



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE  
TOMATE SOB SATURAÇÃO LUMINOSA  
E ESTRESSE SALINO**

**JAMES LUIS DA COSTA E SILVA**

**Campina Grande, PB  
Agosto, 2019**

JAMES LUIS DA COSTA E SILVA  
Engenheiro Agrônomo

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE  
TOMATE SOB SATURAÇÃO LUMINOSA  
E ESTRESSE SALINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola (Área de Concentração: Irrigação e Drenagem).

**Orientador:** Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes

Campina Grande, PB  
Agosto, 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JAMES LUIS DA COSTA E SILVA

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE TOMATE SOB  
SATURAÇÃO LUMINOSA E ESTRESSE SALINO**

**Banca Examinadora**

**Parecer**

---

Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes  
UAEA/CTRN/UFCG  
- Orientador -

---

Prof. Dr. XXXXXXXXXXXXXXXX  
UAEA/CTRN/UFCG  
- Examinador interno –

---

Prof. Dr. XXXXXXXXXXXXXXXX  
- Examinador externo-

Campina Grande, PB  
Agosto, 2019

*Aos meus pais:  
José Luiz da Silva e  
Severina dos Ramos Costa,  
A minha esposa, Geiziane de Fátima Costa e Silva*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus acima de tudo.

A minha esposa Geiziane de Fátima, por toda atenção, companhia, cumplicidade amizade e por todo seu apoio e conselhos nas horas difíceis e por acreditar em minha determinação, muito obrigado pelos momentos inesquecíveis durante todos esses anos, e a todo apoio de sua família hoje nossa.

Aos meus pais José Luiz da Silva e Severina dos Ramos Costa e meus irmãos Jones Luiz e Johl Anderson, que me incentivaram e apoiaram e acreditaram em minha determinação e força de vontade sempre.

Ao Prof. Pedro Dantas Fernandes, que me recebeu de braços abertos, pelos ensinamentos, conselhos e fortalecimentos sempre, pela orientação, oportunidades que muito contribuíram para minha formação profissional.

A Rennan Fernandes, pela amizade, atenção, parceria com sugestões e críticas, contribuindo significativamente para o aprimoramento deste trabalho, uma pessoa de muito caráter e conhecimento.

A Mailson Cordão, um grande amigo, obrigado por toda sua dedicação, este trabalho não teria chegado sem sua contribuição, sou muito grato por tudo.

A Rômulo Carantino, um grande amigo, obrigado por toda sua atenção e disponibilidade na execução deste trabalho, seus conhecimentos e caráter serão sempre lembrados.

A Flávio Campos, grande amigo e irmão, que o destino de uma aula e horário errado nos fez encontrarmos, para hoje uma amizade imensurável, muito obrigado pelos conselhos e fortalecimento em todos os momentos, sou muito grato por tudo.

Aos amigos que trilharam nesta caminhada, alguns mesmo distantes, mas sempre presentes, Higor, Vicente, Elysson, Guilherme, Adaan, Joan, André, Jailton, Erivando, Ricardo Alves, Alisson Cavalcante, Ruan Medeiros, Janderson, Thiago, Sandra, Fabiano.

A todos professores e servidores que fizeram parte da turma do Mestrado em Irrigação e Drenagem do programa de Pós-Graduação em Eng. Agrícola da UFCG turma 2017.

Aos Amigos(as) que passaram nesta caminhada pela UFCG.

E a todos que contribuíram de alguma forma direta ou indireta em minha formação profissional e realização pessoal.

*“Eis por que sinto alegria nas fraquezas, nas afrontas, nas necessidades, nas perseguições. Porque quando me sinto fraco, então é que sou forte”. 2 Coríntios 12:9-10*

*“Meu objetivo é o que me fortalece a cada novo dia.”*

*James Costa e Silva*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	16
2.1. Objetivo geral.....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
3.1. Aspectos gerais da cultura.....	17
3.2. Salinidade em plantas de tomateiro.....	18
3.3. Saturação luminosa em tomateiro.....	20
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
4.1. Localização.....	23
4.2. Fatores e delineamento experimental.....	23
4.3. Formação das mudas.....	23
4.4. Condução do experimento.....	24
4.5. Manejo da irrigação.....	25
4.6. Manejo fitossanitário.....	26
4.7. Variáveis analisadas.....	26
4.7.1. Variáveis de crescimento.....	26
4.7.2. Variáveis de produção.....	26
4.7.3. Trocas gasosas.....	27
4.8. Análise estatística.....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
5.1. Crescimento e produção em função da salinidade.....	29

5.2. Trocas gasosas em função da salinidade e de intensidades luminosas.....	34
5.2.1. Trocas gasosas aos 15 dias após o transplante das mudas (DAT).....	34
5.2.2. Trocas gasosas aos 30 dias após o transplante das mudas (DAT).....	39
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise de variância das variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa de frutos por planta (MFP), diâmetro médio longitudinal dos frutos (DLong) e diâmetro médio radial dos frutos (DRad) de duas cultivares de tomate submetidas a três níveis de salinidade.....29
- Tabela 2.** Análise de variância das variáveis concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*), transpiração (*E*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) em folhas de duas cultivares de tomate submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 15 dias após o transplante das mudas (DAT).....35
- Tabela 3.** Análise de variância das variáveis concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*), transpiração (*E*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) em folhas de duas cultivares de tomate submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 30 dias após o transplante das mudas (DAT).....39

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mudas de tomate após o transplante (A) e plantas adultas de tomate tutoradas para evitar tombamento (B). Fotos: James Luis da Costa e Silva.....25
- Figura 2.** Analisador de gás infravermelho (A); fonte de luz que lançando energia luminosa no momento da análise das trocas gasosas. Fotos: James Luis da Costa e Silva.....27
- Figura 3.** Altura de planta de duas cultivares de tomate submetidas a dois níveis de salinidade.....31
- Figura 4.** Número de folhas de duas cultivares de tomate submetidas a dois níveis de salinidade.....32
- Figura 5.** Massa de frutos por planta de duas cultivares de tomate submetidas a dois níveis de salinidade.....33
- Figura 6.** Diâmetros longitudinal (A) e radial (B) dos frutos de duas cultivares de tomate submetidas a dois níveis de salinidade.....34
- Figura 7.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) - A e B -, e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em tomate de mesa (A e C) e tomate cereja (B e D), submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 15 dias após o transplante das mudas.....36
- Figura 8.** Condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) - A e B -, e transpiração (*E*) em tomate de mesa (A e C) e tomate cereja (B e D), submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 15 dias após o transplante das mudas.....38
- Figura 9.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) - A e B -, e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em tomate de mesa (A e C) e tomate cereja (B e D), submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 30 dias após o transplante das mudas.....40

**Figura 10.** Condutância estomática (*gs*) - A e B -, e transpiração (*E*) em tomate de mesa (A e C) e tomate cereja (B e D), submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 30 dias após o transplante das mudas.....42

## RESUMO

O uso de águas salinas vem aumentando na agricultura em diversos países, considerando a necessidade de se aumentar a oferta de alimentos, com a incorporação de terras e águas de menor qualidade ao setor produtivo. Nesse sentido, é imprescindível se identificarem genótipos tolerantes à salinidade, avaliando-se os seus efeitos sobre parâmetros fisiológicos e de produção. Neste trabalho, foram estudados os efeitos da salinidade sobre o crescimento e a produção, e os efeitos da variação da intensidade luminosa sobre as trocas gasosas de duas variedades de tomate, uma cultivar cereja e outra de mesa. Em casa-de-vegetação, nos genótipos de tomate foram testados três níveis de condutividade elétrica da água ( $CE_a = 0,6; 3,0$  e  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) e quatro níveis de intensidade luminosa, fatorialmente combinados ( $2 \times 3 \times 4$ ), resultando em 24 tratamentos, com quatro repetições. As plantas foram cultivadas em vasos plásticos (25 kg), constituindo-se a parcela de dois recipientes, uma planta por unidade. Os níveis de intensidade luminosa foram ajustados com uso de uma fonte externa, em um equipamento contendo Irga (LcPro+, ADC- England), calibrado para os valores de 0, 400, 800 e  $1200 \mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Foram avaliadas variáveis de crescimento (altura de plantas, número de folhas e diâmetro do caule), produção (massa de frutos por planta, diâmetros longitudinal e radial dos frutos) e fisiológicas (condutância estomática, transpiração, carbono na câmara subestomática e fotossíntese) das plantas. Os dados foram analisados por teste F, comparando-se as médias dos níveis de salinidade pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e foi feita análise de regressão com os dados referentes aos níveis de intensidade luminosa. Verificou-se que os níveis de intensidade luminosa afetaram de maneira significativa as trocas gasosas das duas cultivares de tomate avaliadas. A luz beneficiou o processo fotossintético até um determinado nível, porém, com o excesso de energia luminosa, a fotossíntese foi prejudicada. Das duas variedades estudadas, o tomate cereja se mostrou mais tolerante do que o tomate de mesa.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, *Lycopersicon esculentum*, condutividade elétrica, trocas gasosas

## ABSTRACT

Using saline water has been increasing in agriculture in several countries, considering the need to increase the supply of food, by incorporating land and water of low quality to the productive sector. In this sense, it is essential to identify genotypes tolerant to salinity, evaluating their effects on physiological and production parameters. In this work, we evaluated the effects of salinity on growth and production, and the effects of light intensity variation on the gas exchange of two varieties of tomato, a cherry cultivar and a table one were studied. In greenhouse, we studied three levels of water electrical conductivity ( $ECa = 0.6, 3.0$  and  $6.0 \text{ dS m}^{-1}$ ) and four light intensity levels, factorially combined ( $2 \times 3 \times 4$ ), resulting in 24 treatments, with four replicates. Plants were grown in plastic pots (25 kg), constituting the plot of two pots, one plant per unit. The light intensity levels were adjusted using an external source in an Irga (LcPro +, ADC-England) apparatus, calibrated to the values of 0, 400, 800 and  $1200 \mu\text{mol of m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  photons. We evaluated growth variables (plant height, leaf number and stem diameter), yield (fruit mass per plant, longitudinal and radial diameter of fruits) and physiological variables (stomatal conductance, transpiration, carbon in the substamatic chamber and photosynthesis) on plants. Data were analyzed by F-test, comparing the mean values of the salinity levels by the Tukey's test ( $p < 0.05$ ), and regression analysis was done with the data referring to the levels of light intensity. We verified that the levels of light intensity significantly affected the gas exchanges of the two evaluated tomato cultivars. The light benefited the photosynthetic process up to a certain level, but with the excess of light energy, the photosynthesis was impaired. Of the two varieties studied, cherry tomatoes were more tolerant than table tomatoes.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, *Lycopersicon esculentum*, electrical conductivity, gas exchange

## 1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo. Devido a sua grande aceitação no mercado, os preços compensadores e suas características nutricionais, é uma cultura bastante rentável para os produtores, sendo um dos frutos mais consumidos e populares em todo o planeta (Demontiêzo et al., 2016; Cardoso et al., 2018; Maia et al., 2019). Nos últimos anos, vem crescendo bastante o cultivo e a comercialização de tomate cereja (*Lycopersicon esculentum*), devido ao menor tamanho do fruto, à sua aparência, ao seu sabor, aos altos teores de sólidos solúveis e por possuir valores econômicos mais elevados do que o tomate de mesa (Medeiros et al., 2011; Guilherme et al., 2014; Maia et al., 2019).

Para o cultivo de tomate na região Nordeste do Brasil, é necessário, em grande parte dos cultivos, fazer-se uso da irrigação. Contudo, a escassez dos recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas envolve aspectos quantitativos e qualitativos, causando restrições de uso para o consumo humano e animal e para utilização em irrigação. Em tais regiões é, também, comum a ocorrência de fontes de água com concentração elevada de sais, principalmente sódio, reduzindo a sua qualidade para uso na agricultura (Medeiros et al., 2003; Neves et al., 2009; Johansen et al., 2019). Além disso, em regiões áridas e semiáridas, ocorrem altos níveis de irradiância solar, que também podem comprometer a produtividade de culturas não adaptadas a tais condições, por ocasionarem outro fator estressante, a alta luminosidade (Keblawy et al., 2010)

A combinação desses fatores afeta o crescimento das plantas e por consequência, o rendimento das culturas, podendo, em casos extremos, ocasionar a morte das plantas. Sendo a luz a fonte primária de energia, é um dos principais aspectos relacionados à produtividade fotossintética a serem considerados. Danos ao aparelho fotossintético, com redução do rendimento quântico do fotossistema II e alterações em atividades enzimáticas, também, constituem respostas a níveis de irradiância, quando considerados fator de estresse aos vegetais (Critchley e Russell, 1994; Long et al., 1994; Zhang et al., 2007). O processo em que a fotossíntese é reduzida ou até mesmo inibida em

razão do excesso de energia luminosa é chamado de fotoinibição (Long et al., 1994), e a literatura ainda é carente de estudos nesse sentido em variedades de tomate.

Em geral, a salinidade limita o crescimento e a produtividade das culturas por reduzir a disponibilidade de água para as plantas em razão do abaixamento no potencial osmótico da solução do solo (Leonardo et al., 2003; Johansen et al., 2019). Além disso, a salinização leva ao desbalanço nutricional, uma vez que o excesso de sódio na solução de solo e outros íons, além de causarem efeitos tóxicos nas plantas, provocam distúrbios na absorção de nutrientes, afetando, principalmente, as concentrações de Ca, Mg e K na planta (Viana et al., 2001; Johansen et al., 2019).

Os efeitos negativos da salinidade em tomateiro foram observados por diversos autores (Caro et al., 1991; Campos et al., 2006; Eloi et al., 2007; Freire et al., 2010; Medeiros et al., 2011; Demontiêzo et al., 2016; Santos et al., 2016; Bai et al., 2018). Campos et al. (2006) verificaram redução da produção comercial e total de tomates de mesa, em 11,9 e 11,0%, respectivamente, com aumento unitário da salinidade da água de irrigação acima de 1 dS m<sup>-1</sup>. Em tomate cereja, Medeiros et al. (2011) observaram que a irrigação com águas de condutividades elétricas entre 0,5 e 4,0 dS m<sup>-1</sup> prejudicou o crescimento inicial das plantas.

O tomateiro é uma cultura moderadamente sensível à salinidade, ocorrendo reduções na sua capacidade produtiva quando a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) ultrapassa 2,5 dS m<sup>-1</sup> (Maas e Hoffman, 1977). Todavia, a sensibilidade à salinidade pode variar de acordo com o material genético utilizado e com as condições de cultivo (Parida e Das, 2005). Freire et al. (2010), avaliando níveis de salinidade da água de irrigação variando entre 0,4 e 6,0 dS m<sup>-1</sup> em duas variedades de tomate rasteiro, verificaram que o estresse salino prejudicou a massa seca das plantas e a produção de frutos, contudo, foi possível identificar um material mais tolerante às condições impostas. Por tais razões, o cultivo do tomateiro sob irrigação com águas salinas e intensidades luminosas, na região semiárida do Nordeste, está na dependência do uso de técnicas

que viabilizem o manejo do solo e da água com problemas de sais (Cavalcante et al., 2010). Dentre essas técnicas, destaca-se a escolha de genótipos que menos sofram danos em condições de estresse salino (Johansen et al., 2019).



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar os efeitos da variação da intensidade luminosa sobre as relações entre crescimento, fisiologia e produção de duas variedades de tomate, uma cultivar cereja e outra de mesa, variando a salinidade da água de irrigação.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar o crescimento e a produção de duas variedades de tomate submetidas a diferentes níveis de salinidade;
- Registrar as alterações nas trocas gasosas de cultivares de tomateiro sob diferentes salinidades do solo e intensidades luminosas;
- Determinar a tolerância de variedades de tomateiro ao estresse salino da água de irrigação.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Aspectos gerais da cultura

O tomateiro, originário da região andina, é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo, com produção anual global de aproximadamente 180 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2016). No Brasil está entre as principais hortaliças cultivadas. Incluindo os segmentos de indústria e mesa, totalizou 3.801.324 toneladas, em uma área de 57.196 ha e produtividade média de 66,4 t ha<sup>-1</sup>, sendo Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Paraná os Estados com maior participação na produção nacional (AGRIANUAL, 2014). Ocupa a posição de segunda hortaliça mais produzida no planeta, superada apenas pela batata, sendo a mais consumida no Brasil (Soares et al., 2013; Demontiêzo et al., 2016). A utilização dos frutos é bastante variada, tanto *in natura* quanto na indústria, devido à grande variedade de tipos existentes. O tomate de mesa (*Solanum Lycopersicon*) domina o mercado, porém, o tomate cereja (*Lycopersicon esculentum*) vem a cada dia mais crescendo no mercado de hortaliças, devido a suas diversas características que agradam o consumidor e pelos valores compensadores de mercado (Albuquerque Neto e Peil, 2012; Maia et al., 2019).

O Nordeste tem se destacado na produção, sendo os estados de Pernambuco e Bahia os maiores produtores dessa hortaliça, pois a região apresenta condições climáticas favoráveis ao seu cultivo. Todavia, a produtividade média é considerada baixa - 40 toneladas/há - (Embrapa, 1994), fato que está relacionado à ampla gama de pragas e doenças características da cultura, além da ocorrência de fontes de água com concentração elevada de sais, reduzindo a sua qualidade para uso na agricultura.

O tomate pertence à ordem Tubiflorae, à família Solanaceae e ao gênero Solanum. As plantas possuem caules flexíveis e incapazes de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical, sendo necessário realizar tutoramento para seu cultivo em nível comercial. As flores

agrupam-se em cacho e são hermafroditas. Normalmente a planta é autógama, o que muitas vezes acarreta em baixa incidência de frutos (Filgueira, 2008).

Para uso comercial, existem basicamente duas classificações para o tomateiro do grupo comum que também sofrem diferenciação de manejo: os de ciclo indeterminados são destinados principalmente à indústria, os quais possuem frutos mais arredondados e ácidos e com características de polpa favoráveis ao processamento. Já os de ciclo determinados possuem frutos mais alongados e menos ácidos, sendo mais preferidos para o consumo *in natura* (Pereira, et al. 2007). Outro segmento do mercado é atendido pelo tomate do grupo cereja, que atende um mercado específico para ornamentação de pratos e degustação *in natura* por ser saboroso, possuir menor tamanho e ter atrativa coloração vermelha (Pereira, 2014).

#### **4.2. Salinidade em plantas de tomateiro**

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais limitam a produção agrícola em várias regiões do globo terrestre (Hasegawa et al., 2000). Estima-se que aproximadamente 20% das terras irrigadas em todo o mundo (45 milhões de hectares) possuem problemas por excesso de sais, representando grande ameaça à produção global de alimentos, com perdas agrícolas anuais em torno até US\$ 30 bilhões (Johansen et al., 2019). De modo geral, os maiores problemas de salinidade no mundo estão nas regiões áridas e semiáridas. No Nordeste brasileiro, devido à sua grande instabilidade climática e ocorrência de longos períodos secos, ocorrem áreas com acúmulo de sais no solo, o que os torna, muitas vezes, ao decorrer dos anos, inviáveis para a maioria das espécies agrícolas (Gheyi, 2000).

A irrigação, se feita de forma inadequada, pode aumentar os problemas de salinidade nos cultivos, através da inserção de sais presentes na água, que se acumulam na solução do solo se não houver lixiviação adequada. Além disso, se o solo não tiver boa capacidade de drenagem, é possível que as águas salinas do subsolo se elevem para as regiões dos sistemas radiculares das plantas

(Johansen et al., 2019). Em muitas regiões semiáridas, as únicas águas disponíveis para irrigação possuem níveis elevados de sais. Em alguns locais, as águas são de boa qualidade, porém, ainda sim, incrementam sais aos solos, pois, quaisquer águas, independente do manancial de origem, possuem sais. Os cátions que mais ocasionam problemas relacionados à salinidade são cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ) e os ânions são cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) e boro, porém, os principais problemas ocorrem em razão de níveis elevados de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , por poder o sódio causar problemas de sodificação nos solos e os dois íons prejudicarem o desenvolvimento das culturas agrícolas (Dudley, 1994; Leite et al., 2007; Cavalcante, 2012).

O excesso de sais solúveis na solução do solo prejudica o desenvolvimento das plantas devido à redução do potencial osmótico na rizosfera que, juntamente com o potencial mátrico, representa resistências às raízes das plantas para absorver água do solo (Medeiros, 1996). Como consequência imediata desse déficit hídrico induzido pela salinidade, o crescimento das plantas torna-se mais lento; em adição, os sais também podem ser absorvidos no fluxo transpiratório e atingir níveis tóxicos dentro das plantas, normalmente provocada pelos íons cloreto, sódio e boro (Ayers e Westcot, 1999). O excesso de sais na zona radicular provoca, ainda, um efeito indireto de natureza nutricional, no qual o excesso de um íon na solução do solo provoca distúrbios na absorção de outros íons, tal como o sódio que repele nutrientes como Ca, Mg e K (Viana et al., 2001).

Existem divergências quanto ao ponto da salinidade limiar do extrato de saturação do solo para a cultura do tomateiro comum, indicando que outros fatores podem interferir na resposta da cultura a salinidade como o genótipo, tipo de solo e manejo. Para Maas e Hoffman (1977), o tomateiro comum pode tolerar até  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Entretanto, Eloi et al. (2007) e Medeiros et al. (2012) estabelecem um ponto limiar para CEes de  $3,03$  e  $2,7 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente.

Já para o tomate cereja, foi observado por alguns autores que essa espécie pode suportar níveis de salinidade mais elevados. Estudando a cultura do tomateiro cereja sob diferentes níveis de

salinidade da água de irrigação, Pereira (2014) verificou reduções na área foliar, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, fitomassa e trocas gasosas quando submetidas água salina acima de 3 dS m<sup>-1</sup>. Santos et al. (2016) também observaram reduções no número de frutos e floração dessa espécie, com decréscimos de 1,96% e 3,51% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação, respectivamente. Gomes et al. (2011), utilizando água residuais salinas, determinaram que a salinidade máxima para tolerada pelo tomateiro cereja em sistema hidropônico é de 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

Para auxiliar na compreensão dos níveis de salinidade que suportam as plantas, pode-se observar alguns de seus mecanismos para tolerância a esse estresse. O ajustamento osmótico é o principal mecanismo que a planta ativa para suportar condições de alta salinidade. Nesse processo, células acumulam solutos orgânicos para reduzirem o potencial hídrico e contribuir para a absorção de água e nutrientes (Rodríguez-Ortega et al., 2019). Contudo, há ferramentas de mensuração mais simples para se observar o nível de tolerância de determinados genótipos. Entre os mecanismos morfofisiológicos para defesa ao estresse salino, destacam-se: redução da área foliar e do número de folhas, como forma de diminuir a superfície transpirante para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração; queda de folhas velhas que acumulam quantidades consideráveis de sais; fechamento estomático, para também minimizar perdas de água via transpiração, e manter a taxa fotossintética em níveis consideráveis, além de observações de outras variáveis de crescimento, produção e fisiológicas (Medeiros et al., 2011; Pereira, 2014; Guedes et al., 2015).

### **4.3. Saturação luminosa em tomateiro**

A fotossíntese possui fundamental importância à manutenção da vida terrestre. Nesse processo, as plantas absorvem a energia luminosa proveniente do sol, convertendo-a em energia química. A luz possui papel importantíssimo, pois atua na primeira etapa da fotossíntese (fase fotoquímica), onde, após ser absorvida pelos pigmentos fotossintetizantes, age na fotólise da água,

isto é, a energia luminosa é utilizada para separar os átomos das moléculas de H<sub>2</sub>O, gerando: O<sub>2</sub> que posteriormente será liberado na atmosfera; íons H<sup>+</sup> que serão recolhidos por moléculas de NADP, transformando-as em NADPH; e liberando elétrons que serão utilizados para síntese de ATP (Taiz e Zeiger, 2013).

A resposta à luz nas plantas pode se expressar de várias maneiras, interferindo em seus processos fisiológicos ou até mesmo morfológicos, atuando em vários órgãos no tecido vegetal, afetando de forma direta a divisão celular, dependendo de sua intensidade e qualidade, interferindo deste modo no desenvolvimento da planta como um todo (Hazarica, 2006). A resposta à intensidade luminosa pelas plantas é complexa e pode variar de acordo com a espécie estudada, ou mesmo entre indivíduos da mesma espécie que não compartilhem mesma sequência gênica quando expostas a diferentes saturações luminosas (Decker et. al., 2011).

Na grande maioria das hortaliças e, em especial, no tomateiro, o nível luminoso adequado aproximado é de 8,4 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, levando-se em consideração o mínimo de fotoassimilados que a planta deve produzir para sua preservação (Beckmann et al., 2006). Regiões semiáridas como o Nordeste brasileiro, em que a irradiância pode ser bastante elevada, especialmente no verão, podem suprimir o desenvolvimento adequado do tomateiro, ou seja, a elevação da saturação luminosa muito além do limite trófico pode levar a desordens fisiológicas como a fotoinibição, alta evapotranspiração e fotorrespiração elevada (Otoni et. al., 2012).

Alguns estudos foram relatados com a interferência da alta intensidade luminosa no desenvolvimento de plantas. Caliman et al. (2005) afirmam que o crescimento, o desenvolvimento e a produção das culturas são influenciados diretamente pela luminosidade de forma complexa, e que o aumento da irradiância pode promover uma maior concentração de fotoassimilados, favorecendo o crescimento e a produção de frutos, porém, foi relatado por Andriolo (2000) que o excesso de energia luminosa pode causar danos ao sistema fotossintético. Esses fatos foram observados pelos autores ao avariarem genótipos de tomateiros cultivados em ambiente protegido e em campo.

O excesso de luminosidade pode causar prejuízos ao desenvolvimento vegetal e a sua insuficiência também pode levar a perdas significativas em termos de crescimento e produção. Isto foi evidenciado por Decker et al. (2011) avaliando a intensidade luminosa no desenvolvimento inicial de leucina, que constataram que uma menor intensidade luminosa afetou o desenvolvimento de vários órgãos da planta, interferindo no alongamento da raiz, área foliar, massa seca da folha, número de folhas por mudas, entre outras variáveis. Otoni et al. (2012), ao avaliarem a produção de híbridos de tomateiro cultivados sob diferentes porcentagens de sombreamento, obtiveram maiores rendimentos na produção do tomate com intensidades luminosas controladas por sombrites na intensidade média de 666,55 e 130 Wm<sup>-2</sup>.

Apesar de ser a luz no processo fotossintético um tema de fundamental importância para se aprimorar a produtividade das culturas, as metodologias para estudos científicos desse fator são muito complicadas. Geralmente, o controle de diferentes intensidades de luz nos ambientes de cultivo das plantas envolve aparelhos complexos e de elevado custo financeiro. Por isso, o pesquisador deve procurar ferramentas alternativas disponíveis em sua instituição. O analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro - SD, da ADC Bioscientific, UK) - é uma opção para estudos dessa natureza. Este aparelho possui uma fonte externa geradora de luz, a partir da qual é possível gerar diferentes energias luminosas para os estudos de trocas gasosas nas plantas. Casaroli e Lier (2015), utilizando o IRGA, submeteram o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) a níveis de intensidade luminosa variando entre 0 e 1500  $\mu\text{mol m}^{-2}$  e verificaram que, com o aumento gradual da energia luminosa, a fotossíntese líquida aumentou até um ponto máximo, sendo reduzida a partir de então, o que evidenciou que determinados níveis de luz beneficiaram a cultura, porém, o excesso dessa energia causou danos no aparelho fotossintético das plantas.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Localização**

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação), no Centro de Ciências Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no município de Campina Grande, Paraíba, PB (07°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m). O clima da região é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, sub úmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno conforme a classificação climática de Koppen, adaptada ao Brasil (Coelho e Soncin, 1982).

### **4.2. Fatores e delineamento experimental**

Foram avaliados os efeitos de três níveis de condutividade elétrica da água de irrigação ( $CEa = 0,6; 3,0$  e  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) sobre o crescimento e a produção de duas cultivares de tomate (tomate de mesa e tomate cereja), em esquema fatorial  $3 \times 2$  (salinidade  $\times$  cultivares). Também foram avaliados quatro níveis de intensidade luminosa (0, 400, 800 e  $1200 \mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), ajustados com uso de uma fonte externa, em um equipamento contendo Irga (LcPro<sup>+</sup>, ADC-England), e os níveis de salinidade da água sobre as trocas gasosas das duas variedades de tomate, em esquema fatorial  $4 \times 3 \times 2$  (intensidade luminosa  $\times$  salinidade  $\times$  cultivares). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo a parcela constituída de dois recipientes, contendo uma planta cada um.

### **4.3. Formação das mudas**

As mudas de tomate foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido contendo substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>. Previamente à semeadura, as sementes foram tratadas com



fungicida como medida profilática contra a incidência de patógenos. Foram feitas duas aplicações nas mudas das duas cultivares de tomate. A primeira adubação das mudas foi realizada 15 dias após a semeadura (DAS) e, a última aos 30 DAS, utilizando o fertilizante Kristalon (15-30-15) na dosagem  $2 \text{ L}^{-1}$ . O desbaste foi realizado aos 20 DAS, deixando-se uma plântula por célula.

#### **4.4. Condução do experimento**

O transplante foi realizado quando as mudas estavam com quatro folhas definitivas, para recipientes plásticos (vasos) com, aproximadamente, 20 L de capacidade volumétrica (Figura 1A). Os vasos foram preenchidos na base uma camada de 3 cm de brita, com uma manta geotêxtil sobre esse material, para evitar a obstrução do sistema de drenagem solo. Na parte inferior dos recipientes, foram instaladas mangueiras transparentes de 4 mm de diâmetro, sendo acoplada a um recipiente plástico para coleta da água drenada. Em seguida, foram acondicionados, sobre a manta geotêxtil, 24,5 kg de um material de solo previamente destorroado e peneirado.

A adubação de fundação com NPK foi realizada baseando-se nas recomendações de adubação para ensaios em vasos, proposta por Novais et al. (1991), colocando-se as quantidades de 100, 300 e 150 mg de nitrogênio  $\text{kg}^{-1}$  de solo na forma de sulfato de amônio. O fósforo e o potássio foram aplicados nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, sendo 1/3 em fundação e os dois terços restantes aplicados em cobertura, via água de irrigação, aos 45 e 65 dias após a semeadura (DAS). Junto com o material de solo, foram adicionados 500 g de matéria orgânica (húmus de minhoca) por vaso, a fim de melhorar a estrutura do solo e a retenção de água. Os vasos foram dispostos em fileiras simples, com espaçamentos de 1 m e 0,6 m entre plantas na fileira.

Foi feito o tutoramento das plantas com o uso de fitilho e arame bitola 14, esticado na horizontal sobre as fileiras de tomateiro, a uma altura de 1,8 m, fixados em mourões fincados nas cabeceiras das fileiras de plantio (Figura 1B).



**Figura 1.** Mudanças de tomate após o transplante (A) e plantas adultas de tomate tutoradas para evitar tombamento (B). Fotos: James Luis da Costa e Silva

#### 4.5. Manejo da irrigação

As águas salinas utilizadas nas irrigações foram preparadas com a dissolução de cloreto de sódio em água do sistema de abastecimento local. A concentração dos sais (C) foi determinada através da equação de Rhoades et al. (2000):

$$C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$$

em que a CEa representa o valor pré-estabelecido da condutividade elétrica da água (0,9 dS m<sup>-1</sup>).

As irrigações com águas foram realizadas diariamente, de acordo com a necessidade hídrica das plantas. Os volumes de água foram determinados de acordo com o balanço hídrico: volume aplicado menos o volume drenado na irrigação anterior, acrescido de fração de lixiviação de 10%.

#### **4.6. Manejo fitossanitário**

O controle de pragas e doenças foi realizado por intervenção química, com aplicações preventivas de defensivos comerciais, como inseticidas do grupo químico Neonicotinoide (pó solúvel) e fungicida do grupo químico Dicarboximida (pó solúvel). As aplicações foram realizadas utilizando-se de pulverizador manual de compressão prévia, com tanque em polietileno de alta massa molar, com capacidade volumétrica de 5 L. Já para o controle de plantas invasoras nos lisímetros, foram efetuadas capinas manuais durante o período de condução do experimento, com o objetivo de neutralizar a competição interespecífica por água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento pleno da cultura.

#### **4.7. Variáveis analisadas**

##### **4.7.1. Variáveis de crescimento**

- a) Altura da planta: foi obtida mensurando-se o comprimento da parte aérea, em centímetros, do nível do solo (colo da planta) até a gema apical.
- b) Diâmetro do caule: foi mensurado a 2 cm da superfície do solo, com uso de paquímetro digital, com leituras em ‘mm’.
- c) Número de folhas: foram consideradas as folhas com comprimento superior a 3 cm, e com coloração característica do genótipo de cada espécie.

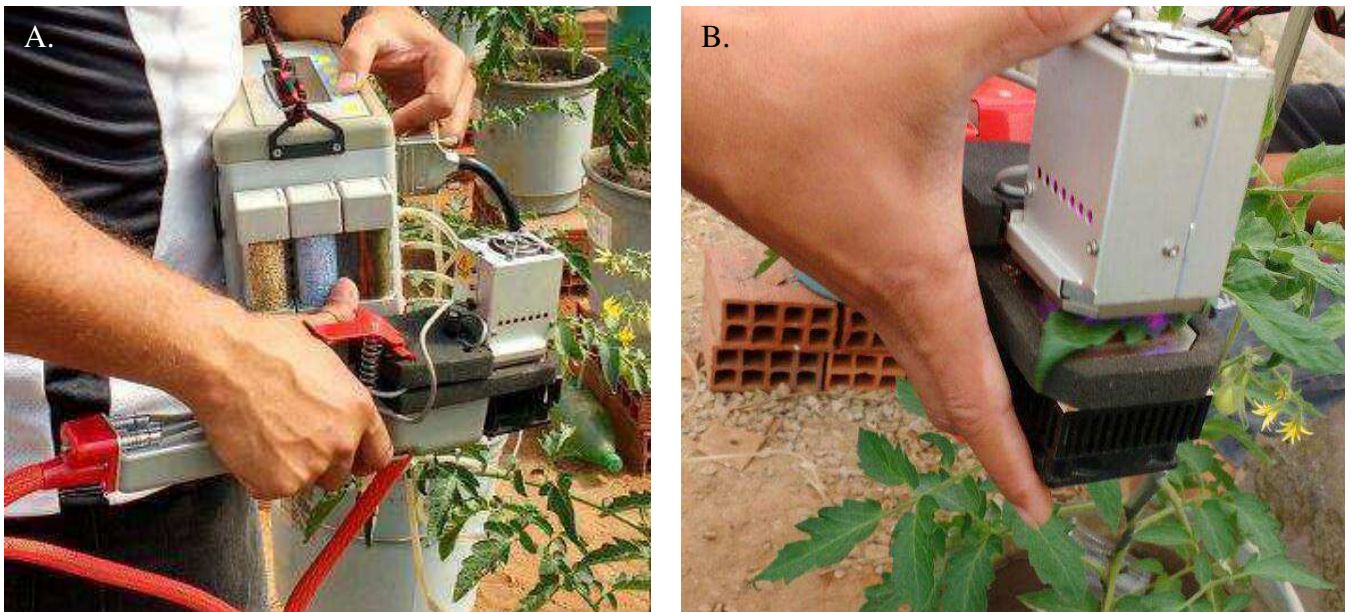
##### **4.7.2. Variáveis de produção**

- a) Massa de frutos por planta: pesagem em balança analítica, da produção média de frutos obtida por planta, expressa em gramas, e acumulada ao longo das colheitas;
- f) Diâmetro longitudinal: foi determinado por meio de paquímetro digital na região entre os eixos superior e inferior;

g) Diâmetro radial: foi determinado por meio de paquímetro digital na região equatorial mediana.

#### 4.7.3. Trocas gasosas

Foram realizadas duas avaliações de trocas gasosas, aos 15 e aos 30 dias após o transplante das mudas (DAT), por meio das seguintes variáveis: concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), taxa assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Tais medidas foram determinadas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro - SD, da ADC Bioscientific, UK) - Figura 2A. Na Figura 2B, está a fonte externa de luz, que lançava sobre as folhas os fluxos de fótons fotossintéticos calibrados para as intensidades luminosas estudadas (0, 400, 800 e 1200  $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )



**Figura 2.** Analisador de gás infravermelho (A); fonte de luz que lançando energia luminosa no momento da análise das trocas gasosas. Fotos: James Luis da Costa e Silva

#### **4.8. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo Teste F (1 e 5% de probabilidade). As médias referentes aos níveis de salinidade foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), e foram realizados estudos de regressão para os quatro níveis de intensidade luminosa. As análises estatísticas foram realizadas com o programa SISVAR versão 5.6.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Crescimento e produção em função da salinidade

Na Tabela 1, está o resumo da análise de variância das variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa de frutos por planta (MFP), diâmetro médio longitudinal dos frutos (DLong) e diâmetro médio radial dos frutos (DRad) de duas cultivares de tomate (tomate de mesa e tomate cereja) submetidas a dois níveis de salinidade (0,6, 3,0 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>). Verificou-se que, pelo fator salinidade (S), com exceção do diâmetro do caule, todas as variáveis foram afetadas de maneira significativa ( $p < 0,01$  e  $0,05$ ).

**Tabela 1.** Análise de variância das variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa de frutos por planta (MFP), diâmetro médio longitudinal dos frutos (DLong) e diâmetro médio radial dos frutos (DRad) de duas cultivares de tomate submetidas a três níveis de salinidade

F. V.	G. L.	Quadrado Médio					
		AP	DC	NF	MFP	DLong	DRad
Salinidade (S)	2	797,56 <sup>**</sup>	262,29 <sup>ns</sup>	19571,09 <sup>**</sup>	207563,63 <sup>**</sup>	3043,40 <sup>*</sup>	210,42 <sup>**</sup>
Cultivar (C)	1	10,50 <sup>ns</sup>	59,81 <sup>ns</sup>	42841,50 <sup>**</sup>	2524,88 <sup>ns</sup>	14227,46 <sup>**</sup>	2942,51 <sup>**</sup>
S x C	2	0,53 <sup>ns</sup>	168,33 <sup>ns</sup>	2938,27 <sup>**</sup>	2499,07 <sup>ns</sup>	2824,31 <sup>ns</sup>	171,57 <sup>**</sup>
Bloco	3	138,81	177,10	1283,59	26361,78	1257,84	5,11
Resíduo	87	85,92	180,46	535,04	2771,05	1215,10	6,14
C. V. (%)		15,56	125,59	21,08	25,02	93,09	8,15

<sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>ns</sup> - respectivamente, significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, pelo Teste F; F. V. - fonte de variação; G. L. - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

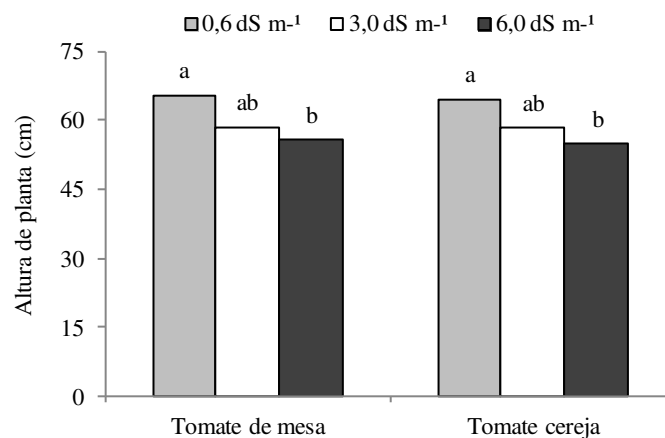
Com relação às cultivares (C), houve diferenças estatísticas entre as mesmas nas variáveis número de folhas e diâmetros longitudinal e radial dos frutos (Tabela 1). A diferença nos diâmetros ocorre em função das diferenças entre os tamanhos frutos produzidos pelas duas cultivares. A interação dos fatores (salinidade x cultivares) apenas exerceu efeito significativo sobre o número de folhas e o diâmetro radial dos frutos.

O diâmetro do caule das plantas não foi influenciado de maneira significativa por nenhum dos fatores estudados, nem pela interação entre os mesmos. Na Tabela 1, ao observar-se o valor do coeficiente de variação dessa variável (125,59%), verifica-se que este é um valor muito alto, o que indica que houve bastante variabilidade nos dados brutos da variável, causando, possivelmente, ausência de significância estatística (Cruz et al., 2012). De acordo com esses autores, os critérios de interpretação dos coeficientes de variação regularmente utilizados não consideram as particularidades das culturas avaliadas, a natureza do ensaio e, principalmente, a variável estudada, portanto, pode-se recorrer a outras estimativas para se avaliar a precisão dos experimentos. Guedes et al. (2015), avaliando o tomate cereja submetido a irrigado com água salina, também não observaram efeito significativo dos tratamentos salinos na variável diâmetro do caule.

Na Figura 3, estão expostas as médias de altura de planta das duas cultivares de tomate em função dos três níveis de salinidade estudados. No tomate de mesa, as salinidades de 3,0 dS m<sup>-1</sup> e 6,0 dS m<sup>-1</sup> causaram reduções na variável da ordem de 10,54% e 15,03%, respectivamente, em relação à altura das plantas submetidas à salinidade de 0,6 dS m<sup>-1</sup>. Para o tomate cereja, as reduções da altura de planta foram de 9,92% e 15,01%, respectivamente, causadas pelos dois níveis mais elevados de salinidade (3,0 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>).

Reduções no crescimento das plantas são regularmente observadas quanto habitam em ambientes com níveis elevados de sais. O efeito osmótico da salinidade faz com que seja reduzida a disponibilidade de água para a planta, em razão do potencial hídrico da solução do solo se tornar bastante negativo, podendo, em algumas situações, ocorrer até perda de água da planta para o solo.

Há também o efeito tóxico de íons específicos relacionados à salinidade da água e do solo, principalmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , os quais causam sintomas deletérios na planta, afetando alguns processos fisiológicos e, conseqüentemente, o crescimento e a produção da cultura. Altos níveis de sais também causam um efeito indireto de natureza nutricional, no qual o excesso de um determinado íon pode inibir a presença de outros, como, por exemplo, elevados níveis de sódio na solução do solo provocam distúrbios na absorção de outros nutrientes, como Ca, Mg e K (Medeiros et al., 2011; Hassan et al., 2015; Santos et al., 2016; Bai et al., 2018; Johansen et al., 2019).



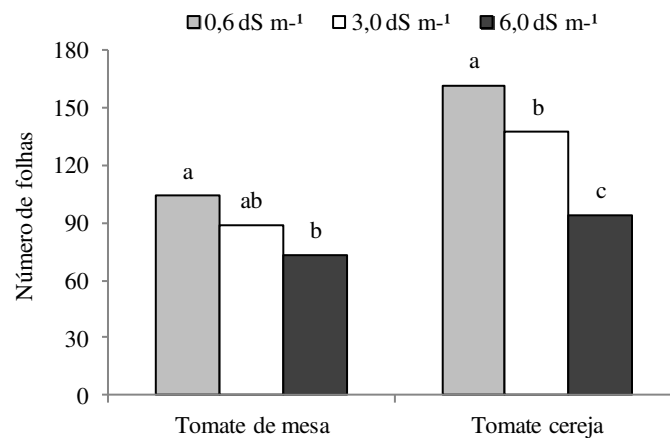
**Figura 3.** Altura de planta de duas cultivares de tomate submetidas a dois níveis de salinidade. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey

A salinidade reduziu o número de folhas nas duas cultivares de tomate estudadas, contudo, a redução foi mais acentuada nas plantas de tomate cereja (Figura 4). Enquanto que, no tomate de mesa, as reduções de NF foram, respectivamente, de 14,31% e 29,55% nas salinidades de 3,0 dS m<sup>-1</sup> e 6,0 dS m<sup>-1</sup>; no tomate cereja, o número de folhas das plantas submetidas às salinidades de 3,0 dS m<sup>-1</sup> e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, foi reduzido em 15,20% e 41,86%, respectivamente, em relação às plantas irrigadas com água de salinidade de 0,6 3,0 dS m<sup>-1</sup> e 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

As folhas das plantas são órgãos sensíveis aos estresses abióticos como o hídrico e o salino. Altos níveis de sais no ambiente em que está o vegetal podem causar redução ou inibição



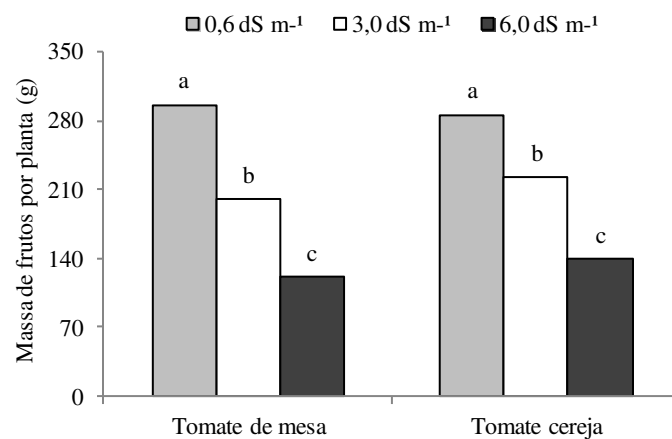
da divisão e da expansão celular nas plantas, o que pode ocasionar redução das folhas, em número e área. De acordo com Guedes et al. (2015), é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas em condições de estresse salino, como a redução do número de folhas, que funciona como alternativa para a planta reduzir a transpiração, para evitar a perda de água e manter a baixa absorção de água com alta salinidade. Então, é possível que a redução mais acentuada do número de folhas no tomate cereja indique que essa espécie possui relativamente maior tolerância à salinidade do que o tomate de mesa.



**Figura 4.** Número de folhas de duas cultivares de tomate submetidas a dois níveis de salinidade. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey

Na figura 5, encontram-se as médias da produção de frutos por planta em unidade de massa (massa de frutos por planta). Foi verificado o seguinte: no tomate de mesa, a massa de frutos por planta reduziu 32,58% e 59,25% nas plantas irrigadas com águas de salinidade de 3,0 dS m<sup>-1</sup> e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente; enquanto que, no tomate cereja, as reduções da variável foram de 22,15% e 51,39%, respectivamente, para os dois níveis de salinidade mencionados. Apesar de a salinidade ter provocado reduções na produção de frutos das duas cultivares, nota-se que o tomate cereja teve reduções percentuais menos acentuadas, o que expressa maior tolerância dessa cultivar aos níveis de salinidade estudados. Em trabalho de Caro et al. (1991),

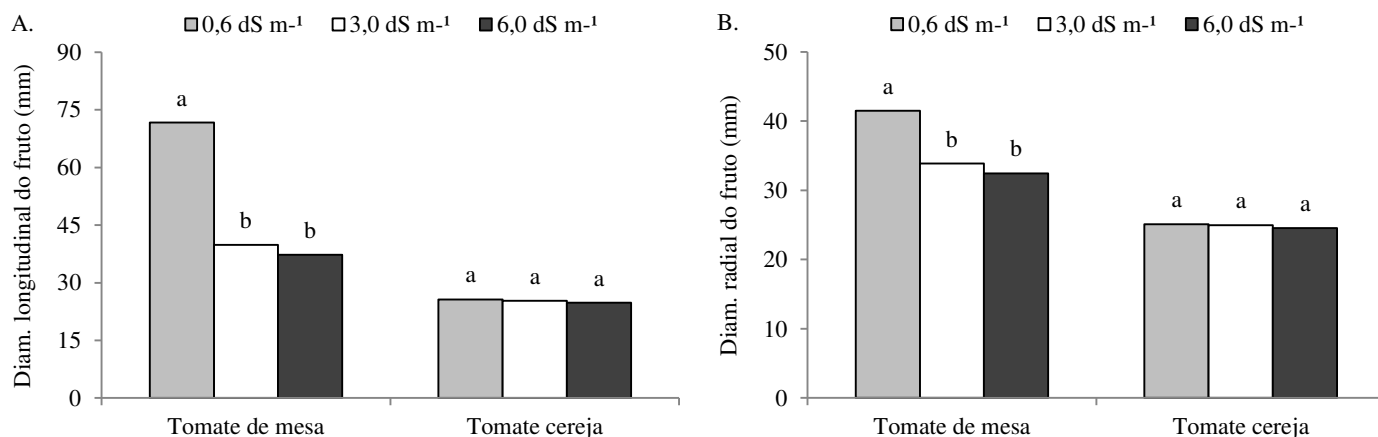
avaliando a produção de frutos de 7 cultivares de tomateiro comum e 4 cultivares de tomate cereja submetidos a alta salinidade do solo, foi verificado que houve genótipos de tomate cereja mais tolerantes aos sais do que o tomate comum e vice-versa. Portanto, é de fundamental importância estar sempre estudando diferentes variedades de tomate, para se identificarem materiais mais tolerantes aos diversos estresses bióticos e abióticos.



**Figura 5.** Massa de frutos por planta de duas cultivares de tomate submetidas a dois níveis de salinidade. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey

Com relação aos diâmetros longitudinal (Figura 6A) e radial (Figura 6B) dos frutos das duas cultivares de tomate, verificou-se que a salinidade reduziu essas variáveis apenas no tomate de mesa, enquanto que, no tomate cereja, não houve redução dessas características, em função das irrigações com águas salinas. Os diâmetros longitudinais dos frutos de tomate de mesa foram reduzidos em 44,38% e 47,85%, e os diâmetros radiais, em 18,42% e 21,85%, com as salinidades de 3,0 dS m<sup>-1</sup> e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, em relação aos frutos produzidos pelas plantas sob salinidade de 0,6 dS m<sup>-1</sup>. No tomate cereja, as médias dessas duas variáveis se mantiveram em torno de 25 mm, sem diferenças significativas entre as mesmas, de acordo com o Teste de Tukey. Esses

dados também expressam a maior tolerância ao estresse salino do tomate cereja em relação ao tomate de mesa.



**Figura 6.** Diâmetros longitudinal (A) e radial (B) dos frutos de duas cultivares de tomate submetidas a dois níveis de salinidade. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey

## 5.2. Trocas gasosas em função da salinidade e de intensidades luminosas

### 5.2.1. Trocas gasosas aos 15 dias após o transplante das mudas (DAT)

O resultado da análise de variância das trocas gasosas aos 15 DAT das duas cultivares de tomate cereja submetidas a níveis de salinidade e a diferentes intensidades luminosas encontra-se na Tabela 2. Verificou-se que apenas o fator Luz (L) de forma isolada promoveu diferença significativa nas variáveis concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*), transpiração (*E*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*).

Conforme recomendação de Banzatto e Kronka (2013), foi realizado o desdobramento da interação entre os 3 fatores (Luz, Salinidade e Cultivar), através da aplicação de análise de regressão das intensidades luminosas de cada nível de salinidade, para cada uma das duas cultivares estudadas.

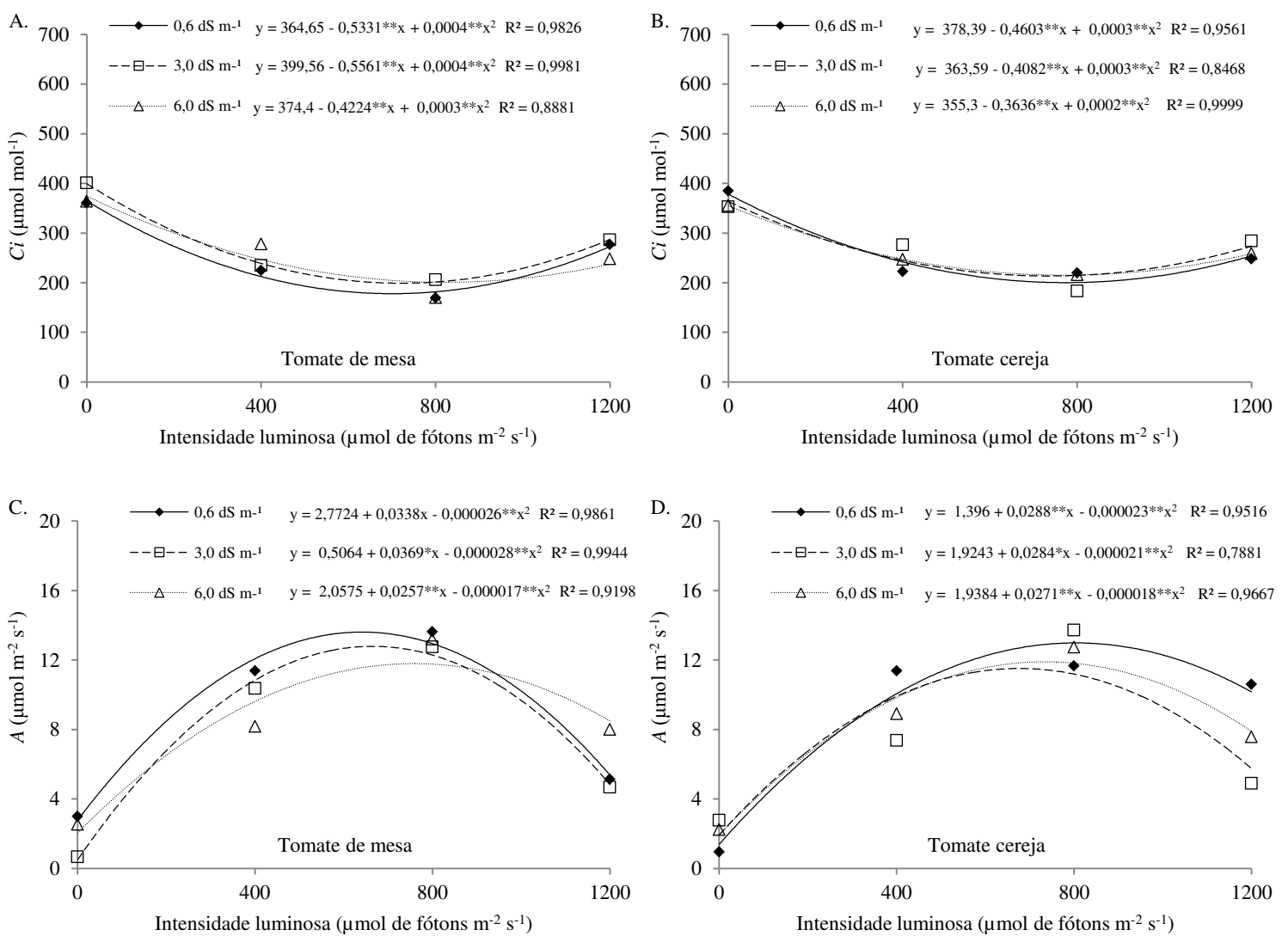
**Tabela 2.** Análise de variância das variáveis concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) em folhas de duas cultivares de tomate submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 15 dias após o transplante das mudas (DAT)

F. V.	G. L.	Quadrado Médio			
		<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>
Luz (L)	3	130249,12 <sup>**</sup>	5,070 <sup>**</sup>	0,00602 <sup>**</sup>	523,70 <sup>**</sup>
Salinidade (S)	2	1869,69 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>ns</sup>	0,00002 <sup>ns</sup>	7,35 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	1	152,51 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,00033 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>
L x S	6	1443,89 <sup>ns</sup>	0,093 <sup>ns</sup>	0,00073 <sup>ns</sup>	10,53 <sup>ns</sup>
L x C	3	1501,37 <sup>ns</sup>	0,146 <sup>ns</sup>	0,00210 <sup>*</sup>	2,06 <sup>ns</sup>
S x C	2	700,51 <sup>ns</sup>	0,121 <sup>ns</sup>	0,00113 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>
L x S x C	6	2933,20 <sup>ns</sup>	0,043 <sup>ns</sup>	0,00033 <sup>ns</sup>	7,69 <sup>ns</sup>
Bloco	3	2910,62	0,036	0,00084	5,50
Resíduo	69	1185,43	0,102	0,00073	6,23
C. V. (%)		12,78	16,25	20,45	32,40

<sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>ns</sup> - respectivamente, significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, pelo Teste F; F. V. - fonte de variação; G. L. - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

Verificou-se que, aos 15 DAT, as tendências das curvas da concentração interna de CO<sub>2</sub> (Figuras 7A e 7B) e assimilação de CO<sub>2</sub> (Figuras 7C e 7D) em função das intensidades luminosas dentro de cada nível de salinidade, foram similares em ambos os genótipos avaliados. Nas Figuras 7A e 7B, observa-se que, na medida em que a intensidade luminosa aumentou, a concentração interna de CO<sub>2</sub> foi reduzindo até determinado ponto, indicando que o dióxido de carbono disponível no interior da folha, juntamente com a energia luminosa, estava sendo usado no processo

foto-sintético, o que pode ser confirmado nas Figuras 7C e 7D, onde pode-se ver que, com o aumento gradual da intensidade luminosa, a taxa de foto-síntese aumentou até picos máximos, havendo redução a partir daí. Continuando a elevar-se a intensidade luminosa, passou a haver redução da foto-síntese (Figuras 7C e 7D) e aumento da concentração intrafoliar de CO<sub>2</sub>, indicando que este gás não estava sendo utilizado de forma eficiente no processo foto-sintético, o que causa danos ao crescimento e à produção da planta (Taiz e Zeiger, 2013).



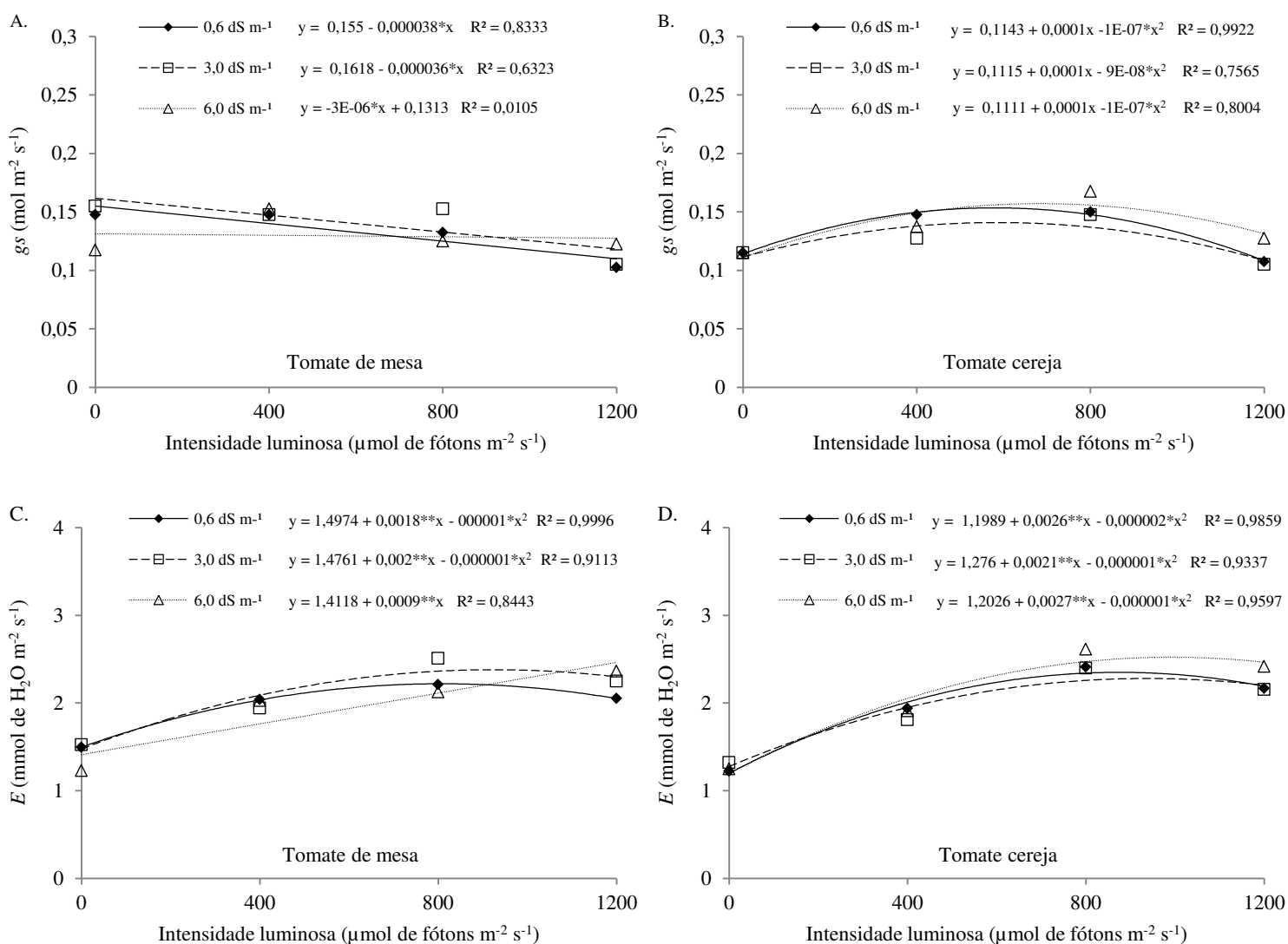
**Figura 7.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) - A e B -, e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em tomate de mesa (A e C) e tomate cereja (B e D), submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 15 dias após o transplante das mudas

A luz é essencial para a primeira etapa de fixação de carbono pelas plantas, e o aumento da irradiância pode elevar a produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, incrementar o crescimento e a produção de frutos pelas (Otoni et al., 2012). Contudo, o excesso dessa fonte de energia pode provocar efeitos deletérios nos vegetais, tendo como consequência a redução ou até mesmo a inibição da fotossíntese, sendo esse processo denominado de fotoinibição (Long et al., 1994). Havendo energia luminosa em excesso, pode ocorrer oxidação do aparelho fotossintético, com redução do rendimento quântico do PSII, fazendo com que a luz disponível não seja utilizada no processo fotossintético (Critchley e Russell, 1994; Long et al., 1994; Taiz e Zeiger, 2013).

Com relação à condutância estomática aos 15 DAT, verificou-se que, no tomate de mesa, com o aumento da intensidade luminosa, a variável se ajustou ao modelo linear decrescente (Figura 8A), ou seja, os estômatos passaram a se fechar quando o nível de luz foi aumentando de forma gradual. No tomate cereja, por sua vez, houve ajuste ao modelo quadrático (Figura 8B), isto é, com o incremento da intensidade luminosa, a condutância estomática aumentou até picos máximos, porém, começou a reduzir a partir desses pontos, quando a intensidade de luz continuou a ser incrementada. Essa tendência quadrática também foi observada na transpiração das plantas de tomate cereja, havendo aumento até os pontos máximos e redução a partir daí (Figura 8D). Este fato indica que o tomate cereja suportou o aumento da luminosidade até determinado ponto, havendo até abertura dos estômatos e aumento da transpiração, porém, quando o nível de luz passou a ser muito elevado, as plantas ativaram mecanismos de tolerância ao estresse por excesso de luz, com o fechamento estomático e conseqüente redução da perda de água via transpiração.

Já no tomate de mesa, as plantas submetidas às salinidades de 0,6 e 3,0 dS m<sup>-1</sup> aumentaram a transpiração até os pontos máximos e começaram a reduzir a partir de então (Figura 8C). Contudo, essa variedade sob o nível mais alto de salinidade estudado (6,0 dS m<sup>-1</sup>) continuou aumentando sua transpiração até o nível mais alto de luminosidade utilizado neste estudo, indicando que a cultivar

de tomate de mesa avaliada pode não ser tão tolerante aos estresses impostos quanto a cultivar de tomate cereja. A literatura é carente de estudos sobre a relação da intensidade da luz com a condutância estomática. Em mamoeiro, Reis e Campostrini (2008) observaram que uma maior quantidade de luz que ficou disponível às folhas pode ter influenciando negativamente sobre a condutância estomática das plantas. Portanto, os dados aqui apresentados são de fundamental importância para suprir essa lacuna na literatura.



**Figura 8.** Condutância estomática ( $g_s$ ) - A e B -, e transpiração ( $E$ ) em tomate de mesa (A e C) e tomate cereja (B e D), submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 15 dias após o transplante das mudas

### 5.2.2. Trocas gasosas aos 30 dias após o transplante das mudas (DAT)

O resumo da análise de variância de duas cultivares de tomate submetidas a níveis de salinidade e de diferentes intensidades luminosas, aso 30 DAT, encontra-se na Tabela 3. O fator Luz, de forma isolada, influenciou de maneira significativa todas as variáveis analisadas nesse período. Já a salinidade, isoladamente, apenas provocou efeitos significativos na transpiração e na condutância estomática.

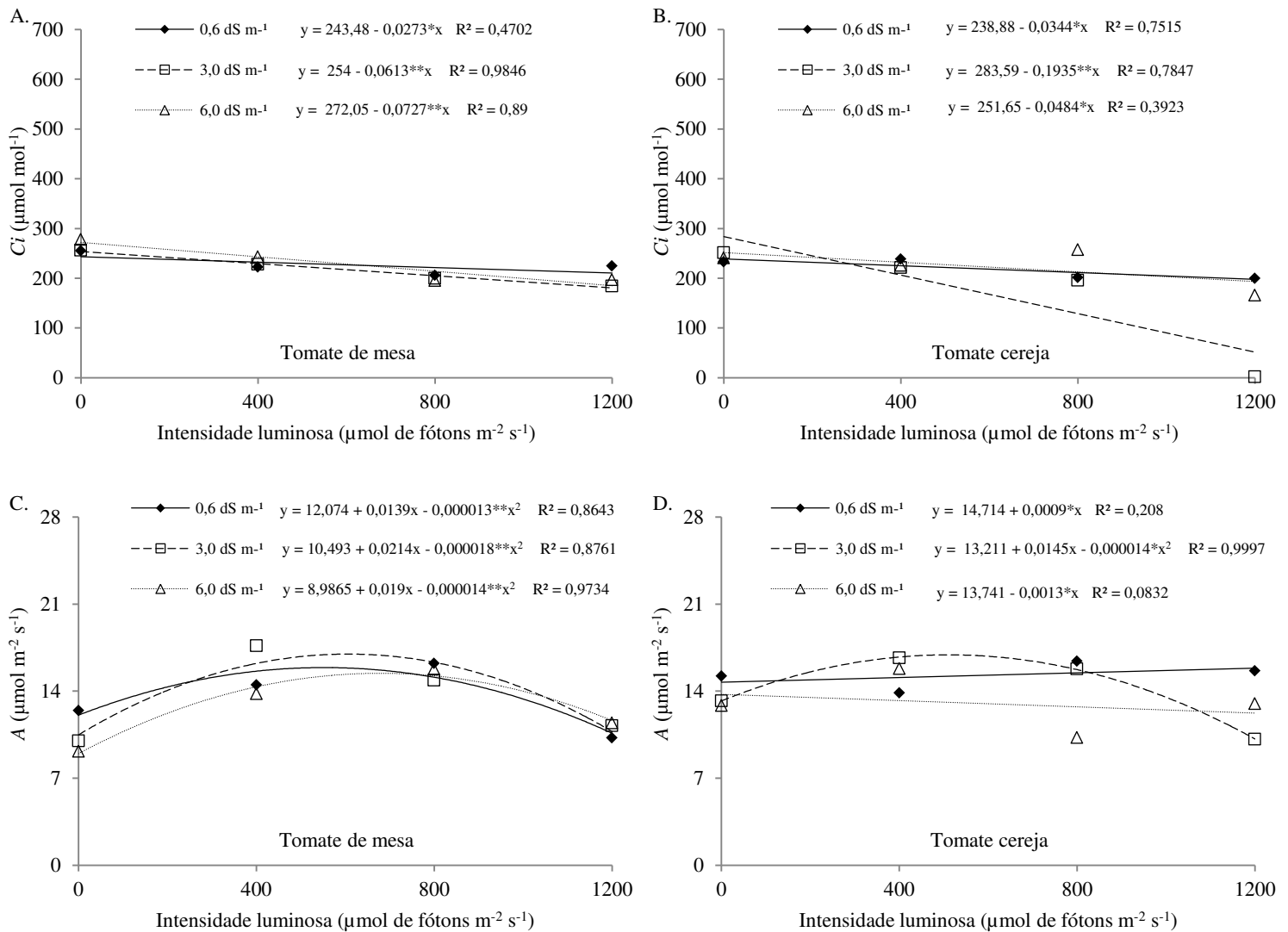
**Tabela 3.** Análise de variância das variáveis concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*), transpiração (*E*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) em folhas de duas cultivares de tomate submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 30 dias após o transplante das mudas (DAT)

F. V.	G. L.	Quadrado Médio			
		<i>C<sub>i</sub></i>	<i>E</i>	<i>g<sub>s</sub></i>	<i>A</i>
Luz (L)	3	16454,80 <sup>**</sup>	33,11 <sup>**</sup>	0,02787 <sup>**</sup>	77,32 <sup>**</sup>
Salinidade (S)	2	1017,88 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>*</sup>	0,00881 <sup>*</sup>	19,51 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	1	1053,37 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,00020 <sup>ns</sup>	21,94 <sup>ns</sup>
L x S	6	1311,64 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>*</sup>	0,00540 <sup>*</sup>	17,18 <sup>ns</sup>
L x C	3	2012,40 <sup>*</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,00204 <sup>ns</sup>	25,40 <sup>ns</sup>
S x C	2	31,15 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	0,00197 <sup>ns</sup>	5,63 <sup>ns</sup>
L x S x C	6	1457,55 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,00132 <sup>ns</sup>	15,25 <sup>ns</sup>
Bloco	3	3308,80	0,66	0,00074	22,58
Resíduo	69	757,84	0,42	0,00231	10,03
C. V. (%)		12,46	22,93	25,45	23,30

<sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>ns</sup> - respectivamente, significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, pelo Teste F; F. V. - fonte de variação; G. L. - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação



Aos 30 DAT, foi possível notar que conforme foi aumentada a intensidade luminosa, mais foi reduzida a concentração interna de CO<sub>2</sub> nas folhas das duas cultivares de tomate (Figuras 9A e 9B).



**Figura 9.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) - A e B -, e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) em tomate de mesa (A e C) e tomate cereja (B e D), submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 30 dias após o transplante das mudas

De acordo com Larcher (2000), o decréscimo da *C<sub>i</sub>* é indicativo de estar havendo fluxo de CO<sub>2</sub> para a síntese de compostos orgânicos pelo processo fotossintético, reduzindo o acúmulo do

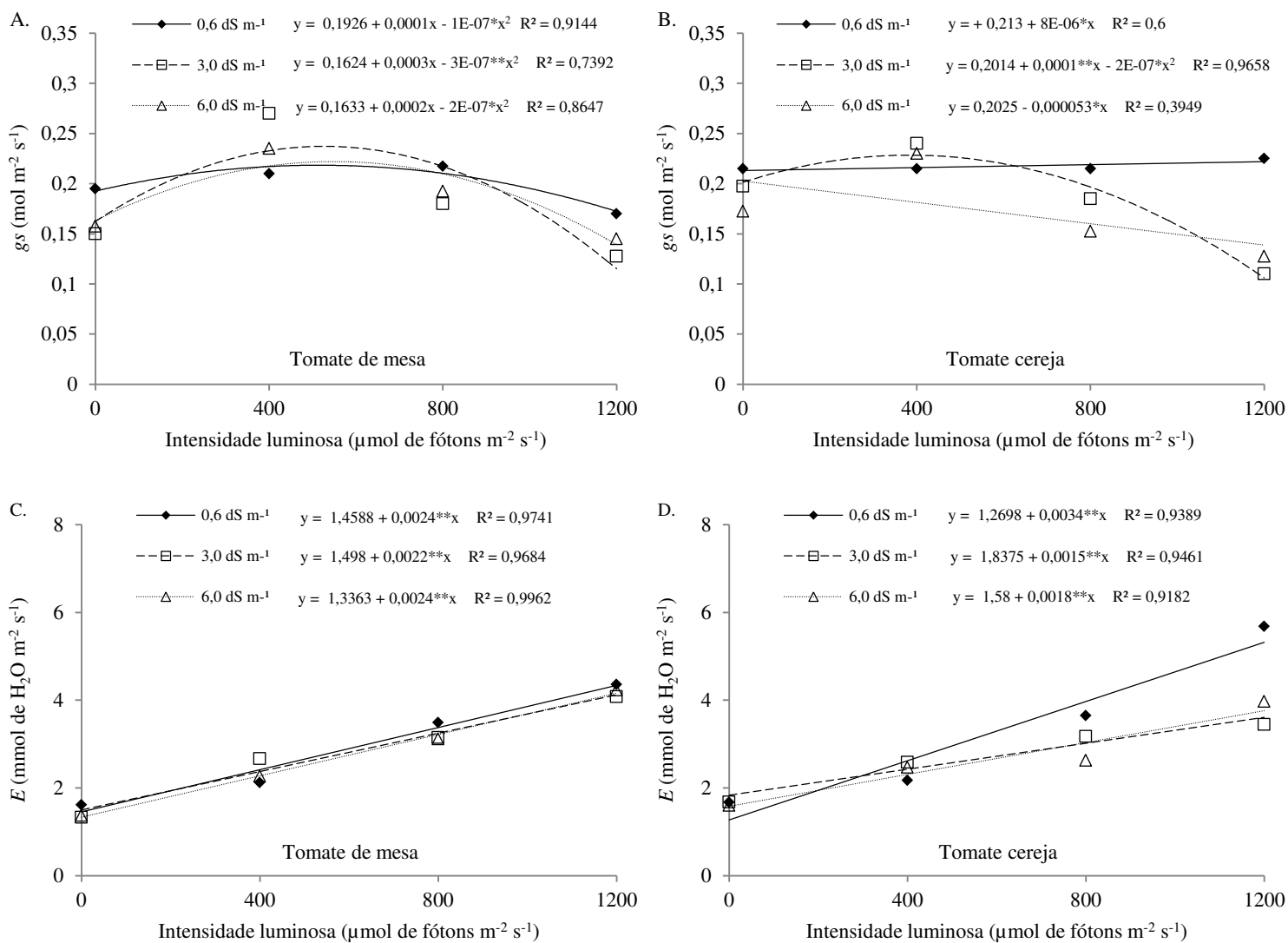
carbono na câmara subestomática. Portanto, a queda da concentração interna de carbono nas folhas das duas variedades de tomate pode indicar que as plantas utilizaram o carbono de forma mais eficiente nesse período do ciclo do que aos 15 DAT.

No tomate de mesa, a taxa de assimilação, aos 30 DAT, ajustou-se ao modelo quadrático em todas as salinidades estudadas (Figura 9C). Ou seja, com o incremento da intensidade luminosa, a fotossíntese aumentou até certo ponto e decresceu a partir dali. Já o tomate cereja reagiu de forma diferente ao aumento da intensidade de luz em cada nível de salinidade (Figura 9D). No tratamento controle de salinidade ( $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ ) no tomate cereja, quanto mais se acresceu a intensidade luminosa, mais se elevou a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$ ; já nos tomateiros cereja submetidos à salinidade de  $3,0 \text{ m}^{-1}$ , a fotossíntese aumentou até um ponto máximo em função da luminosidade, decrescendo a partir daí; e, quando os tomateiros cereja foram submetidos ao mais alto nível de salinidade do presente trabalho ( $6,0 \text{ dS}^{-1}$ ), a taxa de assimilação se ajustou ao modelo linear decrescente.

A condutância estomática registrada aos 30 DAT no tomate de mesa se ajustou ao modelo quadrático nos três níveis de salinidade estudados (Figura 10A). A variável aumentou até determinado ponto, enquanto era acrescida a intensidade luminosa, e depois decresceu. Já na condutância estomática do tomateiro cereja (Figura 10B), foi observada uma tendência semelhante à fotossíntese registrada nesse mesmo período de avaliação (Figura 10D). Na salinidade de  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ , a condutância estomática do tomateiro cereja se ajustou ao modelo linear crescente (Figura 10B); na salinidade de  $3,0 \text{ m}^{-1}$ , a condutância estomática aumentou até um pico, com o aumento da energia luminosa, decrescendo a partir desse ponto (Figura 10B); já quando as plantas de tomate cereja foram submetidas à salinidade de  $6,0 \text{ dS}^{-1}$ , a condutância estomática foi aumentando na medida em que aumentou a intensidade luminosa (Figura 10B).

Isso indica que há diferenças entre os genótipos de tomate em cada período do ciclo. Apesar de o tomate ser moderadamente sensível à salinidade, o nível de tolerância a esse estresse

pode variar de acordo com vários fatores, como genótipo, tipo e concentração de sais, tempo de exposição, estágio fenológico, fatores edafoclimáticos e a interação entre os mesmos (Maas e Hoffman, 1977; Ashraf e Harris, 2004; Silva et al., 2013).



**Figura 10.** Condutância estomática ( $g_s$ ) - A e B -, e transpiração ( $E$ ) em tomate de mesa (A e C) e tomate cereja (B e D), submetidas a níveis de salinidade e intensidade luminosa, aos 30 dias após o transplante das mudas

## 6. CONCLUSÕES

1. A salinidade prejudicou o crescimento e a produção do tomate cereja e do tomate de mesa;

2. O aumento da intensidade luminosa beneficia as trocas gasosas das variedades de tomate até um determinado nível, porém, o excesso de luz causa efeitos deletérios na fotossíntese;

3. A maior taxa fotossintética nas cultivares de tomateiro ocorre com intensidades luminosas entre 400 e 800  $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ;

4. A variedade de tomate cereja estudada é mais tolerante ao estresse salino do que a variedade de tomate de mesa.

## 7. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL, 2014. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2014.

ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; PEIL, R. M. N. Produtividade biológica de genótipos de tomateiro em sistema hidropônico no outono/inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 613-619, 2012.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.18, Suplemento, p. 26-33, 2000.

ASHRAF, M., HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n.1, p. 3-16, 2004.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 29).

BAI, Y.; KISSOUDIS, C.; YAN, Z.; VISSER, R. G. F.; LINDEN, G. V. D. Plant behaviour under combined stress: tomato responses to combined salinity and pathogen stress. **The Plant Journal**, v. 93, p. 781-793, 2018.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2013.

BECKMANN, M. Z, DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A.; MENDEZ, M. E. G; PEIL, R. M. N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, p. 86-92, 2006.

CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; STRINGHETA, P.C.; MOREIRA, G.R.; CARDOSO, A.A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 255-259, 2005.

CAMPOS, C. A. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BLANCO, F. F.; BELÉM, C. G.; CAMPOS, S. A. F. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 02, p. 146-152, 2006.

CARDOSO, F. B.; MARTINEZ, H. E. P.; SILVA, D. J. H.; MILAAGRES, C. C.; BARBOSA, J. G. Yield and quality of tomato grown in a hydroponic system, with different planting densities and number of bunches per plant. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 4, p. 340-349, 2018.

CARO, M.; CRUZ, V.; CUARTERO, J.; ESTAN, M. T.; BOLARIN, M. C. Salinity tolerance of normal-fruited and cherry tomato cultivars. **Plant and Soil**, v. 136, n. 2, p. 249-255, 1991.

CASAROLI, D.; LIER, Q. J. V. Resposta fotossintética do feijoeiro em função da intensidade de radiação e do teor de água no solo. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 1, p. 69-75, 2015.

CAVALCANTE, L. F. Água para agricultura. In: CAVALCANTE, L. F. (Org.). **O maracujazeiro amarelo e a salinidade**. Areia: UFPB, 2012. p. 1-15.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. D.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. F. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 1281-1290, 2010.

COELHO, M.A.; SONCIN, N.B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 1982.

CRITCHLEY, C.; RUSSELL, W. Photoinhibition of photosynthesis in vivo: the role of protein turnover in photosystem II. **Physiologia Plantarum**, v. 92, p. 188-196, 1994.

CRUZ, E. A.; MOREIRA, G. R.; PAULA, M. O.; OLIVEIRA, A. C. M. Coeficiente de variação como medida de precisão em experimentos com tomate em ambiente protegido. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 220-233, 2012.

DECKER, V.; KLOSOWSKI, E.S.; MALAVASI, U.C.; NUNES, A. Avaliação da intensidade luminosa no desenvolvimento inicial de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 609-618, 2011.

DEMONTIÊZO, F. L. L.; ARAGÃO, M. F.; VALNIR JUNIOR, M.; MOREIRA, F. J. C.; PAIVA, P. V. V.; LIMA, S. C. R. V. Emergência e crescimento inicial de tomate ‘Santa Clara’ em função da salinidade e condições de preparo das sementes. **Irriga**, ed. esp., p. 81-92, 2016.

DUDLEY, L. M. Salinity in the soil environment. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of plants and crops stress**. Nova York: Marcel Dekker, 1994. p. 13-30.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, p. 83-89, 2007.

EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. **Recomendações técnicas para o cultivo do tomate industrial em condições irrigadas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA/FUNDESTONE, 1994.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008.

FREIRE, A. L. O.; SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P.; BRUNO, G. P. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, suplemento 1, p. 1133-1144, 2010.

GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. 329-346 p.



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**, v. 42, p. 850-856, 2011.

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**, v. 19, n. 10, p. 913-919, 2015.

GUILHERME, D. O.; PINHO, L.; CAVALCANTI, T. F. M.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, A. C. Análise sensorial e físico-química de frutos tomate cereja orgânicos. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 181-186, 2014.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; ZHU, J.K.; BONNERT, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, s. n., p. 463-499, 2000.

HASSAN, M. A.; FUERTES, M. M.; SÁNCHEZ, F. J. R.; VICENTE, O.; BOSCAIU, M. Effects of salt and water stress on plant growth and on accumulation of osmolytes and antioxidant compounds in cherry tomato. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 43, n. 1, p. 1-11, 2015.

HAZARIKA, B. N. Morpho-physiological disorders in in vitro culture of plants. **Scientia Horticulturae**, v. 106, p. 105-120, 2006.

JOHANSEN, K.; MORTON, M. J. L.; MALBETEAU, Y. M.; ARAGON, B.; AL-MASHHARAWI, S. K.; ZILLIANI, M. G.; ANGEL, Y.; FIENE, G. M.; NEGRÃO, S. S. C.; MOUSA, M. A. A.; TESTER, M. A.; MACCABE, M. F. Unmanned aerial vehicle-based phenotyping using morphometric and spectral analysis can quantify responses of wild tomato plants to salinity stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, n. 370, p. 1-18, 2019.

KEBLAWY, A.; ANSARI, F.; SHAMSI, N. Effects of temperature and light on salinity tolerance during germination in two desert glycophytic grasses, *Lasiurus scindicus* and *Panicum turgidum*. **Grass and Forage Science**, v. 66, p. 173-182, 2010.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.

LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R. V.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga**, v.12, n. 2, p.168-176, 2007.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; GODOY, L. J. G.; MARCHESE, J. A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 1-4, 2003.

LONG, S.P.; HUMPHRIES, S.; FALKOWSKI, P.G. Photoinhibition of photosynthesis in nature. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 45, p. 633-662, 1994.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - Current Assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, v. 103, n. 1, p. 115-134, 1977.

MAIA, J. T. L. S.; MARTINEZ, H. E. P.; CLEMENTE, J. M.; VENTRELLA, M. C.; MILAGRES, C. C. Growth, nutrient concentration, nutrient accumulation and visual symptoms of nutrient deficiencies in cherry tomato plants. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n.2, p. 585-598, 2019.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos estados do RN, PB e CE.** 1996. 173f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, 1996.

MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; CLAUDIO, A. U.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, J. F. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, p. 51-55, 2012.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. S.; 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**, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de

feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 758-765, 2009.

NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA, 1991. p. 189-253.

OTONI, B. S.; MOTA, W. F.; BELFORT, G. R.; SILVA, A. R. S.; VIEIRA, J. C. B.; ROCHA, L. S. Produção de híbridos de tomateiro cultivados sob diferentes porcentagens de sombreamento. **Revista Ceres**, v. 59, n. 6, p. 816-825, 2012.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

PEREIRA, C. M. M. A.; BARROSO, I. L.; MELO, M. R.; PERREIRA, L. P.; DIAS, T. F. Cadeia produtiva do tomate na região de Barbacena sob a ótica da economia dos custos de transação. **Informações Econômicas**, v. 37, n. 12, p. 36-49, 2007.

PEREIRA, R. F. Morfofisiologia e produção de tomate tipo cereja sob salinidade hídrica e adubação organomineral. 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica potencial em mamoeiro do grupo 'Formosa' cultivado em condição de campo. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 815-822, 2008.

RHOADES, J.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola.** Campina Grande: UFPB. 117. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48).

RODRÍGUEZ-ORTEGA, W. M.; MARTÍNEZ, V.; NIEVES, M.; SIMÓN, I.; LIDÓN, V.; .  
FERNANDEZ-ZAPATA, J. C.; MARTINEZ-NICOLAS, J. J.; CÁMARA-ZAPATA, J. M.;  
GARCÍA-SÁNCHEZ, F. Agricultural and physiological responses of tomato plants grown in  
different soilless culture systems with saline water under greenhouse conditions. **Scientific Reports**,  
v. 9, n. 6733, p. 1-13, 2019.

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

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**, v. 17, n. 11, p. 1173-1180, 2013.

SOARES, A. M.; NEGREIROS, M. Z.; LOPES, W. A. R.; DOMBROSKI, J. L. D.; LUCENA, R.  
R. M. Crescimento do tomateiro cultivado em solo coberto com polipropileno preto. **Ciência  
Agrônômica**, v. 44, n. 4, p. 790-797, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

VIANA, A. P.; BRUCKNER, C. H.; MARTINEZ, H. E. P.; HUAMAN, C. A. M.; MOSQUIM, P. R. Teores de Na, K, Mg, e Ca em porta-enxertos de videira em solução salina. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 1, p. 187-191, 2001.

ZHANG, S.; XU, H. K.; LI, Z.; YANG, Y. Flexible and reversible responses to different irradiance levels during photosynthetic acclimation of *Cypripedium guttatum*. **Journal of Plant Physiology**, v. 164, p. 611-620, 2007.