



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



**DISSERTAÇÃO**

**CULTIVO DO TOMATE CEREJA EM SISTEMA HIDROPÔNICO COM ÁGUA  
SALINA**

**MATEUS COSTA BATISTA**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**FEVEREIRO – 2019**

**MATEUS COSTA BATISTA**

**Bacharel em Agronomia**

**CULTIVO DO TOMATE CEREJA EM SISTEMA HIDROPÔNICO COM ÁGUA  
SALINA**

Orientador: **Prof. DSc. Ronaldo do Nascimento**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO - 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 DO MESTRANDO**

**MATEUS COSTA BATISTA**

**CULTIVO DO TOMATE CEREJA EM SISTEMA HIDROPÔNICO COM  
ÁGUA SALINA**

**BANCA EXAMINADORA**

**PARECER**

\_\_\_\_\_  
Prof. DSc. Ronaldo do Nascimento - Orientador

\_\_\_\_\_  
Profª. DSc. Soahd Arruda Rached Farias – Examinadora Interna

\_\_\_\_\_  
DSc. Viviane Farias Silva – Examinadora Externo

**CAMPINA GRANDE - PB**  
**FEVEREIRO – 2019**

## DEDICATÓRIA

*A Deus,  
A meus pais  
E a todos aqueles que  
de alguma forma  
contribuíram para  
a minha  
formação.*

**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pelo dom da vida e por interceder em todos os momentos de dificuldades e alegria,

Aos meus pais Honorato Batista Junior e Edenice Pereira da Costa, por confiarem nesta minha árdua caminhada, pelos conselhos, ensinamentos e que nunca mediram esforços para me sustentar na universidade, espelhos de honestidade, perseverança, humildade e amor.

A minha querida irmã Daniela Costa Batista, por todo amor e carinho.

Aos meus inesquecíveis avós e tios que sempre me incentivaram, e me ajudaram de todas as formas nessa minha jornada.

Aos meus primos em especial, Felipe, João Paulo, Paulo Henrique, Augusto, Pedro Artur, Denílson Elvis, Artur, Elder, Anderson, Alife e Lucas Aurélio que sempre estiveram comigo, e sempre confiaram em meu potencial.

À Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de me formar em Agronomia.

À Universidade Federal de Campina Grande, campus Campina Grande, por me proporcionar o título de Mestre em Engenharia Agrícola.

À minha querida terrinha Boa Vista, em especial a Fazenda Riachão, berço dos meus pais e familiares, lugar que me deu vocação e carinho pelo meu querido curso.

Ao prof. Dr. Ronaldo do Nascimento, não apenas pelas suas sabias orientações, ensinamentos, mas pelo vínculo de companheirismo e amizade adquirido ao longo de toda vida acadêmica.

À toda equipe do laboratório de Fisiologia Vegetal, em especial a Elka, Robson, Rafaela, Carlos e Alleson pela amizade e companheirismo.

Aos amigos que me deram a chance de conviver com eles, João Paulo, Rayan, Kennedy, Murilo, Rodrigo, Geovane, Alan, Kaique, André, Normando, Halison, Renato, Doda, Zé Marcos, Caio, Giba, Michely e Arcelina.

**Obrigado a todos!**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	v
1. INTRODUÇÃO .....	7
2. OBJETIVOS .....	9
2.1 Objetivo Geral .....	9
2.2 Objetivos Específicos .....	9
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1 A Cultura do Tomateiro .....	9
3.2 Tomate Cereja .....	11
3.3 Recursos Hídricos.....	12
3.4 Cultivo Hidropônico .....	13
3.5 Estresse salino .....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS GERAL .....	17
4.1 Localização do experimento .....	17
4.2 Delineamento experimental e tratamento .....	17
4.3 Implantação e condução do experimento.....	18
4.3.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE .....	18
4.3.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	19
4.3.3 PREPARO E MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA .....	20
4.4 Variáveis analisadas.....	21
4.4.1 VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO.....	22
4.4.2 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS .....	22
4.4.3 VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO.....	24
4.5 Análise Estatística .....	25
5. RESULTADOS E DISCURSÃO .....	26
6. CONCLUSÃO.....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração do Croqui da área, disposição das parcelas e subparcelas. ....	17
Figura 2 - Disposição do sistema hidropônico na área experimental. ....	18
Figura 3 - Sistema do berçário do experimento (a), condução das plantas (b). ....	20
Figura 4 - Diâmetro do Caule aos 15 e 30 DAT (A e B) e Altura de planta aos 15 e 30 DAT (C e D) de tomate cereja em resposta a níveis de salinidade da solução nutritiva. Campina Grande-PB, 2019. ....	27
Figura 5 - Variação da área foliar (A), matéria seca de folha (C) e matéria seca do caule (E) em resposta a níveis de salinidade da solução nutritiva. Valores médios de área foliar (B) e matéria seca da folha (D) em função das cultivares de tomate cereja. Campina Grande-PB.30	
Figura 6 - Variação da clorofila a (A e B), clorofila b (C e D), clorofila total (E e F) e caratenóides (G e H) aos 15 e 30 DAT de tomate cereja em resposta a níveis de salinidade da solução nutritiva. Campina Grande-PB, 2019. ....	35
Figura 7 - Variação do SPAD em resposta a níveis salinos da solução nutritiva aos 15 e 30 DAT (A e C). Valores médios do SPAD em função das cultivares de tomate cereja aos 15 e 30 DAT (B e D). Campina Grande-PB, 2019. ....	37
Figura 8 - Variação do teor relativo de água (A e B) e extravasamento de eletrólitos (C e E) aos 15 e 30 DAT, em resposta a níveis salinos da solução nutritiva. Valores médios de EE em função das cultivares de tomate cereja a 15 DAT (D). Campina Grande-PB, 2019. ....	39
Figura 9 - Variação da fotossíntese (A e E), transpiração (C e F) e condutância estomática (H e I) os 15 e 30 DAT, variação da eficiência do uso da água (J) e eficiência máxima de carboxilação instantânea (L) aos 30 DAT em resposta a níveis salinos da solução nutritiva. Valores médios de fotossíntese (B) e transpiração (D) em função das cultivares de tomate cereja a 15 DAT. Campina Grande-PB, 2019. ....	43
Figura 10 - Variação do número de cachos (A), número de frutos do 1º e 2º cacho (B e C), peso médio do 1º e 2º cacho (E e F) e peso total de frutos por planta (G) aos 30 DAT em resposta a níveis salinos da solução nutritiva. Valores médios do número de frutos do 2º	

cacheo (D) em função das cultivares de tomate cereja a 30 DAT. Campina Grande-PB, 2019.

..... 47



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de tomateiro para fins comerciais. ....	10
Tabela 2 - Classificação de tomate-cereja em classes e calibres .....	11
Tabela 3 - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de Altura e Diâmetro aos 15 e 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019. ....	26
Tabela 4 - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de área foliar, matéria seca do caule (MSC) e matéria seca das folhas (MSF) aos 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019.....	29
Tabela 5 - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de clorofila a (C <sub>la</sub> ), clorofila b (C <sub>lb</sub> ), clorofila total, carotenóides, SPAD, extravasamento de eletrólitos (EE) e teor relativo de água (TRA) aos 15 e 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019.....	32
Tabela 6 - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (g <sub>s</sub> ), carbono interno (C <sub>i</sub> ), eficiência do uso da água (A/E) e eficiência máxima de carboxilação instantânea (A/C <sub>i</sub> ) aos 15 e 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019. ....	40
Tabela 7 - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de número de cachos (NC), número de frutos do 1º cacho (NFC1), número de frutos do 2º cacho (NFC2), peso médio dos frutos do 1º cacho (PMC1), peso médio dos frutos do 1º cacho (PMC2) e produção por planta (PROD) aos 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019.....	45

## CULTIVO DO TOMATE CEREJA EM SISTEMA HIDROPÔNICO COM ÁGUA SALINA

**RESUMO:** Com toda a problemática de escassez de água no semiárido paraibano, a técnica de irrigação utilizando recursos hídricos de boa qualidade se torna inviável nessas regiões, na maioria das vezes produtores sujeitos a utilização de águas subterrâneas geralmente salobras potencializam o processo de salinização de áreas agricultáveis, o sistema hidropônico surge como oportunidade de produção sustentável agregando culturas de alto valor comercial como o tomateiro. Dessa forma, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade no cultivo hidropônico de cultivares de Tomate cereja. O experimento foi realizado na Fazenda Riachão no município de Boa Vista-PB, no período de 20 de março a 25 de maio de 2018, em ambiente aberto. O delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas, onde apresentou 5 parcelas (concentrações salinas), e cada parcela possuiu 4 sub parcelas onde netas últimas estavam 3 cultivares, os fatores estudados foram arranjados em esquema fatorial 5 x 3, sendo três cultivares de tomate cereja; Carolina, Samambaia, e o Vermelho, tratadas em cinco níveis salinos da solução nutritiva (2,5; 4,0; 5,5; 7,0 e 8,5 dS.m<sup>-1</sup>), depois de 10 dias do transplântio das mudas para os perfis definitivos. Foram avaliadas variáveis de crescimento, pigmentos fotossintéticos, extravasamento de eletrólitos, teor relativo de água e trocas gasosas aos 15 e 30 dias após o início dos tratamentos, fitomassa e produção neta última avaliação. Os resultados mostram que o efeito da salinidade sobre as cultivares reduz os parâmetros de crescimento consequentemente a massa verde e seca das plantas, diminuiu os valores dos pigmentos fotossintéticos com a persistência do estresse salino, a fotossíntese das plantas mostrou-se satisfatória até a segunda concentração de 4,0 dS.m<sup>-1</sup>, onde a cultivar Samambaia alcançou maior produção com 4,7 dS.m<sup>-1</sup>, se comportando mais tolerante ao estresse salino em relação as demais.

**Palavras-chave:** Cultivo hidropônico, ambiente aberto, *Lycopersicon esculentum Mill*, solução nutritiva.

## CULTIVATION OF CHERRY TOMATO IN HYDROPONIC SYSTEM WITH SALINE WATER

**ABSTRACT:** With all the problems of water scarcity in the semi-arid region of Paraíba, the irrigation technique using good quality water resources becomes impracticable in these regions, most of the time producers subject to the use of groundwater usually brackish potentize the process of salinization of areas the hydroponic system emerges as an opportunity for sustainable production by adding crops of high commercial value such as tomato. Thus, the objective of this research was to evaluate the effects of different levels of salinity on the hydroponic cultivation of cherry Tomato cultivars. The experiment was carried out at Fazenda Riachão in the municipality of Boa Vista-PB, from March 20 to May 25, 2018, in an open environment. The experimental design used was subdivided into five plots (saline concentrations), and each parcel had 4 subplots where the last net was 3 cultivars, the factors studied were arranged in a 5 x 3 factorial scheme, three cultivars of cherry tomato; Carolina, Fernão and Vermelho, treated in five saline levels of the nutrient solution (2.5, 4.0, 5.5, 7.0 and 8.5 dS.m<sup>-1</sup>), after 10 days of transplanting to the final profiles. Growth variables, photosynthetic pigments, electrolyte extravasation, relative water content and gas exchange at 15 and 30 days after the beginning of treatments, phytomass and net production were evaluated. The results show that the effect of salinity on the cultivars reduces the growth parameters consequently the green and dry mass of the plants, decreased the values of the photosynthetic pigments with the persistence of saline stress, the photosynthesis of the plants was satisfactory until the second concentration of 4.0 dS.m<sup>-1</sup>, where the cultivar Samambaia reached higher production with 4.7 dS.m<sup>-1</sup>, behaving more tolerant to saline stress in relation to the others.

**Key words:** Hydroponic cultivation, open environment, *Lycopersicon esculentum* Mill, nutrient solution

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2016 os EUA, China e Itália lideravam a produção mundial de tomate com mais de 22.350 milhões de toneladas, o Brasil ocupava a oitava posição nesse ranking com uma produção de 1.250 milhões de toneladas, os estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais se destacam como maiores produtores desta hortaliça com 83% da produção nacional, a Paraíba representa 0,4% com 4.875,836 toneladas de tomate produzidos, IBEG (2017). O tomate cereja é um grupo comercial de tomate de menor produção nacional, mais que vem ganhando espaço na mesa dos consumidores, em decorrência, principalmente, das suas propriedades organolépticas, segundo a CEAGESP o principal ponto de comercialização de tomate no Brasil, foram comercializadas cerca de 4.680 toneladas de tomate cereja no ano de 2016.

As altas produtividades alcançadas nas regiões produtoras de tomate no país, é resultado de intensas pesquisas voltadas para o melhoramento genético de cultivares, manejo de pragas e doenças, eficiência no controle de plantas daninhas, nutrição das plantas, fornecimento hídrico adequado e toda inovação tecnológica que potencializam esses fatores, uma forma alternativa de produção principalmente de hortaliça de frutos e folhosas vem sendo adotada pelos produtores em todas as regiões, que é o sistema hidropônico, baseado em uma técnica de cultivo de plantas sem a utilização do solo vem se expandido pelas vantagens oferecidas em relação ao cultivo convencional, como maior rendimento e qualidade da produção, economia de energia, redução da ocorrência de doenças, mínimo desperdício de água e nutrientes e otimização do uso da área de produção.

Os sistemas hidropônicos envolvem diferentes técnicas para nutrição das plantas, como Aeroponia, DFT (Deep Flow Technique) e o NFT (Nutrient Film Technique) desenvolvido por Dr. Cooper em 1965, que proporcionou maior expansão dessa atividade, esse sistema consiste no bombeamento da solução nutritiva a canais, que escoam por gravidade formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes das plantas. Esse sistema tem uma outra importante vantagem que é utilização de água de baixa qualidade em termos de salinidade, pela inexistência do solo não ocorre influência do potencial matricial, assim a planta inserida no sistema hidropônico apresenta maior tolerância a níveis superiores de salinidade da solução nutritiva.

Com tantos benefícios apresentados pelo sistema hidropônico, essa técnica se mostra bastante promissora em regiões áridas e semiáridas, pois na maioria das vezes nessas localidades a pouca água de boa qualidade é direcionada ao consumo humano, restando o uso de água salobra para práticas agrícolas como a irrigação. Embora seja uma alternativa o uso de águas salobras oriundas de poços artesianos, como solução para cessar a problemática de irrigação nos processos agricultáveis, em boa parte dos casos não se tem as práticas conservacionistas adequadas para o uso desses recursos hídricos e o clima dificulta ainda mais essas atividades, resultando em perdas de áreas produtivas pelo processo de salinização do solo. Com isso o sistema hidropônico NFT vem como uma possibilidade de produção agro sustentável, trazendo benefícios para os produtores e destinando o uso de águas salobras para produção sem trazer danos direto ao meio ambiente.

A tomate cereja vem mostrando-se na literatura uma cultura que traz excelentes resultados de produção no sistema hidropônico, uma variedade que se adapta muito bem as condições climáticas do semiárido, pela maior rusticidade em relações a variedades de tomate de mesa e também uma maior tolerância a salinidade, formando um conjunto de aspectos favoráveis que podem trazer melhor rentabilidade por ser uma variedade com alto valor agregado, a produtores agrícolas que disponham desses recursos. Com isso tornam-se necessários estudos que avaliem o desenvolvimento do tomate cereja sob técnicas hidropônicas com diferentes concentrações salinas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade no cultivo hidropônico de cultivares de Tomate cereja.

### 2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar variáveis fisiológicas das cultivares de tomate cereja sob crescente salinidade, ao longo das fases fenológicas da cultura em cultivo hidropônico.
- ✓ Caracterizar o crescimento das plantas de tomateiro cereja em sistema hidropônico com diferentes concentrações salina da solução nutritiva.
- ✓ Avaliar a produção das cultivares de tomateiro cereja sob acréscimo de sais em sistema hidropônico NFT no semiárido paraibano.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 A Cultura do Tomateiro

O tomate tem como origem à América do Sul, precisamente em um estreito território limitado, ao norte, pelo Equador, ao sul, pelo norte do Chile, onde se encontra espécies desde o litoral Pacífico a oeste, até as Cordilheiras dos Andes a leste, com cerca de 2.000 metros de altitude, uma planta de clima tropical que se adapta praticamente a todos os climas, exceto locais de temperaturas extremas (ANDRADE et al., 2014; GOTO, 1995). No México o tomate passou a ser cultivado e melhorado, chegou a Europa entre os anos de 1523 a 1554, onde inicialmente era utilizado como planta ornamental, pelo receio da época de ser uma planta tóxica, a Itália foi o primeiro país a introduzir o tomate na alimentação humana, no final do século XIX a hortaliça foi introduzida no Brasil, por imigrantes europeus (SILVA JUNIOR, 2012).

A hortaliça pertence à classe Dicotyledonae, ordem Tubiflorae, família Solanaceae e ao gênero *Lycopersicon*, contudo, estudos baseados em técnicas moleculares utilizando-se DNA mitocondrial, demonstraram alta correlação genética entre *Lycopersicon esculentum* e espécies do gênero *Solanum*, com isso o tomateiro é classificado também ao gênero *S. Lycopersicon* (PERALTA et al., 2006). O gênero *Lycopersicon* pode ser dividido em dois complexos: *esculentum* e *peruvianum*, somando nove espécies (TAYLOR, 1986).

A espécie cultivada é uma planta herbácea, de caule flexível, piloso, com folhas pecioladas, compostas e com número ímpar de folíolos, cuja arquitetura natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral (FILGUEIRA, 2000). Onde essa arquitetura pode ser completamente modificada pela poda, de acordo com a espécie e finalidade do fruto, seja ela industrial no cultivo rasteiro ou para consumo fresco, no cultivo envarado ou estaqueado (SANTOS, 2009). O tomateiro apresenta flores pequenas e amarelas e surgem em cachos, hermafroditas, o que favorece a autopolinização, o seu melhor desempenho produtivo das plantas se observa com temperaturas diurnas de 21 a 27°C e noturnas de 15 a 18°C, sendo interessante haver uma diferença de 6 a 9°C entre as médias diurnas e noturnas (MARTINEZ, 2017).

Os frutos são bagas, apresentando diferentes tamanhos e formas, constituindo-se de película, polpa, placenta e sementes. Internamente, é dividido em lóculos, que dependendo da cultivar, podem ser biloculares, triloculares ou pluriloculares, onde as sementes encontram-se imersas na mucilagem placentária (MELO, 1989). Temperaturas acima de 28°C, pode afetar a qualidade dos frutos, prejudicando a firmeza e a cor, que permanecem amarelados devido a inibição da síntese de licopeno e outros pigmentos de coloração avermelhada, proporciona também menor produção de flores, conseqüentemente redução na quantidade de pólen produzido e pegamento dos frutos, já baixas temperaturas, reduz crescimento da planta e induz a ramificação nos cachos (SANTOS, 2009; MARTINEZ, 2017). Uma classificação para fins comerciais, é determinada pelo formato do fruto e hábito de crescimento das plantas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Classificação de tomateiro para fins comerciais.

Grupo	Razão comprimento/diâmetro equatorial	Nº de lóculos	Hábito de crescimento
Caqui	< 0,9	5 - 10	Indeterminado
Salada/Saladinha	> 0,9 e < 1,0	5 - 10	Indeterminado
Santa Cruz	> 1,0 e < 1,15	2 - 3	Indeterminado
Italiano	> 1,15	2	Determinado
Cereja	< 0,39	2	Indeterminado

Fonte: ALVARENGA (2004).

No mundo, o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) destaca-se por sua importância socioeconômica, sendo uma das oleráceas mais cultivadas superada apenas pela batata. Em 2016, a produção brasileira alcançou cerca de 4.167,629 toneladas, destacando-se a região sudeste com maior produção (2.135,075 toneladas), seguida pelo Centro-Oeste (978.553 toneladas), sendo São Paulo (1.101,336 toneladas), Goiás (934,658 toneladas)

e Minas gerais (702.510 toneladas) os maiores Estados produtores, com média nacional de 65,14 t/ha (IBGE, 2016).

### 3.2 Tomate Cereja

O tomate cereja é um grupo de alta produtividade caracterizado por seu pequeno tamanho, onde o seu cultivo e comercialização no Brasil vem apresentado um crescimento expressivo, de acordo com informações da Seção de Economia e Desenvolvimento da Central de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP), o volume de tomate cereja comercializado no Entrepósito Terminal de São Paulo (ETSP) cresceu 277%, no período de 1994 a 2004 (ROCHA, 2009), o aumento na procura deste fruto está ligado as suas propriedades organolépticas e da grande aceitabilidade pela população, o tomate cereja apresenta também propriedades fitoquímicas importantes, como o alto teor de antioxidantes: vitamina C, tocoferóis, fenóis totais e carotenóides, particularmente o licopeno. (LENUCCI et al. 2006), outra grande vantagem no cultivo do tomate cereja está nos valores compensadores (TRANI et al., 2003). Existe uma classificação comercial específica para o tomate cereja, de acordo com Tabela 2.

**Tabela 2** - Classificação de tomate-cereja em classes e calibres

Classes	Calibres	Maior diâmetro transversal do fruto (mm)	Peso do fruto (g)
Gigante	3 Gi	maior que 35	maior que 20
Grande	3 Gr	maior que 30 até 35	entre 15 e 20
Médio	2 M	maior que 25 até 30	entre 10 e 15
Pequeno	2 P	maior que 20 até 25	entre 5 e 10

Fonte: FERNANDES et al. (2007).

A incorporação do tomate cereja na confecção de pratos e aperitivos em restaurantes, trazendo novos sabores, enfeites e cores, fez com que essa hortaliça se tornasse um tipo de tomate exótico, pelo seu pequeno tamanho possibilitou também menos desperdícios em relação a tomates maiores (HOLCMAN, 2009), segundo a ISLA® Sementes Ltda., o tomate cereja tem conquistado cada vez mais as gôndolas dos supermercados, os cardápios dos restaurantes e a mesa do consumidor.

As plantas de tomate cereja apresentam crescimento indeterminado, de 15 a 50 frutos por penca, onde estes pesam entre 10 a 30 g com forma arredondada ou ovalada. Alguns autores como Alvarenga, 2004, classifica essa hortaliça como mini tomates, ele justifica sua colocação pelo fato de muitas variedades destes frutos não se enquadrarem no padrão de tomate cereja, apresentando diferentes formas, tamanhos e cores.



### **3.3 Recursos Hídricos**

Melhorar a eficiência do consumo de água, é a abordagem chave para satisfazer a oferta sustentável de recursos hídricos e a demanda por alimentos. Segundo um estudo realizado pela FAO 2016, afirma que no final do século 21, as precipitações na América do Sul serão afetadas pelas mudanças climáticas, chegando a uma diminuição de 22% e 25% nas regiões nordeste e sul do Brasil respectivamente. De acordo com a publicação anual da Agência da Nacional das Águas (ANA, 2014), a atividade agrícola é responsável pelo uso de 72% dos recursos hídricos utilizados no Brasil, onde grande parte dessa água é utilizada pelas plantas para a manutenção da produção agrícola e pecuária.

No atual cenário mundial, países em desenvolvimento apresentam mais da metade de suas áreas agrícolas localizadas em regiões áridas e semiáridas, nas quais a água de irrigação é o recurso natural mais essencial, pois a precipitação não é suficiente para atender às necessidades das lavouras nessas áreas (XUE et al., 2018). Uma das principais alternativas de recursos hídricos para regiões áridas e semiáridas são as águas subterrâneas, desempenhando um papel significativo no abastecimento e ecossistema ambiental dessas áreas (SOYLU et al., 2012).

Muitas das vezes essas águas subterrâneas em regiões áridas apresentam altos teores de sais, mais pela falta de água doce, requeridas em outros setores de maior importância como o doméstico, os agricultores são obrigados a explorar a possibilidade de utilizar água moderadamente salina para a produção agrícola, no entanto, a aplicação a longo prazo desse recurso hídrico aumenta o risco de salinização e sodificação do solo, reduzindo a produtividade das culturas (KUMAR et al., 2015). Vários fatores intensificam o processo de salinização nessas superfícies, como quantidade excessivas de água, baixa profundidade do lençol freático, solos rasos, uso inadequados de fertilizantes causando lixiviações destes e alta evaporação que ocasiona movimento ascendente de sal das águas subterrâneas.

Neste contexto, métodos especializados e eficientes de fornecimento de água que podem atingir o duplo objetivo de maior produtividade e uso otimizado de água salgada são indispensáveis (CHEN et al., 2014). Uma das formas para utilização dessas águas sem causar danos ao ambiente é o cultivo hidropônico, que consiste em cultivar as plantas com as raízes total ou parcialmente imersas em uma solução nutritiva completa, devidamente oxigenada, na qual não é utilizado nenhum tipo de meio físico para a sustentação das raízes. Essa solução é conduzida por uma tubulação fechada que circula

constantemente pelas raízes das plantas e que volta para um reservatório, onde é novamente bombeada para os perfis, sendo assim a única forma de diminuição desse volume líquido é absorção pelas culturas.

### **3.4 Cultivo Hidropônico**

O termo hidroponia, significa o cultivo de plantas em meio líquido. É derivado de duas palavras de origem grega: hydro, que significa água, e ponos que significa trabalho. De forma geral o cultivo hidropônico é aquele o qual a nutrição das plantas é feita através de uma solução líquida, contendo os macros e micronutrientes essenciais para o desenvolvimento do vegetal em proporções adequadas, e isenta de quantidades elevadas de elementos tóxicos (MARTÍNEZ, 2017).

O cultivo hidropônico tem ganhado bastante espaço no cenário produtivo de hortaliças por apresentar benefícios como; exploração de áreas inapropriadas ao cultivo no solo, padronização da produção, maior tempo de prateleira para a comercialização do produto, economia no controle de plantas daninhas, drástica redução no uso da água, eficiência no uso dos nutrientes, altas produtividade e precocidade, facilidade nos tratamentos culturais e favorece o controle e automação das operações, estas vantagens são facilmente alcançadas a partir de um bom manejo com a cultura, em contrapartida esse sistema apresenta maior custo energia elétrica, maior vulnerabilidade na disseminação de doenças e grande parte dos casos descarte incorreto da solução nutritiva (TEXEIRA, 1996; RODRIGUES, 2002)

Os cultivos hidropônicos podem ser divididos em dois tipos em relação ao reaproveitamento da solução nutritiva, em abertos ou fechados, onde o primeiro tipo a solução circula pelo sistema radicular da planta voltando para um reservatório, e o segundo se estabelece uma certa quantidade da solução nutritiva para ser aplicada em um determinado intervalo de tempo, esses dois tipos podem apresentar o uso ou não de substrato no local de desenvolvimento radicular (sistema de três ou duas fases), quando o vegetal se desenvolve melhor com a presença de um substrato inerte, o sistema hidropônico pode ser classificado em gotejamento, subirrigação e capilaridade, já quando não se necessita de um substrato, onde o sistema radicular da planta pode ficar em contato direto com a solução nutritiva, o sistema hidropônico pode ser classificado em NFT (Nutrient Film Technique), DFT (Deep Flow Technique) e aeroponia.

O grande marco da Hidroponia, no entanto, foi a descoberta da técnica NFT, pelo inglês Alan Cooper nos anos 70. A técnica NFT define-se como método de produção, no

qual a planta desenvolve seu sistema radicular parcialmente submerso em fluxo de água reciclada. A solução nutritiva é bombeada do reservatório, onde encontra-se armazenada, aos canais de cultivo, onde escoar por gravidade formando uma pequena lâmina de solução que irá irrigar as raízes das plantas (FURLANI et al., 1999). Segundo Staff (1998), o fluxo corrente de água não deve inundar por completo as raízes, aproximadamente 2/3 das raízes apenas devem estar submersas, para absorver a água e os nutrientes, e 1/3 no ar absorvendo oxigênio.

Paulus et al. (2012) apontam a alface (*Lactuca sativa*), como a mais importante hortaliça produzida em sistema hidropônico NFT no Brasil, representando quase 80% da produção nacional utilizando esta forma de cultivo, sabe-se que 4442 toneladas de alface, rúcula, agrião, escarola e espinafre foram comercializadas na CEAGESP-SP em 2013, seguindo essas culturas o tomateiro também vem se destacando por sua produção hidropônica, onde a alta produção da cultura neste sistema atrai cada vez mais produtores do seguimento, alcançando por exemplo 22,61 kg/m<sup>2</sup> com a cultivar Rebeca em experimentos da universidade federal de Viçosa. Os sistemas NFT, subirrigação e gotejamento são os mais empregados na produção do tomate hidropônico (MATÍNEZ, 2017).

Maior produtividade e melhor qualidade dos vegetais produzidos em cultivo hidropônico, são alcançados quando esses são cultivados em ambiente protegido, mais isso não impede de alcançar produtividades satisfatórias com o mínimo de proteção, como por exemplo o uso de sombrites ou até mesmo o sistema hidropônico montado a campo, sendo necessário um manejo mais cuidadoso para prevenção de patógenos e fenômenos climáticos. O material utilizado na condução da solução e acomodação das plantas no caso do sistema NFT, pode ser adquirido através de empresas que fabricam esses canais, geralmente de polietileno, ou estes podem ser confeccionados através de tubos de PVC, onde o diâmetro desses canais vai depender da cultura implantada. Para tomate por exemplo necessita de canais de 25 cm de largura, um fluxo médio da solução nutritiva de 3 a 4 L/min/canal, com um consumo diário médio de 0,4 a 1,4 L/planta (MATÍNEZ, 2017).

As dimensões das bancadas podem variar de acordo com a espécie vegetal e com o tipo de canal utilizado no sistema NFT. A altura e largura da bancada variam de 1,0 m de altura e 2,0 m de largura para mudas e plantas de ciclo curto (hortaliças de folhas) e até 0,2 m de altura e 1,0 m de largura para plantas de ciclo longo (hortaliças de frutos). Devem ser dimensionadas de modo que permita uma pessoa trabalhar de maneira confortável nos

dois lados da mesa facilitando as operações de transplante, os tratamentos fitossanitários quando necessários, os tratos culturais, a colheita e a limpeza da mesa.

Para evitar variações na temperatura e nos níveis de oxigênio e de sais da solução nutritiva ao longo do canal de cultivo, o comprimento da mesa de cultivo não deve ultrapassar os 30 m. Além disso, como normalmente há um desnível da mesa entre 2 e 4%, bancadas muito extensas instaladas em terreno plano ficam com sua parte final muito próxima ao solo, prejudicando o manejo e o escoamento da solução para o tanque de armazenamento e aumentando os riscos de contaminações via solo.

Na perspectiva de se obter a máxima eficiência da cultura, surgiram várias propostas de soluções nutritivas, no entanto, a maioria é preconizada pela solução proposta por Hoagland & Arnon em 1938 (HOAGLAND & ARNON, 1950). Atualmente a solução nutritiva mais utilizada é a proposta por Furlani *et al.* (1999). Não existe uma formulação ideal, pois estas variam para culturas, e dentro de cada cultura podem variar para regiões ou até mesmo épocas do ano, assim é importante o conhecimento da melhor formulação da solução nutritiva para determinada espécie vegetal. O monitoramento da solução nutritiva é indispensável, tanto para averiguar as concentrações dos nutrientes como o pH, necessitando está na faixa entre 5,5 a 6,5 (FURLANI *et al.*, 2008).

### **3.5 Estresse salino**

As plantas ao longo do seu ciclo de vida, são submetidas a diferentes estresses bióticos e abióticos, dentre os que constituem este último a salinidade é um dos mais importantes, afetando a produtividade das plantas em todo o mundo (GOUSSI *et al.*, 2018). O problema da salinidade dos solos não é algo novo, ele existe muito antes dos humanos e da agricultura, o fato é que ele foi agravado por práticas agrícolas como a irrigação, hoje, 20% das terras cultivadas no mundo e quase metade de todas as terras irrigadas são afetadas pela salinidade. As altas concentrações de sais causam desequilíbrio de íons e estresse hiperosmótico nas plantas, como consequência desses efeitos primários, estresses secundários são observados como danos oxidativos (ZHU, 2001).

Algumas plantas tem a capacidade de desenvolver mecanismo para conseguir conviver com o problema da salinidade, como por exemplo excluir o sal de suas células ou tolerar sua presença dentro das células. Processos como a fotossíntese, a síntese protéica e o metabolismo energético são afetados pelo início e desenvolvimento do estresse salino. A redução da taxa de expansão da superfície foliar é uma primeira resposta ao estresse, à medida que este se intensifica ocorre a interrupção da expansão, os

carboidratos que entre outros substratos são necessários para o crescimento celular, são fornecidos principalmente através do processo de fotossíntese, e as taxas de fotossíntese são geralmente mais baixas em plantas expostas à salinidade e especialmente ao NaCl (PARIDA, 2005).

O excesso de sal no solo pode reduzir o potencial osmótico da solução a ponto de as culturas não conseguirem absorver água suficiente, fato este que vem a interferir na nutrição mineral das culturas, proporcionando ainda toxicidade de íons específicos, ocasionando o fenômeno da seca fisiológicas (JESUS, 2011). Algumas estratégias bioquímicas são adotadas pelas plantas para tolerar a salinidade, como; acumulação ou exclusão seletiva de íons, controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas, compartimentalização de íons a nível celular e estrutural, síntese de osmólitos (e. g. prolina), alterações nas vias fotossintéticas, modificações na estrutura de membrana, indução de enzimas antioxidantes e hormônios (ESTEVEZ; SUZUKI, 2008)

O potencial total da água no solo é a somatória do potencial osmótico, gravitacional, de pressão e matricial, onde o último representa a interação entre a matriz do solo e a água, logo em sistemas hidropônico pela não utilização do solo, o potencial mátrico pode ser desprezível, contribuindo assim para o uso de águas salinas nesse sistema, já que com a ausência do potencial matricial ocorrerá um aumento no potencial total, podendo ocorrer diminuição no potencial osmótico sem ocasionar perda de produtividade pela planta, por isso o sistema hidropônico se apresenta como uma alternativa para o uso de águas com maiores teores de sais (CARDOSO & KLAR, 2009; SILVA et al. 2013).

Uma das principais alternativas hídricas do semiárido nordestino é a utilização de águas subterrâneas, através da perfuração de poços profundos, sendo que boa parte desse território situa-se sobre afloramento rochoso cristalino, onde apresenta na maioria das vezes águas salinas se tornando inviável para utilização direta na irrigação convencional, isto porque além de proporcionar baixa resposta os cultivos em condições salinas, a forma tradicional de cultivo potencializa o efeito da salinidade no solo. Com toda essa problemática, os sistemas hidropônicos se mostram como uma excelente forma de cultivo para essas regiões, podendo ser utilizadas águas de qualidade inferior e com economia desse recurso, evitando também a salinização dos solos.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS GERAL

### 4.1 Localização do experimento

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Riachão, localizada no município de Boa Vista, Paraíba, nas coordenadas geográficas 7°16'27,36" de latitude Sul, 36°17'59,29" de longitude Oeste e altitude média de 475 m, no período de 20 de março a 25 de maio do ano 2018, o trabalho foi realizado a campo em uma área de 100 m<sup>2</sup> onde foi instalado todo material do experimento. Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta precipitação total anual de 418 mm, temperatura média de 24 °C e umidade relativa do ar de 70%.

### 4.2 Delineamento experimental e tratamento

O experimento foi instalado no delineamento de parcelas subdivididas, arranjados em esquema fatorial 5 x 3 com dois fatores, sendo 5 níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CEa (2,5, 4,0, 5,5, 7,0 e 8,5 dS m<sup>-1</sup>) e três cultivares de tomate cereja (Caroline-Hortivale, Samambaia-Topseed e Tomate cereja vermelha-horticeres), onde cada parcela representava uma condutividade elétrica da solução, e as subparcelas dentro das parcelas as cultivares com 4 repetições, como ilustra a figura 1.

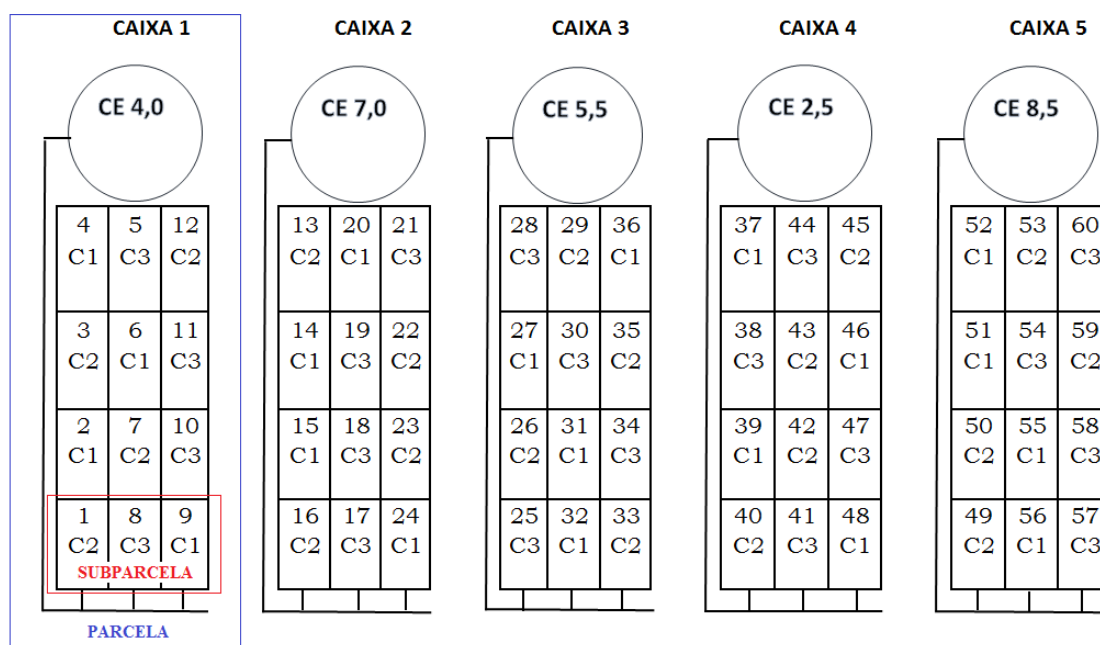
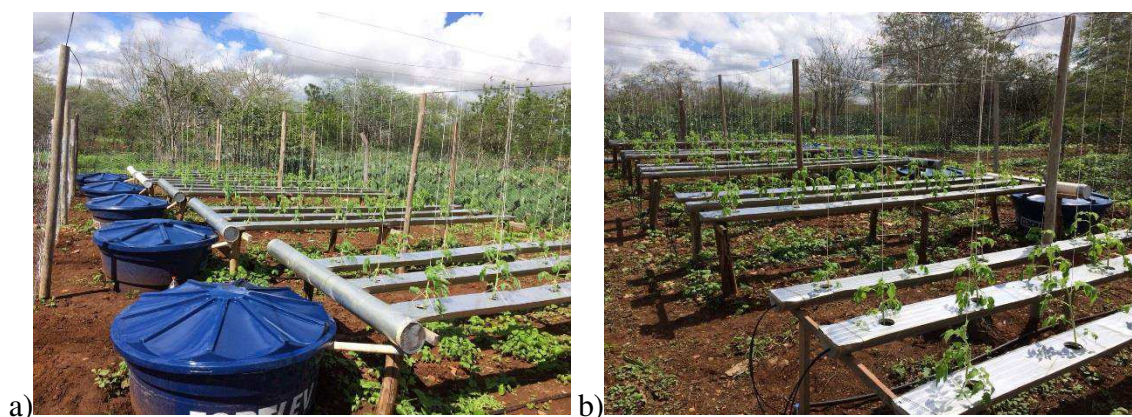


Figura 1 - Ilustração do Croqui da área, disposição das parcelas e subparcelas.

### 4.3 Implantação e condução do experimento

#### 4.3.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

Foram confeccionados perfis para condução da solução nutritiva, onde estes foram formados por tubos de PVC de 150 mm cortados ao meio formando um semicírculo com raio igual a 7,5 cm, cada tubo deu origem a dois perfis, na parte superior plana, foi acoplado um forro de PVC com largura igual a 15 cm, assim deixando o perfil completamente fechado, esse forro de PVC foi arrebitado na lateral do tudo, depois dessa etapa foram abertos orifícios no centro do forro de PVC com ajuda de uma serra-copo, com diâmetro igual a 6 cm, em uma distância de 50 cm de um orifício pro outro que seria justamente o espaçamento entre plantas no perfil, as linhas de condução tiveram um comprimento de 4,0 m, com isso cada perfil acondicionava 8 plantas, onde a parcela experimental foi formada por duas plantas.



**Figura 2** - Disposição do sistema hidropônico na área experimental.

O experimento apresentou 5 bancadas onde cada uma representava uma condutividade elétrica da solução nutritiva, cada bancada apresentava 3 perfis, espaçados a uma distância de 50 cm (Figura 2b), esses três perfis estavam sobre 3 cavaletes de madeira formado por caibros, a uma altura de 60 cm do solo, com os perfis a uma declividade em média de 2% para permitir que a solução referente a cada tratamento percorra o perfil apenas por gravidade, ao final de cada bancada existia um coletor que direcionava a solução nutritiva para uma caixa de 500 L (Figura 2a) o qual promovia também a oxigenação da solução, o sistema foi confeccionado para solução nutritiva pudesse levar o mínimo possível de luz solar, assim diminuindo problemas com algas, caracterizando-se um sistema NFT (técnica de nutrientes em filme), essa solução era bombeada novamente para o início dos perfis por pequenas eletrobombas localizadas na

parte inferior do reservatório, através de uma mangueira de 3/4”, que ao final destas saiam mangueiras injetoras de 5 mm de diâmetro destinadas aos perfis.

As bancadas apresentavam espaçamento entre elas igual a 1,5 m para facilitar os tratos culturais e as análises da pesquisa, estavam orientadas longitudinalmente no sentido leste – oeste, para que todas as plantas recebem a mesma intensidade de luz, sob cada perfil existia um arame paralelo superior com altura de 2 m ao nível do solo, que serviu para o tutoramento das plantas através de fitilhos, a área do experimento foi cercada com tela para evitar a entrada de possíveis animais, os reservatórios foram enterrados 40 cm de profundidade para melhorar a estabilidade da temperatura da solução nutritiva. As eletrobombas estavam ligadas a um temporizador analógico o qual programa um turno de regra de 15 em 15 minutos durante o dia (Bliska; Honório, 1996), no turno da noite as eletrobombas passavam 15 minutos ligadas e 30 minutos desligadas, por esses horários apresentarem temperaturas mais baixas e ausência da luz solar, diminuindo ou ausentado os processos de transpiração, isso nas ambas etapas tanto nos perfis berçário como nos perfis definitivos.

#### 4.3.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

As sementes das três cultivares foram postas para germinarem em espuma fenólica, na qual foi umedecida com água destilada, após 4-5 dias as sementes começaram a emergir na superfície da espuma e foram postas ao sol nos horários mais frios do dia para que não estiolassem ficando apenas na sombra, passados 15 dias as plantas foram transplantadas para os berçários também em sistema NFT (Figura 3a), com espaçamento 10x10 cm entre plantas, onde ficaram até apresentam 3-5 folhas definitivas que aconteceu aos 15 dias, esse berçário essa nutrido com uma solução de 50% da recomendada por (Fernandes et al., 2002). Aos 30 dias após a germinação as plantas foram transplantadas para os perfis definitivos onde seriam expostas aos tratamentos da pesquisa, mais antes passaram 10 dias de aclimatação nos novos perfis, pelo fato do estresse causado pelo transplantio não pudesse influenciar nos tratamentos, assim durante esse período todas as plantas ficaram sendo nutridas com 100% da recomendação segundo Fernandes et al., 2002, com uma  $CEa = 2,5 \text{ dS m}^{-1}$ .





**Figura 3** - Sistema do berçário do experimento (a), condução das plantas (b).

Depois dos 10 DAT (dias após o transplantio), se iniciou a aplicação dos tratamentos, onde o sistema hidropônico era monitorado diariamente, observando se as mangueiras estavam conduzindo a solução corretamente e evitando possíveis vazamentos, com 20 DAT foram realizadas as primeiras avaliações de crescimento e fisiológicas e a segunda aos 30 DAT, onde esta última se caracterizou de forma destrutiva, avaliando a fitomassa das plantas e produção de frutos até segundo cacho, os quais já estavam em dimensões satisfatórias para comercialização, infelizmente na segunda avaliação aos 30 DAT não se conseguiu avaliar variáveis fisiológicas no último nível salino ( $8,5 \text{ dS.m}^{-1}$ ), pois já apresentavam drásticos sintomas de salinidade.

A partir do momento que as plantas foram transplantadas para os perfis definitivos, foram realizadas semanalmente podas laterais para retirada de ramos ladrões pois as plantas foram conduzidas em haste única, também foram realizadas aplicações de inseticidas para um controle preventivo de insetos que pudessem trazer danos as plantas, à medida que as plantas cresciam eram guiadas pelo fitilho sempre com cuidado para não danificar seus ápices, (Figura 3b).

#### 4.3.3 PREPARO E MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Para o preparo da solução nutritiva utilizou-se uma água oriunda de um poço artesiano a qual apresentava uma  $\text{CEa} = 1,8 \text{ dS.m}^{-1}$ , com o acréscimo dos nutrientes, essa solução apresentou uma  $\text{CEa} = 2,5 \text{ dS.m}^{-1}$ , com isso se caracterizou o primeiro nível salino estudado, para se obter os demais níveis de salinidade da solução nutritiva ( $4,0$ ,  $5,5$ ,  $7,0$  e  $8,5 \text{ dS.m}^{-1}$ ), depois da diluição dos nutrientes dissolveu-se os sais  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , na proporção equivalente de  $7:2:1$ , para se calcular a quantidade de cada um desses três sais, utilizou-se a fórmula descrita por Richards (1954), onde o peso do determinado sal utilizado será (equação 1)

$$\text{Peso} = ((\text{CEa desejada} - \text{CEa atual}) * 10 * \text{Volume do reservatório} * \text{Proporção do sal} * \text{Peso molecular do sal}) / 1000 \quad (\text{eq.1})$$

Essa proporção foi utilizada pelo fato destes sais serem os principais causadores das águas salinas nestas regiões semiáridas, e que de uma média geral estão aproximadamente presentes nesta proporção.

A formulação utilizada para o preparo da solução nutritiva foi a mesma indicada por Fernandes et al, (2002), onde apresenta a seguinte composição para os micronutrientes: N = 8 mmolL<sup>-1</sup>, P = 2 mmolL<sup>-1</sup>, K = 4 mmolL<sup>-1</sup>, Ca = 2 mmolL<sup>-1</sup>, Mg = 1 mmolL<sup>-1</sup>, S = 1 mmolL<sup>-1</sup>, e para os micronutrientes utilizou-se um fertilizante chamado ConMicros-Allplant, na seguinte proporção: Fe = 35 µmol L<sup>-1</sup>, Zn = 2 µmol L<sup>-1</sup>, Cu = 4 µmol L<sup>-1</sup>, Mn = 5 µmol L<sup>-1</sup>, B = 22 µmol L<sup>-1</sup>, Mo = 1 µmol L<sup>-1</sup>, Ni = 1 µmol L<sup>-1</sup>, os adubos utilizados como fonte dos macronutrientes foram: Ureia adubo (45% de N), Sulfato de Magnésio (9% de Mg e 11% de S), Nitrato de Cálcio (18,5% de Ca e 15,5% de N), Cloreto de Potássio (60% de K<sub>2</sub>O) e MAP purificado (61% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 12% de N), todos os adubos foram pesados com ajuda de uma balança digital de alta precisão.

O monitoramento das soluções ocorreu diariamente para garantir a condutividade elétrica correta de cada tratamento, a verificação foi realizada através de um condutivímetro portátil, se estimou uma faixa de 30% de variação de cada nível salino, pois se torna muito difícil permanecer a CEa exata de cada tratamento, pelo fato do experimento ser realizado em campo, assim apresentando grande variação nas condições climáticas durante o dia, fazendo com que a planta se comporte de forma variável em relação a absorção de nutrientes da solução nutritiva, evitando também o desbalanceamento das soluções, todas elas eram renovadas semanalmente, juntamente com esse controle de condutividade se fez o monitoramento do pH, através de um pHmetro digital portátil, onde as variações mais frequentes estavam ligadas ao aumento do pH, que eram corrigidos para faixa de 5,5 – 6,5 com adição de ácido sulfúrico a 20%.

#### **4.4 Variáveis analisadas**

Para proceder a análise dos dados, foram realizadas coletas durante dois períodos do experimento aos 20 e 30 DAT, passando por avaliações de crescimento e parâmetros fisiológicos, na última análise se avaliou produção e fitomassa de todas as plantas. A maioria das análises foram realizadas no próprio local, exceto pigmentos, pois o expecto

fotômetro estava situado no laboratório de fisiologia vegetal da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da UFCG.

#### 4.4.1 VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO

##### 4.4.1.1 Altura da planta, diâmetro do Caule e Área foliar.

Foi determinado a altura das plantas (AP) e diâmetro do Caule (DC) utilizando-se fita métrica e um paquímetro digital respectivamente, a área foliar (AF) foi avaliada na última coleta através do método de Benincasa (1986), onde uma amostra com área conhecida de 9 cm<sup>2</sup> foi retirada da folha, e encaminhada para estufa afim de se obter a massa seca da amostra. Posteriormente a área foliar total de cada planta foi determinada pela equação (2), razão entre o produto da área da amostra e a massa seca total das folhas, pela massa seca da amostra.

$$AFT = \frac{\text{área da amostra} * \text{massa seca total}}{\text{Massa seca da amostra}} \quad (\text{eq.2})$$

##### 4.4.1.2 Massa Seca da Parte Aérea

Para determinação da massa da matéria seca das plantas (g), foi realizada a separação das folhas e caules logo após retirada das plantas dos perfis. Para cálculo da massa seca das folhas (MSF) e massa seca do caule (MSC), o material fresco previamente pesado, foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados, e passarão pelo processo de secagem em estufa com circulação de ar forçado a 65°C por 72 horas, após esse procedimento, realizou-se então a pesagem da massa final para se obter a massa da matéria seca. As pesagens foram realizadas em balança analítica de precisão 0,0001g.

#### 4.4.2 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

##### 4.4.2.1 Índice de SPAD (Soil Plant Analysis Development)

Para a determinação do índice SPAD foi utilizado o medidor portátil SPAD - 502, da empresa Minolta, seguindo os procedimentos adotados por Guimarães (1998). O SPAD-502 é um instrumento portátil que apresenta facilidade de operação e permite avaliações não destrutivas in situ. O equipamento fornece leituras que podem se relacionar com o teor de clorofila presente na folha (UDDLING et al., 2007). Foram feitas nove leituras em cada planta em seguida uma média destas, avaliando folhas de diferentes idades e tamanhos, assim procurando uniformizar a leitura por planta.

#### 4.4.2.2 Teor De Clorofila e Caratenóides

Para o procedimento, retirou-se 2 discos foliares, já que a parcela experimento é formada por duas plantas, um disco de cada, com diâmetro de 0,771 mm da lâmina foliar por meio de um furador, entre a borda e a nervura central da folha. Os teores de clorofilas *a* (*cla*) e *b* (*clb*), total e os carotenoides foram quantificados por meio da extração dos pigmentos das amostras retiradas das folhas frescas que, após pesadas, foram trituradas em placas de petri, e colocadas em recipientes contendo 6 mL de acetona 80%, mantendo-as no escuro e sob refrigeração durante 72 horas; em seguida, coletou-se os sobrenadantes contendo os pigmentos extraídos e se procedeu as leituras de absorbâncias.

Para a leitura foi utilizado o equipamento espectrofotômetro da marca Spectrum SP-2000UV, nos comprimentos de onda a 470 (caratenóides), 647 (clorofila b) e 663 (clorofila a) nanômetros, utilizando acetona 80% como branco. Os valores de absorbância foram convertidos em conteúdo de clorofila a, b, total e carotenoides através das equações (3), (4), (5) e (6), respectivamente, originalmente propostas por Arnon (1949).

$$\text{Clorofila a} = (12,7 \times A_{663} - 2,79 \times A_{647}) \quad (\text{eq.3})$$

$$\text{Clorofila b} = (22,9 \times A_{647} - 5,10 \times A_{663}) \quad (\text{eq.4})$$

$$\text{Clorofila total} = \text{Clorofila a} + \text{Clorofila b} \quad (\text{eq.5})$$

$$\text{Carotenoides totais} = (1000 \times A_{470} - 1,82 \text{ Cl a} - 85,02 \text{ Cl b}) / 198 \quad (\text{eq.6})$$

Os valores das equações estão expressos em  $\mu\text{g}$  de pigmento por mL de extrato. No entanto, esse valor será convertido a  $\mu\text{g}$  de pigmento por grama de massa fresca, através de regra de três simples.

#### 4.4.2.3 Trocas Gasosas

Determinaram-se nas duas avaliações, a condutância estomática -  $g_s$  ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  -  $A$  ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração -  $E$  ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  -  $C_i$  ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro+ Portable Photosynthesis System®. Após a coleta dos dados foram quantificadas a eficiência instantânea do uso da água -  $\text{EUA} - A/E$  [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$ ] e a eficiência instantânea da carboxilação -  $\text{EiCi} - A/C_i$  [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1})/(\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ ]. As variáveis de trocas gasosas foram mensuradas no horário entre 8:30 e 11 h da manhã.

#### 4.4.2.4 Extravasamento de Eletrólitos (EE%)

Foram coletados das folhas localizadas na parte mediana da planta, 5 discos foliares de 0,771mm, lavados com água destilada visando à retirada de outros eletrólitos aderidos às folhas, após essa etapa foram acondicionados em beckers com 50 mL de água destilada. Os beckers ficaram submetidos a temperatura ambiente de aproximadamente 25°C por 90 minutos e foi procedida a leitura da condutividade elétrica inicial ( $C_i$ ); posteriormente, os beckers foram conduzidos à estufa com ventilação forçada de ar e submetidas à temperatura de 80°C, durante 90 minutos, quando então procedeu-se novamente a mensuração da condutividade elétrica final ( $C_f$ ).

Desta forma, o extravasamento de eletrólitos na membrana celular foi obtido de acordo com Scott Campos & Thu Pham Thi (1997), conforme Equação (7):

$$EE = (C_i / C_f) \times 100 \quad (\text{eq.7})$$

Em que: EE = extravasamento de eletrólitos na membrana (%);

$C_i$  = condutividade elétrica inicial ( $\text{dS m}^{-1}$ );

$C_f$  = condutividade elétrica final ( $\text{dS m}^{-1}$ );

#### 4.4.2.5 Teor relativo de água (TRA)

Foram coletados e pesados 5 discos foliares de 0,771mm das folhas localizadas na parte mediana da planta, em seguida esses mesmos discos foram postos em beckers com 50 mL de água destilada, onde passaram 24 horas, após foram enxugadas, pesadas e os valores anotados obtendo o peso dos discos túrgidos, depois da pesagem os discos foram colocados em estufa a 65 °C, obtendo assim o peso da matéria seca. O TRA foi encontrado com a seguinte equação (8), contida em Cairo (1995).

$$TRA = \frac{PF-PS}{PT-PS} \times 100 \quad (\text{eq.8})$$

Em que: PF, PS e PT representam, respectivamente, o peso da matéria fresca, o peso da matéria seca e o peso das folhas túrgidas.

#### 4.4.3 VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO

Pelo fato do experimento ter sido conduzido até 30 DAT, não foi possível a colheita de todos os frutos da planta em estágio final de maturação, mesmo assim foram pesados todos os frutos por planta avaliando peso total até aquele momento e número de cachos por planta, contudo os dois primeiros cachos de todas as plantas já apresentavam grau de maturação adequado para colheita e comercialização, com isso foram analisados o peso

individual, número de frutos e o peso médio dos frutos destes cachos por planta nos respectivos tratamentos.

#### **4.5 Análise Estatística**

Os resultados obtidos serão submetidos às análises de variância pelo teste F, os tratamentos com variáveis quantitativas submetidos à análise de regressão e os tratamentos com variáveis qualitativas submetidos ao teste de Tukey a 1 e 5% de significância, utilizando-se o programa computacional Sisvar® (FERREIRA, 2011).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo da análise de variância, para as variáveis altura de plantas e diâmetro do caule podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3** - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de Altura e Diâmetro aos 15 e 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019.

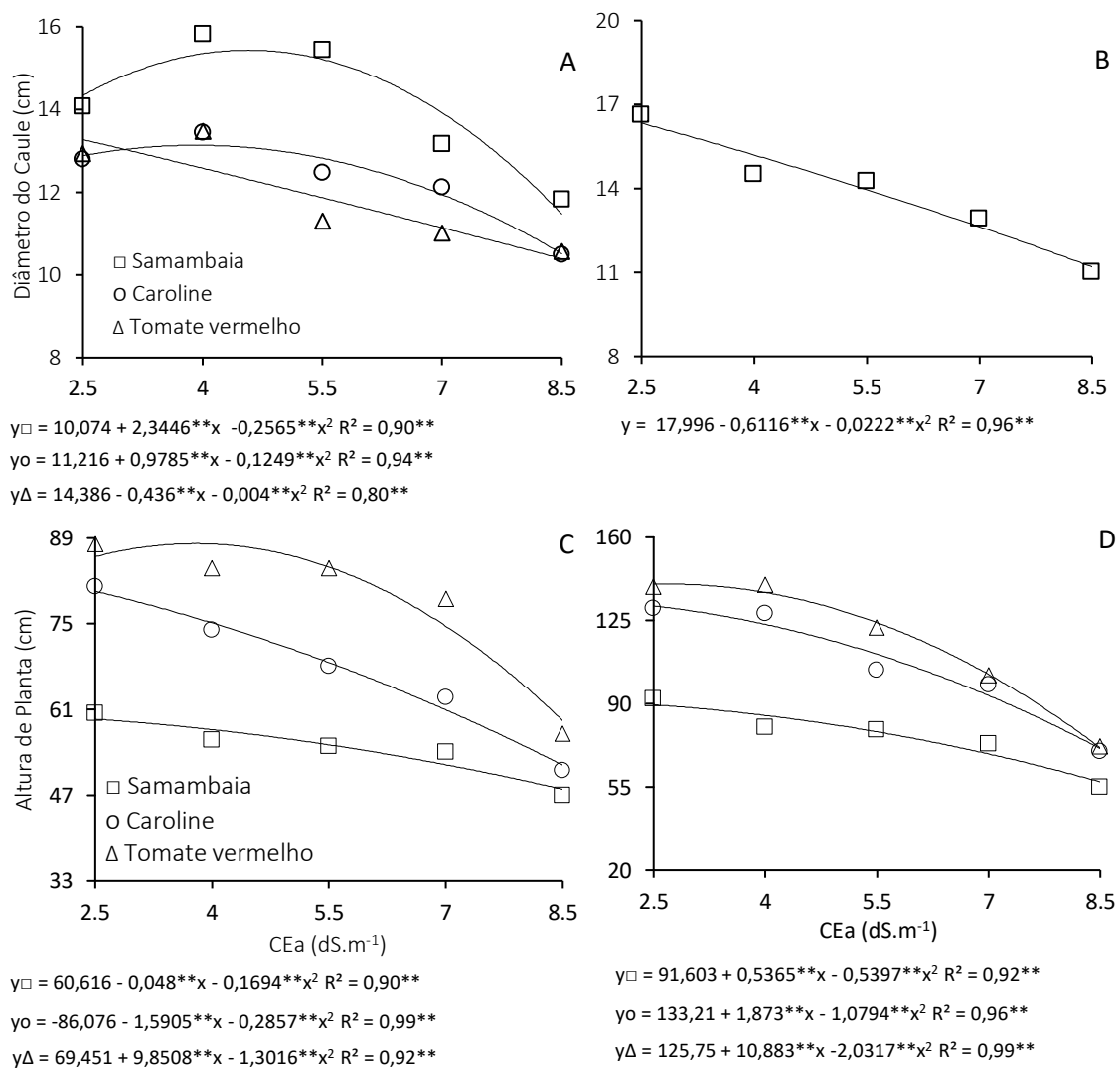
Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrado Médio			
		Altura (cm)		Diâmetro (cm)	
		15 DAT	30 DAT	15 DAT	30 DAT
Blocos	3	86,30 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	248,97 <sup>ns</sup>
Salinidade	4	592,38**	19,26**	15,92**	1761,31**
Cultivares	2	2651,40**	2,56 <sup>ns</sup>	15,92**	7563,91 <sup>ns</sup>
Interação	8	109,98*	1,36*	1,41*	122,12 <sup>ns</sup>
Resíduo	42	55,19 <sup>ns</sup>	2,57 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	90,46 <sup>ns</sup>
Total	59	-	-	-	-
CV (%)	-	10,98	8,75	7,97	10,85

ns, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, CV – coeficiente de variação, GL – Grau de liberdade.

Aos 15 dias após o início dos tratamentos (DAT), o diâmetro do caule (DC) ajustou-se significativamente ( $p < 0,05$ ) ao modelo quadrático (figura 4A), a cv. Samambaia (C1) se destacou apresentando maiores valores de DC em todos os níveis salinos em relação as demais, seguida pela cv. Caroline (C2) e tomate vermelho (C3), onde essas duas últimas tiveram valores mais próximos, observando o gráfico verifica-se que todas as cultivares obtiveram os maiores diâmetros no segundo nível salino da solução ( $4,0 \text{ dSm}^{-1}$ ) em relação ao primeiro nível ( $2,5 \text{ dSm}^{-1}$ ) de menor condutividade elétrica, aumentando 12, 5 e 4% na mesma ordem citada anterior, a partir desse nível ocorre uma diminuição do diâmetro com o aumento da salinidade, chegando a valores de 16, 18 e 18% menores que o primeiro nível para C1, C2 e C3 respectivamente com a condutividade de  $8,5 \text{ dSm}^{-1}$ , Gomes et al. (2011) trabalhando também com crescentes níveis salinos e com a cv. Samambaia obteve redução do diâmetro com o aumento da salinidade, juntamente com Silva Junior (2012).

A figura 4B nos traz os valores da segunda avaliação, com 30 dias do início dos tratamentos, observou-se efeito linear decrescente do diâmetro do caule ( $p < 0,01$ ) na medida que se aumentou a salinidade da solução nutritiva, diminuindo de 17 mm no nível de  $2,5 \text{ dSm}^{-1}$  para 11 mm no nível de  $8,5 \text{ dSm}^{-1}$  representando uma perda de 34%, não houve diferença significativa entre as cultivares, com o passar dos dias o aumento da

salinidade proporcionou uma maior redução do diâmetro em relação a testemunha, isso pode ser observado quando comparamos as taxas de perdas das duas avaliações, isso se dá pelo somatório dos danos causados pelo estresse salino ao longo do ciclo da cultura, onde as duas extremidades em relação aos níveis se distanciam cada vez mais ao longo do tempo, e as culturas não conseguem mais se diferenciar com ação do estresse, Cosme et al. (2011) e Guedes (2015) não encontrou diferença no diâmetro do caule com o aumento da salinidade, resultados opostos ao presente trabalho, isso pode ter ocorrido pelo fato dos trabalhos não apresentarem um maior intervalo entre os tratamentos em relação aos níveis salinos.



**Figura 4** - Diâmetro do Caule aos 15 e 30 DAT (A e B) e Altura de planta aos 15 e 30 DAT (C e D) de tomate cereja em resposta a níveis de salinidade da solução nutritiva. Campina Grande-PB, 2019.

Observou-se interação entre os fatores aos 15 e 30 DAT para a variável altura de planta (figura 4C e 4D), ambas se ajustando ao modelo quadrático ( $p < 0,01$ ), aos 15 DAT



a cv. Tomate vermelho obteve os maiores valores em todos os níveis salinos, nesse primeiro momento ocorreu redução da altura a medida que se aumentou a salinidade da solução nutritiva, chegando a perdas no maior nível salino ( $8,5 \text{ dSm}^{-1}$ ) em relação a testemunha ( $2,5 \text{ dSm}^{-1}$ ) de 37, 35 e 22% para C2, C3 e C1 respectivamente, com esses valores percebemos que a cv. Samambaia mesmo apresentado as menores alturas, tolerou melhor as condições de estresse salino, obtendo uma menor variação entre os níveis no que se refere as outras cultivares. Efeito da salinidade no cultivo do tomateiro, causando diminuição no crescimento das plantas, foram encontrados por outros autores (GUEDES et al, 2015; MEDEIROS et al., 2011), a redução do crescimento das plantas glicófitas quando submetidas às condições de exposição à salinidade ocorre devido à diminuição do potencial de água nas folhas, do teor relativo de água e na atividade fotossintética, (AHMED et al. 2012).

O estresse salino proporcionou reduções significativas, no desenvolvimento das plantas aos 30 DAT, de 37, 60 e 67 cm para C1, C2, C3 respectivamente, apresentando assim declínios na altura de plantas para cada aumento unitário no nível da salinidade, ao alcançar esse estágio de desenvolvimento da cultura as perdas se mostraram mais severas em comparação aos 15 DAT, todas as cultivares apresentavam perdas acima de 40% comparando a testemunha ao maior nível salino da solução ( $8,5 \text{ dSm}^{-1}$ ), importante destacar que durante o experimento a cv. Samambaia ao longo do seu ciclo, certas plantas estacionava seu crescimento da haste principal, ocorrendo uma queima do seu ápice, e esse fenômeno se intensificava nos maiores níveis salinos, isso contribuiu para seus menores valores de altura. O estresse salino causou redução na pressão de turgescência em virtude da diminuição do conteúdo de água, resultando em declínio na expansão da parede celular conseqüentemente menor crescimento. Rodrigues et al, (2018), aos 45 DAT, observou perda de crescimento das plantas de tomate, com o uso de água salobra, Paiva (2017) encontrou redução na altura dos tomateiros de até 21% no nível de  $5 \text{ dSm}^{-1}$  em relação a testemunha.

O resumo da análise de variância, para os valores de área foliar, matéria seca do caule e da folha, podem ser observados na tabela 4.

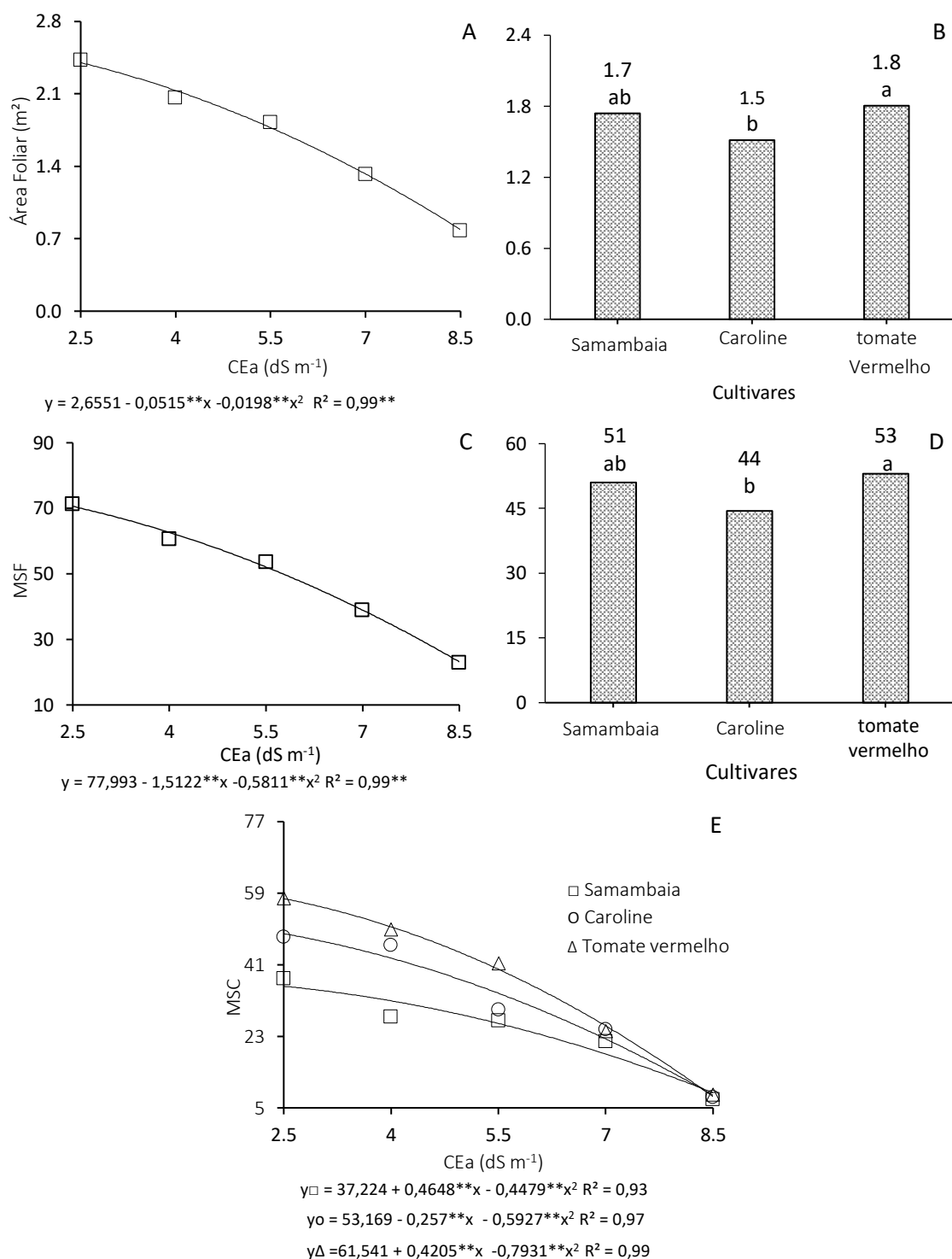
**Tabela 4** - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de área foliar, matéria seca do caule (MSC) e matéria seca das folhas (MSF) aos 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019.

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrado Médio		
		Área foliar (m <sup>2</sup> )	MSC (g.planta <sup>-1</sup> )	MSF
Blocos	3	1638,78 <sup>ns</sup>	29,39 <sup>ns</sup>	141,41 <sup>ns</sup>
Salinidade	4	49957,97**	2953,32**	4310,83**
Cultivares	2	4664,17*	734,64**	402,47*
Interação	8	1299,91 <sup>ns</sup>	117,60**	112,17 <sup>ns</sup>
Resíduo	42	927,77 <sup>ns</sup>	29,47 <sup>ns</sup>	80,06 <sup>ns</sup>
Total	59	-	-	-
CV (%)	-	18,08	17,77	18,08

ns, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, CV – coeficiente de variação, GL – Grau de liberdade.

A área foliar (AF) foi afetada pelos tratamentos aplicados, sofrendo uma redução com o aumento dos níveis salinos, verificou-se comportamento quadrático ( $p < 0,01$ ) com a AF atingindo 2,4 e 0,8 m<sup>2</sup> nos níveis de 2,5 e 8,5 dSm<sup>-1</sup> respectivamente, representando uma perda de 68% da superfície fotossintética (figura 5A), outros autores também constataram diminuição da AF do tomate com uso de águas salobras (BACHA et al, 2017; LI et al, 2019; VIOL et al, 2017), a redução no crescimento foliar representa um mecanismo de defesa das plantas sob condições de estresse hídrico e salino, reduzindo as perdas de água por transpiração (TAIZ & ZEIGER, 2013). Entretanto, também representa alterações na partição de fotoassimilados e redução na área destinada ao processo fotossintético, o que pode resultar em perdas de produtividade (PAIVA, 2017).

Houve significância de forma isolada para as cultivares através do teste Tukey ( $p < 0,05$ ), onde a cv. Tomate vermelho obteve valores médios de 1,8 m<sup>2</sup> diferenciando da cv. Caroline com uma AF de 1,5 m<sup>2</sup>, a cv. Samambaia não apresentou diferença a essas anteriores com uma AF de 1,7 m<sup>2</sup> (figura 5B). Guedes et al, (2015) em trabalho com a cv. Caroline sob estresse salino (3,5 dSm<sup>-1</sup>) obteve AF de 10,7 m<sup>2</sup> durante todo o ciclo da cultura, resultado bastante superior ao presente trabalho, essa diferença está associada as maiores salinidades utilizadas e menor tempo de avaliação (65 dias) desta pesquisa. Condições de salinidade proporciona diminuição na expansão das folhas pela redução no processo de alongação das células, devido a diminuição na pressão de turgescência e na extensibilidade da parede celular, em consequência da menor absorção de água pela planta (WILLADINO & CAMARA 2010).



**Figura 5** - Variação da área foliar (A), matéria seca de folha (C) e matéria seca do caule (E) em resposta a níveis de salinidade da solução nutritiva. Valores médios de área foliar (B) e matéria seca da folha (D) em função das cultivares de tomate cereja. Campina Grande-PB, 2019.

A salinidade da solução nutritiva exerceu efeito significativo sob a matéria seca das folhas (figura 5C), ocorrendo redução com o aumento dos níveis salinos, ajustando-se ao modelo quadrático ( $p < 0,01$ ), o tratamento que apresentou solução salina de  $8,5 \text{ dSm}^{-1}$

teve uma diminuição de 68% (48 g) em relação ao tratamento testemunha de 2,5 dSm<sup>-1</sup>, a redução desta variável, em razão do estresse salino, pode estar relacionada ao desvio de substratos energéticos responsáveis pelo crescimento das plantas para a síntese de solutos orgânicos, de modo a realizar o ajustamento osmótico (MUNNS, 2005), ou mesmo, no efeito sobre a turgescência das células que afeta o crescimento e a divisão celular, autores como Li et al, 2019 e Alves et al, 2016 também encontraram depleção da MSF com o aumento da salinidade.

As cultivares apresentaram significância de forma isolada através do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), seguindo a mesma tendência da área foliar, a cv. Tomate vermelho obteve valores médios de 53 g diferenciando da cv. Caroline com uma MSF de 44 g, a cv. Samambaia não apresentou diferença a essas anteriores com uma MSF de 51 g (figura 5D), esses resultados nos mostra que a cv. Tomate vermelho consegue ter um maior desenvolvimento vegetativo em relação as demais sob condições de salinidade, podendo corresponder posteriormente em maior produção de frutos pela maior aparato fotossintético.

Para análises de matéria seca do caule (MSC) aos 30 DAT, ocorreu interação entre os níveis salinos da solução e as cultivares estudadas (figura 5E), todas elas ajustando-se ao modelo quadrático ( $p < 0,01$ ), e negativamente, com o aumento dos níveis salinos, a cv. Tomate vermelho consegue ter maiores valores que as demais até o terceiro nível salino, a partir deste a alta condutividade elétrica da solução proporcionou valores bem próximos de MSC para ambas cultivares, ainda para essa cultivar apresentou diminuição de 85% (49 g) no maior nível salino (8,5 dSm<sup>-1</sup>) em relação ao tratamento testemunha, seguindo um decréscimo de 84% (40 g) e 81% (30 g) para as cultivares Caroline e Samambaia respectivamente, representando um perda brusca de MSC com o aumento do estresse salino.

Ao observar os resultados de diâmetro do caule aos 30 DAT, percebemos que não há diferença entre as cultivares, resultado oposto a MSC que apresenta diferenciação entre elas, e quando observamos os valores de diâmetro aos 15 DAT, notamos que as cultivares se comportam de forma inversa em relação a MSC, isso nos indica uma tendência que a cv. Tomate vermelho poderia apresentar maiores diâmetros em análises posteriores aos 30 DAT. Diminuição da MSC em tomateiro com o aumento da salinidade da solução foi observada também por outros autores (ALVES et al, 2018; SILVA et al. 2013; GOMES et al, 2011), o estresse salino reduz o crescimento e o desenvolvimento das plantas em

diferentes fases fisiológicas; esta redução pode estar relacionada com os efeitos adversos do excesso de sais sob homeostase iônica, balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo de carbono fotossintético (JAMES & MUNNS, 2003).

Um resumo da análise estatística para o comportamento das variáveis de pigmentos fotossintéticos, SPAD, extravasamento de eletrólitos e teor relativo de água é apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5** - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de clorofila a (Cl<sub>a</sub>), clorofila b (Cl<sub>b</sub>), clorofila total, carotenóides, SPAD, extravasamento de eletrólitos (EE) e teor relativo de água (TRA) aos 15 e 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019.

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrado Médio						
		Cl <sub>a</sub>	Cl <sub>b</sub>	Cl total	Carot.	SPAD	EE	TRA
		(mg.g <sup>-1</sup> )						
		1° Coleta 15 DAT						
Blocos	3	67,06 <sup>ns</sup>	25,31 <sup>ns</sup>	167,83 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	13,25 <sup>ns</sup>	6,10 <sup>ns</sup>	6,66 <sup>ns</sup>
Salinidade	4	270,04 <sup>**</sup>	48,15 <sup>**</sup>	541,67 <sup>**</sup>	13,38 <sup>**</sup>	91,70 <sup>**</sup>	179,70 <sup>**</sup>	43,99 <sup>**</sup>
Cultivares	2	119,81 <sup>ns</sup>	20,49 <sup>ns</sup>	235,37 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	33,85 <sup>**</sup>	52,68 <sup>**</sup>	181,31 <sup>**</sup>
Interação	8	47,21 <sup>ns</sup>	7,04 <sup>ns</sup>	86,82 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>	8,80 <sup>ns</sup>	3,36 <sup>ns</sup>	67,56 <sup>**</sup>
Resíduo	42	50,36 <sup>ns</sup>	10,04 <sup>ns</sup>	100,91 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	8,09 <sup>ns</sup>	5,52 <sup>ns</sup>	5,81 <sup>ns</sup>
Total	59	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	19,85	21,68	19,94	19,43	5,93	8,64	3,66
		2° Coleta 30 DAT						
Blocos	3	29,83 <sup>ns</sup>	9,15 <sup>ns</sup>	71,12 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	30,23 <sup>ns</sup>	7,67 <sup>ns</sup>	33,30 <sup>ns</sup>
Salinidade	3	233,82 <sup>**</sup>	44,76 <sup>**</sup>	483,18 <sup>**</sup>	2,92 <sup>**</sup>	244,73 <sup>**</sup>	95,59 <sup>**</sup>	1738,85 <sup>**</sup>
Cultivares	2	13,44 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	25,46 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	90,44 <sup>**</sup>	9,17 <sup>ns</sup>	19,76 <sup>ns</sup>
Interação	6	4,92 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>	13,05 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	8,88 <sup>ns</sup>	4,13 <sup>ns</sup>	202,57 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	11,92 <sup>ns</sup>	3,05 <sup>ns</sup>	26,43 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	7,66 <sup>ns</sup>	5,45 <sup>ns</sup>	109,10 <sup>ns</sup>
Total	47	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	14,04	17,36	14,84	14,38	5,81	14,34	15,65

ns, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, CV – coeficiente de variação, GL – Grau de liberdade.

A clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a fase fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético), enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios (EMRICH et al, 2011). O efeito do acréscimo da salinidade na solução nutritiva resultou em diminuição nos teores da clorofila *a* ( $p < 0,01$ ), apesar de que a partir do nível 4,0 dSm<sup>-1</sup> ocorre pequena variação (6%) em relação ao maior nível de 8,5 dSm<sup>-1</sup>, contudo este último em comparação a testemunha acontece perdas de 26% aos 15 DAT (figura 6A). Plantas submetidas às crescentes concentrações de NaCl são submetidas a alterações estruturais nos pigmentos fotossintéticos

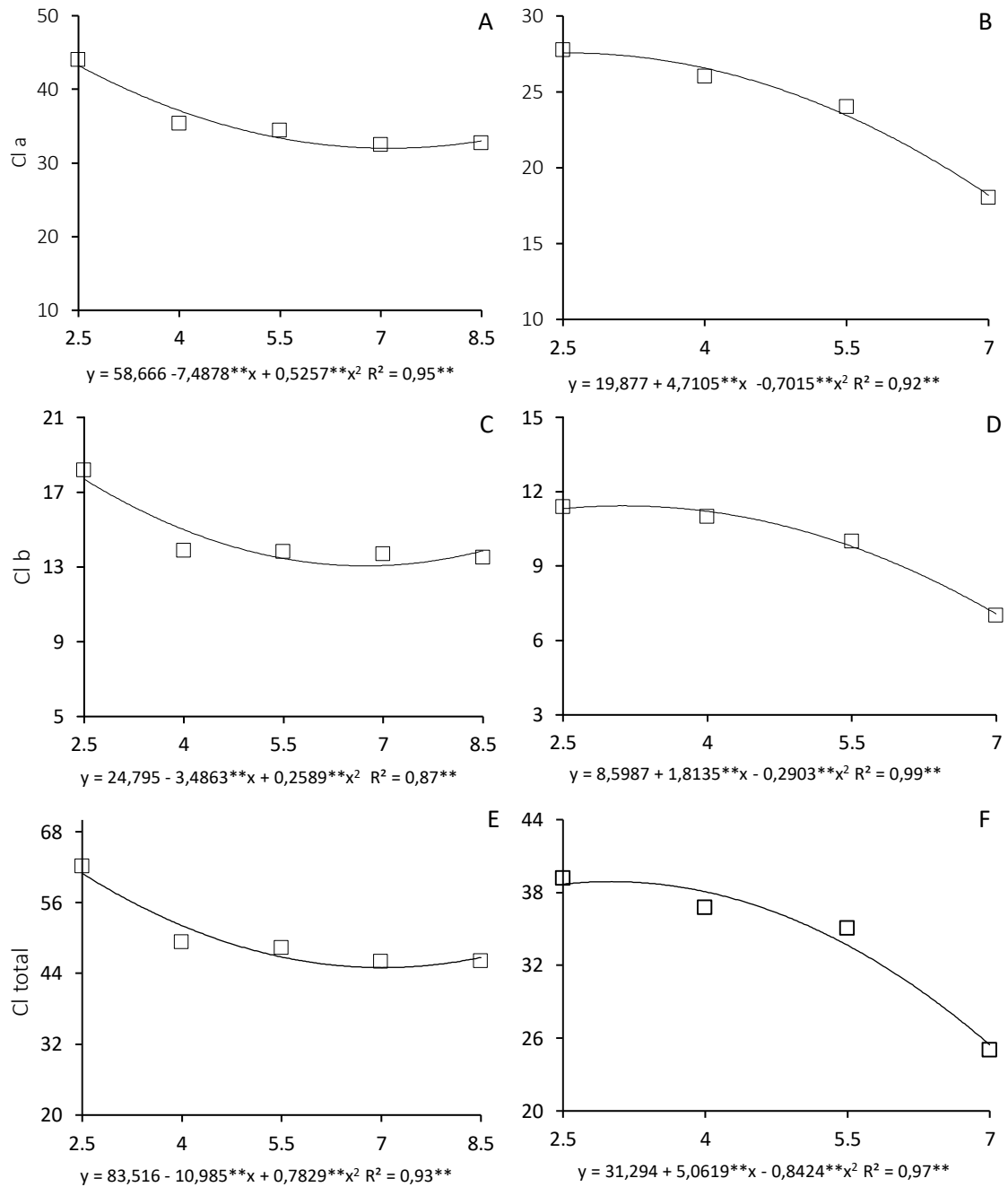
comprometendo, assim, a eficiência da energia de excitação a partir da antena coletora de luz e danos aos centros de reação do FSII (TATAGIBA et al, 2014).

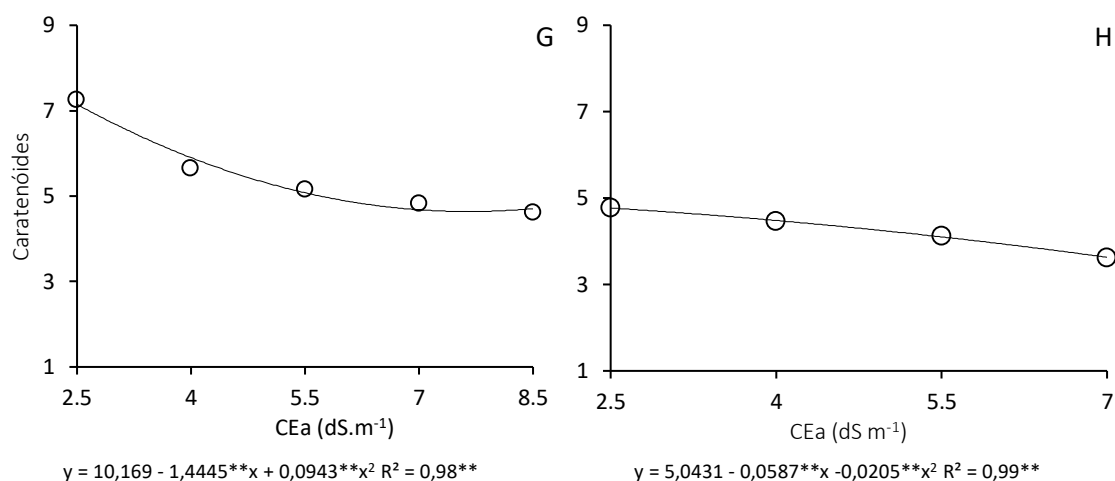
Na figura 6B, observamos os valores de clorofila *a* aos 30 DAT, notasse que o último nível salino não está mais presente, pois as plantas deste já estavam apresentando sintomas da salinidade avançados nas folhas, como necrose das bordas, murchamento e clorose, impossibilitando a coleta desse material para análises. Avaliando até o nível salino de 7 dSm<sup>-1</sup> percebe-se uma diminuição de 35% no teor de clorofila em relação ao nível de 2,5 dSm<sup>-1</sup>, onde essa perda se intensifica ao longo do ciclo da cultura. Mendonça *et al.* (2010) afirmam que plantas que crescem sob condições de salinidade têm sua atividade fotossintética reduzida, resultando na redução do crescimento, com menor área foliar e menor conteúdo de clorofila, outros autores também encontraram diminuição na concentração da clorofila *a* em tomateiros com o aumento da salinidade (MOLES et al, 2016; AZEVEDO 2009).

A clorofila *b* segundo a figura 6C, sofreu efeito negativo com o aumento da salinidade, ajustando-se ao modelo quadrático ( $p < 0,01$ ), observa-se uma redução mais acentuada no primeiro para o segundo nível salino, onde a partir deste os valores se comportam de forma parecida até a maior salinidade da solução, isso também foi observado nos valores de clorofila *a*, verifica-se perdas de 5 mg.g<sup>-1</sup> (26%) de clorofila *b* do maior nível (8,5 dSm<sup>-1</sup>) para o menor (2,5 d.Sm<sup>-1</sup>). Esses resultados podem ser explicados levando-se em conta que a deficiência hídrica causada pelo estresse salino beneficia a síntese de espécies reativas de oxigênio (EROs), que prejudicam o metabolismo vegetal, dentre outras razões, por induzirem a oxidação dos pigmentos fotossintéticos, incluindo a clorofila *b*, (Silva et al, 2016). Redução da clorofila *b* em tomate sob estresse salino foi encontrado também por outros autores (EBRAHIM et al, 2017 e TATAGIBA et al, 2014).

A clorofila *b* é considerada um pigmento acessório que auxilia na absorção de luz e na transferência de energia radiante para os centros de reação que estão localizados sobre as membranas tilacóides (TAIZ & ZIEGER, 2013). Aos 30 DAT ocorre diminuição da clorofila *b* ao longo do acréscimo da salinidade (figura 6D), fato interessante quando observamos esta figura é que a perda do segundo nível em relação ao primeiro é de 3%, onde aos 15 DAT essa redução era de 24%, isso acontece também com o terceiro nível em relação ao primeiro, onde aos 15 DAT foi de 24% e aos 30 DAT de 12%, mais já

quando observamos o quarto nível em relação ao primeiro, verificamos perdas de 25, e 39% para 15 e 30 DAT, mostrando uma tendência de aproximação dos resultados de clorofila *b* nos 3 primeiros níveis salinos. É possível que esse acontecimento possa ser decifrado como uma reposta de aclimação à atuação dos agentes estressantes, adotada por parte dos vegetais (TABOT; ADAMS, 2013).





**Figura 6** - Variação da clorofila a (A e B), clorofila b (C e D), clorofila total (E e F) e carotenóides (G e H) aos 15 e 30 DAT de tomate cereja em resposta a níveis de salinidade da solução nutritiva. Campina Grande-PB, 2019.

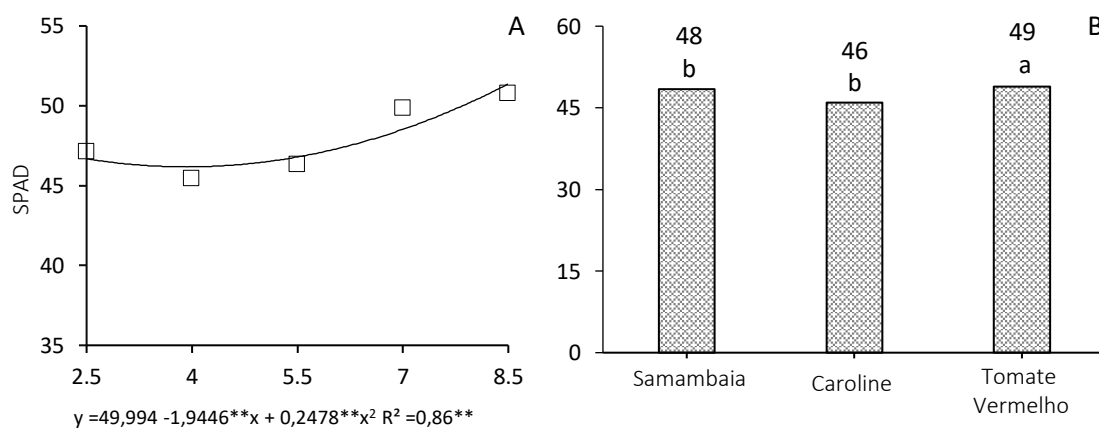
A elevação do teor salino da solução nutritiva proporcionou depleção da clorofila total de 26 e 36% nas avaliações de 15 e 30 DAT respectivamente, do maior nível (8,5 dSm<sup>-1</sup>) em relação ao menor nível salino (2,5 dSm<sup>-1</sup>), lembrando que a maior salinidade aos 30 DAT passou a ser 7,0 dSm<sup>-1</sup> (figuras 6 E e F). Segundo Munns (1993) o teor de clorofila aumenta com os níveis de salinidade em espécies tolerantes e diminui em espécies sensíveis como tomate cultura estudada no presente trabalho. Com 15 DAT as plantas apresentaram uma perda unitária de 0,78 mg.g<sup>-1</sup> de clorofila total para cada 1 dSm<sup>-1</sup>, e aos 30 DAT 0,84 mg.g<sup>-1</sup> estas perdas podem também ser atribuída à perda de pigmentos fotossintéticos nas folhas de tomateiro imposta pelas crescentes concentrações salinas, uma vez que clorofilas e carotenóides são parte integrante do complexo antena de captação de luz para o processo fotossintético (TAIZ & ZEIGER, 2013). Outros autores encontraram também diminuição da clorofila total em tomateiros sob salinidade da solução (POÓR et al, 2019; MOLES et al, 2016). De maneira geral podemos enfatizar através dos resultados de clorofila e carotenóides, que a partir do nível salino de 2,5 dSm<sup>-1</sup> já ocorreram perdas de pigmentos em todas as cultivares de tomate cereja estudadas.

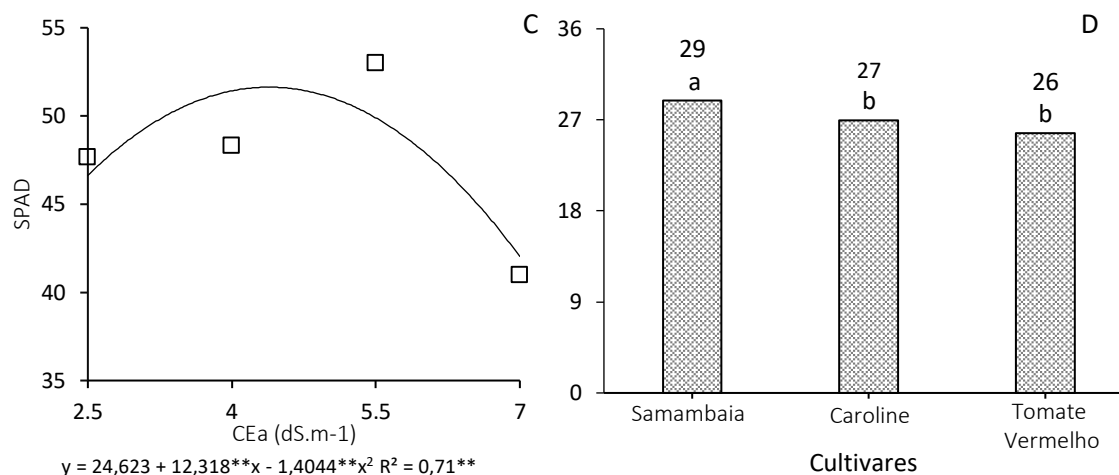
Os valores de carotenóides nos dois momentos de avaliação, apresentaram reduções quando se elevou a salinidade da solução nutritiva, verificou-se comportamento quadrático para as duas avaliações (p < 0,01), aos 15 DAT (figura 6G) observou-se reduções de 36% nos teores de carotenóides do nível salino de 8,5 dSm<sup>-1</sup> em relação a testemunha (2,5 dSm<sup>-1</sup>), já para 30 DAT (figura 6H) reduções de 26% do quarto nível salino (7,0 dSm<sup>-1</sup>) em relação ao primeiro, seguindo uma semelhança dos pigmentos



anteriores citados observamos detalhes nas figuras que já foram abordadas, como o menor intervalo entre os níveis salinos aos 30 DAT, que se tornam mais evidentes nos teores de carotenoides. De acordo com Fiaz et al. (2014), o estresse salino acarreta redução na atividade enzimática da protoclorofila reductase, inibindo a conversão dos respectivos precursores em pigmentos fotossintéticos, sendo essa redução apontada como a principal razão da menor produção de pigmentos fotossintéticos, inclusive de carotenóides. Em contrapartida os carotenoides apresentam estratégia de dissipação do excesso de energia luminosa, utilizado pelas espécies vegetais, sobretudo, diante de condições de estresse abiótico, na qual os carotenóides desempenham papel fotoprotetor (SILVA et al, 2016) assim podendo explicar a menor variação aos 30 DAT.

O medidor de clorofila portátil SPAD, apresentou valores dinâmicos ao longo das concentrações salinas da solução nutritiva nas avaliações realizadas no trabalho, aos 15 DAT (figura 7A) observou-se um acréscimo da clorofila com o aumento da salinidade, diferente dos valores aos 30 DAT onde após a concentração de 5,5 dSm<sup>-1</sup> ocorre diminuição, este incremento da clorofila na primeira avaliação pode estar associado a mecanismos de tolerância a salinidade do tomateiro, cumprindo função protetora contra o estresse oxidativo, resultado semelhante encontrado por Bobadella, (2017). Já no segundo momento aos 30 DAT (figura 7C), encontramos uma concentração máxima de clorofila sob uma condutividade elétrica de 4,4 dSm<sup>-1</sup>, segundo estimado pelo modelo quadrático, a partir deste ponto o aumento da salinidade causa efeito deletério sob a clorofila, autores também observaram esse efeito negativo com o aumento da salinidade (CAMEN et al, 2017; PARVEN et al, 2015; ROCHA, 2018).





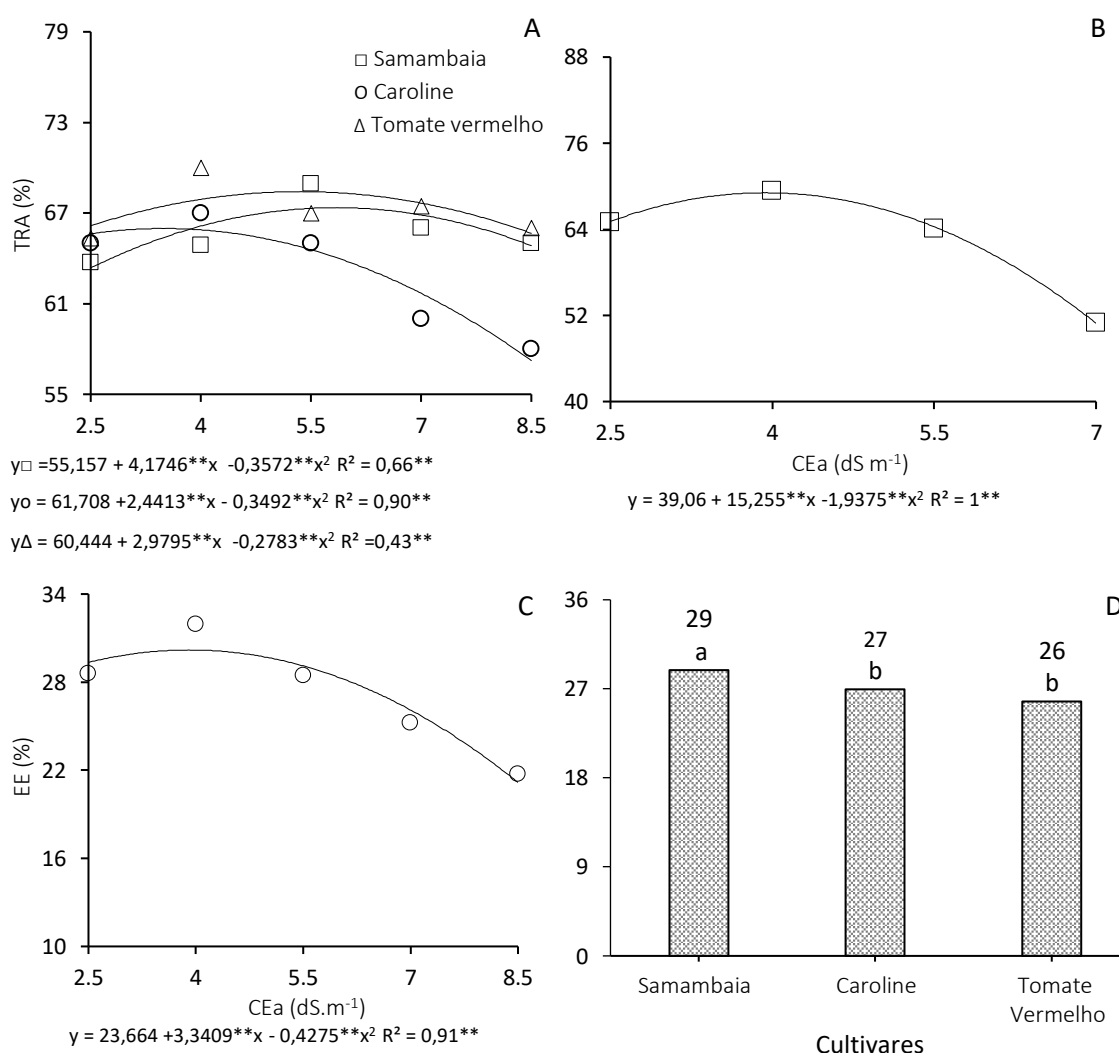
**Figura 7** - Variação do SPAD em reposta a níveis salinos da solução nutritiva aos 15 e 30 DAT (A e C). Valores médios do SPAD em função das cultivares de tomate cereja aos 15 e 30 DAT (B e D). Campina Grande-PB, 2019.

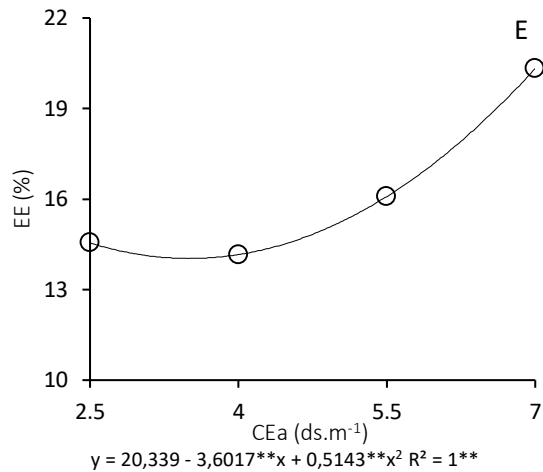
Observando as duas avaliações é possível verificar a tolerância da planta ao estresse salino no início dos tratamentos, mas com o decorrer do tempo com a persistência do estresse a planta não consegue preservar suas atividades metabólicas de forma normal, ocorrendo perdas da clorofila a partir de condutividades onde anteriormente não apresentava nenhuma diminuição, quando observamos os valores da clorofila total, não encontramos uma coerência com os valores de SPAD, já que deveriam apresentar um íntima correlação, isso pode ter ocorrido pelo fato de não ter feito ambas análises na mesma folha, já que o SPAD foi realizado em diferentes folhas da planta. Houve significância de forma isolada para as cultivares através do teste Tukey ( $p < 0,05$ ) para os dois momentos de avaliação, e tanto aos 15 e 30 DAT a cv. Tomate vermelho apresentou maiores teores de clorofila, seguida pela cv. Samambaia e Caroline (figuras 7B e 7D).

O conteúdo relativo de água é um índice que descreve a quantidade de solvente no tecido da planta e indica a capacidade do vegetal em manter o teor de adequado de água sob condições de estresse (SHARK et al, 2017). Observou-se interação entre os fatores aos 15 DAT (figura 8A) ajustando-se ao modelo quadrático ( $p < 0,01$ ), onde as cultivares samambaia e tomate vermelho apresentarão TRA máximo em 5,8 e 5,4  $dSm^{-1}$  respectivamente segundo a linha de tendência do modelo, estas cultivares tiveram respostas semelhantes com os tratamentos e pouca variação com o aumento da salinidade, diferente da cv. Caroline que a partir da segunda concentração da solução (4,0  $dSm^{-1}$ ) apresentou decremento no teor relativo de água, mostrando-se mais susceptível ao efeito

deletério do estresse salino em relação as demais cultivares, nesse primeiro momento de avaliação do experimento.

Com 30 DAT (figura 8B) o teor relativo de água diminui à medida que se aumentou a condutividade elétrica da solução nutritiva a partir do nível de 4,0 dSm<sup>-1</sup>, observou-se redução de 14% do maior nível salino (7,0 dSm<sup>-1</sup>) em relação ao controle (2,5 dSm<sup>-1</sup>), com a constância do estresse a condutividade que representava maior TRA, diminui de 4,9 dSm<sup>-1</sup> (15 DAT) para 3,9 dSm<sup>-1</sup> (30 DAT) segundo o modelo estatístico, resultando em menor tolerância ao sal como o decorrer do estresse, assim a planta vai perdendo turgência das células nos maiores níveis salinos, afetando seu desenvolvimento, sendo o potencial de crescimento das plantas elevado com o aumento no TRA, visto que o crescimento vegetal depende da turgescência celular, Silva Junior (2012) observou também diminuição do teor relativo de água com o aumento da salinidade no desenvolvimento do tomateiro.





**Figura 8** - Variação do teor relativo de água (A e B) e extravasamento de eletrólitos (C e E) aos 15 e 30 DAT, em reposta a níveis salinos da solução nutritiva. Valores médios de EE em função das cultivares de tomate cereja a 15 DAT (D). Campina Grande-PB, 2019.

Os incrementos nos níveis de salinidade na solução nutritiva causaram diminuição significativa ( $p < 0,01$ ) na ruptura da membrana celular a partir do segundo nível ( $4,0 \text{ dSm}^{-1}$ ) aos 15 DAT (figura 8C), resultado contraditório encontrado na maior parte da literatura, onde geralmente com a presença do estresse salino, a planta apresenta maior dano celular, isso pode ter ocorrido pelo fato do pouco tempo das plantas estarem submetidas ao estresse, tendo assim suas estratégias de tolerância ainda eficaz como aumento da espessura da parede celular e ao fortalecimento da membrana (LIMA et al., 2011). Também nessa primeira avaliação observamos efeito isolado sobre as cultivas através do teste Tukey ( $p < 0,05$ ), onde a cv. Samambaia teve maior extrusão de eletrólitos em comparação as cvs. Caroline e Tomate vermelho, mostrando-se mais susceptível ao estresse salino (figura 8D).

De acordo com a figura 8E o aumento da exposição das plantas ao estresse salino (30 DAT), proporcionou um acréscimo da porcentagem de eletrólitos vazados com o crescimento da CEs, chegando a 20% no maior nível ( $7,0 \text{ dSm}^{-1}$ ), este aumento está associado ao efeito da fitotoxicidade de sais em organismos vegetais, devido ao acúmulo de íons nos tecidos vegetais que consistem em modificações na composição das estruturas de membrana e organelas celulares, causando alterações morfofisiológicas nas plantas (SILVA et al, 2008; MUNNS, 2005). Não se encontram, na literatura, resultados de pesquisas abordando diretamente os efeitos do estresse salino sobre o extravasamento de eletrólitos em plantas de tomate cereja, porém Ferraz et al, (2015), avaliando o

extravasamento de eletrólitos em mamona, como também Sousa et al, (2017) trabalhando com citros, observaram maior liberação de eletrólitos com a elevação dos níveis salinos.

O estudo da análise de variância, para as variáveis de trocas gasosas podem ser observados na Tabela 6.

**Tabela 6** - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), carbono interno (Ci), eficiência do uso da água (A/E) e eficiência máxima de carboxilação instantânea (A/Ci) aos 15 e 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019.

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrado Médio					
		A	E	gs	Ci	A/E	A/Ci
1º Coleta 15 DAT							
Blocos	3	0,63 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	45,09 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,00004 <sup>ns</sup>
Salinidade	4	43,09**	3,72**	0,041**	2962,84 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,0010 <sup>ns</sup>
Cultivares	2	44,90**	1,78*	0,001 <sup>ns</sup>	1847,55 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,0014 <sup>ns</sup>
Interação	8	4,88 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,0032*	742,50 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>
Resíduo	42	4,33 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,0014 <sup>ns</sup>	2000,78 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,0010 <sup>ns</sup>
Total	59	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	15,71	14,74	17,07	20,64	20,78	34,48
2º Coleta 30 DAT							
Blocos	3	1,77 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,0052 <sup>ns</sup>	585,02 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>
Salinidade	3	37,92**	0,87*	0,038*	4137,89 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,0006*
Cultivares	2	14,34**	0,47 <sup>ns</sup>	0,0016 <sup>ns</sup>	221,81 <sup>ns</sup>	0,012 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Interação	6	10,08**	0,46 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>	578,53 <sup>ns</sup>	1,42*	0,0001 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	1,26 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,0092 <sup>ns</sup>	1991,93 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Total	47	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	11,6	19,21	37,32	15,37	24,10	39,86

ns, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, CV – coeficiente de variação, GL – Grau de liberdade.

A taxa de fotossíntese líquida (A) do tomateiro cereja decresceu linearmente com o aumento da salinidade da solução nutritiva aos 15 DAT, segundo as equações de regressão (figura 9A) houve decréscimos de 4,5% por incremento unitário da CEa, resultando em uma diminuição de 32% do maior nível salino (8,5 dSm<sup>-1</sup>) em relação ao nível controle (2,5 dSm<sup>-1</sup>). Pereira et al, (2014) avaliando o comportamento de trocas gasosas em tomateiro, observou redução da fotossíntese com o aumento da concentração de NaCl. Nesta primeira avaliação (15 DAT) houve significância de forma isolada para as cultivares através do teste Tukey (p < 0,05), onde a cv. Samambaia se destacou entre as demais tendo valores médios de fotossíntese igual a 15 μ mol m<sup>-2</sup>. s<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, se mostrando mais tolerante ao estresse salino nesse primeiro intervalo de tempo (figura 9B).

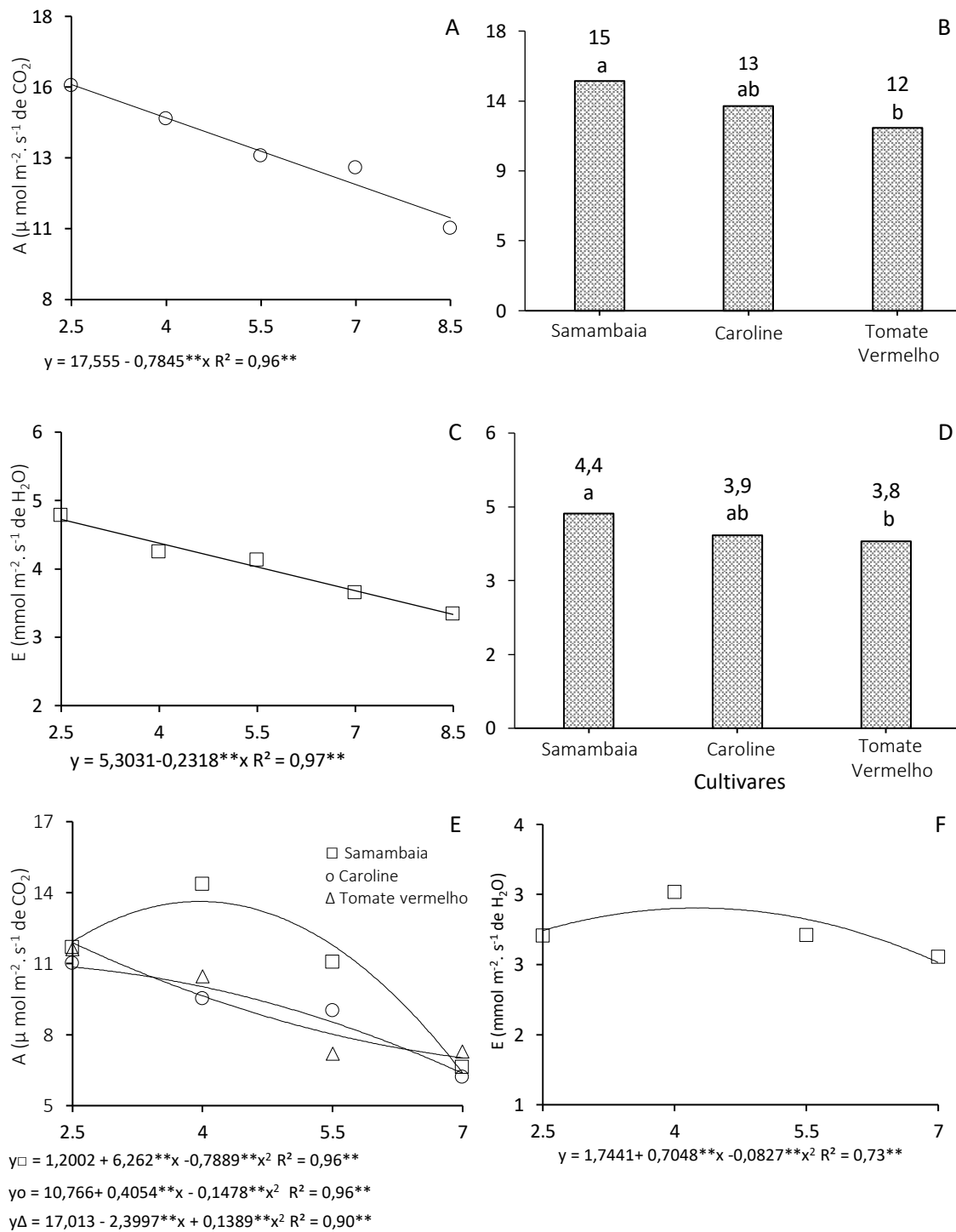
Com 30 DAT (figura 9E) observamos interação entre os fatores estudados, onde todas as cultivares ajustaram-se ao modelo quadrático ( $p < 0$ ,

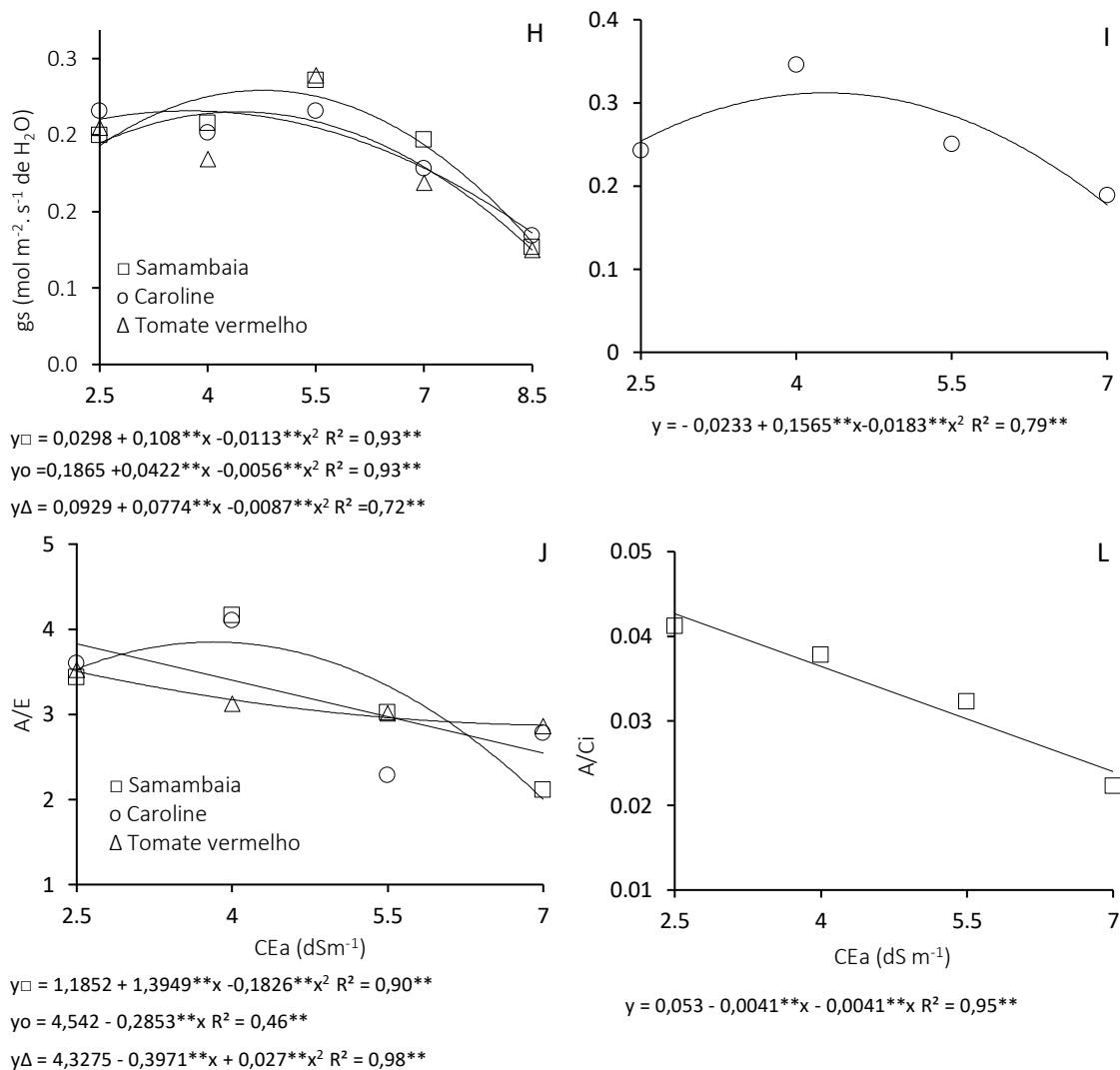
01) apresentando os valores de fotossíntese inversamente proporcional aos níveis salinos, a cv. Samambaia conseguir sobressair principalmente no segundo e terceiro nível em relação as demais cultivares, obtendo máximos valores na CEa de  $3,9 \text{ dSm}^{-1}$ , já as cvs. Caroline e tomate vermelho mostraram semelhança entre seus resultados ao longo dos níveis, chegando a perdas de fotossíntese igual à 56 e 63% respectivamente, da solução de  $7,0 \text{ dSm}^{-1}$  em comparação ao controle com  $2,5 \text{ dSm}^{-1}$  e a cv. Samambaia diminuição em torno de 57%. As baixas taxas fotossintéticas encontradas em função da salinidade mostram que o aumento dos níveis de sais proporcionou redução da condutância estomática, o que acarretou diminuição da pressão parcial de  $\text{CO}_2$  intercelular, interferindo negativamente na assimilação de  $\text{CO}_2$  por parte do aparelho fotossintético (TAIZ & ZEIGER, 2013).

A taxa de transpiração das plantas de tomate cereja aos 15 DAT é decrescente com o aumento dos níveis salinos da solução nutritiva (Figura 9C), apresentando redução de 4,4% a cada acréscimo unitário da CEa, resultando em uma diminuição de 30% do último nível salino ( $8,5 \text{ dSm}^{-1}$ ) em relação a testemunha ( $2,5 \text{ dSm}^{-1}$ ). As plantas de tomate quando submetidas a condições salinas, fecham seus estômatos, havendo, como consequência, redução na quantidade de água transpirada, a qual pode contribuir para redução na absorção e carregamento de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  para o interior das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Observou-se significância de forma isolada para as cultivares através do teste Tukey ( $p < 0,05$ ), seguindo a mesma tendência encontra na fotossíntese, onde a cv. Samambaia apresentou maiores valores de transpiração em relação a cv. Tomate vermelho, já a cv. Caroline não apresentou diferença em relação as anteriores (figura 9D).

No segundo momento de avaliação (30DAT), a transpiração não foi afetada linearmente com o fator de estresse (figura 9F), ou seja, apresentou tendência de curva quadrática negativa, com uma redução de 22% do que passou a ser o maior nível ( $7,0 \text{ dSm}^{-1}$ ) em comparação a concentração que obteve a maior transpiração ( $4,0 \text{ dSm}^{-1}$ ), o modelo estimou através da curva a CEa de  $4,3 \text{ dSm}^{-1}$  para se obter o valor máximo dessa variável. A planta como mecanismo de defesa diminui a taxa transpiratória com o excesso de sais na solução, com o intuito de reter maior quantidade de água na folha, para

amenizar os efeitos drásticos da salinidade (SOUSA, 2017). Tatagiba et al, (2014) avaliando limitações fotossintéticas em tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas, observou redução de até 60% na transpiração das plantas, decréscimo encontrado também em outras plantas C<sub>3</sub> como berinjela e feijão-caupi (BOSCO et al, 2009; PRAZERES et al, 2015).





**Figura 9** - Variação da fotossíntese (A e E), transpiração (C e F) e condutância estomática (H e I) os 15 e 30 DAT, variação da eficiência do uso da água (J) e eficiência máxima de carboxilação instantânea (L) aos 30 DAT em resposta a níveis salinos da solução nutritiva. Valores médios de fotossíntese (B) e transpiração (D) em função das cultivares de tomate cereja a 15 DAT. Campina Grande-PB, 2019.

O estresse provocado pelas crescentes concentrações de sais também reduziu significativamente a condutância estomática ( $gs$ ) nos dois momentos de avaliação, aos 15 DAT (figura 9H) ocorreu interação entre os fatores estudados, onde todas as cultivares ajustaram-se ao modelo quadrático ( $p < 0,01$ ), onde as cultivares samambaia, caroline e tomate vermelho apresentaram diminuição da  $gs$  a partir das CEas 4,8; 2,4 e 4,5  $\text{dSm}^{-1}$  respectivamente segundo o ponto máximo da curva, resultando em maior tolerância ao sal da primeira e última cultivar. O fechamento estomático reduz a transpiração foliar, o que certamente atenuou o efeito tóxico do excesso de sais absorvidos e a consequente redução do fluxo normal de  $\text{CO}_2$  em direção ao sítio de carboxilação é um dos principais



responsáveis pela redução da fotossíntese, em plantas cultivadas em condições de salinidade (FLOWERS, 2004; XU et al., 1994).

Aos 30 DAT (figura 9I) já não foi possível identificar variações entre as cultivares com aumento da salinidade da solução nutritiva, e o fechamento estomático acontece a partir da CEa de  $4,2 \text{ dSm}^{-1}$ , chegando a perdas de 22% nas plantas submetidas à concentração de  $7,0 \text{ dSm}^{-1}$  em relação às plantas controle ( $2,5 \text{ dSm}^{-1}$ ). A menor condutância foliar obtida pelas plantas sob estresse salino provavelmente está relacionada com o estresse hídrico a que essas plantas estão sujeitas, graças, principalmente à redução da condutividade hidráulica das raízes (SULTANA et al., 1999). Vieira (2014) em seu trabalho com tomate cereja, avaliando água de irrigação com até  $4,5 \text{ dSm}^{-1}$ , observou perdas da condutância estomática de 49% em comparação ao nível controle de  $0,3 \text{ dSm}^{-1}$ , como também Li et al, (2019) com diferentes estratégias de irrigação com água salina.

A eficiência do uso da água foi significativa aos 30 DAT, havendo interação entre os fatores, onde todas as cultivares se ajustaram ao modelo quadrático negativamente ( $p < 0,01$ ), seguindo uma tendência apresentada pela fotossíntese e transpiração das plantas de tomate cereja, analisando a figura 9J percebemos que as cultivares partem praticamente do mesmo ponto, onde no segundo nível salino as cultivares samambaia e caroline apresentam uma maior relação na eficiência do uso da água, mas não conseguem se destacar nos maiores níveis, reduzindo de forma mais bruscas, enquanto a cv. Tomate vermelho segue uma leve depleção. Na figura 9L observamos a eficiência máxima de carboxilação instantânea, apresentando diminuição linear com o aumento da salinidade, chegando a perdas de 7,7% com o aumento unitário da CEa, esses valores significam que o  $\text{CO}_2$  que está chegando às células do mesófilo não está sendo fixado na fase de carboxilação da ribulose 1,5 bifosfato carboxilase-oxigenase (Rubisco), possivelmente por danos em sua estrutura, reduzindo então a taxa fotossintética (TATAGIBA et al, 2014).

Um resumo da análise estatística para o comportamento das variáveis de produção é apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7** - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de número de cachos (NC), número de frutos do 1º cacho (NFC1), número de frutos do 2º cacho (NFC2), peso médio dos frutos do 1º cacho (PMC1), peso médio dos frutos do 1º cacho (PMC2) e produção por planta (PROD) aos 30 DAT, Campina Grande-PB, 2019.

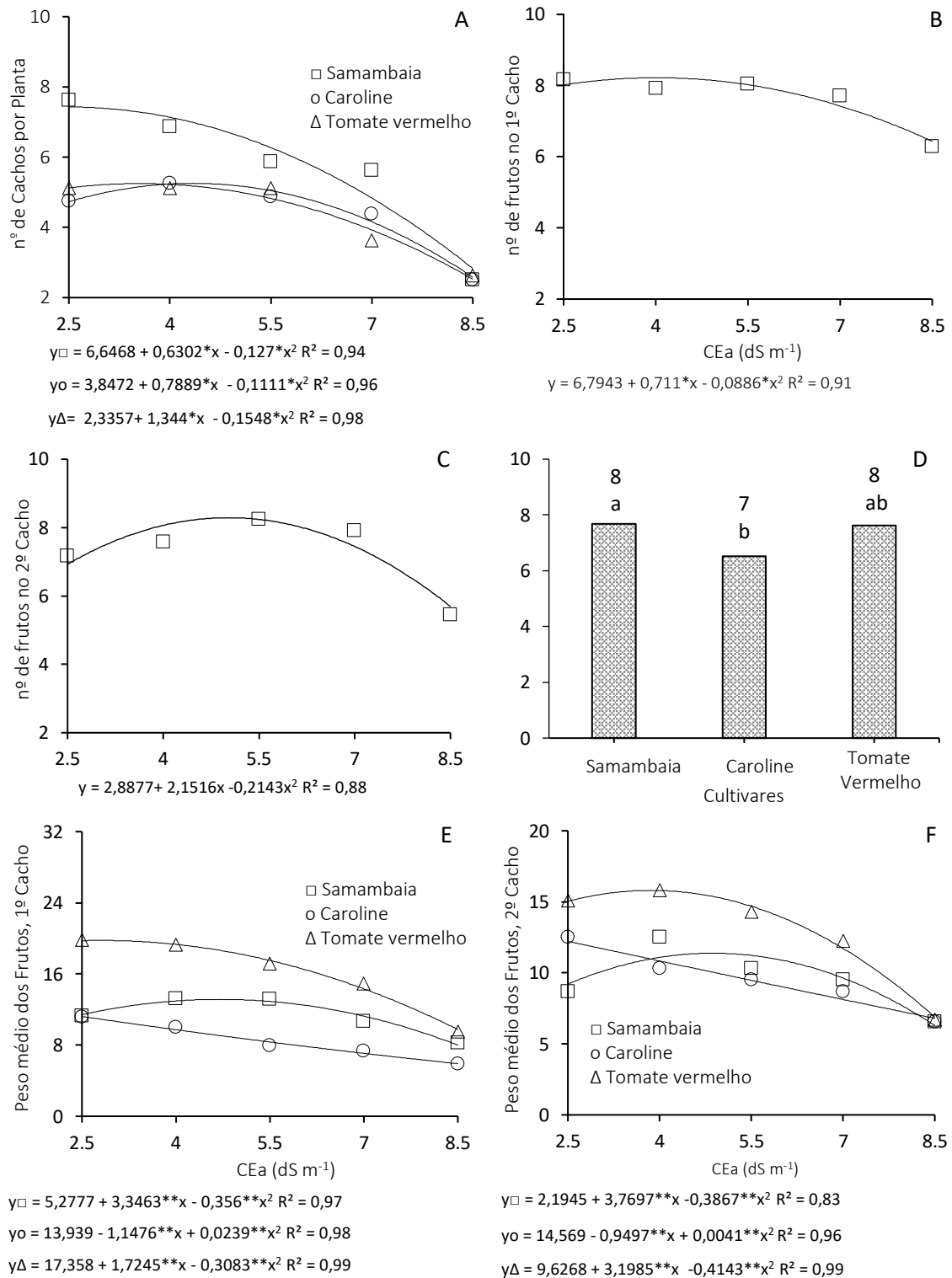
Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrado Médio					
		NC	NFC1	NFC2	PMC1	PMC2	PROD
Blocos	3	1,45 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>	11,83 <sup>ns</sup>	14,37 <sup>ns</sup>	7957,28 <sup>ns</sup>
Salinidade	4	22,14 <sup>**</sup>	7,01 <sup>*</sup>	14,31 <sup>**</sup>	59,32 <sup>**</sup>	48,71 <sup>**</sup>	102096,24 <sup>**</sup>
Cultivares	2	12,38 <sup>**</sup>	3,80 <sup>ns</sup>	8,45 <sup>ns</sup>	300,90 <sup>**</sup>	97,94 <sup>**</sup>	94117,14 <sup>**</sup>
Interação	8	1,60 <sup>*</sup>	2,78 <sup>ns</sup>	4,44 <sup>ns</sup>	22,64 <sup>**</sup>	14,27 <sup>**</sup>	14284,04 <sup>**</sup>
Resíduo	42	0,64 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	2,10 <sup>ns</sup>	6,70 <sup>ns</sup>	4,76 <sup>ns</sup>	3517,64 <sup>ns</sup>
Total	59	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	16,64	18,48	19,92	21,63	21,15	22,91

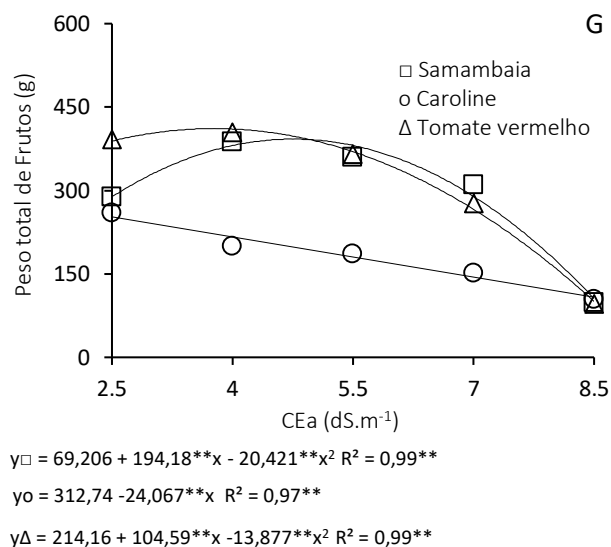
ns, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, CV – coeficiente de variação, GL – Grau de liberdade.

Os menores níveis salinos representaram as maiores quantidades de Cachos por planta (figura 10A), na interação entre os fatores estudados podemos notar o melhor desempenho da cv. Samambaia em relação as demais, exceto na maior condutividade elétrica da solução nutritiva, esta cultivar apresentou também a maior redução (67%) entre a concentração de 8,5 dSm<sup>-1</sup> em relação ao controle de 2,5 dSm<sup>-1</sup>, onde as cultivares caroline e tomate vermelho tiveram perdas de 47 e 49% respectivamente, Rodrigues et al, (2018), não observou significância quando ao número de cachos, avaliando tomateiros sob estresse salino. Quanto ao número de frutos do primeiro e segundo cacho (figura 10B e 10C), pois foram estes que ao final do experimento já apresentavam características morfológicas comerciais, observou-se variações de: 6 a 8 frutos no 1º cacho e 5 a 8 frutos no 2º cacho, ao longo dos níveis salinos, expressando valores máximos de frutos nas condutividades de 4 e 5 dSm<sup>-1</sup> nos cachos de primeira e segunda ordens respectivas.

Segundo SILVA (2011), em estudo com a cultura da berinjela que pertence à mesma família do tomate, afirma que o número de frutos dessa cultura aumenta com o aumento da salinidade até certo nível, logo em seguida, essa variável tende a decrescer com incremento da salinidade, resultados semelhantes encontrados no presente trabalho, diminuição do número de frutos de tomate com aumento da salinidade são encontrados também por outros autores (GUEDES et al, 2015, GOMES et al, 2011 e ELOI, 2007). O número de frutos do segundo cacho foi significativo para as cultivares através do teste Tukey (p < 0,05), onde a cultivar samambaia apresentou valores médios (7,7 frutos) que

se diferenciaram da cv. Caroline (6,5 frutos) e a cv. Tomate vermelho não se diferenciou das anteriores (7,6 frutos) (figura 10D).





**Figura 10** - Variação do número de cachos (A), número de frutos do 1º e 2º cacho (B e C), peso médio do 1º e 2º cacho (E e F) e peso total de frutos por planta (G) aos 30 DAT em reposta a níveis salinos da solução nutritiva. Valores médios do número de frutos do 2º cacho (D) em função das cultivares de tomate cereja a 30 DAT. Campina Grande-PB, 2019.

O peso médio dos frutos para os cachos de primeira e segunda ordem (figura 10E e 10F) apresentaram interação entre os fatores estudados, no primeiro cacho observamos uma diminuição gradual com o aumento da salinidade para as cultivares tomate vermelho e carolina com perdas de 52 e 48% respectivamente do maior para o menor nível salino, já a cv. Samambaia sofre um aumento no peso médio dos frutos, posteriormente uma redução a partir da condutividade de 4,7 dSm<sup>-1</sup>. O segundo cacho já apresenta um arco para as cultivares tomate vermelho e samambaia, com maiores pesos médios dos frutos nas condutvidades elétricas de 3,9 e 4,9 dSm<sup>-1</sup> respectivamente, onde a cv. Caroline teve uma redução contínua com o acréscimo de sal, De acordo com Cuartero & Fernández-Muñoz (1999), os frutos originados de plantas sob tratamentos salinos parecem crescer normalmente durante a fase de divisão celular, no entanto, durante a fase de expansão celular os efeitos deletérios dos sais são observados, assim diminuindo seu peso consequentemente. Redução do peso médio do tomate cereja com aumento da salinidade em sistema hidropônico também foram encontrados por outros autores (ROCHA et al, 2010 e GUEDES et al, 2015).

O efeito dos tratamentos sobre a produção de frutos (figura 10G) por planta foi semelhante ao observado para a variável peso médio de frutos, onde as cultivares tomate vermelho e samambaia tiveram comportamento parabólico com o aumento dos níveis salinos, tendo os pontos máximo de produção alcançados com condutvidades elétricas

de 3,8 e 4,8  $\text{dSm}^{-1}$  respectivamente, já a cv. Caroline melhor se ajustou ao modelo linear apresentando redução unitária de 24 g a cada acréscimo de 1  $\text{dSm}^{-1}$ . Santos et al, (2016) avaliando níveis crescentes de salinidade da solução nutritiva sobre a produção de tomate cereja, chegou a valores de 820 g com CEa igual a 3,01  $\text{dSm}^{-1}$  aos 105 dias de exposição ao estresse, onde no presente trabalho com 30 dias de exposição ao estresse chegamos a produção de 400 g com CEa de 4,0  $\text{dSm}^{-1}$  (cv. Tomate vermelho). Essa baixa produção com o aumento dos níveis salinos, é a resposta do tomateiro pelo acrescentamento dos danos causados pelo estresse salino na planta, afetando desde o crescimento até processos fisiológicos, outros autores também verificaram esse tipo de perda (ALVEZ 2016; VIOL et al, 2017).

## 6. CONCLUSÃO

O uso de água com salinidade acima de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  provoca redução significativa no crescimento das plantas de tomateiro cereja até os 30 dias após o início dos tratamentos.

O aparelho fotossintético se mostrou eficiente até o segundo nível salino da solução nutritiva ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), a partir deste a salinidade cominou em eventos de fotoinibição ou fotodanos nas plantas de tomate cereja, com 30 DAT.

Se torna possível produzir tomate cereja com salinidade de até  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$  em ambiente aberto no semiárido paraibano, dentre as cultivares a Samambaia revela maior tolerância aos sais no crescimento, fisiologia e produção aos 30 DAT.

Como a tolerância ao sal é uma característica complexa, influenciada grandemente por fatores genéticos, fisiológicos e ambientais, é necessário em uma perspectiva futura avaliar os níveis salinos em todo o ciclo da cultura, assim encontrando resultados definitivos para as cultivares de tomate cereja.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, C. B.; MAGDICH, S.; ROUINA, B. B.; BOUKHRIS, M.; ABDULLAH, F. B. Saline water irrigation effects on soil salinity distribution and some physiological responses of field grown Chemlalioliven. **Journal of Environmental Management**, v. 113, n. 1, p. 538-544, 2012.

ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, R. A. M. Comercialização, colheita, classificação e embalagens. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, p. 367-393, 2004.

ALVES, R. C. **Fisiologia e bioquímica do tomateiro submetido à irrigação salina parcial do sistema radicular**. 2016. 92f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2016.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Balço das Águas n. 4**. Brasília: ANA, 2014. 14 p.

ANDRADE, M. C.; SILVA, A. A.; CONRADO, T. V.; MALUF, W. R.; ANDRADE, T. M.; OLIVEIRA, C. M. Capacidade combinatória de linhagens de tomateiro em híbridos do tipo italiano. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 237-245, 2014.

ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.

AZEVEDO, L.C. **Mecanismos de adaptação e fotoproteção em tomateiros submetidos ao estresse salino**. 2009. 52f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

BABADELLA, A. E. **Respueta al estrés salino por cloruro de sodio y agua de mar en la fase de crecimiento de dos tipos de tomate en un sistema hidropónico de raiz flotante**. 2017. 89p. Tesis (Maestro em ciencias en el uso, manejo e preservación de las recursos naturales) – Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, 2017.

BARBATO, R. Comparative analysis of salt stress, duration and intensity, on the chloroplast ultrastructure and photosynthetic apparatus in *Thellungiella salsuginea*. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 183, p. 275-287, 2018.

BENINCASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas: Noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1986. 42p.

BLISKA J.A.; HONÓRIO, S.L. **Cartilha tecnológica: hidroponia**. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 1996. 51p.

BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Ceres**, v.56, n. 3, p. 296-302, 2009.

- CAIRO, P. A. R. **Curso básico de relações hídricas de plantas**. Vitória da Conquista: UESB, 1995. 32p.
- CAMEN, D.; IANCU, T.; POPESCU, C.; STANCIU, S.; DRAGOMIR, C.; MOATAR, M.; DRAGOMIR, N.; NISTOR, E.; SALA, F. Changes of physiological parameters in tomatões under salt stress and fertilization levels. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 22, n. 4, p. 12821-12826, 2017.
- CARDOSO, G. G. G.; KLAR, A. E. Potenciais de água no solo na produção de alface. **Irriga**, v.14, n.2, p.170-179, 2009.
- CHEN, L. J.; FENG, Q.; LI, F. R.; LI, C. S. A bidirectional model for simulating soil water flow and salt transport under mulched drip irrigation with saline water. **Agricultural water management**, v. 146, p. 24-33, 2014.
- CUARTERO J.; FERNANDEZ-MUNÓZ, R. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, p. 83-125, 1999.
- EBRAHIM, M., K., H.; SALEEM, A., R. Alleviating salt stress in tomato inoculated with mycorrhizae: Photosynthetic performance and enzymatic antioxidants. **Journal of Taibah University for Science**, v. 11, n. 6, p. 850-860, 2017.
- ELOI, W. M. **Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre o cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) em ambiente protegido**. 2007. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, USP, Piracicaba. 2007.
- EL-SHARKAWY, M.; EL-BESHSBESHY, T.; AL-SHAL, R.; MISSAOUI, A. Effect of Plant Growth Stimulants on Alfalfa Response to Salt Stress. **Agricultural Sciences**, v.8, p. 267-291, 2017.
- EMRICH, E. B.; SOUZA, R. J.; LIMA, A. A.; FIGUEIREDO, F. C.; SILVA, D. R. G. Cultivo do tomateiro em substratos orgânicos sob aplicação foliar de silicato de potássio em ambiente protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 56-61, 2011.
- ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasilienses**, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.
- FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura. **Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe**. Santiago: FAO, 2016. 38 p.
- FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 564-570, 2002.



- FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. 2007. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 275-278, 2007.
- FERRAZ, R. L. S.; MAGALHÃES, I. D.; BELTRÃO, N. E. M.; MELO, A. S.; NETO, J. F. B.; ROCHA, M. DO S. Photosynthetic pigments, cell extrusion and relative leaf water content of the castor bean under silicon and salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n.9, p. 841-848, 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042. 2011.
- FAIAZ, K.; MALIK, S., A.; YOUNIS, U.; DANISH, S.; RAZA SHAH, M., H.; NIAZ, S. Drought impact on Pb/ Cd toxicity remediated by biochar in Brassica campestris. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 14, n. 4, p. 845-854, 2014.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura**. Viçosa MG: Ed. UFV, 2000. 402 p.
- FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55 p. 307-319, 2004.
- FURLANI, P. R. **Cultivo protegido de hortaliças com ênfase na hidroponia**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2008. 72 p.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, (Boletim técnico, n.180), 1999. 52p.
- 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 Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 850-856, 2011.
- GOTO, R. Manejo nutricional no cultivo de hortaliças em estufas. In: Encontro de hortaliças, 9. Encontro de plasticultura da região sul, 6, 1995, Maringá. **Palestras e trabalhos apresentados**, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 11-8, 1995.
- GOUSSI, R.; MANAA, A.; DERBALI, W.; CANTAMESSA, S.; ABDELLY, C.; BARBATO R. Comparative analysis of salt stress, duration and intensity, on the chloroplast ultrastructure and photosynthetic apparatus in *Thellungiella salsuginea*. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 183, p. 275-287, 2018.
- 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.

- GUIMARÃES, T.G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e de estufa, influenciados por doses de nitrogênio.** 1998. 201f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil.** Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p.
- HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas.** 2009. 128f. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, USP, Piracicaba, 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária: tomate.** 2007. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de junho de 2018.
- JESUS, C. G. **Estresse salino em rúcula (Eruca sativa Mill.) hidropônica: Aspectos fisiológicos, bioquímicos e nutricionais.** 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- KUMAR, P.; SARANGI A.; SINGH, D. K.; PARIHAR, S. S.; SAHOO, R. N. Simulation of salt dynamics in the root zone and yield of wheat crop under irrigated saline regimes using SWAP model. **Agricultural Water Management**, v. 148, p. 72-83, 2015.
- LENUCCI, M. S.; CADINU, D.; TAURINO, M.; PIRO, G.; DALESSANDRO, G. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. **Journal of Agriculture Food and Chemistry**, v. 54, p. 2606-2613, 2006.
- LI, J.; GAO, Y.; ZHANG, X.; TIAN, P.; LI, J.; TIAN, Y. Comprehensive comparison of different saline water irrigation strategies for tomato production: Soil properties, plant growth, fruit yield and fruit quality. **Agricultural Water Management**, v. 213, p. 521-533, 2019.
- LIMA, M. A.; CASTRO, V. F.; VIDAL, J.B.; ENÉAS FILHO, J. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.398-403, 2011.
- MARTINEZ, H. E. P. **Manual Prático de Hidropônica.** Viçosa: UFV, 2017. 286p.
- MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.
- MELO, P.C.T. **Melhoramento genético do tomateiro.** Asgrow: Campinas, 1989. 55p.

- MENDONÇA, A., V., R.; CARNEIRO, J., G., A.; FREITAS, T., A., S.; BARROSO, D., G. Características fisiológicas de mudas de Eucalyptus spp. submetidas a estresse salino. **Ciência Florestal**, v.20, n.2, p.255-267, 2010.
- MOLES, T., M; POMPEIANO, A.; REYES, T., H.; SCARTAZZA, A.; GUGLIELMINETTI, L. The efficient physiological strategy of a tomato landrace in response to short-term salinity stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 109, p. 262-272, 2016.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, p. 645– 663, 2005.
- MUNNS, R. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. **Plant, Cell and Environment**, v.16, p.15-24, 1993.
- MUNNS, R., JAMES, R. A. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. **Plant Soil**, v. 253, n. 02, p. 201-218, 2003
- PARIDA, A. K.; BANDHU, A. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, p. 324-349, 2005.
- PARVIN, K.; AHAMED, K. U.; ISLAM, M. M.; HAQUE, N. Response of Tomato Plant Under Salt Stress: Role of Exogenous Calcium. **Journal of Plant Sciences**, v.10, n. 6, p. 222-233, 2015.
- PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G.A.; MOURA, C.A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Ceres**, v. 59, p. 110-117, 2012.
- PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **TGC Report**, v.56, p.6-12, 2006.
- POÓR, P.; BORBÉLY, P.; CZÉKUS, Z.; TAKÁCS, Z.; ÖRDÖG, A.; POPOVIĆ, B.; TARI, I. Comparison of changes in water status and photosynthetic parameters in wild type and abscisic acid-deficient *sitiens* mutant of tomato (*Solanum lycopersicum* cv. Rheinlands Ruhm) exposed to sublethal and lethal salt stress. **Journal of Plant Physiology** v. 232, p. 130-140, 2019.
- PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and álcali soils**. Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954. 156p. Handbook 60.
- ROCHA, L. D. **Efeitos dos ácidos húmicos extraídos de lodo de esgoto em zea mays I. sob restrição hídrica e estresse salino**. 2018. 139p. Tese (Doutorado em Biologia

Vegetal) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

ROCHA, M. Q. **Crescimento, fenologia e rendimento do tomateiro cereja em cultivo hidropônico**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícola), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

ROCHA, M. Q.; PEIL, R. M. N.; COGO, C. M. Rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentração de nutrientes em hidroponia. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, 2010.

RODRIGUES, A. J. O.; NUNES, L. R. L.; NUNES, A. M. C.; UCHÔA, K. S.A. Efeito da adubação silicatada no cultivo de tomateiro sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, v.14, n.2, p.141-148, 2018.

RODRIGUES, S. D.; PONTES, A. L.; MINAMI, K.; DIAS, C. T. S. Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 137-141, 2002.

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

SANTOS, F. F. B. **Obtenção e seleção de híbridos de tomate visando à resistência ao Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV)**. 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2009.

SCOTTI C. P. A. Effect of abscisic acid pretreatment on membrane leakage and lipid composition of *Vigna unguiculata* leaf discs subject to osmotic stress. **Plant Science**, v. 130, p. 11-18, 1997.

SILVA JUNIOR, J. F. **Desenvolvimento do tomate em diferentes níveis de irrigação e de doses de salinidade**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

SILVA, A., R., A.; BEZERRA, F., M., L; LACERDA, C., F.; SOUSA, C., H., C.; CHAGAS, K., L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.

SILVA, E. M. **Manejo da fertirrigação em ambiente protegido visando o controle da salinidade do solo para a cultura da berinjela**. 2011. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, USP, Piracicaba, 2011.

- SILVA, F. V.; DUARTE, S. N.; LIMA, C. J. G. S.; DIAS, N. S.; SANTOS, R. S. S.; MEDEIROS, P. R. F. Cultivo hidropônico de rúcula utilizando solução nutritiva salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 476-482, 2013.
- SILVA, P. F.; S, L.; CARLOS, J. G.; 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.
- SILVA, S. M. S; ALVES, A. N; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, S. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.335-342, 2008.
- SOUSA, J. R. M.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; SILVA, F. de A. F. D.; LIMA, G. S. Dano na Membrana celular e Pigmentos Clorofilianos de citros sob águas salinas e adubação nitrogenada. **Irriga**, v. 22, n. 2, p. 353-368, 2017.
- SOUSA, V. F. O. **Comportamento Vegetativo, Fisiológico e Produtivo na cultura do Meloeiro sob Salinidade**. 2017. 71p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.
- SOYLU, M. E.; LENTERS, J. D.; ISTANBULLUOGLU, E.; LOHEIDE, S. P. On evapotranspiration and shallow groundwater fluctuations: A Fourier-based improvement to the White method. **Water Resources Research**, v. 48, n. 6, 2012.
- STAFF, H. **Hidroponia**. 2ª ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1998. 101p.
- SULTANA, N. I.; KEDA, T.; ITOH, R. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Environmental and Experimental Botany**, v.42, p. 211-220, 1999.
- TABOT, P., T.; ADAMS, J., B. Early responses of *Bassia diffusa* (Thunb.) Kuntze to submergence for different salinity treatments. **South African Journal of Botany**, v. 84, p. 19–29, 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Artmed, Porto Alegre, 2013. 954p.
- TATAGIBA, S., D.; MORAES, G., A., B., K.; NASCIMENTO, K., J., T.; PELOSO, A., F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Engenharia na Agricultura**, v.22 n.2, p.138-149, 2014.
- TAYLOR, I. B. Biosystematics of the tomato. In: ATHERTON, J. G., RUDICH, J. **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. London, Chapman and Hall, p. 1-34, 1986.

TEIXEIRA N.T. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Guaíba: Agropecuária, 1996. 86p.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T.; RIBEIRO, I.J.A. avaliação da produtividade e qualidade comercial de quatro genótipos de tomate tipo cereja. **Anais...In: Workshop tomate na Unicamp: pesquisas e tendências**, Campinas, 2003.

UDDLING, J.; GELANG-ALFREDSSON, J.; PIIKKI, K. & PLEIJEL, H. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. **Photosynthesis Research**, v.91, n.1, p.37-46, 2007.

VIEIRA, I. G. S. **Cultivo do Tomateiro Cereja irrigado com águas Salinizadas e Adubação Nitrogenada**. 2014. 66f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2014.

VIOL, M. A.; CARVALHO, J. A.; LIMA, E. M. C.; REZENDE, F. C.; GOMES, L. A. A. Efeito da Salinidade no crescimento e Produção do tomate cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.8, p. 2120 - 2131, 2017.

WILLADINO, L., CAMARA, T.R. Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n. 11, p. 1-23, 2010.

XU H. L., GAUTHIER, L.; GOSSELIN, A. Photosynthetic responses of greenhouse tomato plants to high solution electrical conductivity and low soil water content. **Journal of Horticultural Science**, v. 69, p. 821-832, 1994.

XUE, J.; HUO, Z.; WANG, F.; KANG, S.; HUANG, G. Untangling the effects of shallow groundwater and deficit irrigation on irrigation water productivity in arid region: New conceptual model. **Science of The Total Environment**, v. 619, p. 1170-1182, 2018.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. **Trends in Plant Science**, v. 6, n. 2, p. 66-71, 2001.