de sólidos solúveis no fruto, além de ser uma característica genética da cultivar, é influenciado pela adubação, temperatura e 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).

Tabela 9. Valores médios para sólidos solúveis (SS), vitamina C (vit C), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e razão sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) do tomate submetido à salinidade e fertirrigação potássica e cálcica. Mossoró-RN, 2016.

Salinidade	Fertirrigações	SS ----- g planta ⁻¹ -----	Vit C	AT	pH	SS/AT
0,5 dS m ⁻¹	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 ⁻¹	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 ⁻¹	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 ⁻¹	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⁺/Ca²⁺=1,5:1; F2-K⁺/Ca²⁺=1,25:1; F3-K⁺/Ca²⁺=1:1; F4-K⁺/Ca²⁺=1:1,25 e F5-K⁺/Ca²⁺=1:5).

Os valores de SS encontrados no presente trabalho encontram-se acima da média do tomate destinado para o processamento industrial, que é de 4,5 °Brix (SILVA & GIORDANO, 2000).

De forma geral, verifica-se que, nas menores salinidades, o aumento da concentração de K na solução de fertirrigação não proporcionou ganhos no teor de SS, entretanto, provocou redução de SS na maior salinidade. Verifica-se ainda que o aumento da concentração de Ca reduziu o teor de SS nas menores salinidade, porém, em contrapartida, não afetou a concentração de SS na maior salinidade.

Estes resultados indicam que, de certa forma, as relações K^+/Ca^{2+} testadas não foram eficientes para aumentar a concentração de açúcares em frutos de tomateiro em comparação a relação K^+/Ca^{2+} da solução nutritiva considerada padrão. Tais resultados assemelham-se, em parte, aos observados por Abrahão (2011), que não observou efeito da variação de $Ca^{2+}/K^+/Mg^{2+}$ sobre o teor de SS em frutos de tomate cereja.

Analizando o teor de vitamina C, constatou-se que as plantas irrigadas com as maiores salinidades 3,5 e 5,0 dS m⁻¹ não apresentaram diferenças significativas entre as fertirrigações. Para as salinidades 0,5 e 2,0 dS m⁻¹, verificou-se diferença significativa entre as fertirrigações, onde em ambas as salinidades os menores valores encontrados foram nas plantas submetidas a solução nutritiva com maior concentração de cálcio (F5) (Tabela 9).

A variação nos teores de vitamina C, embora significativa nas menores salinidades 0,5 e 2,0 dS m⁻¹, apresentando valores entre 28,73 e 49,4, estes encontram-se dentro do normal para tomate, que conforme Hobson & Davies (1971), varia de 16 a 60 mg de ácido ascórbico/100 g de fruto. Silva et al., (2013) ao avaliarem os aspectos físico-químicas de frutos de tomateiro em função de doses de potássio e nitrogênio, observaram que dentro da dose estimada (61, 5 kg de nitrogênio) os valores de vitamina C aumentaram 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 vit C, podem ser observados onde as doses de potássio eram maiores.

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⁻¹ verificaram-se que os menores valores encontrados foram nas plantas submetidas a F5. Na salinidade 5,0 dS m⁻¹, 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^+/Ca^{2+} padrão não afetou esta variável. Por outro lado, solução nutritiva com maior concentração de Ca proporcionou redução na AT (Tabela 9).

De acordo com Kader et al. (1977), 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⁻¹, respectivamente, todos os demais tratamentos apresentaram frutos adequados de acordo com este parâmetro de qualidade.

De forma geral, verificou que 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.

De acordo com Genúncio et al. (2010), os efeitos do suprimento de K em parâmetros sensoriais e de qualidade de frutos de tomate podem variar em resposta a diferentes condições ambientais e à amplitude das doses de K avaliadas.

Não foi observado efeito significativo das fertirrigações sobre o potencial hidrogeniônico (pH) em nenhuma das salinidades, obtendo-se pH variando de 4,52 a 5,29. Desta forma percebe-se que esta variável é pouco afetada pelas concentrações de K^+ e Ca^{2+} na solução nutritiva, estando de acordo com os resultados apresentados por Abraão (2011), o qual também não observou efeitos de concentrações de K^+ e Ca^{2+} sobre o pH em frutos de tomate cereja. 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 (ABRAÃO, 2011; GENÚNCIO et al., 2010) verificaram diferenças significativas no pH entre as cultivares, evidenciando 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), para um fruto de tomate ser considerado ácido a sua acidez deve ser 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, sendo que frutos com pH classificados como não tão ácidos são preferidos pelos consumidores (BORGUINI & SILVA, 2007).

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 9).

Os valores encontrados nesse trabalho estão dentro da faixa de qualidade. Segundo Kader et al. 1978; 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% e razão SS/AT superior a 10. A relação SS/AT tem sido utilizada como um indicador para o sabor dos frutos do tomateiro.

Segundo Jones Júnior (1999), elevado teor de ácidos e baixo teor de açúcares resultam em frutos de sabor ácido, enquanto elevado teor de açúcares e baixo teor de ácidos proporcionam sabor suave. 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).

O efeito da salinidade sobre o teor de SS de acordo com cada fertirrigação é apresentado na Figura 15A. Com exceção da F4 que apresentou redução linear de $0,972^\circ\text{Brix}$ 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%.

O efeito da salinidade sobre o teor de vitamina C de acordo com cada fertirrigação pode ser observado na Figura 15B. Para F2, F3 e F5 observou-se redução a partir da salinidade inicial até os níveis de salinidade 3,5; 3,7 e $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente, a partir desses valores o teor de vitamina C tendeu a aumentar. Para a fertirrigação F1 ocorreu resposta quadrática ao aumento da salinidade, obtendo valor máximo de 41,45 mg/100g 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 mg/100g de polpa para cada aumento unitário da salinidade.

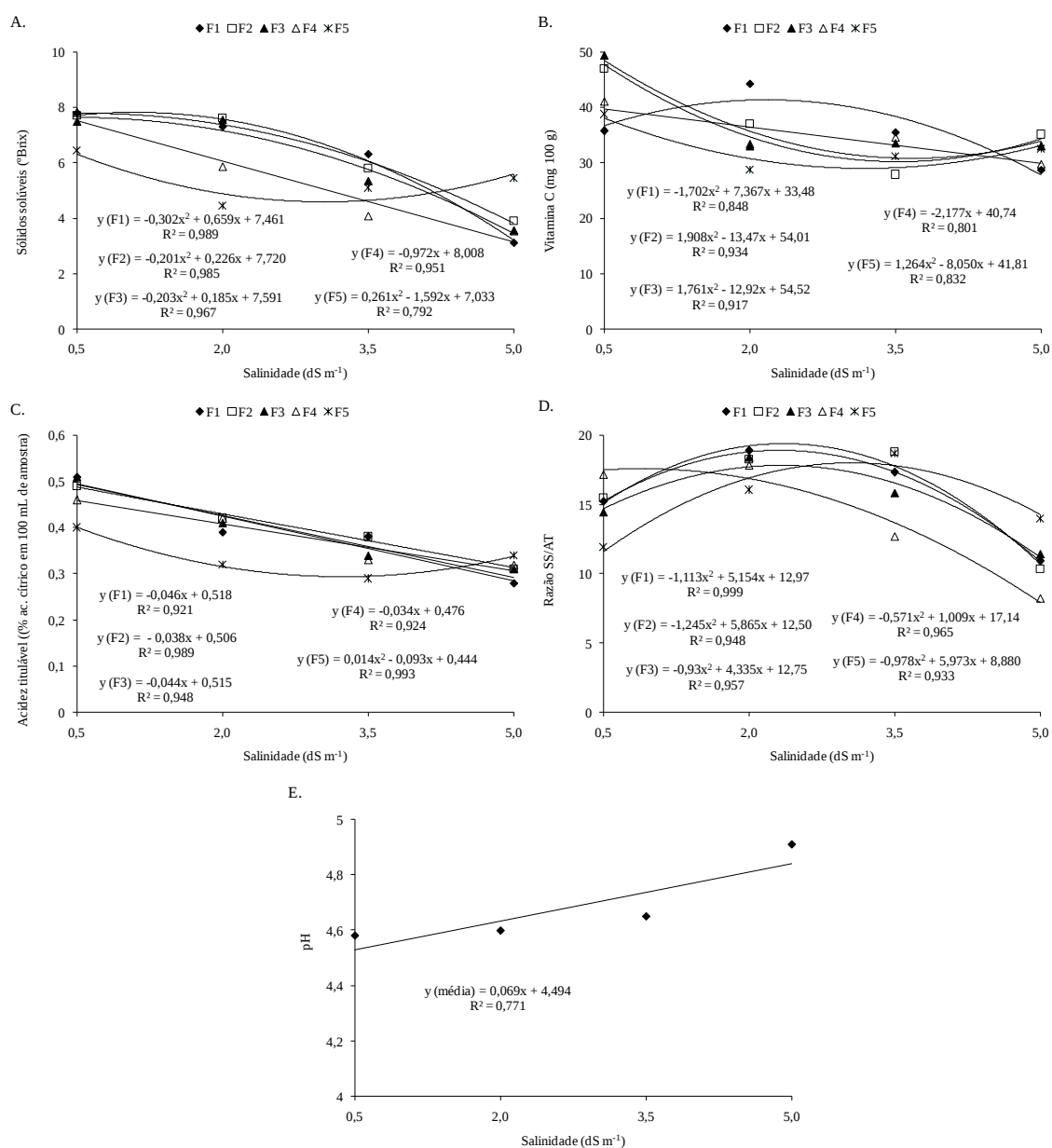


Figura 15 - Apresenta o efeito da salinidade sobre o teor de SS de acordo com cada fertirrigação.

O efeito da salinidade sobre a acidez titulável (AT) de acordo com cada fertirrigação (Figura 15C). Com exceção das plantas fertirrigadas com F5 que apresentou resposta quadrática ao acréscimo da salinidade, atingido valor máximo de 0,401 (% de ac. cítrico em 100 mL de amostra) na salinidade 0,5 dS m⁻¹, a partir da qual o valor da AT diminuir até a salinidade 3,3 dS m⁻¹, tendendo a aumentar em seguida, as demais salinidades apresentaram resposta linear ao acréscimo da salinidade. F1 e F3 apresentaram as maiores perdas 0,046 e 0,044 (% de ac. cítrico em 100 mL de amostra)

por aumento unitário da salinidade, resultando em perda total de 42 e 40% respectivamente.

Na Figura 15D é mostrado o efeito da salinidade sobre a relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) de acordo com cada fertirrigação. Observa-se que para o acréscimo da salinidade a razão (SS/AT) para todas as plantas obtiveram efeito quadrático. Para F4 foi observado o menor valor de (SS/AT) (17,6) e menor percentual em termos de ganho 0,48%. As fertirrigações F2 e F1 apresentaram os maiores valores 19,40 e 19,00 com ganhos de 28 e 24% respectivamente, quando comparados com os valores obtidos na menor salinidade. Para F5, observa-se menor valor 18,4 em relação a F2 e F1, em contrapartida, o valor em termo de ganhou percentual 58,6%, foi bem superior a ambas.

5 CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação reduziu as variáveis de crescimento independentemente as relações K^+/Ca^{2+} .

A massa seca de frutos foi mais afetada pela salinidade quando a fertirrigação foi realizada com maior concentração de cálcio.

A fertirrigação contendo maior concentração de cálcio aumentou o efeito da salinidade sobre o número e a produção de frutos.

O uso de água com salinidade de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ reduziu o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável e a razão SS/AT para a maioria das fertirrigações.

As relações K^+/Ca^{2+} estudadas não mitigaram o efeito da salinidade sobre a cultura do tomateiro cultivado em fibra de coco.

O uso de fertirrigação com baixa relações K^+/Ca^{2+} potencializa o efeito da salinidade sobre a cultura do tomateiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2011.**
- AKTAS, H. et al. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. **ScientiaeHorticulturae**, v.110, n.3, p.260-266, 2006.
- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, E F. F.; FILHO, J. A. C. A.; NUNES, M. F.F. N. Crescimento e rendimento de pimentão fertigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 686-694, 2011.
- ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 215-219, 1999.
- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY.. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11. Ed. Washington: AOAC, 1992. 1115 p.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 29
- BATAGLIA, O.C. Métodos diagnósticos da nutrição potássica com ênfase no DRIS. In: YAMADA, T.; ROBERTS, TL. SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2, 2005, São Pedro, SP. **Anais**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da potassa e fostato.
- BLANCO, F. F. et al. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.26-33, 2008.
- BLANCO, F. F. **Tolerância do tomateiro à salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. 115p. Tese Doutorado

- BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. O conteúdo nutricional de tomates obtidos por cultivo orgânico e convencional. **Revista Higiene Alimentar**, Itapetininga, v. 21, n. 149, p. 41-46, 2007.
- BRESLER, E.; MCNEAL, B. L.; CARTER, D. L. Saline and **sodic soils**: Principles, dynamics and modeling. New York: Springer, 1982. 236p.
- CAMARGO, A. M. M.; CAMARGO, F. P.; ALVES, H. S.; CAMARGO FILHO, W. P.. Desenvolvimento do sistema agroindustrial de tomate. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 53-65. 2006.
- 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.
- CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).
- CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate: Um mercado que não pára de crescer globalmente. **Revista Hortifruti**, Piracicaba, v. 6, n. 58, p. 6-14. 2007.
- 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, 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.
- DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (Dieese). **Produção mundial e brasileira de tomate**, 2010.
- DIAS, N. S. et al. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ, 28. Departamento de Engenharia Rural, 2003. 118p. Série Didática, 13.
- DIAS, N. S. et al. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ, 28. Departamento de Engenharia Rural, 2003. 118p. Série Didática, 13.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FAYAD, J. A. Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e estufa. **Viçosa**: UFV, 1998. 81p. Dissertação Mestrado.

FAYAD, J. A. et al. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p.90-94, 2002.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

FERREIRA, R. M. A.; LOPES, W. A. R.; AROUCHA, E. M. M.; MANO, N. C. S.; SOUSA, C. M. G. S. 2012. Caracterização física e química de híbridos de tomate em diferentes estádios de maturação produzidos em Baraúna, Rio Grande do Norte. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p. 506-511, 2012.

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.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2.ed.rev.ampl. Viçosa:UFV, 2008. 402p..

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed.Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FONTES, P. C. R. Podridão apical do tomate, queima dos bordos das folhas em alface e depressão amarga dos frutos em maca: deficiência de cálcio? **Horticultura Brasileira**, v.21, n.2, p.145, 2003.

GARCIA, G. O. et al. Respostas de genótipos de feijoeiro á salinidade. **Engenharia na Agricultura**, v.18, n.4, p.330-338, 2010.

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, v. 28, n. 4, p. 446-452, 2010.

GEORGE, B.; KAUR, C.; KHURDIYA, D. S.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. **Food Chemistry**, Washington, v. 84, n., p. 45-51, 2004..

- 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. DA; 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. 360p.
- GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v.78, n.1/4, p.127-157, 1999.
- GUEDES, R. A. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R.C.; MEDEIROS, A. S.; GOMES, L. P.; COSTA, L. P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 10, p. 913-919, 2015.
- HO, L. C.; ADAMS, P. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality. Hydroponic and transplant production. **Acta Horticulturae**, n.396, p.33-44, 1995.
- JOHJIMA, T. Carotene synthesis and caloring n tomato of various genotypic lines. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.63, n.1, p.109-114, 1994.
- HOBSON, G. E.; DAVIES, J. N. The tomato. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v. 2, p. 437- 482.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1985. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**. 533p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, Rio de Janeiro, v.29 n.3 p.1-79. 2016.
- JOHJIMA, T. Carotene synthesis and caloring n tomato of various genotypic lines. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Kioto, v. 63, n. 1, p. 109-114, 1994.
- JONES, JÚNIOR J.B. Tomato Plant Culture: in the field, greenhouse and home garden. **New York**, CRC Press, 1999.199p.
- KADER, A. A.; MORRIS, L.L.; CHEN, P. Composition and flavour quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Madison, v. 113, n. 5, p. 742-745, 1978.

- KADER, A. A.; STEVENS, M. A.; ALBRIGHT-HOLTON, M.; MORRIS, L. L.; ALGAZI, M. Effects of fruits ripeness when picked on flavor and composition of fresh market tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 102, n. 6, p. 724-731, 1977.
- KAYA, C.; HIGGS, D. Supplementary potassium nitrate improves salt tolerance in bell pepper plants. **Journal Plant Nutrition**, v.26, n.7, p.1367-1382, 2003.
- LACERDA, C. F. et al. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.49, n.2, p.107-120, 2003.
- LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILLAS-BÔAS, R. L.; MARCHESE, J. A.; TONIN, F. B.; Regina, M. Estado nutricional e componentes da produção de plantas de pimentão conduzidas em sistema de fertirrigação durante indução de estresse salino em cultivo protegido. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 883-889, 2008.
- LOOS, R. A. et al. Identificação e quantificação dos componentes de perdas de produção em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.281-286, 2008.
- LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.2, p.7-15, 2007.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, v.103, p.115-134, 1977.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agr. Ceres. 2006. 631p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- 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.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos**. 1992. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1992.

MEDEIROS, J. F. Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos. 1992. 173f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1992.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.

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

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 59, p. 651-81, 2008.

PAIVA, E. A. S. et al. Occurrence of blossom end rot in tomato as a function of calcium dose in the nutrient solution and air relative humidity. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.12, p.2663-2670, 1998.

PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: **situação atual e perspectivas para o futuro**. In: Folegatti, M.V. (ed.) Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 1999. p.11-84.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, p.324-349, 2005.

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.

PRADO, R. M. et al. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.19-30, 2011.

RAIJ, B. van. **Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna**. Piracicaba: Associação brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1990. 45 p.

RUBIO, J. S. et al. Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K^+ and Ca^{2+} fertilization. **Scientia Horticulturae**, v.119, n.2, p.79-97, 2009.

SAURE MC. Blossom-end rot tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) - a calcium - or a stress-related disorder? **Scientia Horticulturae**, v.90, n.3/4, p.193-208, 2001.

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

SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; COELHO, R. D. **Salinização dos solos cultivados sob ambiente protegidos no Estado de São Paulo**. In: Folegatti, M.V. (ed.). *Fertirrigação: citrus, flores e hortaliças*. Guaíba: Agropecuária, 1999. p.267-277.

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

SILVA, P. F.; LIMA, C. J. G. S.; BARROS, A. C.; SILVA, E. M.; DUARTE, S. N. Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 11, p. 1173-1180, 2013.

STEDUTO, P. Fertigation. **Rivista di agronomia**, Bologna, v.18, n.1, p.3-20, 1984.

STROHECKER, R. HENNING, H. M. **Análises de vitaminas**. Madri: Paz Montalvo. 1967. 428 p.

TEI, F.; BENINCASA, P.; GUIDUCCI, M. Critical nitrogen concentration in processing tomato. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 18, n. 1/2, p. 45-55, 2002.

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.

TUNA, A. L.; KAYA, C.; ASHRAF, M.; ALTUNLU, H.; YOKAS, I.; YAGMUR, B. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 59, n. 2, p. 173-178, 2007.

XU, H.; GAUTHIER, L.; GOSSELIN, A. Effects of fertigation management on growth and photosynthesis of tomato plants grown in peat, rockwool and NFT. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 63, n. 1/2, p. 11-20, 1995.

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.

YURTSEVEN, E.; KESMEZ, G. D.; ÜNLÜKARA, A. The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*). **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 78, n. 1–2, p. 128-135, 2005.

<<https://nplantas.com/tomate-descricao-botanica/> > Acesso em: 21 jan. 2017.

<http://agristar.com.br/topseed-premium/tomate-saladette-det-hib/superaf1/2517//> Acesso em: 21 jan. 2017