

Comportamento vegetativo do tomateiro-cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium*) irrigado com águas salinas

Lidiane Maria dos Santos Guimarães Barros ^[1], Jose Lucínio de Oliveira Freire ^[2],
Andreza Agda Dantas Silva ^[3]

[1] lidisaudepicui@gmail.com. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Coordenação da Especialização em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido. [2] lucinio@folha.com.br. Colaboração Técnica IFCE/IFPB do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Brasil. [3] andrezaagda25@gmail.com. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Coordenação da Especialização em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido.

RESUMO

A água salina na irrigação é uma alternativa para agricultura na região semiárida do Nordeste brasileiro. Ante a carência de pesquisas sobre essa temática, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da salinidade hídrica no comportamento vegetativo do tomateiro-cereja. O experimento foi instalado em viveiro telado, com 50% de sombreamento, em delineamento inteiramente casualizado, ao uso de seis níveis de água (0,5; 2,0; 3,5; 5,0; 6,5 e 8,0 dS m⁻¹) e oito repetições. Foram analisadas as taxas de crescimento absoluto e relativo em altura, em diâmetro caulinar, em fitomassa fresca epígea e em fitomassa seca foliar; os dias para floração inicial, caulinar, radicular e total; e as alocações de biomassa foliar, caulinar e radicular. A salinidade reduziu as taxas de crescimento absoluto e relativo em altura; a taxa de crescimento absoluto da fitomassa fresca epígea e da fitomassa seca foliar, caulinar, radicular e total; a alocação da biomassa caulinar; e os dias de floração da cultura. As taxas de crescimento absoluto e relativo do diâmetro caulinar, a taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca epígea e a alocação da biomassa radicular não foram influenciadas pelo aumento da condutividade elétrica da água. A alocação da biomassa foliar foi o indicador que melhor representou o efeito do estresse salino e obteve crescimento linear.

Palavras-chave: *Solanaceae*. Comportamento vegetativo. Condutividade elétrica.

ABSTRACT

Saltwater in irrigation is an alternative to agriculture in the semi-arid region of the Northeast of Brazil. Due to the lack of research on this theme, this work aimed at the effects of water salinity on the vegetative behavior of cherry tomatoes. The experiment was carried out in a completely randomized design with 50% shade, using six water levels (0.5, 2.0, 3.5, 5.0, 6.5 and 8.0 dS m⁻¹) and eight replicates. Absolute and relative growth rates in height, stem diameter, fresh epigene phytomass, dry leaf phytomass, days for initial, stem, root and total flowering, leaf biomass, root and root biomass were analyzed. The salinity reduced absolute and relative growth rates in height; the absolute growth rate of the fresh epigene phytomass and the dry foliar, caulinar, root and total phytomass; the allocation of the biomass; and the flowering days of the crop. The absolute and relative growth rates of the stem diameter, the relative growth rate of the fresh epigene phytomass and the root biomass allocation were not influenced by the increase in the electrical conductivity of the water. The leaf biomass allocation was the indicator that best represented the effect of saline stress and obtained linear growth.

Keywords: *Solanaceae*. Vegetative behavior. Electric conductivity.

1 Introdução

Uma das espécies que vem ganhando espaço na produção olerícola regional é o tomateiro-cereja que, na classificação de Cronquist (1988), pertence à família Solanaceae. Existe divergência na literatura quanto à espécie dessa planta. Autores como Fernandes *et al.* (2006), Lima *et al.* (2009), Silva, A. C. *et al.* (2011), Guilherme *et al.* (2014) e Silva *et al.* (2017) classificam o tomateiro-cereja como *Lycopersicon esculentum* Mill ou mesmo *Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*, entretanto Medeiros *et al.* (2011) o designam como *Lycopersicon pimpinellifolium* Mill.

A região semiárida do Nordeste brasileiro contribui positivamente para a grandeza agrícola do país. É imperativo, entretanto, o uso da irrigação. Sabe-se que, notadamente nos últimos anos, a carência de água, nos aspectos quantitativos e qualitativos, vem instigando pesquisas para aperfeiçoar o fornecimento desse recurso, bem como descrever o comportamento de plantas ante o uso de águas com concentração de sais solúveis. A salinidade, portanto, torna-se um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas (BERNARDO, 1987).

Segundo Guedes *et al.* (2015), a qualidade da água utilizada para irrigação é fator primordial para que as plantas possam expressar seu máximo desenvolvimento e potencial produtivo.

As plantas glicófitas são espécies que indicam sinais de inibição do crescimento e desenvolvimento quando estão submetidas ao estresse salino.

Quanto ao comportamento do tomateiro-cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium*) sob condições de irrigação com águas salinas, a literatura é escassa. Na avaliação da influência da salinidade da água (0,5 a 4,0 dS m⁻¹) no crescimento inicial dessa planta em solo não salino, Medeiros *et al.* (2011) observaram que o estresse salino comprometeu variáveis como a germinação das sementes, a área foliar, o número de folhas e o comprimento de raízes, de forma mais acentuada do que os tratamentos com efluentes orgânicos.

Em conformidade com Bates *et al.* (2013), a acumulação de solutos auxilia a manter a pressão de turgor e o volume das células. Tal fato estimula o crescimento de órgãos não fotossintéticos, como as raízes, para aumentar a capacidade de absorção de água ou formar vasos (xilemas) capazes de suportar altas pressões negativas. As respostas fisiológicas à disponibilidade de água, portanto, refletem um compromisso entre os benefícios advindos da

capacidade de executar processos fisiológicos (crescimento) ao longo de uma vasta gama de condições ambientais e os custos associados com essa capacidade.

O tomateiro-cereja, segundo Albuquerque Neto e Peil. (2012), é frequentemente encontrado nos mercados, principalmente nos grandes centros, onde alcança preços bastante atrativos para os produtores situados próximo aos locais de comercialização. De acordo com informações da Secretaria de Economia e Desenvolvimento da Central Estadual de Abastecimento da CEASA do Rio Grande do Sul, o volume de tomate-cereja comercializado cresceu de 129,33 toneladas em 1998 para 216,86 toneladas em 2010. (CEASA-RS, 2011).

A produtividade agrícola sustentável é o maior desafio nas regiões áridas e semiáridas do Nordeste brasileiro por causa da escassez de água para irrigação, sendo comum o uso de água salobra para essa atividade (GOMES *et al.*, 2011). Por esse motivo, pequenos produtores rurais vêm se preocupando com os recursos quantitativos e qualitativos do uso da água para irrigação nos últimos anos. Como solução para cessar o problema da irrigação, surge a necessidade da utilização de águas salobras oriundas de poços artesianos. A utilização dessas águas tem causado uma diminuição no desenvolvimento e no crescimento produtivo dos cultivos sensíveis aos teores salinos.

Conforme pesquisas realizadas com plantas sensíveis a elevados teores de sais, as águas salobras de baixa condutividade elétrica são uma alternativa para produção de hortaliças na região semiárida. A valorização e preservação do solo com o manejo adequado torna possível promover a qualidade e a produtividade dos alimentos cultivados no campo.

Por isso e ante a emergente importância econômica do tomateiro-cereja, tornam-se necessários estudos que avaliem o crescimento dessa planta quando irrigada com águas de diferentes concentrações salinas. Assim, o presente estudo objetivou avaliar o crescimento do tomateiro-cereja irrigado com águas de diferentes níveis de sanidades.

2 Referencial teórico

2.1 Tomateiro-cereja

O tomate *Lycopersicon* é uma espécie cultivada e distribuída na maioria dos países em praticamente todos os continentes. Essa espécie é originária da

costa oeste da América do Sul – onde prevalecem temperaturas moderadas entre 15 e 19 °C, com precipitações pluviométricas anuais que variam de 350 a 700 mm (REBOITA *et al.*, 2010), pouco intensas, permitindo seu desenvolvimento. Nas condições climáticas mais variáveis e em países tropicais, como o Brasil, o tomate-cereja floresce e frutifica, proporcionando mais de uma safra por ano. Ele se desenvolve bem em climas dos tipos tropical de altitude, subtropical e temperado, o que permite seu cultivo nas diferentes regiões do globo. Por fim, destaca-se que o tomateiro é uma solanácea herbácea, de caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter-se na sua posição vertical (DOSSA *et al.*, 2017).

A planta do tomateiro-cereja é atacada por vírus, fungos, bactérias e por diversas espécies de artrópodes-praga (insetos e ácaros), que ocorrem desde o cultivo - na sementeira ou no transplante das mudas, no campo - até a época de colheita dos frutos. (EMBRAPA, 2014). Por outro lado, Taiz *et al.* (2013) afirmam que os vegetais têm desenvolvido evolutivamente diversos mecanismos para resistir à infecção e a doenças provocadas por fungos, bactérias, vírus e nematódeos sempre presentes no ambiente. Grupos diversos de compostos vegetais conhecidos como metabólitos secundários, tais como alcaloides, ácidos graxos, isotiocianatos e compostos fenólicos, que possuem propriedades nematicidas (CHITWOOD, 2002), também defendem as plantas contra vários herbívoros e microrganismos patogênicos.

Ainda em conformidade com Taiz *et al.* (2013), um outro exemplo de mecanismo de defesa é a plasticidade fenotípica que é a resposta à salinidade de plantas sensíveis ao sal, chamadas de plantas glicofíticas. Embora não sejam geneticamente adaptadas a crescer em ambientes salinos, as plantas glicofíticas, quando expostas à salinidade elevada, podem ativar várias respostas ao estresse que lhes permitem enfrentar perturbações fisiológicas impostas pela salinidade elevada em seu ambiente.

2.2 Efeitos dos sais no tomateiro-cereja

O Brasil vem aumentando sua produção de hortaliças pela facilidade de cultivo de solanáceas em pequenas áreas. Com a escassez de água potável, tornou-se mais frequente a utilização de água salina, geralmente obtida de poços rasos, como alternativa para a produção agrícola (SANTOS *et al.*, 2017). Considerando-se que o cultivo nas áreas semiáridas

do Nordeste brasileiro é realizado por pequenos agricultores e que, nessas áreas, grande parte das fontes hídricas apresenta contraindicação para o uso na agricultura devido ao excesso de sais, torna-se necessária a realização de pesquisas que busquem formas minimizar os efeitos negativos da salinidade da água de irrigação no crescimento inicial e na capacidade produtiva das culturas de expressão social e econômica, como o pimentão (COSME *et al.*, 2011).

O excesso de sais pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, causando estresse osmótico e resultando em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais, além do acúmulo de íons tóxicos. As culturas respondem de formas diferentes à salinidade: algumas têm rendimentos aceitáveis em condições de elevada condutividade elétrica do solo ou da água de irrigação, enquanto outras são sensíveis mesmo em níveis relativamente baixos (TORRES *et al.*, 2014).

Neste sentido, de acordo com Alves *et al.* (2011), o efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, as quais reduzem seu potencial osmótico e hídrico e, conseqüentemente, diminuem a disponibilidade de água e nutrientes às plantas. Assim, o aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo poderá atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico e, em conseqüência, a planta não absorverá água e nutrientes devido à condição de estresse hídrico, sendo esse processo também denominado de seca fisiológica (DIAS, N. S. *et al.* 2010). Ainda de acordo com os autores, dependendo do grau de salinidade, a planta poderá perder a água que se encontra no interior das raízes, ao invés de absorvê-la, pois o seu potencial osmótico será menor do que o do solo.

A toxicidade de níveis elevados de sódio e cloro no citosol é atribuída aos seus efeitos iônicos específicos. Entretanto, fora da célula, as concentrações salinas elevadas podem resultar em estresse osmótico. Uma vez no citosol, certos íons atuam especificamente, isoladamente ou combinados, perturbando o *status* nutricional da planta. As concentrações altas de sais causam desnaturação de proteínas e desestabilização de membranas, por meio de redução da hidratação dessas macromoléculas. (BATES *et al.*, 2013).

3 Material e métodos

O experimento foi executado entre os meses de agosto e setembro de 2017 sob viveiro telado, coberto com sombrite com 50% de luminosidade nas laterais e na cobertura, no Setor de Produção Vegetal da Coordenação de Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *campus* Picuí.

O município de Picuí, que tem localização geográfica na mesorregião da Borborema e microrregião do Seridó Oriental Paraibano, é georreferenciado pelas coordenadas geográficas de 6° 33' 18" de latitude Sul e 36° 20' 56" de longitude Oeste, a 426 m de altitude (IBGE, 2018) e caracterizado, segundo Köppen, como de clima semiárido, tipo Bsh (MENDONÇA, 2007).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos – correspondendo aos seis níveis de salinidade da água de irrigação: 0,5; 2,0; 3,5; 5,0; 6,5 e 8,0 dS m⁻¹ – e oito repetições, tendo como material biológico testado o tomateiro-cereja cv. Carolina.

O substrato utilizado no experimento foi composto por uma mistura de três partes de um Neossolo Regolítico, coletado na camada de 0 a 20 cm no Sítio Minador, município de Picuí, PB, e uma parte de esterco bovino, com os atributos químicos, quanto à fertilidade (EMBRAPA, 2014), determinados no Laboratório de Solos encontrados no solo do substrato utilizado no experimento foram os seguintes: pH = 7,7; P = 3,02 mg dm⁻³; K⁺ = 0,03 cmol dm⁻³; Na⁺ = 0,01 cmol dm⁻³; H⁺Al⁻³ = 0,00 cmol dm⁻³; Al⁻³ = 0,00 cmol dm⁻³; Ca⁺² = 1,16 cmol dm⁻³; Mg⁺² = 1,23 cmol dm⁻³; SB = 2,88 cmol dm⁻³; CTC = 2,88 cmol dm⁻³ e MOS = 8,12 g kg⁻¹.

A salinidade das águas de irrigação foi preparada adicionando o cloreto de sódio por diluição a água de baixa salinidade (0,02 dS m⁻¹), procedente do Sítio Várzea Verde, no município de Frei Martinho, PB, até encontrar os níveis de condutividade elétrica de cada tratamento. As diluições seguiram os procedimentos metodológicos de Freire *et al.* (2015).

As mudas do tomateiro-cereja foram produzidas no Sítio Volta do Rio, em Picuí, PB, sendo preparadas em bandejas de poliestireno com 128 células, e distribuídas duas sementes por recipiente. O substrato para produção de mudas do tomateiro-cereja cv. Carolina foi esterco bovino e solo Neossolo Regolítico (1:1), conforme classificação de Santos (2006).

As mudas, quando apresentaram quatro pares de folhas definitivas, foram transplantadas para recipientes contendo o substrato predito e a capacidade de 3,6 dm³. As irrigações correspondentes a cada tratamento foram efetuadas a cada dois dias, com a alíquota de 0,35 dm³ por irrigação. Na fase de crescimento, a frequência de irrigação foi a cada três dias, com dotação hídrica mantenedora do substrato próxima à capacidade de pote.

Foram analisadas as variáveis fitológicas de altura das plantas, diâmetro caulinar, taxas de crescimento absoluto e relativo em altura e em diâmetro caulinar, taxas de crescimento absoluto e relativo em fitomassa fresca epigea, dias para floração inicial, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca radicular, relação fitomassa seca aérea/fitomassa seca da raiz e fitomassa seca total das plantas.

Após o transplante, as mudas foram irrigadas com água de baixa salinidade até o sétimo dia. A partir daí, foram iniciadas as irrigações com os respectivos níveis de salinidade hídrica. No 7° e no 47° dias após o transplante, foram efetuadas as medições das alturas das plantas, feitas do coleto ao ponto de inserção da folha apical, com régua graduada, bem como dos diâmetros caulinares, a 1,0 cm da base do coleto, com um paquímetro digital, modelo Stanless®.

A relação entre a fitomassa da matéria seca da parte aérea (folha e caule) e a fitomassa da matéria seca da raiz foi obtida conforme procedimentos de Gomes *et al.* (2003).

Para a determinação das fitomassas secas, depois de separadas das plantas e lavadas com água destilada, as partes (raiz, caule e folhas) foram colocadas em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir massa constante; em seguida o material foi retirado e pesado em balança semianalítica.

As taxas de crescimento absoluto e relativo em altura e diâmetro caulinar foram estimadas conforme procedimentos de Benincasa (2003).

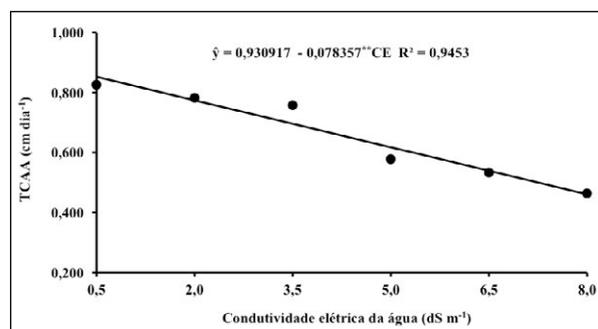
Os dados foram analisados e interpretados por meio da análise de variância, pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade, processados pelo software Sisvar 5.6®, versão 2017, com resultados submetidos ao estudo de regressão polinomial linear e quadrática (FERREIRA, 2014).

4 Resultados e discussão

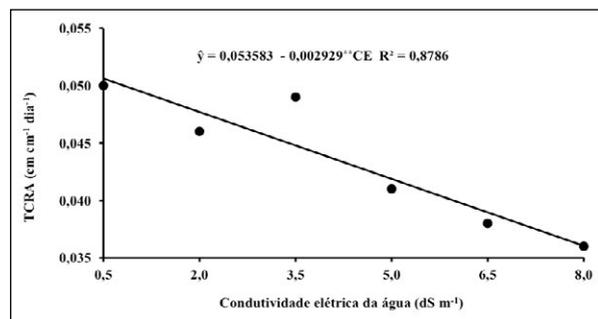
A redução do crescimento das plantas glicófitas, quando submetidas às condições de exposição à salinidade, ocorre, segundo Ahmed *et al.* (2012), devido à diminuição do potencial de água nas folhas, do teor relativo de água e da atividade fotossintética.

A partir das análises realizadas, podemos tecer considerações a partir das Figuras 1 e 2:

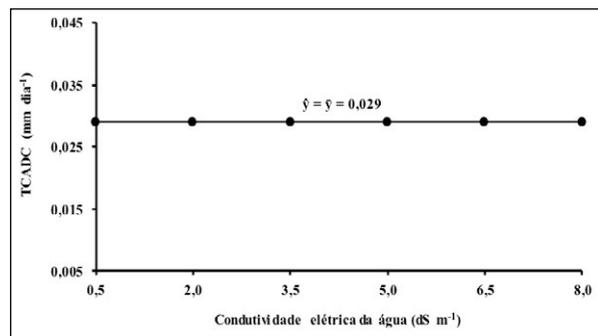
Figura 1.



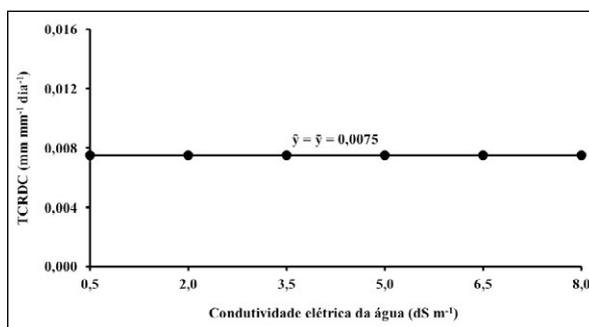
(A)



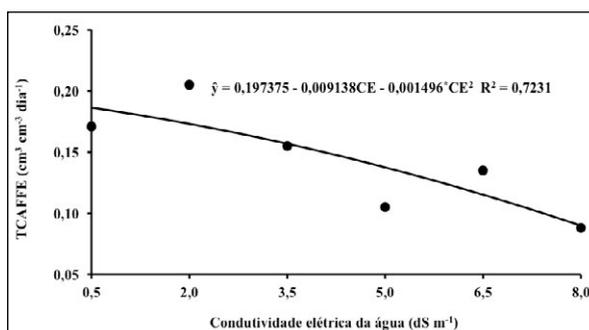
(B)



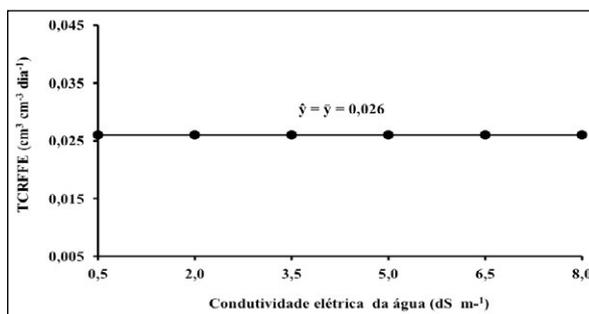
(C)



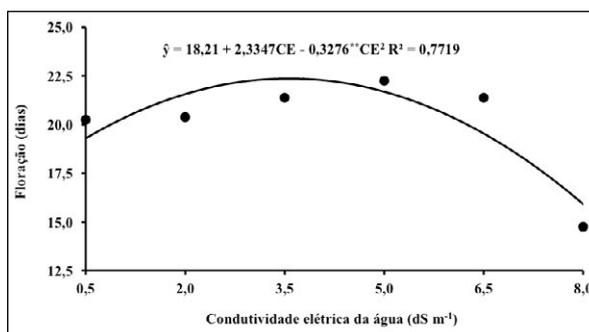
(D)



(E)



(F)



(G)

A taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) do tomateiro-cereja foi afetada significativamente pela salinidade hídrica. A elevação da salinidade afetou, de forma linear, a TCAA das plantas, com depleção de 0,078 cm dia⁻¹ para cada aumento unitário de condutividade elétrica (Figura 1a). O tomateiro-cereja irrigado com água de 8,0 dS m⁻¹ apresentou

um decréscimo em altura, de 65,9% em comparação com o menor nível irrigado de salinidade, com valores estimados de 0,304 e 0,891 cm dia⁻¹, respectivamente.

A exposição das plantas aos níveis de salinidade hídrica afetou, significativamente, a taxa de crescimento relativo em altura (TCRA) do tomateiro-cereja. As plantas apresentaram crescimento relativo em altura reduzido linearmente ao nível de 0,0029 cm por cada aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 1b). Quando submetidas às irrigações com águas de 0,5; 2,0; 3,5; 6,0; 6,0 e 8,0 dS m⁻¹, respectivamente, as plantas apresentaram TCRA de 0,052; 0,047; 0,043; 0,039; 0,035 e 0,030 cm dia⁻¹, ratificando os efeitos danosos do sal às plantas.

De acordo com Mazher *et al.* (2007) e Qados (2011), há maior crescimento das plantas cultivadas em condições de baixas concentrações de sais, devido ao melhor ajuste osmótico nas plantas. Por outro lado, sob efeito de estresse salino, ocorre redução na taxa de fotossíntese, com mudanças na atividade enzimática que, posteriormente, afetam a síntese de proteínas, diminuindo os níveis de carboidratos e hormônios de crescimento, o que pode levar à inibição destes, como observado nesta pesquisa.

Na Figura 1c, percebe-se que a taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar (TCADC) não apresentou ajustes em razão da irrigação com águas salinas. Os dados observados foram: 0,0300 (0,5 dS m⁻¹), 0,0350 (2,0 dS m⁻¹), 0,0350 (3,5 dS m⁻¹), 0,0238 (5,0 dS m⁻¹), 0,0263 (6,5 dS m⁻¹) e 0,0250 (8,0 dS m⁻¹), apresentando valor médio de 0,029 mm mm⁻¹ dia⁻¹.

Na Figura 1d, a taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRDC) não apresentou ajustes devido o aumento da condutividade elétrica de 0,5 dS m⁻¹, 2,0 dS m⁻¹, 3,5 dS m⁻¹, 5,0 dS m⁻¹, 6,5 dS m⁻¹ e 8,0 dS m⁻¹. Os dados apresentados na ANOVA são, respectivamente, 0,0075, 0,0088, 0,0100, 0,0063, 0,0063 e 0,0063, apresentando valor médio de 0,0075 mm mm⁻¹ dia⁻¹.

Torres *et al.* (2014) estudaram plantas de cajueiro-anão que foram irrigadas com águas de condutividade elétrica de 0,5 dS m⁻¹ e com a elevação para 12,5 dS m⁻¹ promovendo um efeito linear depressivo em relação às taxas de crescimento relativo e absoluto do diâmetro caulinar.

Quanto às taxas de crescimento absoluto e relativo do diâmetro caulinar, as reações das plantas são originadas de mudanças bioquímicas que, conforme Leidi *et al.* (2002), são consideradas solutos compatíveis porque não inibe o metabolismo celular

enquanto gerar o potencial osmótico necessário para permitir a absorção de água em condições de menor potencial de água.

De forma quadrática, os sais inibiram a taxa de crescimento absoluto em fitomassa fresca epígea (TCAFFE) das plantas (Figura 1e). Com base na equação de regressão, os valores estimados dessa variável foram reduzidos a 0,192 cm³ cm⁻³ dia⁻¹, quando as plantas foram irrigadas com água de 0,5 dS m⁻¹, a 0,173 cm³ cm⁻³ dia⁻¹ (2,0 dS m⁻¹), a 0,147 cm³ cm⁻³ dia⁻¹ (3,5 dS m⁻¹), a 0,114 cm³ cm⁻³ dia⁻¹ (5,0 dS m⁻¹), a 0,074 cm³ cm⁻³ dia⁻¹ (6,5 dS m⁻¹) e a 0,029 cm³ cm⁻³ dia⁻¹ (8,0 dS m⁻¹).

Comparadas com o desempenho epígeo em altura das plantas irrigadas com águas de mais baixa salinidade, a redução foi de 9,9% (2,0 dS m⁻¹), 23,4% (3,5 dS m⁻¹), 40,6% (5,0 dS m⁻¹), 61,4% (6,5 dS m⁻¹) e 84,9% (8,0 dS m⁻¹).

A inibição da taxa de crescimento absoluto da fitomassa fresca epígea em condições de determinadas espécies iônicas como o Na⁺ e o Cl⁻, deve-se ao incremento destacado por Feitosa *et al.* (2015). Os autores afirmam que é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, refletindo-se na redução da transpiração como alternativa para manter a absorção de água. Uma dessas adaptações é a redução do número de folhas, o que explica os menores resultados obtidos pelas plantas cultivadas com água salina.

Trabalhos realizados por Freire *et al.* (2017) com plantas de feijão-macáçar também demonstram o efeito da salinidade sobre a taxa de crescimento absoluto da fitomassa fresca epígea das plantas, apresentando resultados mais severos com tratamentos de águas salinas. As plantas não resistiram às irrigações com águas de condutividade elétrica de 6,5 dS m⁻¹.

Observou-se que a salinidade da água não exerceu efeitos na taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca epígea (TCRFFE), cujas médias observadas na ANOVA foram as seguintes: 0,028 (0,5 dS m⁻¹), 0,028 (2,0 dS m⁻¹), 0,029 (3,5 dS m⁻¹), 0,024 (5,0 dS m⁻¹), 0,023 (6,5 dS m⁻¹) e 0,024 (8,0 dS m⁻¹). Os tomateiros-cereja apresentaram TCRFFE com valores estimados de 0,026 cm³ cm⁻³ dia⁻¹ (Figura 1f).

A exposição da taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca epígea (Figura 1f) aos níveis de condutividade elétrica é um indicativo de que a exposição da planta à salinidade não ocasiona alterações durante esta fase do crescimento. De acordo com Leidi *et al.* (2002), vários mecanismos

devem ser ativados para as plantas se adaptarem às condições de sal: a capacidade de obter e/ou reter a água deve ser aumentada e a homeostase iônica deve ser restaurada.

O número de dias para florescimento do tomateiro-cereja foi influenciado pela salinidade da água de irrigação. O aumento da condutividade elétrica da água até 8,0 reduziu os dias para floração das plantas, de 19,3 para 15,9 dias. Entretanto, de forma quadrática, houve elevação de dias para florescimento das plantas, com valores estimados de 21,6 dias (2,0 dS m⁻¹), 22,4 dias (3,5 dS m⁻¹), 21,7 dias (5,0 dS m⁻¹) e 19,5 dias (6,5 dS m⁻¹), conforme Figura 1g. O maior período para início de florescimento das plantas foi superior a 22,37 dias, quando as plantas foram irrigadas com águas de 3,5 dS m⁻¹.

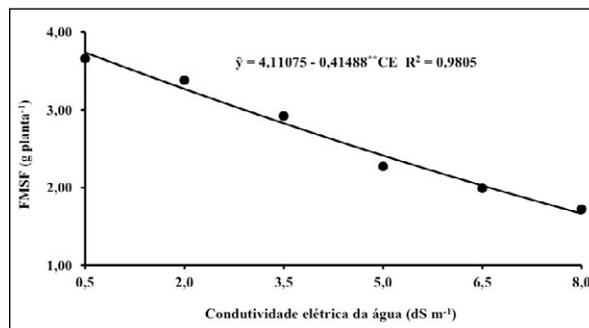
Moura *et al.* (2010), ao estudarem o desenvolvimento da floração da espécie de solanácea lobeira (*Solanum lycocarpum*), constataram que todas as plantas floresceram em, pelo menos, um mês do ano, obtendo uma variação de 58,06% a 90,62% de plantas floridas. A floração tendeu a apresentar valores ascendentes durante o período de maior precipitação, no qual existe uma correlação alta e positiva em relação à floração de *S. lycocarpum* e à precipitação.

Nobre *et al.* (2010) verificaram, em plantas de girassol, que houve um acréscimo linear de 0,73 dias para as plantas iniciarem a floração, utilizando níveis unitários da condutividade elétrica — CE — (0,5; 1,6; 2,7; 3,8 e 4,9 dS m⁻¹), ou seja, entre os níveis de salinidade aplicados houve retardamento de aproximadamente três dias e meio.

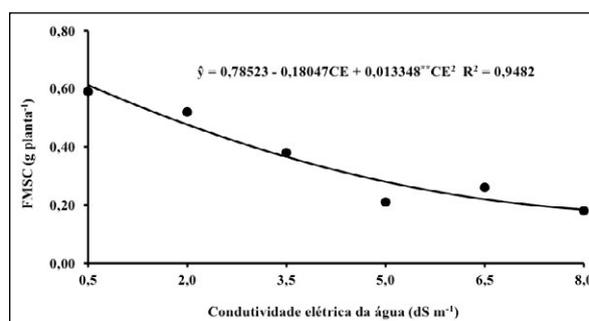
Nunes *et al.* (2013) destacaram que, na cultura do pimentão, os efeitos da CE (1,2; 3,49; 5,69; 7,07 e 9,23 dS m⁻¹) mais severos ocorreram quando as soluções salinas foram aplicadas antes da fase de floração (24 e 85 DAT), indicando que, nesta fase, a cultura é mais sensível à salinidade.

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos pelas variáveis: fitomassa seca foliar (FMSF); fitomassa seca caulinar (FMSC); fitomassa seca radicular (FMSR); fitomassa seca total (FMST); alocação de biomassa foliar (ABF); alocação de biomassa caulinar (ABC); e alocação de biomassa radicular (ABR), irrigadas com águas salinas em diversos níveis de condutividade elétrica, nas plantas do tomateiro-cereja.

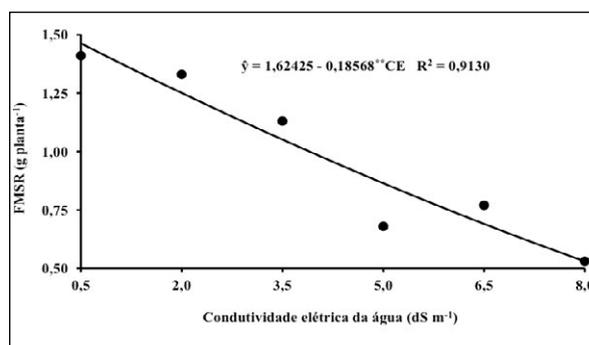
Figura 2.



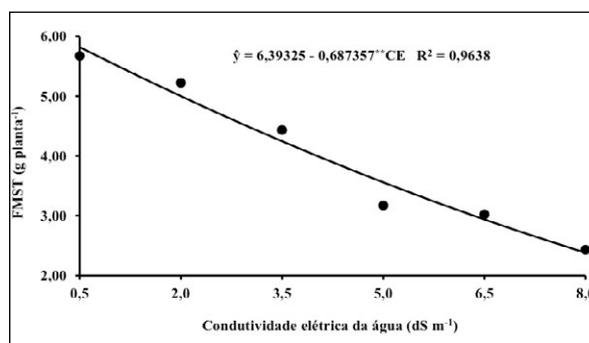
(A)



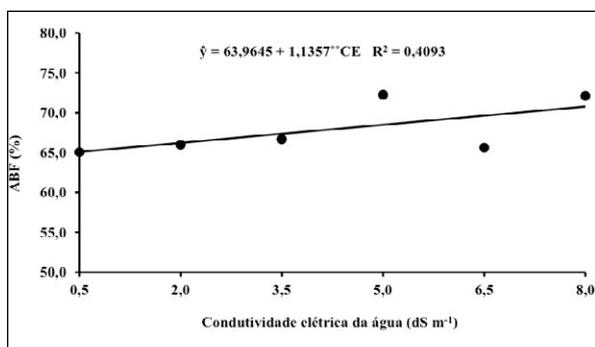
(B)



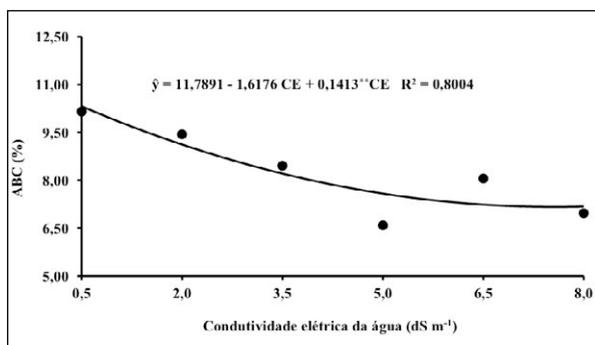
(C)



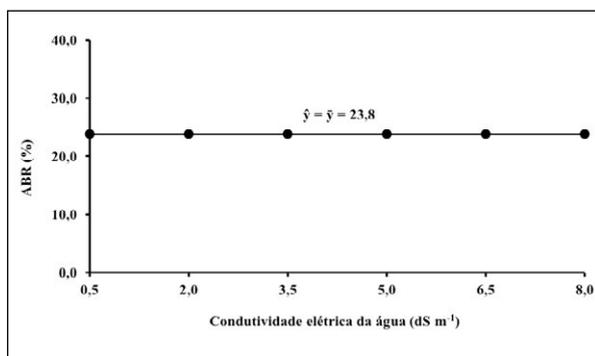
(D)



(E)



(F)



(G)

A salinidade hídrica exerceu efeitos significativos na fitomassa seca foliar (FMSF) das plantas. A fitomassa seca foliar foi reduzida, linearmente, ao valor estimado de 0,415 g planta⁻¹ a cada aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, devido ao incremento dos níveis de sais às águas de irrigação (Figura 2a).

Quando irrigadas com água de maior salinidade, as plantas apresentaram os menores valores de fitomassa seca foliar, com valores estimados em 0,79 g planta⁻¹, com valores estimados de 79,2% comparadas aos valores apresentados pelas plantas irrigadas com água de mais baixa salinidade.

De acordo com Guedes *et al.* (2015), as folhas são órgãos sensíveis à salinidade e apresentam redução

em tamanho e número na presença de concentrações elevadas de sais, o que provavelmente justifica a redução da fitomassa seca foliar no tomateiro-cereja com a elevação da salinidade.

A fitomassa seca caulinar (FMSC) foi afetada pela salinidade hídrica disponibilizada às plantas. Baseando-se na equação de regressão apresentada na Figura 2b, percebe-se que a fitomassa seca caulinar foi afetada de forma quadrática e negativa com o aumento dos níveis salinos da água de irrigação. A FMSC declinou de 0,69 g planta⁻¹, quando as plantas foram irrigadas com água de 0,5 dS m⁻¹, a 0,19 g planta⁻¹ com água de maior salinidade, o que representa uma perda de 71,7% causados pelo estresse salino.

O menor valor de FMSC das plantas de tomateiro-cereja foi de 0,17 g planta⁻¹, quando irrigadas com água de condutividade elétrica estimada em 6,7 dS m⁻¹.

Silva *et al.* (2013) também verificaram que houve efeitos deletérios na fitomassa seca caulinar das plantas do tomateiro aos níveis de CE (1,62; 2,40; 2,98; 3,48; 4,63 e 5,82 dS m⁻¹), nota-se que o ponto de máximo crescimento foi ao nível 4,18 dS m⁻¹, a partir do qual o rendimento começou a declinar com uma diferença de 6,34% entre o menor e o maior nível de salinidade inicial do solo.

Percebe-se influência estatística da salinidade da água de irrigação na fitomassa seca da raiz (FMSR). A elevação do teor de sais na água de irrigação promoveu estragos lineares na fitomassa seca radicular do tomateiro-cereja, ao nível de 0,185 g planta⁻¹ para cada elevação unitária na condutividade elétrica da água (Figura 2c).

As plantas apresentaram os valores médios de FMSR estimados em 1,53 g planta⁻¹ (0,5 dS m⁻¹), 1,25 g planta⁻¹ (2,0 dS m⁻¹), 0,97 g planta⁻¹ (3,5 dS m⁻¹), 0,69 g planta⁻¹ (5,0 dS m⁻¹), 0,41 g planta⁻¹ (6,5 dS m⁻¹) e 0,13 g planta⁻¹ (8,0 dS m⁻¹), que indicaram perdas acentuadas na variável fitotécnica a cada tratamento submetido.

Segundo Soares *et al.* (2011), em condições de elevada salinidade, a fitomassa seca da raiz do tomateiro é reduzida, assim como o consumo de água. A fitomassa do sistema radicular é fundamental na avaliação de plantas, pois um sistema radicular bem desenvolvido pode proporcionar melhores condições de suprimento da demanda de água e nutrientes para as plantas, principalmente nas primeiras semanas, quando as condições adversas podem comprometer sua sobrevivência.

Comparando os dados dos resultados encontrados por Silva *et al.* (2013) na condução dos níveis salinos

(1,62; 2,40; 2,98; 3,48; 4,63 e 5,82 dS m⁻¹) utilizados nas plantas de tomateiro, verifica-se que, de acordo com a equação de regressão, a fitomassa seca da raiz atingiu seu ponto máximo em 3,99 dS m⁻¹ e diferença entre 5,82 dS m⁻¹. Comparada ao nível salino de 1,62 dS m⁻¹, a diferença é de 5,28%.

Com relação à fitomassa seca total (FMST), o tomateiro-cereja apresentou efeitos com as mesmas tendências de redução observadas nas fitomassas secas das folhas, caules e raízes. Percebe-se, na Figura 2d, uma depleção linear da FMST das plantas com o aumento dos níveis de salinidade, com redução de 85,2% entre os valores médios apresentados pelas plantas irrigadas com menor e maior níveis salinos – 6,05 g planta⁻¹ (0,5 dS m⁻¹) e 0,89 g planta⁻¹ (8,0 dS m⁻¹).

De acordo com Maas *et al.* (1977), o extrato de saturação máxima de salinidade das plantas do tomateiro correspondem ao valor de 2,5 dS m⁻¹, conforme cada espécie. Esses efeitos deletérios na fitomassa seca total resultam no acúmulo de íons sódicos que interferem nos estágios fenológicos das plantas. Com isso, podemos ressaltar que as plantas do tomateiro-cereja são sensíveis à intensidade do estresse salino, inibindo, através dos efeitos osmóticos, o crescimento vegetativo.

A alocação de biomassa foliar (ABF) das plantas foi elevada linearmente de 64,5%, quando irrigadas com água de 0,5 dS m⁻¹, a 66,2% (2,0 dS m⁻¹), a 67,9% (3,5 dS m⁻¹), a 69,4% (5,0 dS m⁻¹), a 71,3% (6,5 dS m⁻¹) e a 73,0% (8,0 dS m⁻¹), com aumentos de 2,6%, 5,3%, 7,9%, 10,60% e 13,2%, quando irrigadas com águas de condutividades elétricas de 2,0; 3,5; 5,0; 6,5 e 8,0 dS m⁻¹, respectivamente, quando comparadas com as plantas irrigadas com a água de menor salinidade (Figura 2e).

Em consonância com Passioura *et al.* (2000), o aumento da alocação da biomassa foliar emana da aplicação de pressurização osmótica, assegura a manutenção de um adequado potencial da água na planta e evita o descenso na taxa de expansão foliar.

Com o aumento da salinidade hídrica, percebem-se declínios quadráticos na alocação de biomassa caulinar (ABC) nas plantas (Figura 2f). As plantas irrigadas com água de maior nível salino apresentaram ABC estimado em 7,9%, proporcionando uma depleção de 27,5% em comparação com o desempenho observado das irrigadas com água de mais baixa salinidade.

Os valores estimados de ABC foram de 11,0%; 9,1%; 7,9%; 7,2%; 7,2% e 7,9% quando as plantas foram irrigadas com águas de 0,5; 2,0; 3,5; 5,0; 6,5

e 8,0 dS m⁻¹, respectivamente, atestando os efeitos danosos dos sais na alocação de solutos orgânicos ao caule.

Esses resultados estão em acordo com os apresentados por Neto *et al.* (2012), quando utilizaram cinco níveis de salinidade (0,4; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m⁻¹) nas plantas. Quanto aos resultados analisados, verificou-se que a maior fração da matéria fresca das plantas do tomateiro foi alocada para o caule, de modo que seus valores oscilaram entre 36% e 44%. As plantas sofreram uma redução na fração da biomassa do caule, devido ao estresse salino.

Conforme se observa na Figura 2g, as condutividades elétricas das águas de irrigação não exerceram efeitos na alocação de biomassa radicular (ABR) do tomateiro-cereja. Após irrigação com os níveis salinos 0,5, 2,0, 3,5, 5,0, 6,5 e 8,0 dS m⁻¹, as médias observadas na ANOVA foram, respectivamente, 24,81%; 24,58%; 24,88%; 21,17%; 26,35% e 20,95%, com valores estimados e observados em 23,8%.

De acordo com Matos *et al.* (2013), o investimento no desenvolvimento do sistema radicular pode ser uma resposta ao estresse em algumas culturas, pois a área de captação de água e os nutrientes no solo são aumentados para suprirem o desenvolvimento da parte aérea.

5 Conclusões

A salinidade da água de irrigação proporcionou as mesmas tendências de redução observadas nas taxas de crescimento absoluto e relativo em altura, na taxa de crescimento absoluto da fitomassa fresca epígea, na fitomassa seca foliar, caulinar, radicular e total, na alocação da biomassa caulinar e nos dias de floração da cultura.

As variáveis, as taxas de crescimento absoluto e relativo do diâmetro caulinar, a taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca epígea e a alocação da biomassa radicular não foram influenciadas pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. A alocação da biomassa foliar foi o indicador que melhor representou o efeito do estresse salino e obteve crescimento linear nos diversos tratamentos.

REFERÊNCIAS

AHMED, C. B. *et al.* Saline water irrigation effects on soil salinity distribution and some physiological responses of

field grown Chemlali olive. **Journal of Environmental Management**, Tunísia, v. 113, n. 1, p. 538-544, 2012.

ALVES, F. A. L. *et al.* Efeito do Ca²⁺ externo no conteúdo de Na⁺ e K⁺ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 4, p. 602-608, 2011.

QADOS, Amira MS Abdul. Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**. Saudi Arabia. v. 10, n. 1, p. 7-15, 2011.

BATES, G. W. *et al.* Transporte de solutos. In: TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 132-159.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1987. 488 p.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO PARANÁ. Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados mundial, brasileiro e paranaense. **Boletim Técnico 03**. TOMATE: Agosto de 2017. Curitiba: Ceasa Paraná, 2017.

CEASA-RS. Centrais de Abastecimento do Rio Grande do Sul SA. 6 jan. 2011. **Cotações**. Disponível em <http://www.ceasa.rs.gov.br/> DUARTE LA; SC

CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 40, p. 221-249, 2002.

COSME, C. R. *et al.* Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, UAEEA/UFCG, v. 15, n. 5, p. 499-504, 2011.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2. ed. New York: The New York Botanical Garden, 1988. 555 p.

DIAS, N. S. *et al.* Efeitos dos sais no solo e na planta. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, p. 129-140, 2010.

DOSSA, D., Fuchs F. Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados

mundial, brasileiro e paranaense. **Boletim Técnico 03**. TOMATE: Agosto de 2017. Curitiba: Ceasa Paraná, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA. **Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF, fev. 2014, Manejo integrado de pragas do tomateiro para processo industrial. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/991795/1/1205CT129.pdf>. Acesso em: 05 de mar. de 2018.

FEITOSA, S. O. *et al.* Crescimento do feijão caupi irrigado com efluente tratado e água salina sob diferentes concentrações. **Revista Agrotec**, v. 36, n. 1, p. 146-155, 2015.

FERNANDES, C. *et al.* Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 94-98, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 38, n. 2, p. 109-112, mar./abr. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>. Acesso em: 14 jan. 2018.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Comportamento fenotípico do feijão macassar inoculado com rizóbio sob biofertilização suína e estresse salino. **Revista Principia**, João Pessoa, n. 35, p. 56-59, jun. 2017.

GOMES, J. W. S. *et al.* Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 850-856, out./dez. 2011.

GOMES, J. M. *et al.* Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa-MG. v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GUEDES, R. A. A. *et al.* Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 19, n. 10, p. 913-919, 2015.

GUILHERME, D. O. *et al.* Análise sensorial e físico-química de frutos de tomate cereja orgânicos. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN. v. 27, n. 1, p. 181-186, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. [2018]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/picui>. Acesso em: 5 fev. 2018.

LEIDI, E. O. *et al.* Tolerancia de los cultivos al estrés salino: qué hay de nuevo. **Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias**, Rosario, n. II, p. 1-11, 2002.

LIMA, C. J. G. S. *et al.* Avaliação de diferentes bandejas e substratos orgânicos na produção de mudas de tomate cereja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE. v. 40, n. 1, p. 123-128, 2009.

MAAS, E. V. *et al.* Crop Salt Tolerance – Current Assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, Califórnia. v. 103, n. 2, p. 115-134, 1977.

MATOS, F. S. *et al.* Desenvolvimento de mudas de pinhão-mansão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa. v. 37, p. 947-954, 2013.

MAZHER *et al.* Responses of ornamental and woody trees to salinity. **World Journal Agriculture Science**, v. 3, n. 3, p. 386-395, 2007.

MEDEIROS, R. F. Crescimento inicial do tomateiro cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.

MENDONÇA, F. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MOURA, T. M. *et al.* Correlação entre floração, frutificação e variáveis ambientais em *Solanum lycocarpum*. A. St. Hil, solanaceae. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 26, n. 3, p. 457-462, mai./jun. 2010.

ALBUQUERQUE NETO, ANTONIO A. R., ROBERTA MN PEIL. Produtividade biológica de genótipos de tomateiro em sistema hidropônico no outono/inverno. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista. v. 30, n. 4, p. 613-619, out./dez. 2012.

NOBRE, Reginaldo Gomes *et al.* Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 358-365, jul./set. 2010.

NUNES, Renato Leandro Costa *et al.* Efeitos da salinidade da solução nutritiva na produção de pimentão cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 48-53, out./dez. 2013.

PASSIOURA, J. B.; MUNNS, Rana. Rapid environment changes that affect leaf water status induce transient surges or pauses in leaf expansion rate. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 27, p. 941-948, 2000.

REBOITA, Michelle Simões *et al.* Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, SP, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

SANTOS, L. J. S. *et al.* Efeito da salinidade na produção de mudas de pimentão. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, IV., 2017, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza. 2017.

SANTOS, Patrícia Ribeiro dos; **Germinação, vigor e crescimento de duas cultivares de feijoeiro em soluções salinas**. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

SILVA, André Costa da *et al.* Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 24, n. 3, p. 33-40, jul./set. 2011.

SILVA, Ítalo Nunes *et al.* Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária científica no semi-árido**. Patos, PB, v. 7, n. 3, p. 1-15, jul./set.. 2011. ISSN 1808-6845.

SILVA, P. A. *et al.* Sistemas de condução na produção comercial de tomate “cereja”. **Nativa**. Sinop, MT, v. 5, n. 5, p. 316-319, set./out. 2017. ISSN 2318-7670.

SILVA, Patrícia F. da *et al.* Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. 2013, vol.17, n.11, p. 1173-1180. ISSN 1807-1929. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001100007>.

SOARES, L. A. A. *et al.* Crescimento do tomateiro e qualidade física dos frutos sob estresse hídrico em ambiente protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, RN, v. 6, n. 3, p. 203-212, jul./set. 2011. ISSN 1981-8203.

TORRES, E. C. M. *et al.* Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**. Sinop, MT, v. 2, n. 2, p. 71-78, abr./jun. 2014. ISSN 2318-7670.