



**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**

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DO TOMATE CEREJA  
(*Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*) SOB DOSES DE POTÁSSIO**

**CARLOS VAILAN DE CASTRO BEZERRA**

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO – 2019



**CARLOS VAILAN DE CASTRO BEZERRA**  
**Bacharel em Agroecologia**



**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DO TOMATE CEREJA**  
**(*Lycopersicon esculentum* var. Cerasiforme) SOB DOSES DE POTÁSSIO**

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



B574c Bezerra, Carlos Vailan de Castro.  
Crescimento, fisiologia e produção do tomate cereja (*Lycopersicon  
esculentum* var. *Cerasiforme*) sob doses de potássio / Carlos Vailan de  
Castro Bezerra. – Campina Grande, 2021.

58 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade  
Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais,  
2019.

"Orientação: Prof. Dr. Ronaldo do Nascimento".

Referências.

1. Tomate Cereja – Cultura. 2. Adubação Potássica. 3. Fertirrigação.  
4. Irrigação e Drenagem. I. Nascimento, Ronaldo do. II. Título.

CDU 635.64(043)



**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**

**CARLOS VAILAN DE CATRO BEZERRA**

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DO TOMATE CEREJA (*Lycopersicon  
esculentum* var. Cerasiforme) SOB DOSES DE POTÁSSIO**

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**

*Aos meus familiares e amigos.*

## **DEDICO**

*Aos meus pais **José Carlos Bezerra** e **Glaucia Maria** (in memoriam), por todo empenho em prol da minha educação e crescimento.*

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida.

Aos meus pais, José Carlos Bezerra e Glaucia Maria (*in memoriam*), que sempre me incentivaram a seguir em frente e alcançar meus objetivos.

As minhas verdadeiras amigas, Viviane e Mariana pelo grande apoio, ajuda, força e bons ensinamentos.

Ao meu orientador DSc. Ronaldo do Nascimento pelos ensinamentos, compreensão, confiança e dedicação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, pela oportunidade concedida à realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG, pelos ensinamentos prestados.

Aos meus colegas do laboratório de fisiologia vegetal (LFV), Elka, Mateus, Robson, Rafella e Alleson, por todo apoio.

Aos funcionários da Coordenação da Pós e da Graduação em Engenharia Agrícola, Michele, Roberto e Aldaniza, pela prestatividade.

Aos membros da banca examinadora, Prof<sup>a</sup> DSc. Maria Sallydelândia e Prof. Leandro Andrade, pela disposição e contribuição para melhoria do meu trabalho.

De forma geral, gostaria de agradecer àqueles que, de uma forma ou de outra, direta ou indiretamente, contribuíram para a caracterização e sucesso deste trabalho.

“A persistência é o caminho do êxito.”

(Charles Chaplin)

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS .....	16
2.1. OBJETIVO GERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1. CULTIVO DO TOMATEIRO .....	17
3.2. ADUBAÇÃO DO TOMATEIRO CEREJA .....	19
3.2.1. Adubação potássica em tomate cereja.....	21
3.3. FERTIRRIGAÇÃO .....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	24
4.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	24
4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTO.....	25
4.3. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E DESCRIÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS.....	25
4.4. CULTIVARES E SEMEADURA.....	27
4.5. MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	27
4.6. TRATOS CULTURAIS .....	27
4.7. VARIÁVEIS ANALISADAS.....	28
4.7.1. Variáveis de crescimento .....	28
4.7.2. Variáveis fisiológicas .....	28
4.7.3. Produção.....	31
4.8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
5.1. VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO .....	32
5.2. VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS.....	35
5.2.1. Trocas gasosas.....	35
5.2.2. Pigmentos fotossintéticos e SPAD .....	39
5.2.3. Teor relativo de água e extravasamento de eletrólitos.....	41
5.3. PRODUÇÃO .....	43
6. CONCLUSÕES.....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Posicionamento das unidades experimentais no local da execução do experimento. ....	26
Figura 2. Ponto de maturação ideal dos tomates cereja para a realização da colheita. ....	31
Figura 3. Classificação de amadurecimento dos frutos de tomate cereja, cultivar carolina e samambaia respectivamente. ....	31
Figura 4. Valores médios da altura das plantas (AP) de duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio. ....	33
Figura 5. Valores médios do número de folhas (NF) de duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio. ....	34
Figura 6. Regressão da variável altura de planta (AP) dos tomateiros submetida a doses de potássio aos 45 DAT. ....	34
Figura 7. Valores médios da concentração interna de carbono de duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio. ....	36
Figura 8. Valores médios da eficiência do uso da água duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio. ....	37
Figura 9. Regressão da fotossíntese líquida (A) dos tomateiros submetida a doses de potássio aos 45 DAT. ....	37
Figura 10. Desdobramento da interação dos fatores cultivar e doses de potássio na variável concentração interna de carbono (Ci). ....	39
Figura 11. Valores médios do teor de clorofila a (Cla) das duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio. ....	40
Figura 12. Regressão do teor de clorofila b (Clb) dos tomateiros submetida a doses de potássio aos 45 DAT. ....	41
Figura 13. Valores médios do teor relativo de água (TRA) das duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio. ....	42
Figura 14. Desdobramento da interação dos fatores cultivar e doses de potássio 120, 180 e 240 Kg/há <sup>-1</sup> na variável teor relativo de água (TRA). ....	43

Figura 15. Valores médios do número de frutos (NF) das duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio.....	44
Figura 16. Valores médios do diâmetro transversal dos frutos e diâmetro longitudinal dos frutos das cultivares carolina e samambaia, submetidas a doses de potássio.....	45
Figura 17. Desdobramento da interação dos fatores cultivar e doses de potássio na variável peso fresco dos frutos (PF). .....	47
Figura 18. Desdobramento da interação dos fatores cultivar e doses de potássio na variável peso seco dos frutos (PS).....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado no experimento, em condições naturais.....	26
Tabela 2. Resumo da análise de variância, referente à altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), e número de folhas (NF) de cultivares de tomateiro aos 45 DAT, em diferentes doses de potássio.....	32
Tabela 3. Resumo da análise de variância, para os parâmetros fisiológicos das cultivares de tomateiro aos 45 DAT, em diferentes doses de potássio.....	35
Tabela 4. Resumo da análise de variância, para pigmentos fotossintéticos, das cultivares do tomate em diferentes doses de potássio.....	39
Tabela 5. Resumo da análise de variância, para extravasamento de eletrólitos e teor relativo de água das cultivares do tomate em diferentes doses de potássio.....	42
Tabela 6. Resumo da análise de variância para número de frutos peso fresco dos frutos, peso seco dos frutos, diâmetro transversal dos frutos e diâmetro longitudinal dos frutos, das cultivares do tomate em diferentes doses de potássio aos 67 dias após o transplântio.....	43

## **CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DO TOMATE CEREJA (*Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*) SOB DOSES DE POTÁSSIO**

**RESUMO:** O tomate é uma das hortaliças mais consumidas pelos brasileiros, que cada vez mais buscam consumir produtos que preservem os aspectos ambientais, com a ausência de agroquímicos, contribuindo para a saúde humana, logo, o manejo adequado da cultura é uma oportunidade para práticas conservacionistas. Desse modo, esta pesquisa foi desenvolvida visando avaliar o efeito de doses de adubação potássica no crescimento, fisiologia e produção em cultivares do tomate. O experimento realizado sob condições de ambiente a céu aberto na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus I, nas dependências da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA). Para tanto, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 5), com 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais, sendo representado por duas cultivares do tomate cereja, Caroline e Samambaia, associadas com 5 doses de potássio, sendo elas: D1 (0,8g por vaso correspondendo 60 Kg há<sup>-1</sup>), D2 (1,6g por vaso correspondendo 20 Kg há<sup>-1</sup>), D3 (2,4g por vaso correspondendo 180 Kg há<sup>-1</sup>), D4 (3,2g por vaso correspondendo 240 Kg há<sup>-1</sup>) e D5 (4,0g por vaso correspondendo 300 Kg há<sup>-1</sup>). Além disso, foram avaliadas variáveis de crescimento, fisiológicas e de produção. E, a partir dos dados obtidos, conclui-se que a cultivar Samambaia tem a maior quantidade de clorofila a, maior eficiência do uso da água (EUA) e também produção em relação à quantidade de frutos, peso fresco e sexo, ao ser comparada com a cv. Carolina.

**Palavras-chave:** cultivo do tomateiro, adubação potássica, fertirrigação.

**GROWTH, PHYSIOLOGY AND PRODUCTION OF CHERRY TOMATO (*Lycopersicon esculentum* var. Cerasiforme) UNDER POTASSIUM DOSES**

**ABSTRACT:** The tomato is a vegetable most consumed by Brazilians, the search to consume products that preserve the environmental aspects, with absence of agrochemicals contributing to human health, becomes more and more common in the habit of the population, soon proper management of culture is an opportunity of conservationist practices. Thereby the research was developed aiming to evaluate the effect of doses of potassic fertilization in growth, physiology and production in cherry tomato cultivars, with experiment in open sky conditions at the Federal University of Campina Grande (UFCG), campus I, in the dependencies of the Agricultural Engineering Academic Unit (UAEA). Used a completely randomized design with factorial scheme (2 x 5), with 5 repetitions, totaling 50 experimental units, being represented two cherry tomato cultivars Carolina and Samambaia, associated with 5 potassium doses: D1 (0,8g by vessel corresponding 60 Kg há<sup>-1</sup>), D2 (1,6g by vessel corresponding 20 Kg há<sup>-1</sup>), D3 (2,4g by vessel corresponding 180 Kg há<sup>-1</sup>), D4 (3,2g by vessel corresponding 240 Kg há<sup>-1</sup>) e D5 (4,0g by vessel corresponding 300 Kg há<sup>-1</sup>). Were evaluated growth variables, physiological and production. Starting of the data obtained it was verified that the cultivar Samambaia got bigger amount of chlorophyll a, greater efficiency of water use (EUA) and production in relation the number of fruits, fresh weight and dry weight, compared to cv. Carolina.

**Key words:** cultivation of tomato, potassic fertilization, fertigation.

## 1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma espécie de origem andina pertencente à família Solanaceae, distribuída por todo o planeta. Possui ciclo anual, podendo atingir mais de dois metros de altura, sendo planta herbácea com capacidade adaptativa, com relevância socioeconômica (Naika *et al.*, 2006). No Brasil, o fruto do tomateiro é o mais comercializado no mercado, sendo encontrado in natura ou processado, com cerca de 18 mil hectares plantados no ano de 2016, destacando-se os Estados de Goiás, São Paulo, Minas Gerais, e a região do Nordeste os Estado com maiores índices de produção são Bahia, Ceará, Pernambuco e Piauí (Anuário Brasileiro de Hortaliças, 2017).

O tomate está presente no consumo diário dos brasileiros, além disso, a cada dia aumenta a pretensão de consumer produtos que valorizam a diversidade biológica, preservando as características ambientais e sobretudo, isento de resíduos tóxicos à saúde. Nesse sentido, o manejo sustentável desta cultura torna-se uma oportunidade para novos hábitos saudáveis. Segundo Treichel *et al.* (2016), o tomate incentiva a economia em diversas regiões, sendo considerado essencial na alimentação e sua cadeia agroindustrial encarregada de estimular aproximadamente R\$ 3,2 bilhões /ano.

Os autores Iglesias *et al.* (2015), relatam que para elevar a produção e assegurar qualidade rentável dos tomates, é importante que haja pesquisas e investimentos em genética, para obtenção de qualidades de mercado das cultivares. Alguns aspectos devem ser levados em consideração, como as características físicas e visuais, nutricionais, acidez titulável e o °Brix (fração de açúcares e ácidos), que é bastante utilizado para verificar a qualidade do fruto, como afirmam Shirahige *et al.* (2010). Estes atributos, para Nascimento *et al.* (2013), são instigados pelo manejo da cultura, adubação, irrigação, qualidade da água, entre outras variáveis.

A fertirrigação é um dos fatores que auxiliam no aumento da produção, Marquelli & Silva (2012) afirmam que, este método de aplicação de nutrientes favorece na quantia de água total disponível e de nutrientes no solo. Além de proporcionar acessibilidade de nutriente as plantas com menor custo e distribuição mais uniformes da adubação (FRATONI *et al.*, 2016).

Os aspectos nutricionais influenciam os atributos vegetativos e reprodutivos (SILVA *et al.*, 2018). Na fase de crescimento e desenvolvimento das culturas, a aplicação de adubação NPK influi nestas etapas, decorrente das modificações na distribuição de

assimilados das partes vegetativas e reprodutivas (SILVA *et al.*, 2018). Apesar dos produtores utilizarem o suficiente de adubação fosfatada no ciclo do tomateiro, Araújo *et al.* (2018) enfatizam que, geralmente, são administradas 10 vezes a quantidade de nutrientes retirada pela planta, evidenciando assim, a necessidade de quantificar as doses específicas nutricionais em relação as condições e tipo de cultivares.

Nas plantas o potássio exerce diversas atividades bioquímicas e fisiológicas, como fotossíntese, transporte e armazenamento de assimilados, bem como melhora a qualidade dos frutos (GURGEL *et al.*, 2010). Por essa razão, pode ser considerado um dos nutrientes fundamentais para o funcionamento de quase todos os processos de vida da planta, como abertura e fechamento dos estomas, transporte de carboidratos, ativar várias enzimas que participam na respiração e fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2012), além de ser essencial no crescimento inicial das raízes e no desenvolvimento de sementes (MARQUES, 2014). Ele possui elevada taxa de significância no desenvolvimento vegetal, por ser controlador dos movimentos estomáticos e ativador metabólico essencial para formação de proteínas, apesar de não ter função estrutural ou metabólica (HESS, 2015).

A quantidade correta de potássio para tomaticultura ajuda a reduzir a utilização de nutrientes em excesso, diminuindo os custos e com isso, ganhar produção e eficiência nutricional. Nesse cenário, a presente pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o crescimento e a produção de cultivares de tomateiro tipo cereja em níveis de adubação potássica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito de doses de adubação potássica no crescimento, fisiologia e produção do tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* var. Cerasiforme).

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar o crescimento (altura, diâmetro de caule e número de folhas) dos tomateiros cereja em função das doses de potássio;
- Observar variáveis de pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, carotenóides e índice SPAD);
- Mensurar o teor relativo de água e extravasamento de eletrólitos;
- Analisar variáveis de trocas gasosas (concentração interna de carbono, transpiração, condutância estomática, fotossíntese líquida, eficiência do uso da água);
- Quantificar as variáveis de produção (número de frutos, peso fresco dos frutos, peso seco dos frutos, diâmetro transversal e longitudinal);
- Identificar as melhores doses e cultivar que proporcionaram uma maior eficiência na produção.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. CULTIVO DO TOMATEIRO

O tomateiro *Lycopersicon esculentum*, originário da espécie andina, silvestre – *L. esculentum* var. *Cerasiforme*, produz frutos do tipo “cereja”. O centro primário do tomateiro teve início no Equador, seguindo para o norte do Chile. O centro secundário ocorreu no México onde passou por melhoramento. Posteriormente, foi introduzindo na Europa entre os anos de 1523 e 1554 por meio da Espanha. A priori era apenas cultivado como ornamental, devido ao temor de toxicidade (FILGUEIRA, 2013). Inserido no Brasil por volta de 1940 pelos europeus, tornando-se atualmente, uma hortaliça bastante cultivada, comercializada e consumida no país, como afirmam PRADO *et al.* (2011).

O tomateiro pertence à família Solanáceae, uma espécie de ampla capacidade adaptativa, são plantas herbáceas, de ciclo anual, podendo chegar a mais de dois metros de altura. O início da colheita pode ser realizado entre 45-55 dias após florescência, ou 90-120 depois da sementeira (NAIKA *et al.*, 2006).

Albino (2016) afirma que, os grupos de tomate podem ser divididos em cinco classes varietais distintas, sendo elas: Grupo Santa Cruz, Grupo Caqui, Grupo Salada, Saladete (Italiano) e Minitomates, todas consideradas tomates de mesa, diferindo no formato e massa. Dentre as variedades, o tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*) surge como um novo grupo de cultivar para mesa, sendo caracterizado pelo minúsculo tamanho dos frutos (15 - 25g), e principalmente, por suas propriedades sensoriais: excelente sabor (adocicado) e atrativa coloração vermelha e uniforme (GONÇALVES *et al.*, 2003; FILGUEIRA, 2013).

As folhas são pecioladas, compostas por número ímpar de folíolos, apresentando hábitos de crescimento indeterminado para culturas de mesa, sendo podadas e tutoradas, e tendo seu crescimento determinado para cultura rasteira com finalidade agroindustrial. (FILGUEIRA, 2013). O tomateiro possui sistema radicular constituído de raiz principal, raízes secundárias e raízes adventícias. A parte radicular é ampla e sua raiz principal pode atingir até 60 cm de profundidade (ALBINO, 2016).

As flores são regulares e hipóginas, com cinco ou mais sépalas disposta de forma helicoidal, com o mesmo número de estames e com um ovário bi ou plurilocular, são hermafroditas e agrupam-se em cachos, o que dificulta a fecundação cruzada. A planta é

normalmente, autopolinizada e com baixa incidência de frutos originários de cruzamentos quando do plantio de cultivares diferenciadas (PUIATTI *et al.*, 2010; FILGUEIRA, 2013).

O tomateiro pode ser cultivado com espaçamentos que variam de acordo com a escolha da cultivar a ser plantada e com a forma de condução da lavoura. O espaçamento recomendado para o tomateiro de mesa, de acordo com Filgueira (2013) é de 100 x 50 cm, com uma única planta e uma só haste, sendo considerado o mais adequado para obtenção de frutos no tamanho exigido pelo consumidor. Para a produção de tomate em ambiente protegido, o espaçamento varia de 0,8 a 1,0 m entre linhas e de 0,4 a 0,6 m entre plantas (CORRÊA *et al.*, 2012).

O fruto do tomateiro é uma baga, carnosa e succulenta, bi, tri ou plurilocular, que se desenvolve a partir de um ovário, dependendo da cultivar e das condições de desenvolvimento dos frutos, quando maduros, podem chegar de 5 a 500g (ALVARENGA, 2013). De acordo com Wang *et al.* (2011), a produção e qualidade dos frutos são garantidos quando há irrigação com água de qualidade e adubação adequada. O tipo de preparo do solo para o tomate de mesa, pode ocasionar diversos impasses no manejo da cultura, como os relacionados a irrigação, já que seu fruto maduro possui aproximadamente 93 a 95% de água, ou seja, uma planta bastante exigente em água (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2019). Por essa razão, durante todo o ciclo do tomateiro é importante à aplicação de água na quantidade adequada, conforme Marouelli *et al.* (2012). Em sistema de plantio direto a quantidade de água é 10% menor quando comparado ao plantio convencional, os autores afirmam ainda que nestas condições há diminuição na taxa de evaporação da cultura na fase inicial e vegetativo em cerca de 30%.

No Brasil, segundo Guimarães *et al.* (2015) e Alves *et al.* (2016), os genótipos de *Lycopersicon esculentum* em algumas regiões foram submetidos a temperaturas de 20 a 30°C e umidade relativa superior a 50%. Silva *et al.* (2012), dizem que a temperatura do ar está interligada ao desenvolvimento da cultura influenciando no tempo de ocorrência das reações bioquímicas e em outros processos de transporte.

O tomate é uma das principais olerícolas produzidas pelo Brasil, que está em 9º posição e responsável por aproximadamente 2,5% da produção mundial, sendo evidenciado por suas características e estratégias aplicadas, como por exemplo, áreas disponíveis para plantio usam tecnologias buscando sustentabilidade e preços competitivos de mercado (DOSSA e FUCHS, 2017). Em 2017, a área nacional destinada para cultivo de tomate de

mesa foi superior a 17 mil hectares e mais de 19 mil hectares para tomate direcionado para indústria (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2017).

Para cultivar o tomateiro além da necessidade hídrica a aplicação de insumos que suprem as condições nutricionais e sanitárias da cultura durante todo o ciclo também é fundamental (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2019). A adubação nitrogenada para o cultivo de tomateiro é necessária para a execução os processos fisiológicos, assim, as quantidades requeridas (ALMEIDA, 2011) devem ser analisadas para que a dosagem correta seja aplicada.

### **3.2 ADUBAÇÃO DO TOMATEIRO CEREJA**

O fornecimento dos componentes minerais para a planta é um dos princípios básicos para a produção vegetal, visto que, todas as plantas necessitam de nutrientes para o seu desenvolvimento no solo ou qualquer outro sistema (SANTOS, 2011). Há mais de 200 anos foram identificadas as vantagens ao utilizar a adubação mineral no desenvolvimento das plantas, nesse cenário, Just von Liebig (1803-1873) tornou-se um dos principais pesquisadores que divulgou o alicerce nutricional mineral, constatando que os elementos N, S, P, K, Ca, Mg, Si, Na e Fe eram importantes, sendo comprovado através de observações (MARSCHNER, 2012).

Mendes (2007) diz que, todo elemento mineral que se encontra disponível no solo é absorvido pela planta, contudo, isso não se faz fundamental para a nutrição dela, necessitando então, de realizar uma divisão entre os elementos essenciais e os não essenciais, restando apenas os benéficos. Segundo Arnon & Stout (1939), um elemento é dito essencial quando:

- A planta não é capaz de completar seu ciclo vegetativo e/ou reprodutivo na ausência desse elemento;
- A deficiência é específica ao elemento, sendo possível evitar ou corrigir somente com o fornecimento do próprio elemento;
- O elemento deve estar diretamente envolvido à nutrição de plantas, não devendo sua ação está relacionada ao processo químico e microbiológico, ou seja, ação indireta.

A proporção de nutrientes absorvidos pelas plantas depende da espécie, estágio de desenvolvimento vegetal, ou pelo órgão da planta. Para Larcher (2000), existem dois fatores

primordiais para o balanceamento de um metabolismo vegetal, garantindo uma alta produção de matéria seca e desenvolvimento adequado, são eles quantidades suficientes e proporções balanceadas de nutrientes.

Quando o suprimento de nutrientes para as plantas é inadequado, ocorrem várias séries de desordens fisiológicas por sintomas característicos de deficiência ou toxidez. Esses sintomas dependem das funções dos nutrientes e de sua capacidade de movimentação no floema e xilema (LARCHER, 2000).

A imobilidade de um nutriente na planta está associada à sua falta de mobilidade no floema, impedindo a sua remobilização. Os autores Epstein & Bloom (2006), classificam os nutrientes em três grupos distintos, seguindo a redistribuição no interior das plantas: os móveis ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , P, K e Mg), os de mobilidade moderada (S, Mn, Fe, Zn, Cu e Mo), e os imóveis (Ca e B). Neste caso, se um elemento essencial é móvel, sintomas de deficiência tendem a aparecer primeiro em folhas mais velhas devido à mobilização. Caso contrário, se existe deficiência de um elemento imóvel, a manifestação dos sintomas será em folhas novas. Os elementos como N, P e K podem prontamente mover-se de folha para folha, sendo redistribuídos no interior da planta. Entretanto, B, Fe e Ca são relativamente imóveis, na maioria das espécies vegetais, os seus sintomas de deficiência são diagnosticados em órgãos jovens (Taiz & Zeiger, 2004).

Martinez & Clemente (2011), listam como elementos minerais essenciais: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), boro (B), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), molibdênio (Mo), cloro (Cl) e níquel (Ni). Os elementos considerados essenciais são classificados em dois grandes grupos, os macronutrientes e micronutrientes, onde a questão da importância, neste aspecto, não faz sentido, mas seguem o princípio de quantidade necessária pela planta. Entretanto, todos os nutrientes são importantes no crescimento e desenvolvimento dos vegetais, sendo os macronutrientes absorvidos em maiores quantidades em relação aos micronutrientes. De acordo com Mendes (2007), os macronutrientes são: N, P, K, Ca, Mg, S e os micronutrientes são compostos por: Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo e Cl. Com isto, os elementos carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) também são essenciais, mas, não são frequentemente citados na literatura por se encontrarem em abundância na natureza, tendo fácil absorção dos vegetais.

Uma das primeiras pesquisas visando o conhecimento da marcha de absorção dos nutrientes para a cultura do tomateiro foi realizada por Gargantini & Blanco (1963), utilizando a cultivar Santa Cruz-1639. Em seu estudo, conduzido em ambiente protegido, constataram que os nutrientes absorvidos com maior quantidade pelo tomateiro são o K, seguido de N, Ca, S, P e Mg. Os autores identificaram também que os conteúdos de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de 100 e 120 dias após a germinação, enquanto o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura.

O balanço nutricional no cultivo de tomate é fundamental e, para isso, utiliza-se a adubação mineral, elevando os custos de produção em cerca de 18% do total (CEPEA, 2011). Nowaki (2017), relata que a aplicação da adubação mineral quando realizada de forma correta, eleva a eficiência de uso e a relação custo/benefício, reduzindo também as perdas e os impactos ambientais.

Autores como SILVA *et al.* (2003) e FONTES *et al.* (2000), estudaram a relação entre a absorção de nutrientes e a produção de frutos. Segundo eles, existe um ponto de equilíbrio entre a quantidade de nutrientes fornecida e a produtividade, pois, à medida que os frutos começam a se desenvolver, há um incremento na absorção de nutrientes pelas plantas. As folhas são até este estágio o órgão da planta com maior concentração de nutrientes e massa seca. A partir desse momento, alguns nutrientes como N, P, K passam gradativamente a se acumular em maior quantidade nos frutos. No entanto, Fayad *et al.*, (2002) pesquisaram a absorção dos nutrientes pelo tomateiro, e chegaram a resultados diferentes quanto a exigência quantitativa de nutrientes, que decresceu partindo do N, K, Ca, S, P, Mg, Cu, Mn, Fe até o Zn.

Dentre as hortaliças, o tomateiro é considerado uma das espécies mais exigentes em adubação, em razão da sua absorção de nutrientes extraídos que é relativamente pequena (SILVA *et al.*, 2006). A ordem decrescente durante a absorção dos macronutrientes é K, N, Ca, S, P e Mg (Fayad *et al.*, 2002) ou K, N, Ca, Mg, P (Lucena, 2011). A máxima absorção diária dos nutrientes coincide com o período inicial da frutificação (FAYAD *et al.*, 2002), onde nesta etapa ocorre uma força que estabiliza os nutrientes e fotoassimilados.

### **3.2.1. Adubação potássica em tomate cereja**

O potássio pode ser considerado um dos elementos mais abundantes da litosfera (cerca de 2,5%) além de ser o cátion mais concentrado das plantas, cerca de 10% da matéria

seca. Geralmente, a concentração de K<sup>+</sup> citoplasmático é mantida entre 80 a 200 mM, enquanto que na concentração nos compartimentos subcelulares pode ocorrer variações. O potássio é essencial para um amplo espectro de funções a nível celular ou da planta completa, tendo funções osmóticas, como contra-ção ou contra-íons difusível ou como ativador enzimático (JONES *et al.*, 2013).

Como um dos elementos (K) relevantes competidores de cátions, por exemplo, o Ca e o Mg, ocorre devido as plantas possuírem alta eficiência na absorção. O potássio possui funções biofísicas na planta, como a abertura e o fechamento estomático e, ações bioquímicas, o torna um ativador enzimático de várias enzimas, principalmente, as sintases, oxidoredutases, desidrogenases, transferases e quinases, segundo Taiz *et al.*, (2017). O K possui extrema importância na fotossíntese, através do metabolismo de carboidratos, regulação quimiosmótica, assim como nos metabolismos nitrogenados (TAIZ & ZEIGE, 2014; YAMADA *et al.*, 1982).

São altas as necessidades por K em cultivos protegidos para o crescimento vegetal, produção e qualidade dos frutos (KANAI *et al.*, 2007). O suprimento inadequado de K tem sido, inclusive, verificado em cultivos comerciais de tomate (CHEN & GABELMAN, 2000). A manutenção de uma razão de fornecimento de N e K em torno de 1:2 e 1:3 na fase de enchimento de frutos, associada a um controle eficiente da irrigação, aumenta a qualidade de frutos (PRADOS, 2001).

Um dos sintomas visuais iniciais de deficiência de potássio é clorose em manchas ou marginal, que evolui para necrose, com maior ocorrência nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras. Como o potássio pode ser mobilizado para as folhas mais jovens, esses sintomas aparecem, inicialmente, nas folhas mais maduras da base da planta. As folhas podem também se enrolar e enrugar. Os caules, por sua vez, podem ser delgados e fracos, com entrenós anormalmente curtos, resultando em tombamento da planta no solo (TAIZ *et al.*, 2017).

Quando o Potássio (K) está em deficiência nas plantas, há uma menor formação de parede celular e da espessura da cutícula, com maior acumulação de aminoácidos e carboidratos livres, enquanto que, em excesso gera desequilíbrio na relação K:Ca e K:Mg, provocando a quebra do funcionamento normal da membrana plasmática e baixa formação de ATP, tendo uma menor formação de lamela média da parede por falta de Ca, vital nos processos fisiológicos dos vegetais (MALAVOLTA, 2006).

Meurer (2006) diz que, o K favorece a acumulação de massa nas raízes, aumentando a resistência à seca, temperaturas baixas, ao acamamento e incremento na nodulação das leguminosas, bem como aos ataques de pragas. O fornecimento adequado de doses de potássio promove qualitativamente, o incremento de proteínas e de amido nos grãos e tubérculos, além de auxiliar na coloração e aroma de frutos, na concentração de vitamina C e de sólidos solúveis totais (MEURER, 2006). Ascari *et al.* (2015), informam que em solos com concentrações baixas de potássio, ao aplicar adubação no sulco e o parcelamento da adubação teve resultados satisfatórios na produtividade da planta.

O K participa de algumas atividades metabólicas na planta, que de acordo com Furlani (2004), ajuda no alongamento celular, no balanço entre cátions e ânions, na estabilização de pH citoplasmático, neutralizando íons orgânicos e inorgânicos, nos movimentos seismonásticos e no transporte de açúcares no floema das plantas.

A época de adubação potássica adequada se encontra na formação dos frutos (HARTZ, 2005). Produtividades totais e comerciais de tomate foram encontradas de 86,4 e 73,4 t ha, respectivamente (FONTES *et al.*, 2000). Níveis elevados de potássio, segundo Morais *et al.* (2011), podem interferir na massa de frutos, resultando em produtividade não desejada.

### **3.3 FERTIRRIGAÇÃO**

A aplicação de fertilizantes de forma errônea, afeta negativamente a produtividade e o meio ambiente. Logo, o produtor necessita de recomendações confiáveis. Nesse cenário de busca de métodos alternativos de adubação, a fertirrigação se destaca, pois, com uso de fontes e doses adequadas, pode reduzir os custos de produção e ser menos danosa ao meio ambiente (FELTRIM *et al.*, 2016).

Medeiros *et al.* (2012), relatam que uma das maneiras mais eficazes de uso de fertilizantes é a fertirrigação, em que os fertilizantes solúveis são utilizados por meio do sistema de irrigação, garantindo que eles alcancem a região das raízes das plantas (VIEIRA FILHO *et al.*, 2017). Sobre isso, Souza *et al.* (2014), defendem que se trata de um método que se beneficia da relação da água com o fertilizante, sistematizando a quantidade de água e elevando a disponibilidade de nutrientes, reduzindo as perdas, como por lixiviação e volatilização.

A utilização da fertirrigação via água de irrigação constitui uma prática relevante na cultura do tomateiro. Esta atividade favorece o aumento na disponibilidade de nutrientes, reduzindo custo com a mão-de-obra, além de melhorar de forma mais homogênea o adubo no local cultivado, o que facilita seu parcelamento (ANDRADE, 2012 e FRATONI *et al.*, 2016). De acordo com Sampaio *et al.*, (1999), as maiores produções de tomate são conseguidas quando o K é aplicado via fertirrigação. As doses utilizadas para fertirrigar são baseadas na necessidade da cultura, que é influenciada pelo clima, ambiente, cultivar, solo utilizado no plantio, entre outros, conforme mostrado na literatura (MACÊDO, 2005; BLANCO & FOLEGATTI, 2008; GENUNCIO *et al.*, 2010; ANDRADE, 2012).

A fertirrigação possibilita a retenção de água e nutrientes próximos aos valores adequados ao crescimento e à produtividade da cultura. Por esse motivo, a quantidade de nutrientes deve ajustar-se às necessidades da cultura, de acordo com cada estágio do seu desenvolvimento. Evidencia-se que algumas pesquisas realizadas com aplicação de fertirrigação no cultivo de hortaliças, como pimenta malagueta (PAGLIARINI *et al.*, 2012), variedades de pimentas (OLIVEIRA *et al.*, 2014) e melancia (RAMOS *et al.*, 2012), os autores encontraram resultados significativos, simbolizando que o uso de fertilizantes através da irrigação é uma forma de introduzir nutrientes a planta de maneira mais efetiva.

O manejo adequado da fertirrigação é influenciado pelo sistema de irrigação, bem como o controle de água para que não haja déficit nem lixiviação. Na quantificação dos fertilizantes das plantas, de maneira geral, tem que ter informações sobre a composição e níveis de nutrientes, além da solubilidade que deve ser elevada, o que é sugerido para aplicar na fertirrigação (TRANI *et al.*, 2011).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL**

O experimento foi conduzido em local a céu aberto na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), nas dependências da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA). O campus está localizado na zona centro oriental do Estado da Paraíba, no Planalto da Borborema, localizado geograficamente à 7°13'11" latitude sul e 35°53'31" de longitude oeste, com uma altitude de 547,56 m. Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia

(INMET, 2019), o município têm precipitação total anual de 802,7 mm, temperatura máxima de 27,5°C, mínima de 19,2°C e umidade relativa do ar de 83%.

## **4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTO**

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 5), com 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais, espaçadas em 50 cm entre plantas e entre fileiras.

Os tratamentos corresponderam a duas cultivares do tomate cereja sendo elas, Caroline e Samambaia, associados com 5 doses de potássio: D1 (0,8g por vaso correspondendo 60 Kg há<sup>-1</sup>), D2 (1,6g por vaso correspondendo 20 Kg há<sup>-1</sup>), D3 (2,4g por vaso correspondendo 180 Kg há<sup>-1</sup>), D4 (3,2g por vaso correspondendo 240 Kg há<sup>-1</sup>) e D5 (4,0g por vaso correspondendo 300 Kg há<sup>-1</sup>).

A adubação com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) foi realizada conforme as recomendações de Novais *et al.* (1991), sendo aplicado em fundação apenas o fósforo. As adubações de nitrogênio e potássio foram em cobertura, sendo divididas em três aplicações iguais, em intervalos quinzenais baseados no período da floração, em vasos com capacidade de 20 kg, com a primeira aplicação realizada aos 15 DAT. Utilizou-se como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio, a ureia, o fosfato monoamônio e o cloreto de potássio, respectivamente.

## **4.3. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E DESCRIÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS**

O solo utilizado foi um Neossolo Regolítico Distrófico Franco Arenoso, coletado na camada superficial (0 – 20 cm) de uma área localizada no Município de Lagoa Seca - PB. As amostras passaram por peneira de malha com abertura de 5 mm, secas ao ar e caracterizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal da Paraíba – LQFS, (Tabela 1) seguindo a metodologia da EMBRAPA (2011).

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo utilizado no experimento, em condições naturais.

Características químicas								
pH (H <sub>2</sub> O)	M.O.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
(1:2,5)	g kg <sup>-1</sup>	(mg kg <sup>-1</sup> )	.....cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					
5,58	2,93	39,2	0,23	1,64	9,07	2,78	0,0	8,61
.....Características químicas.....				.....Características físicas.....				
CEes	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
(dS m <sup>-1</sup> )	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa <sup>1</sup>	1519,5 kPa
2,15	22,33	0,67	7,34	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

Valor CTC: capacidade de troca de cátions do solo.

As unidades experimentais da pesquisa foram compostas de 50 vasos plásticos, de coloração preta, com capacidade para 20 litros, com 6 furos no fundo. Os vasos foram preenchidos com uma pequena camada de brita (nº1) e uma manta geotêxtil, para evitar a obstrução do sistema de drenagem pelo material do solo. Cobrindo a superfície da base do recipiente, em cada um foi instalado uma mangueira transparente de 5 mm de diâmetro conectada a sua base, de modo a facilitar a drenagem, sendo acoplada a um recipiente plástico (garrafa pet) para coletar a água drenada, funcionando assim, como lisímetro de drenagem. Os vasos foram colocados sobre tijolos em seus devidos lugares que, foram sorteados previamente e identificados, conforme os tratamentos. A umidade do solo de todos os tratamentos foi elevada à capacidade de campo, 24 horas antes do transplântio. Essas informações podem ser visualizadas através da Figura 1.

**Figura 1.** Posicionamento das unidades experimentais no local da execução do experimento.



#### **4.4. CULTIVARES E SEMEADURA**

O material vegetal usado no experimento foi propagado a partir de sementes do tomate cereja, desenvolvido pela empresa Feltrin e Topseed. A sementeira realizada em bandejas com substrato orgânico adquirido no comércio local, aos 23 dias após a sementeira (DAS) foi realizado os transplantes, distribuindo 5 mudas de maneira equidistante diretamente no vaso, após o procedimento de saturação do solo. Aos 15 dias após o transplante (DAT) foi feito o desbaste, através de observações visuais, realizando a seleção das plantas com as melhores características de altura e diâmetro de caule, permanecendo uma única planta por vaso até o final do experimento.

#### **4.5. MANEJO DA IRRIGAÇÃO**

Para o manejo de irrigação utilizou-se o balanço hídrico, baseado na diferença entre o volume médio aplicado e o coletado nos lisímetros, ou seja, obtido pela lisimetria de drenagem, conforme os autores Andrade *et al.* (2012) e Lima *et al.* (2015).

Para irrigação dos tomateiros, utilizou-se água de abastecimento local, oriunda da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), localizada no município de Campina Grande, PB.

A irrigação foi iniciada após o transplante, diariamente, do início ao fim do experimento. A irrigação dos lisímetros realizada sempre no final da tarde, na véspera da irrigação dos vasos, e a coleta das drenagens no turno da manhã, às 7 horas, para que os volumes fossem adequados às condições climáticas para as plantas, com a irrigação no final da tarde.

#### **4.6. TRATOS CULTURAIS**

Houve monitoramento contínuo dos tomateiros, para manejar o aparecimento de insetos e patógenos, e retirar plantas invasoras. Para tanto, foi utilizado um repelente natural à base de Nim (*Azadirachta indica*) na dosagem de 16g/100ml de extrato da semente em água com adição de 200 ml de detergente neutro, para controlar o aparecimento de mosca branca. Bem como, outros tratamentos culturais, como capinas manuais semanais e escarificação superficial do solo.

## **4.7. VARIÁVEIS ANALISADAS**

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

A partir dos 30 dias após o transplântio (DAT), foi realizada a avaliação das variáveis de crescimento, para acompanhar a dinâmica da ontogênese e das características biométricas individuais do tomateiro, com base na altura de planta (AP), medida do nível do solo até o ápice da planta; diâmetro de caule (DC), rente ao solo; número de folhas (NF), considerando apenas o número de folhas com comprimento > 3 cm.

### **4.7.2. Variáveis fisiológicas**

#### **4.7.2.1 Índice de Spad (SOIL PLANT ANALYSIS DEVELOPMENT)**

Foi realizado aos 30 DAT o índice SPAD (Soil Plant Analysis Development), para isso utilizou-se o medidor portátil SPAD- 502, da empresa Minolta, 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). Pois avalia, quantitativamente, a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila e a 940 nm, onde não ocorre absorção. Com estes dois valores, o equipamento calcula um número ou índice SPAD que, normalmente, se correlaciona com o teor de clorofila da folha (MARKWELL *et al.*, 1995; GUIMARÃES *et al.*, 1999). Essas leituras foram realizadas em todas as plantas em suas folhas localizadas na parte mediana do caule, sendo calculada a média/folha em nove leituras para cada planta, e média final por tratamento.

#### **4.7.2.2 Teor de clorofila**

As determinações dos teores de clorofila foram feitas com as mesmas folhas utilizadas na leitura com o SPAD. Para o procedimento, extraíram-se discos foliares com diâmetro de 0,771mm da lâmina foliar por meio de um furador, entre a borda e a nervura central da folha, o peso da amostra deve variar entre 50 - 200g. Os teores de clorofilas *a* e *b*, 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 em ambiente com mínima luminosidade, e colocadas em recipientes contendo 6 mL de acetona 80%, mantendo sempre no escuro e sob refrigeração durante 72 horas. Em seguida, coletou-se os sobrenadantes contendo os pigmentos extraídos e assim, feitas as leituras de absorvâncias em espectrofotômetro nos comprimentos de onda a 470 (carotenóides), 647 (clorofila b) e 663 (clorofila a) nanômetros, utilizando acetona 80% como branco, conforme (ARNON, 1949; LICHTENTHÄLER, 1987).

Os valores de absorvância são convertidos em conteúdo de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides através das equações (1), (2), (3) e (4), respectivamente, originalmente propostas por ARNON (1949) e ainda utilizadas por outros autores (LICHTENTHALER; WELBURN, 1983; HENDRY; PRINCE, 1993):

$$\text{Clorofila } a = (12,25 \times A_{663} - 2,79 \times A_{647}) \quad (1)$$

$$\text{Clorofila } b = (21,50 \times A_{647} - 5,10 \times A_{663}) \quad (2)$$

$$\text{Clorofila total} = (7,15 \times A_{663}) + (18,71 \times A_{647}) \quad (3)$$

$$\text{Carotenoides totais} = (1000 \times A_{470} - 1,82 \text{ Cl } a - 85,02 \text{ Cl } b) / 198 \quad (4)$$

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

#### 4.7.2.3 Trocas Gasosas

As variáveis de trocas gasosas foram mensuradas aos 30 DAT, no horário entre 7:30 e 10 h da manhã, com uso do equipamento analisador de trocas gasosas modelo LCpro+ Portable Photosynthesis System®, contendo um IRGA (Infra Red Gas Analyser). As avaliações foram realizadas em folhas da região mediana do caule, completamente expandidas e não sombreadas. Foram extraídas leituras das seguintes variáveis: condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ). Com bases nos dados, foi estimada a eficiência instantânea no uso da água (EUA) ( $A/E$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$ ].

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

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

Desta forma, o extravasamento de eletrólitos na membrana celular foi obtido de acordo com SCOTT CAMPOS & THU PHAM THI (1997), conforme Eq. (5):

$$EE = (C_i / C_f) \times 100 \quad (5)$$

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

C<sub>i</sub> = condutividade elétrica inicial (dS m<sup>-1</sup>);

C<sub>f</sub> = condutividade elétrica final (dS m<sup>-1</sup>);

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

Foram coletados e pesados 5 discos foliares de 0,771 mm das folhas, localizadas na parte mediana da planta, em seguida, postos em beakers com 50 mL de água destilada, onde passaram 24 horas, e após retirou-se o excesso de água, pesados e os valores anotados obtendo o peso dos discos túrgidos. Na sequência, colocados em estufa a 65 °C, obtendo assim, o peso da matéria seca. O TRA foi encontrado através da equação apresentada por Cairo (1995), exposta logo abaixo:

$$TRA = \frac{PF - PS}{PT - PS} \times 100$$

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

### 4.7.3. Produção

A colheita foi iniciada aos 60 DAT, realizadas semanalmente quando os frutos estavam amadurecendo, com coloração alaranjada, conforme a Figura 2.

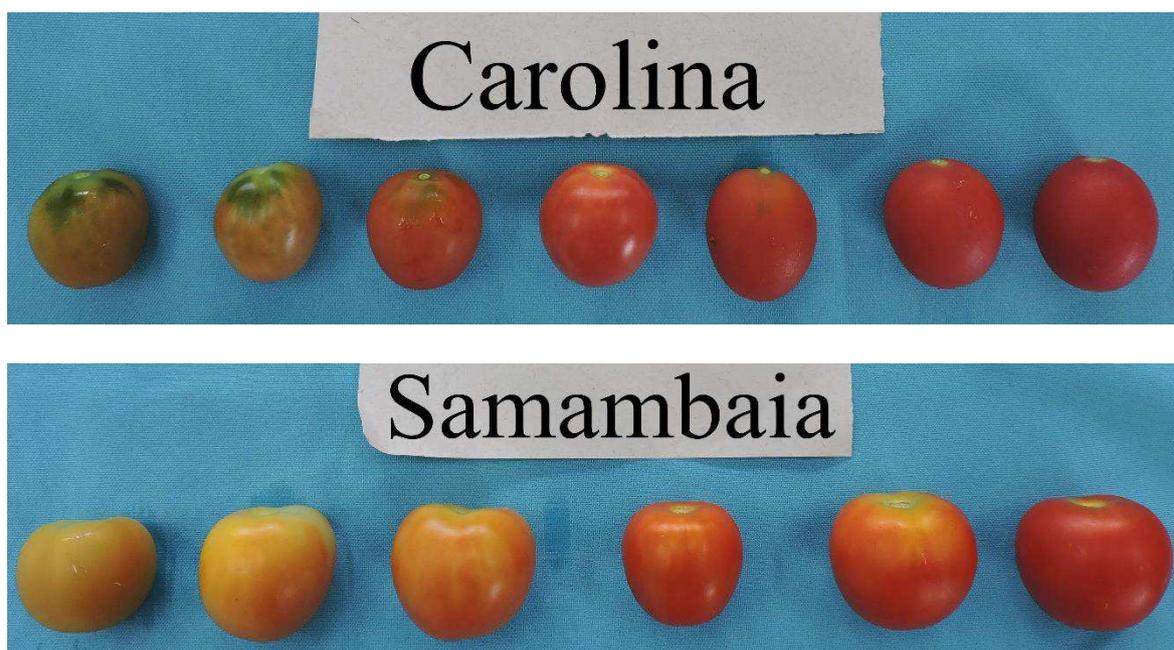
**Figura 2.** Ponto de maturação ideal dos tomates cereja para a realização da colheita.



Fonte: Bezerra (2018).

As variáveis de produção foram: número de frutos (NF), peso fresco de fruto (PFF), peso seco de fruto (PSF), diâmetro transversal do fruto (DT) e diâmetro longitudinal do fruto (DL). Os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos do tomate cereja foram realizados com o auxílio do paquímetro digital, medido em mm.

**Figura 3.** Classificação de amadurecimento dos frutos de tomate cereja, cultivar carolina e samambaia respectivamente.



## 4.8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram avaliados por análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014) para os dados encontrados nos diferentes tratamentos de natureza qualitativa, enquanto os quantitativos foram submetidos ao estudo de regressão quadrática, com ajuste de curvas representativas para cada uma das características avaliadas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO

Na Tabela 2, percebe-se que para a fonte de variação cultivar houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para as variáveis, altura de plantas (AP) e número de folhas (NF). O fator doses de potássio foi expressivo ( $p < 0,01$ ) apenas para a altura de plantas (AP). Com relação à interação entre os níveis de potássio e as cultivares verifica-se que não houve significância estatística na variável diâmetro de caule (DC).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância, referente à altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), e número de folhas (NF) de cultivares de tomateiro aos 45 DAT, em diferentes doses de potássio.

Fonte de variação	GL	Quadros Médios		
		AP	DC	NF
Cultivar	1	5408,00*	2,14 <sup>ns</sup>	35697,92*
Doses de Potássio	4	185,5**	1,37 <sup>ns</sup>	1593,47 <sup>ns</sup>
Cultivar*Doses	4	65,60 <sup>ns</sup>	4,90 <sup>ns</sup>	607,87 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	64,31	1,73	1028,71
CV (%)	-	12,77	10,17	18,15
Média geral	-	62,80	12,93	176,72

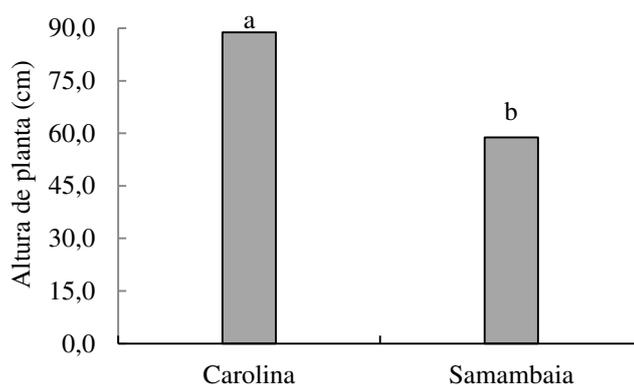
ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ . C.V.: coeficiente de variação.

Para a variável altura de plantas, outros estudos tiveram resultados divergentes aos encontrados nesta pesquisa, não havendo resultados positivos para a beterraba, com e sem

utilização de potássio (MAGRO *et al.*, 2015) e abobrinha-de-moita, com doses de 0 a 0 a 400 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, conforme apresentaram Araújo *et al.* (2013). Fratoni *et al.* (2016), ao analisarem a fertirrigação com doses de potássio em tomateiro tipo italiano, constataram que, a quantidade de K aplicada não influenciou estatisticamente a variável número de folhas. Assim como Godoy *et al.* (2012), estudando com couve-flor com dosagens de 0 a 200 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, não obtiveram dados significantes para o número de folhas/planta. A adubação potássica não afeta o número de folhas para a rúcula Porto *et al.* (2013) e para beterraba Magro *et al.* (2015).

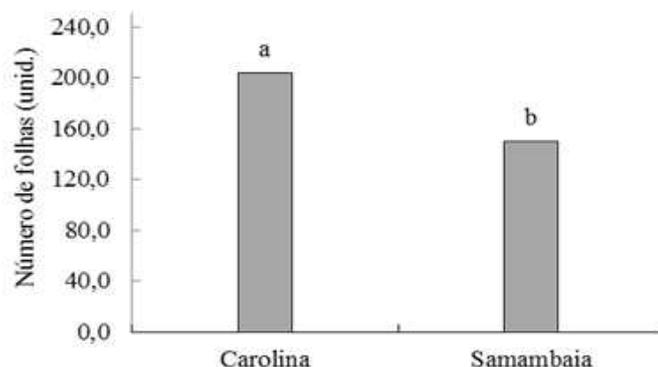
De acordo com a Figura 4, a cultivar Carolina teve maior altura de planta com valor médio de 73,2 cm, enquanto a samambaia teve 52,4 cm. Resultados superiores foram percebidos por Araújo *et al.* (2013) estudando diferentes doses de potássio para a variedade BRS Iracema.

**Figura 4.** Valores médios da altura das plantas (AP) de duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio.



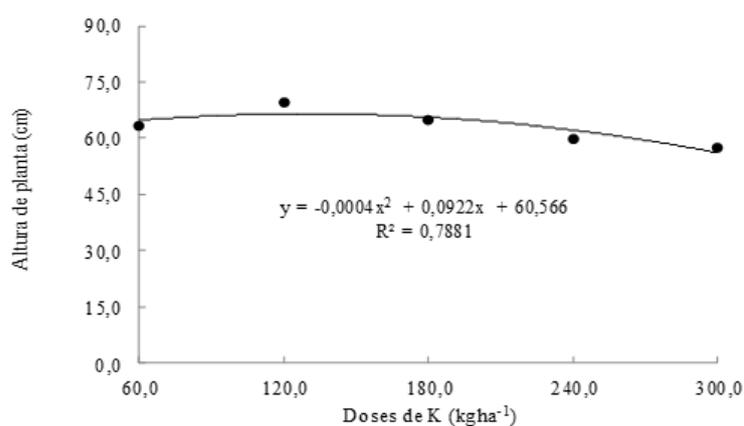
A cultivar Carolina, vide figura 5, alcançou o maior número de folhas com média de 203,44 folhas, já o resultado da samambaia (150 folhas/planta) foi inferior, havendo diferença estatística à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Figura 5.** Valores médios do número de folhas (NF) de duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio.



Analisando a regressão da variável altura de plantas, nota-se relevância a 1% de probabilidade. Como observa-se na Figura 6, a maior média registrada foi na dose de  $120\text{kg ha}^{-1}$  de potássio. Já a dose com  $300\text{Kgha}^{-1}$ , obteve a menor média em altura de planta para doses de potássio nas cultivares de tomate cereja.

**Figura 6.** Regressão da variável altura de planta (AP) dos tomateiros submetida a doses de potássio aos 45 DAT.



A cultivar Carolina se destaca na altura de planta e número de folha, devido as suas características genéticas, onde o crescimento indeterminado pode ter influenciado para uma maior diferença entre cultivares. Sobre isso Oliveira *et al.*, (2013), explica que, a altura da

planta é influenciada além de sua genética tem o peso do hábito de crescimento dicotômico, condições ambientais, ciclo da cultura e práticas de manejo cultural.

A máxima altura atingida pela Carolina foi na dose de 120 Kg há<sup>-1</sup>, sendo a dosagem recomendada para esta cultivar em relação à altura, logo após ocorre decréscimo, fator que pode estar relacionado a maior concentração interna de carbono, diminuindo a taxa fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento do vegetal.

## 5.2. VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

### 5.2.1 Trocas gasosas

Analisando as variáveis de trocas gasosas constata-se que houve efeito significativo para a variável concentração interna de carbono (Ci) a 1%. A eficiência de uso da água (EUA) foi significativa (5%) para fonte de variação Cultivar e a variável fotossíntese líquida (A) foi estatisticamente significativa (1%) para fonte de variação doses de potássio (Tabela 3).

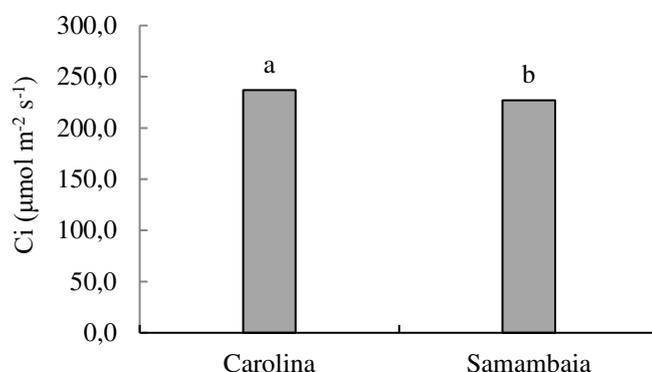
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância, para os parâmetros fisiológicos das cultivares de tomateiro aos 45 DAT, em diferentes doses de potássio.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		Ci	E	gs	A	EUA
Cultivar	1	1180,98**	1,88 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	15,07 <sup>ns</sup>	1,53*
Doses de Potássio	4	886,42 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	21,06**	0,27 <sup>ns</sup>
Cultivar*Doses	4	1059,28**	1,72 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	18,10 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	284,01	0,76	0,03	5,86	0,11
CV (%)	-	7,26	15,44	19,88	17,47	13,51
Média geral	-	232,02	5,66	0,44	13,86	2,47

ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ . C.V.: coeficiente de variação. Concentração interna de carbono (Ci  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); transpiração (E  $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); condutância estomática (gs  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); fotossíntese líquida (A  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); eficiência do uso da água (EUA  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

Na Figura 7, para variável concentração interna de carbono, a cultivar Carolina apresenta maior média de 236,88  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , já a cultivar samambaia uma média inferior de 227,16  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**Figura 7.** Valores médios da concentração interna de carbono de duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio.

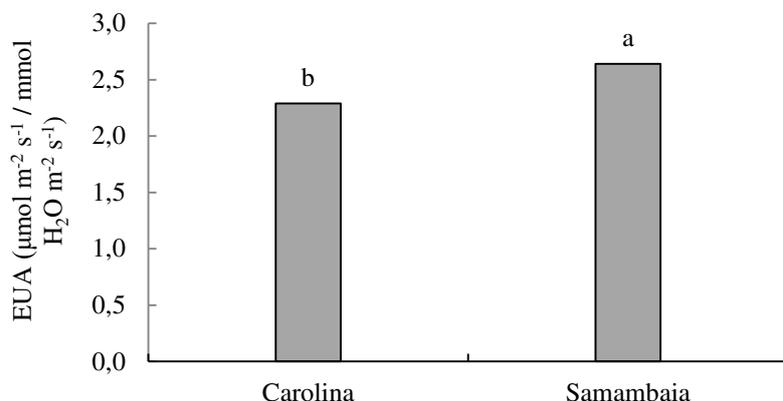


Silva *et al.* (2015), relatam que o aumento na concentração interna de carbono acompanha o acréscimo de condutância estomática. A condutância estomática em plantas de pimentão submetido a doses de nitrogênio, segundo Alves *et al.* (2011) tiveram média de 0,28 mol de H<sub>2</sub> O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. A média de gs foi de 0,44 mol de H<sub>2</sub> O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para as cultivares Carolina e Samambaia submetidas a doses de potássio nesta pesquisa foram superiores (Tabela 3).

No cultivo de berinjela, Silva *et al.* (2015) encontraram para concentração interna de CO<sub>2</sub> de 244,87 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, resultado inferior ao desta pesquisa.

A eficiência do uso da água (EUA) na cultivar carolina foi de 2,29 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> / mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, inferior a cultivar samambaia que obteve 2,64 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> / mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>(Figura 8). Assim, a cultivar samambaia teve menor perda de água pela transpiração e maior aproveitamento de água e do CO<sub>2</sub> para a execução da fotossíntese. Como afirmam Oliveira *et al.* (2013), que a diminuição da EUA reflete na ineficácia da transpiração com elevada taxa de perda de água e níveis de fotossíntese inferiores com utilização da água e do dióxido de carbono inadequado.

**Figura 8.** Valores médios da eficiência do uso da água duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio.

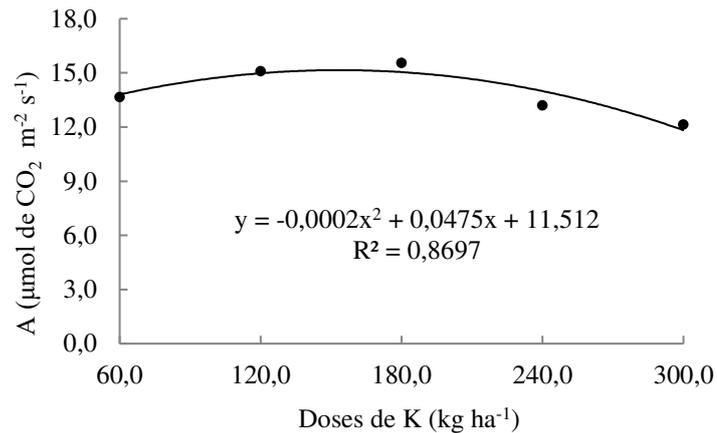


A eficiência do uso da água está relacionada pelo valor da fotossíntese líquida da samambaia ser superior à taxa transpiração da cultura. Roberts *et al.* (2015), afirmam que a essa eficiência engloba a transpiração e evaporação da água no solo. Segundo Laclau *et al.* (2016), o processo de fotossíntese líquida e taxa de transpiração são influenciados por fatores ambientais.

Conforme Oliveira *et al.* (2016), as aplicações de quantidade de nutrientes na solução acima de 75% interferem na nutrição e no comportamento fisiológico da cultura, diminuindo a eficiência de uso da água. Nelson *et al.* (2005) dizem que, a quantidade necessária de potássio para a cultura ter maior EUA é fundamental, devido a este nutriente está associado a regulação da turgidez, abertura e fechamento dos estômatos e controle da transpiração.

Na regressão a variável fotossíntese líquida ajustou-se ao modelo quadrático conforme a Figura 9, com taxa fotossintética elevada de 15,55 μmol de CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> na terceira dose de adubação potássica (180 Kg ha<sup>-1</sup>). A partir daí, houve um decréscimo, sendo a última dose (300 Kg ha<sup>-1</sup>) com a menor taxa de 12,14 μmol de CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Desse modo, o aumento nas concentrações de potássio na fertirrigação, incrementou a quantidade de solutos no solo, influenciando na capacidade de absorção de água pela planta e diminuindo a realização de fotossíntese. Através da Figura 9, constata-se que a cultivar samambaia se adaptou as estas condições desfavoráveis, resultando em EUA elevado.

**Figura 9.** Regressão da fotossíntese líquida (A) dos tomateiros submetida a doses de potássio aos 45 DAT.



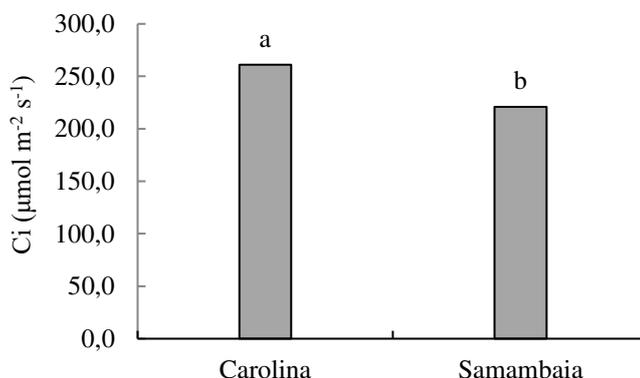
Analisando as trocas gasosas da berinjela, Silva *et al.* (2015) constataram que a fotossíntese líquida teve ajustamento ao modelo quadrático e com valor máximo de 11,83  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , resultado divergente ao obtido com cultivar de tomate cereja nesta pesquisa.

As doses de potássio foram significantes até a medida de 180 Kg há<sup>-1</sup>, onde ocorreu o “consumo de luxo”, coincidindo com valor recomendado para a cultura do tomateiro, doses maiores foram negativas para a fotossíntese líquida, ocorrendo toxicidade e não produzindo fotoassimilados para complementação dos ciclos de Calvin e Krebs.

O efeito antagônico promovido pelo potássio pode acarretar em várias mudanças no ciclo metabólico da planta, uma vez que, tanto o cálcio como o magnésio desempenham funções vitais no desenvolvimento da planta (TAIZ & ZEIGER, 2013). Além disso, elevada concentração de CO<sub>2</sub> na mitocôndria, ocasiona decréscimo dos produtos respiratório, envolvendo a redução do suprimento de ATP para a fotossíntese, provocando também a redução de açúcares (GRIFFIN *et al.*, 2013)

O desdobramento da interação dos fatores cultivar e doses de potássio na variável de concentração interna de carbono (Ci), Figura 10, ao comparar a cultivar Carolina com samambaia, a Carolina foi superior em 40,4  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

**Figura 10.** Desdobramento da interação dos fatores cultivar e doses de potássio na variável concentração interna de carbono (Ci).



A cultivar Carolina obtendo maior valor da concentração interna de carbono pode ter afetado nas variáveis transpiração, fotossíntese líquida e condutância estomática, o que pode ser explicado pelo fato da rubisco está sendo prejudicada para completar o ciclo de Calvin, em consequência, a cultivar Samambaia foi a que teve maior medida na eficiência de uso de água, que nas explicações de LONG et al., (2004) altas concentrações de CO<sub>2</sub> por longo tempo, provavelmente, acarretou na redução da atividade da rubisco e na taxa máxima de reação de carboxilação, promovendo a redução na fotossíntese e, como consequência, na altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, número de frutos, peso fresco e seco dos frutos além dos diâmetros transversal e longitudinal das cultivares.

### 5.2.2 Pigmentos fotossintéticos e SPAD

A variável clorofila *a* se apresentou de forma expressiva em relação ao fator cultivar. E, para o fator de variação doses de potássio, apenas a variável clorofila *b* (Clb) teve efeito significativo a 1% de probabilidade, Tabela 4. As demais variáveis analisadas não tiveram efeito estatístico considerável.

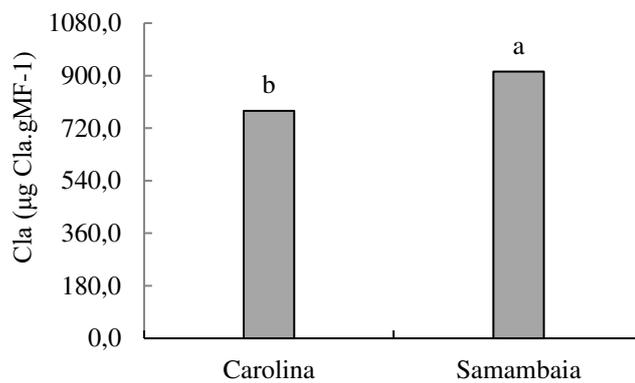
**Tabela 4.** Resumo da análise de variância, para pigmentos fotossintéticos, das cultivares do tomate em diferentes doses de potássio.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		SPAD	Cl <sub>a</sub>	Cl <sub>b</sub>	Cl <sub>t</sub>	Car
Cultivar	1	42,28 <sup>ns</sup>	224990,69**	8441,68 <sup>ns</sup>	224768,06 <sup>ns</sup>	6357,41 <sup>ns</sup>
Doses de Potássio	4	15,04 <sup>ns</sup>	80184,02 <sup>ns</sup>	28058,92**	117571,54 <sup>ns</sup>	4387,81 <sup>ns</sup>
Cultivar*Doses	4	21,37 <sup>ns</sup>	33511,05 <sup>ns</sup>	2478,13 <sup>ns</sup>	38384,67 <sup>ns</sup>	3918,38 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	16,74	44562,23	8892,23	84490,40	4490,65
CV (%)	-	7,70	24,93	28,02	24,83	31,54
Média geral	-	53,11	846,90	336,57	1170,45	212,49

ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ . C.V.: coeficiente de variação. Clorofila a (Cla); clorofila b (Clb); clorofila total (ClT); carotenóides (Car).

A cultivar samambaia para a variável teor de clorofila, com valor de  $913,98 \mu\text{g Cla.gMF}^{-1}$ , se mostrou superior a cultivar carolina com valor de  $779,82 \mu\text{g Cla.gMF}^{-1}$ , assim, ela teve maior quantidade de clorofila *a*, sendo a fertirrigação potássica uma fonte de nutrientes importante para esta cultivar (Figura 11).

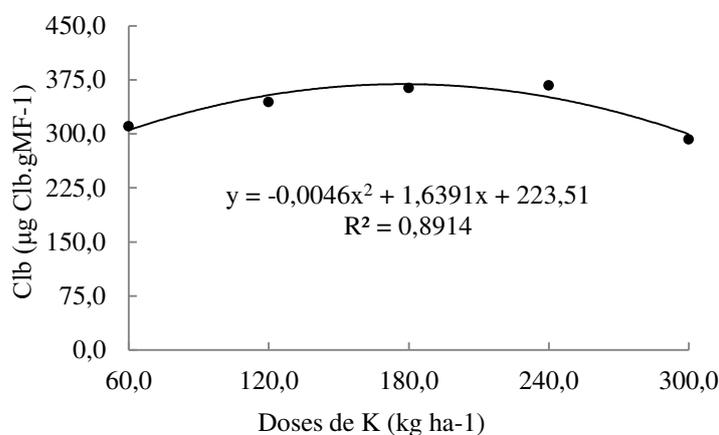
**Figura 11.** Valores médios do teor de clorofila a (Cla) das duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio.



Com a aplicação de doses de potássio, a cultivar samambaia teve acréscimos na clorofila *a*, porém na carolina os processos fisiológicos tiveram resultados diferentes. Viana e Kiehl (2010), afirmam que os pigmentos fotossintéticos podem ser reduzidos ou ocorrer acréscimos conforme a demanda ou ausência de nutrientes. A elevação da taxa nos teores de clorofila pode ser proveniente das condições de disponibilidade de altos valores de potássio na irrigação, que acaba ativando o mecanismo de defesa fotossintética (MENDES *et al.*, 2011).

A Figura 12 apresenta a regressão do teor de clorofila b (Clb), percebe-se então que, o modelo matemático que melhor se ajustou foi o quadrático com maior valor observado na quarta dose ( $240 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), de  $401,77 \mu\text{g Clb.gMF}^{-1}$ . O teor mais baixo foi da última dose ( $300 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) com  $262,3 \mu\text{g Clb.gMF}^{-1}$ . Para isso Moraes (2017), relatam que a menor taxa de clorofila está relacionada à toxidez ocasionada pelo excesso de nutrientes, resultando em uma menor atividade fotossintética realizada pela cultura.

**Figura 12.** Regressão do teor de clorofila b (Clb) dos tomateiros submetida a doses de potássio aos 45 DAT.



As alterações no teor de clorofila são importantes para as análises dos aspectos de crescimento e tolerância da cultura a ambientes modificados e com características específicas (AKÇA e SAMSUNLU, 2012). Os teores de clorofila são variáveis essenciais, para que seja possível entender o que ocorre no processo fisiológico quando há elevação nas doses de potássio. Assim, ao elevar a quantidade de potássio aplicado na irrigação houve crescente teor de clorofila *b*, contudo, na última dose ocorreu um declínio significativo, sendo esta dosagem não recomendada para as cultivares analisadas.

As clorofilas *a* e *b* são fundamentais para a realização da fotossíntese, pois, quanto maior a sua disponibilidade aumenta à probabilidade de ocorrer maior taxa de fotoassimilação.

### 5.2.3 Teor relativo de água e extravasamento de eletrólitos

De acordo com a Tabela 5, o teor relativo de água nas folhas (TRA) foi estatisticamente significativo no nível de 5%, para o fator cultivar e houve interação considerável a 1% nas fontes de variação.

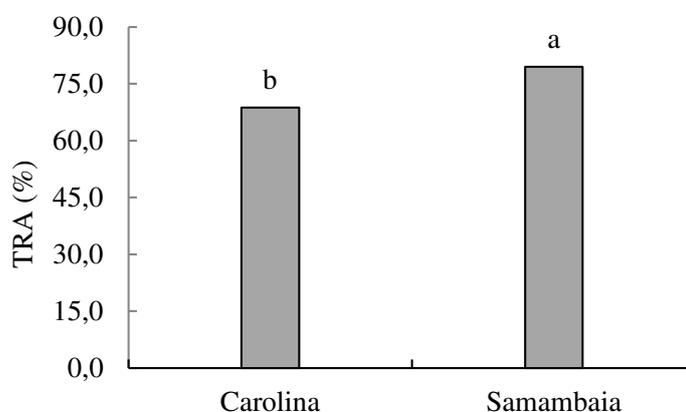
**Tabela 5.** Resumo da análise de variância, para extravasamento de eletrólitos e teor relativo de água das cultivares do tomate em diferentes doses de potássio.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio	
		TRA	EE
Cultivar	1	1452,59*	0,97 <sup>ns</sup>
Doses de Potássio	4	108,03 <sup>ns</sup>	11,33 <sup>ns</sup>
Cultivar* Doses	4	211,29**	14,64 <sup>ns</sup>
Repetição	4	349,57 <sup>ns</sup>	11,14 <sup>ns</sup>
Erro	36	73,86	5,59
CV (%)	-	11,60	15,23
Média geral	-	74,08	15,53

ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ . C.V.: coeficiente de variação. Teor relativo de água (TRA); extravasamento de eletrólitos (EE).

A cultivar Samambaia teve maior média na variável teor relativo de água (TRA), com 79,47%, sendo superior a cultivar Carolina com 68,69% (Figura 13).

**Figura 13.** Valores médios do teor relativo de água (TRA) das duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio.

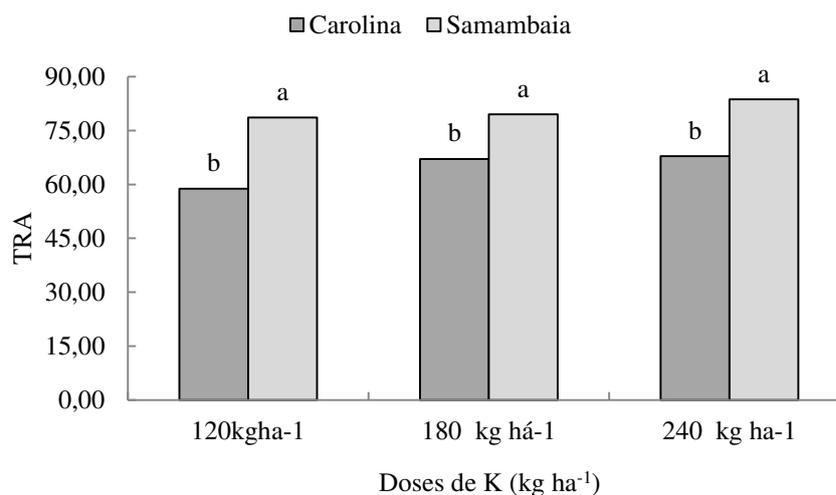


Taiz e Zeiger (2013), afirmam que o teor de água numa cultura vai depender do turgor pleno que varia conforme a umidade do solo, capacidade de absorção de água pelas raízes e a condutividade hidráulica das raízes e parte aéreas.

A diferença entre as cultivares, conforme Moraes *et al.* (2014) pode ser justificada pela genética das cultivares, que agem de maneira singular ao serem submetidas a níveis de solução nutritiva. Cultivares da mesma espécie tem características e mecanismos genéticos diferentes, que diminuem os efeitos negativos que a solução nutritiva possa ocasionar (ALMEIDA *et al.*, 2011; FERNANDES *et al.*, 2011).

Com base na Figura 14, nota-se que a cultivar samambaia foi superior a cultivar carolina em relação as doses de potássio de 120, 180 e 240 Kg ha<sup>-1</sup> , obtendo valores de 78,59 , 79,51 e 83,67, respectivamente.

**Figura 14.** Desdobramento da interação dos fatores cultivar e doses de potássio 120, 180 e 240 Kg/há<sup>-1</sup> na variável, teor relativo de água (TRA).



### 5.3. PRODUÇÃO

O resultado da análise de variância na Tabela 6, evidencia efeito significativo ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares para as variáveis número de frutos (NF), peso fresco dos frutos (PFF), peso seco dos frutos (PSF), diâmetro transversal dos frutos (DT) e diâmetro longitudinal dos frutos (DL). Além de interação significativa (doses de adubação x cultivares) ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis peso fresco dos frutos (PFF) e peso seco dos frutos (PSF).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para número de frutos peso fresco dos frutos, peso seco dos frutos, diâmetro transversal dos frutos e diâmetro longitudinal dos frutos, das cultivares do tomate em diferentes doses de potássio aos 67 dias após o transplante.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		NF <sup>1</sup>	PFF <sup>1</sup>	PSF <sup>1</sup>	DT	DL
Cultivar	1	386,42*	473544,52*	12886,62*	93,70*	486,25*
Doses de Potássio	4	11,40 <sup>ns</sup>	5219,01 <sup>ns</sup>	904,72 <sup>ns</sup>	6,65 <sup>ns</sup>	8,65 <sup>ns</sup>
Cultivar*Doses	4	9,40 <sup>ns</sup>	15229,46**	2510,37**	4,92 <sup>ns</sup>	10,40 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	14,92	4247,93	969,52	6,16	6,72

CV (%)	-	17,26	19,35	40,05	8,44	8,78
Média geral	-	12,50	205,24	35,99	29,42	29,54

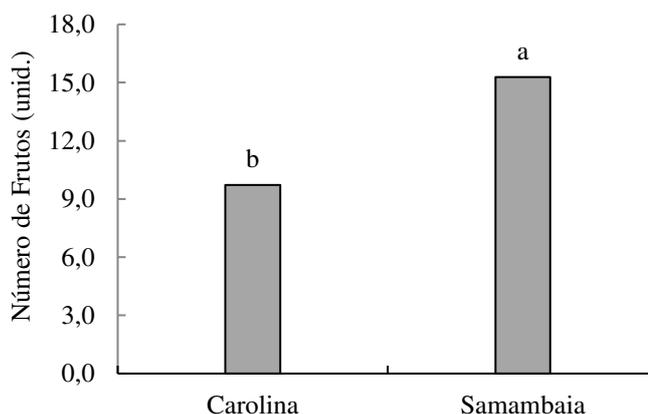
ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ . <sup>1</sup> Transformação para raiz quadrada. C.V.: coeficiente de variação. Número de frutos (NF); peso fresco do fruto (PF); peso seco do fruto (PS); diâmetro transversal do fruto (DT); diâmetro longitudinal do fruto (DL).

Os pesquisadores Yuti *et al.* (2016), também alcançaram resultados semelhantes para número de frutos na produção de genótipos de tomate tipo salada em duas fases de plantio, com variação de 13,8 a 73,4 frutos planta<sup>-1</sup>, evidenciando a cultivar PI 922863 com maior média.

Jorge (2013), em seu experimento com o cultivo de tomate cereja sob manejo orgânico, utilizando água residuária de bovinocultura de leite, obteve média na variável número de frutos de 9,01 unidades de frutos planta<sup>-1</sup>, sendo, portanto, inferior a média geral observada nesse estudo (12,5 unidades de frutos planta<sup>-1</sup>).

A cultivar Samambaia teve o maior valor de número de frutos, sendo de 15,28, já cultivar Carolina com de 9,72 frutos (Figura 15). Assim, a cv. Samambaia teve acréscimos de 57,2% na quantidade de frutos produzidos em relação a cv. Carolina, sendo uma cultivar indicada para os agricultores.

**Figura 15.** Valores médios do número de frutos (NF) das duas cultivares de tomate cereja, quando submetidas a doses de potássio.



Maia *et al.* (2013), ao estudarem o efeito de diferentes doses de esterco bovino (0; 200; 300; 400 e 500 g de esterco por kg de solo e; adubação mineral com NPK) no crescimento e produção de tomate cereja cultivar Pori, em vasos sob condições de casa de vegetação, alcançaram número máximo de frutos de 19,7 unidades por planta e média geral de 12,86. Sendo dessa forma, o valor da média geral, próximo ao encontrado no presente trabalho, entretanto, em relação às cultivares e ao número máximo de frutos, a cultivar Pori

foi superior, com diferenças percentuais de 22,43 % (cv. Samambaia) e 50,66 % (cv. Carolina), o que pode ser explicado pelas características intrínsecas de cada cultivar.

Aos 120 dias após o plantio, Heine *et al.* (2015) cultivando tomate cereja em diferentes espaçamentos teve em média 22,33 frutos.planta<sup>-1</sup>. Enquanto que aos 67 dias após transplântio a cv. Samambaia, submetida a doses de potássio teve média de 15,28 frutos, sendo uma cultivar potencialmente produtiva e com colheita em menor espaço de tempo, com breve retorno econômico para o agricultor.

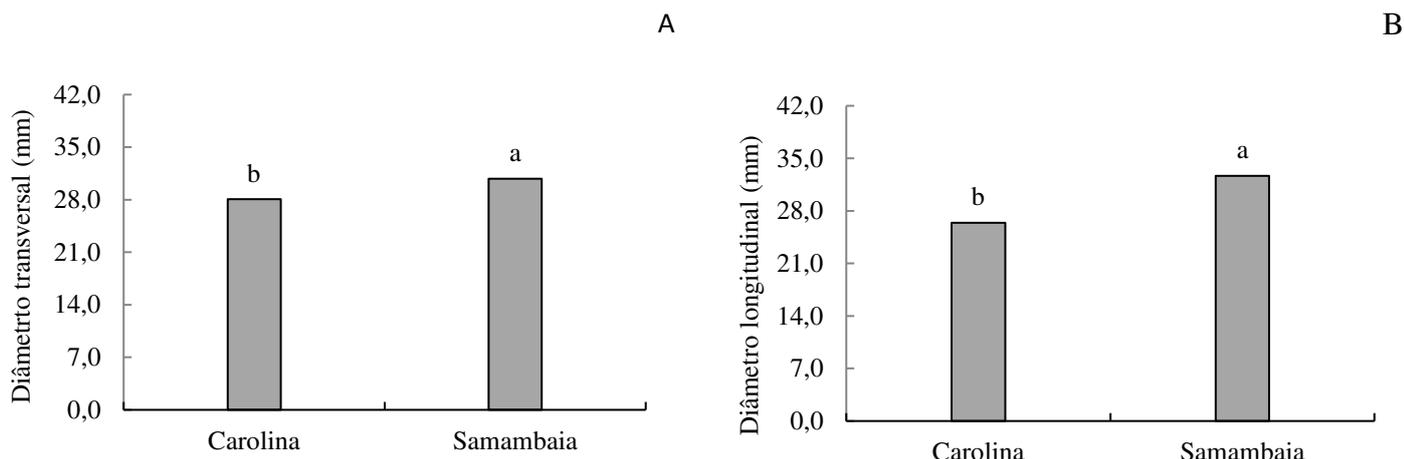
A quantidade média de frutos de genótipos de tomate colhida aos 69 dias após transplântio por 20 dias, em 6 colheitas, no trabalho de Yuri *et al.* (2016) foi de 30,6 frutos.planta<sup>-1</sup>. Cultivando tomates e diversos sistemas de plantio, Machado Neto (2014), produziu uma média de 39,2 frutos planta<sup>-1</sup>. E, em apenas uma colheita, aos 67 DAT, a cultivar Samambaia e Carolina apresentaram médias satisfatórias.

Santos *et al.* (2001), ao avaliarem a produção de cultivares de tomate salada tutorado sob doses crescentes de adubação com NPK, observaram que o número de frutos teve diferenças apenas entre as cultivares, independente do nível de adubação, sugerindo, assim, que se trata de uma característica própria de cada cultivar.

Mengel e Viro (1974), encontram resultados diferentes aos do presente trabalho, uma vez que, os autores afirmam que o número de frutos aumentou com as doses de adubação potássica. E que isto, pode estar relacionado com as funções de transporte de açúcares, aminoácidos e ânions orgânicos pelo floema das folhas e caule para os frutos.

Nas variáveis, diâmetro transversal dos frutos (DT), (Figura 16A) e diâmetro longitudinal (DL) (Figura 16B), os valores de 30,79 mm e 32,66 mm respectivamente, foram alcançados pela cultivar Samambaia, superior a cultivar carolina com 28,05 mm e 26,42 mm, nesta ordem.

**Figura 16.** Valores médios do diâmetro transversal dos frutos e diâmetro longitudinal dos frutos das cultivares carolina e samambaia, submetidas a doses de potássio.

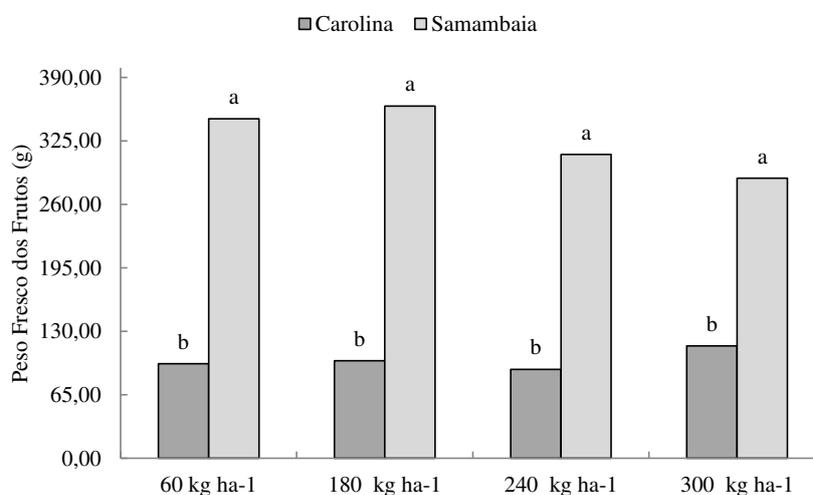


Heine *et al.* (2015), cultivando tomate conseguiram diâmetro transversal médio de 55,9 mm e diâmetro longitudinal de 70,95 mm dos frutos do tomateiro híbrido Lumi aos 120 dias após plantio, porém como aos 67 DAE.

No desdobramento de cultivares dentro de cada nível de adubação, constata-se na Figura 16, que a cultivar Samambaia teve médias superiores a cultivar Carolina para a variável peso fresco dos frutos. A cultivar Samambaia com as médias de 347,77 g planta<sup>-1</sup>, 360,73 g planta<sup>-1</sup>, 311,10 g planta<sup>-1</sup> e 268,8 g planta<sup>-1</sup> e a cultivar Carolina com 96,87 g planta<sup>-1</sup>, 99,77 g planta<sup>-1</sup>, 91,11 g planta<sup>-1</sup> e 115,05 g planta<sup>-1</sup>, ambas para as doses de 60 kg ha<sup>-1</sup>, 180 kg ha<sup>-1</sup>, 240 kg ha<sup>-1</sup> e 300 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, respectivamente.

Ao duplicar a quantidade de potássio na fertirrigação da Samambaia, houve acréscimos de 12,96 g planta<sup>-1</sup>, comparando doses de 180 kg ha<sup>-1</sup> com 60 kg ha<sup>-1</sup>, ao adicionar mais 60 kg ha<sup>-1</sup> de K, ou seja, nas doses de 240 kg ha<sup>-1</sup> e de 300 kg ha<sup>-1</sup> há redução no PFF de 36,59 e 78,97 g planta<sup>-1</sup> em relação a 60 kg ha<sup>-1</sup>. Assim, a dose recomendada para tomates mais pesados são da cultivar Samambaia com 60 kg ha<sup>-1</sup> de K na adubação. Para a cultivar Carolina, a dose com maior média foi com 300 kg ha<sup>-1</sup>, quando relacionada com a menor aplicação de potássio (60 kg ha<sup>-1</sup>), teve aumento de 18,18 g planta<sup>-1</sup>, ou 18,76% (Figura 17).

**Figura 17.** Desdobramento da interação dos fatores cultivar e doses de potássio na variável peso fresco dos frutos (PF).



De acordo com *Morais et al.* (2011), quantidades altas de potássio aplicadas na adubação, influencia na variável massa de frutos, podendo causar uma produtividade indesejada, o que significa, redução na massa de frutos, como ocorreu nesta pesquisa.

*Feltrin et al.* (2005), ao estudarem o efeito da aplicação de diferentes fontes de adubo potássico, na produtividade e nas características de qualidade de frutos de tomateiro cereja cultivar Sweet Million, em ambiente protegido, não observaram diferenças significativas para massa fresca de frutos, além disso, concluíram que esta variável dependeu apenas das cultivares.

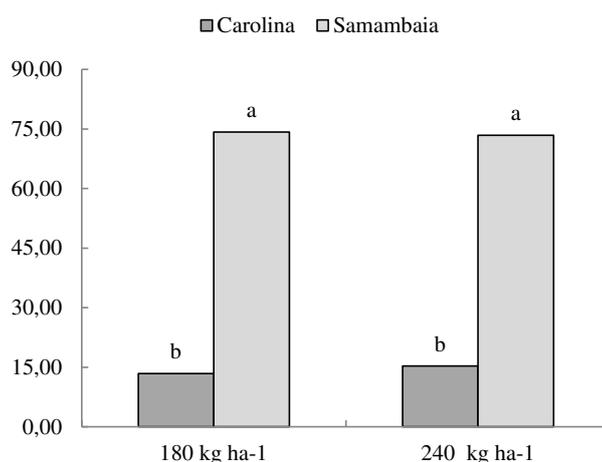
Ao desenvolverem estudos sobre a produtividade de tomate cereja, no sistema orgânico em função do uso de calcário, esterco e mulching, *Galdino et al.* (2017) observaram valor médio de massa fresca de frutos de 218,25 g planta<sup>-1</sup>, ou seja, inferior a cv. Samambaia e superior a cv. Carolina.

*Farias et al.* (2015), ao avaliarem a produção de frutos de tomate cereja, cultivar BRS Zamir, submetida a doses de adubação nitrogenada, identificaram diferenças estatísticas significativas para as doses de nitrogênio aplicadas, havendo aumento da produção à medida que aumentaram as doses de nitrogênio, caracterizando um comportamento linear, com massa fresca de frutos variando de 253 a 1140 g planta<sup>-1</sup>.

Para o desdobramento da interação entre os fatores cultivares e doses de potássio, em relação a variável peso seco dos frutos, a cultivar Samambaia teve as maiores médias (Figura

17). Ocorreram diferenças expressivas entre as cultivares para as doses de adubação de 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup>. Na Samambaia foram encontrados valores médios de 74,22 g planta<sup>-1</sup> e 73,38 g planta<sup>-1</sup>, nas doses de 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A cultivar Carolina com valores médios de 13,44 g planta<sup>-1</sup> e 15,36 g planta<sup>-1</sup> nesta ordem (Figura 18).

**Figura 18.** Desdobramento da interação dos fatores cultivar e doses de potássio na variável peso seco dos frutos (PS).



Valores superiores foram encontrados por Albuquerque *et al.* (2018), ao avaliarem a produção de biomassa e produtividade de tomateiro cultivar Carolina sob diferentes substratos (solo local, serragem e cama de aviário) em condições de ambiente protegido, os pesquisadores conseguiram um valor médio de 209,61 g planta<sup>-1</sup> para massa de matéria fresca de frutos, 18,59 g planta<sup>-1</sup> de massa seca de frutos, mas quando comparado com a cultivar Samambaia os valores são inferiores.

Ao contrapor o peso seco médio de frutos por planta para as cultivares analisadas, com os obtidos por Maia *et al.* (2013) para a cultivar Pori, observou-se que o valor médio de massa seca de frutos encontrado pelos autores (21,55 g planta<sup>-1</sup>) foi próximo ao obtido para a cultivar Carolina, isso pode ser justificado pelas características das cultivares serem semelhantes.

## 6. CONCLUSÕES

A dose de potássio 120 Kg/ha proporciona maiores médias na altura de planta, em quanto que, as demais doses estudadas nesse trabalho não se destacaram positivamente.

A cultivar samambaia teve maior quantidade de clorofila *a*, sendo a fertirrigação potássica uma fonte de nutrientes importante para esta cultivar.

A cultivar Samambaia apresenta maior eficiência do uso da água (EUA), com a menor perda de água pela transpiração e maior aproveitamento de água e do CO<sub>2</sub> para a execução da fotossíntese.

E por último, a cultivar Samambaia conseguiu maior produção em relação à quantidade de frutos, peso fresco e seco, ao ser comparada a cv. Carolina, sendo dessa forma, a cultivar indicada para os agricultores.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKÇA, Y., SAMSUNLU, E. (2012). The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, proline and nutrient accumulation, and K/Na ratio in Walnut. **Pakistan Journal of Botany**, 44(5), 1513-1520.
- ALBINO, V. S. **Uso de porta-enxertos e níveis de adubação orgânica em tomateiro tipo cereja, sob ambiente protegido, cultivado em sistema orgânico**. Dissertação – Universidade de Brasília, 2016.
- ALMEIDA, R.F. Adubação nitrogenada de tomateiros. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.5, p.25-30, dez. 2011.
- ALMEIDA, W.S., BELÉM, F. R. F., BERTINI, C. H. C. M., PINHEIRO, M.S., TEÓFILO, E. M. Identificação de genótipos de feijão-caupi tolerantes a salinidade avaliado por meio de método multivariado. **Ciência Rural**, v. 41, n. 11, p. 1884-1889, nov. 2011.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate – Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. Editora Universitária de Lavras. 2ª Edição. Lavras, Minas Gerais. 2013. 455 p.
- ALVES, E. C.; OLIVEIRA T. B.; LUZ, L. M.; VILHENA, N. Q.; COSTA, R. C. L. Fotossíntese, transpiração e condutância estomática de plantas de pimentão submetidas a diferentes doses de N. In: Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA. **Anais**, p.120. Belém – PA. 2011. CD ROM.
- ANDRADE, B.L.G. **Manejo da fertirrigação do tomateiro cultivado em vaso com areia**. Londrina: UEL. 62p. 2012. (Tese Doutorado).
- ANDRADE, L.O.; GHEYI, H.R.; NOBRE, R.G.; DIAS, N.S.; NASCIMENTO, E.C.S. Crescimento de girassóis ornamental em sistema de produção orgânica e irrigada com água residuária tratada. **Revista Irriga**, Edição Especial, p.69-82, 2012.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS – Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta. ISSN – 2178-0897. 2016.
- Anuário Brasileiro de Hortaliças 2017, Santa Cruz do Sul, Editora Gazeta, ISSN 2178-0897.
- ARAÚJO, H. S.; JÚNIOR, M. X. O.; MAGRO, F. O. CARDOSO, A. I. I. Doses de potássio em cobertura na produção de frutos de abobrinha italiana. **Revista Ciência Agrária**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 303-309, 2013.
- ARAÚJO, V.R.; BÔAS, R.L.V.; JACON, C.P.R.P.; SILVA, D.M.P.; RODRIGUES, M.T. Eficiência de adubação fosfatada no cultivo do Tomateiro. **Irriga**, v.1, n.1, p.139-154, 2018.
- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in Beta vulgaris. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.

ARNON, D. I.; STOUT, P. R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant physiol**, Washington, 14: 371-375, 1939.

ASCARI, J. P.; SANTOS, E. S.; MENDES, L. R. N.; DIAS, L. D. E.; INOUE, M. H.; MARCO, K.; Formas de adubação de sorgo granífero em semeadura tardia. **Revista Nucleus**, v. 11, n.1, p. 7-14, 2015.

BLANCO, F.F; FOLEGATTI, M.V; Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: produção e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. 12: 122-127.

CEPEA, 2011: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Hortaliças: Gestão sustentável. **Revista Hortifruti Brasil**. Piracicaba, Brazil. jun, 2011.

CHEN, J.; GABELMAN, W. H. Morphological and physiological characteristics of tomato roots associated with potassium-acquisition efficiency. **Scientia Horticulturae**, v. 83, n. 3 – 4, p. 213 – 225. 2000.

CORRÊA, A. L.; FERNANDES, M. C. A.; AGUIAR, L. A.; Produção de Tomate Sob manejo orgânico. **Manual Técnico**, 36, P. 15-16. Programa Rio Rural. ISSN 1983-5671. 2012.

DOSSA, D.; FUCHS, F. Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados mundial, brasileiro e paranaense. **Boletim Técnico** 03. TOMATE, Agosto de 2017, 7p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional e Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro. Serviço de levantamento e conservação do solo. P. 230, 2011.

EMBRAPA HORTALIÇAS. A cultura do tomate. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/tomate-de-mesa>. Acesso em: janeiro/2019.

EPSTEIN E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Editora planta, 2006, 403 p.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, 2002.

FELTRIM, A. L; WAMSER, A. F; SUZUKI, A; MUELLER, S; BECKER, W. F; HAHN, L; Fontes de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na cultura do tomate. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 2, p. 63 – 67. Florianópolis, Agosto de 2016.

HEINE, A.J.M.; MORAES, M.O.B.; PORTO, J.S.; SOUZA, J.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; SANTOS, B.S.R. Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. **Scientia plena**, v.11, n.9, p.1-7, 2015.

HENDRY, G. A. F., PRINCE, A. H. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: Hendry, G. A. F., Grime, J. P. (Eds.) *Methods in comparative plant ecology*. London: **Chapman Hall**. p.148-152. 1993.

FERNANDES, P.D., BRITO, M.E.B., GHEYI, H.R., SOARES FILHO, W.S., MELO, A.S., CARNEIRO, P.T. (2011). Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, 33(1): 259-267.

FERREIRA, D.F. 2014. SISVAR: a Guide for its Bootstrap procedures in multiplev comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FILGUEIRA, Fernando Antônio Reis. **Novo manual de olereicultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3º Edição. Editora UFV, Viçosa – MG, 2013.

FONTES, P. C. R.; SAMPAIO, R. A.; MANTOVANI, E. C. Produção de tomate e concentrações de potássio no solo e na planta influenciadas por fertirrigação com potássio. In: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n. 3, p.575-580, 2000.

FRATONI, M.M.J.; MONTEIRO, M.S.; FRATONI, S.M.J.; MOSSINI, F.H.; SAMPAIO, M.L.; CONSTANTINO, L.V.; ALMEIDA, L.H.C.; FREGONEZI, G.A.F.; TAKAHASHI, HW. Fertirrigação por gotejamento com doses de K na fase reprodutiva do tomateiro tipo italiano. **Horticultura Brasileira** v.34, p.110-113, 2016.

FURLANI, A. M. C.; Nutrição mineral. *Fisiologia Vegetal*. 1º Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40 – 75, 2004.

GARGANTINI, H.; BLANCO, H. G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia**, v. 56, n. 22, p. 693-714, 1963.

GENUNCIO, G.C; SILVA, R.A.C; SÁ, N.M; ZONTA, E; ARAÚJO, A.P; Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, 28: 446-452.

GODOY, A. R.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; KANO, C.; HIGUTI, A. R. O. Produção e qualidade pós-colheita de couve-flor em função de doses de potássio em cobertura. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.11, n. 2, p 33-42, 2012.

GONÇALVES, A. O; SANTOS, L. C. O; NAIME, U. J; TOSTO, S. G; BRANDÃO, E. S; PIMENTEL, J; CALDERANO, S. B. Zoneamento agroecológico do estado do Rio de Janeiro. Embrapa, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro n. 33, p.18, 2003.

**GRIFFIN, K. I.; HESKEL, M. Breaking the cycle: how light, CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> affect plant respiration. *Plant, Cell & Environment*, v.36, p. 498-500, 2013.**

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ V., V.H.;

MEDEIROS, P. R. F. et al. Eficiência do uso de água e de fertilizantes no manejo de fertirrigação no cultivo do tomateiro sob condições de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.2, p.344- 351, abr./jun. 2012.

MONNERAT, P.H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. **Bragantia**, v. 58, n. 1, p. 209-216. (1999).

GUIMARÃES, M. A. S.; TEIXEIRA, J. H. S.; CARDOSO, S. C. Ocorrência de doenças do tomateiro na região de Guanambi, BA. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 38-42, 2015.

GURGEL, M.T.; OLIVEIRA, F.H.T.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; UYEDA, C.A. Qualidade pós-colheita de variedades de melões produzidos sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n. 3, p.398-405, 2010.

HARTZ, T. **Drip Irrigation and Fertigation Management of Processing Tomato**. Vegetable Research and Information Center University of California. Department of Land, Air, and Water Resources, University of California, Davis, 2005. 3 p.

HESS, L; Potássio com aminoácidos melhora o enchimento da cebola. **Campo & Negócios**, Uberlândia, MG, ed. 116, 2015.

IGLESIAS, M. J.; LÓPEZ, J. G.; LUJÁN, J. F. C.; ORTIZ, F. L.; DÍAZ, M.; TORESANO, F.; CAMACHO F. Differential response to environmental and nutritional factors of high-quality tomato varieties. **Food Chemistry** v. 176. p. 278-287. 2015.

JONES, R.; OUGHAM, H; THOMAS, H; WAALAND, S. The molecular life of plants. **American Society of Plant Biologists**, Wiley – Blackwell, United Kingdom. 2013.

KANAI, S.; OHKURA, K.; ADU-GYAMFI, J. J; MOHAPATRA P. K.; NGUYEN, N. T.; SANEOKA, H;FUJITA, K.; Depression of sink activity precedes the inhibition os biomass production in tomato plants subjected to potassium deficiency stress. **Journal of Experimental Botany** 58, p. 2917 – 2828. 2007.

LACLAU, J. P.; LEVILLAIN, J. DELEPORTE, P.; NZILA. J. D.; BOUILLET, J. P .; SAINT; Organic residue mass at planting time is an excellent predictor of tree growth in

Eucalyptus plantations established on a sand tropical soil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 260, p. 2148-2156, 2016.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Editora RIMA, p. 531. 2000.

LICHTENTHALER, H. K., WELBURN, A. R. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Society Transactions**, v.11, n. 3, p.591-592, 1983.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Packer, L.; Douce, R. Eds. *Methods in Enzimology*. **Academic Press**, London, UK, v. 148, 1987, pp. 350-381.

LIMA, IB.; SANTOS, A.B.; FONSECA, J.J.S.; TAKANE, R.J.; LACERDA, C.F. Pimenteira ornamental submetida a tratamentos com daminozide em vasos com fibra de côco ou areia. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.3597-3610, 2013.

LONG, S. P.; AINSWORTH, E. A.; ROGERS, A.; ORT, R. R. Rising atmospheric carbon dioxide: plants Face the future. *Annu. Rev. Plant Biol.* V. 55, p. 1005-1013, 2004.

LUCENA, R.R.M. de. **Crescimento, partição de assimilados e acúmulo de macronutrientes pelo tomateiro ‘SM-16’ em diferentes coberturas do solo**. Mossoró, RN. 2011, 106f. Dissertação – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2011.

MACÊDO, L.S; **Lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em ambiente protegido**. Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG. p. 101. (Tese). 2005.

MACHADO NETO, A. S. **Viabilidade agroeconômica da produção de tomate de ‘mesa’ sob diferentes sistemas de cultivo e manejo de adubação**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campo de Goytacazes. 2014.

MAGRO, F. O.; SILVA, E. G.; TAKATA, W. H. S.; CARDOSO, A. I. I. FERNANDES, D. M.; EVANGELISTA, R. M. Organic compost and potassium top dressing fertilization on production and quality of beetroot. **Australian Journal of Crop Science**. v.10, p.962-967, 2015.

MALAVOLTA, E.; **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, p. 638. 2006.

MAROUELLI, M.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. Irrigação do tomateiro para processamento. Embrapa, **Circular técnico** 102, 2012.

- MARQUELLI, W.A, SILVA, H.R., SILVA, W.L.C. Irrigação do tomateiro para processamento. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012. 22 p. **Circular Técnico**, 2012.
- MARKWELL, J.; OSTERMAN, J.C.; MITCHELL, J.L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, v. 46, p. 467-472. 1995.
- MARQUES, D. J; BIANCHINI, H. C.; ROEWER L. A.; Fosfito de potássio contribui para enchimento de grãos. **Campo & Negócios**, Uberlândia, MG ed. 141, 2014.
- MARSCHNER, P. Marschner's mineral nutrition of higher plants.3ed. **Academic Press**, 649 p. 2012.
- MARTINEZ, H. E. P.; CLEMENTE, J. M. O uso de cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa, MG: UFV, p. 76. 2011.
- MENDES, A. M. S. Introdução à fertilidade do solo. In: Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFBA, em Barreiras-BA, 2007, 64 p. **Net**. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/159197/1/OPB1291.pdf> acesso em 24 de fev. de 2019.
- MENDES, B. S. DA S., WILLADINO, L., CUNHA, P. C. DA, OLIVEIRA FILHO, R. A. DE, CAMARA, T. R. Mecanismos fisiológicos e bioquímicos do abacaxi ornamental sob estresse salino. **Revista Caatinga**, v. 24 n. 3, 71-77. 2011.
- MENGEL, K.; VIRO, M. Effect of potassium supply on the transport of photosynthates to the fruits of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). **Physiologia Plantarum**, v. 30, n. 4, p. 295-300, 1974.
- MEURER, E. J.; Potássio. Nutrição mineral de plantas. Editor Manlio Silvestre Fernandes. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG. 2006.
- MORAES, D. P., FERNANDES, A. L. M., DA SILVA DIAS, N., COSME, C. R., & DE SOUZA NETO, O. N. Rejeito salino e solução nutritiva em alface cultivada em sistema hidropônico. **Magistra**, 26(3), 353-360. 2014
- MORAES, J. C.; SALCEDO, C. B. I. H.; SOUSA, V. F.; Doses de potássio por gotejamento no estado nutricional do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 4 – 46. 2011.
- MORAIS, T.B. **Eficiência de doses de nitrogênio e sombreamento na cultura do tomate em cultivo protegido**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, 78p, 2017.
- MENGEL, K.; VIRO, M. Effect of potassium supply on the transport of photosynthates to the fruits of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). **Physiologia Plantarum**, v. 30, n. 4, p. 295-300, 1974.

NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B.V. A cultura do tomate. Agrodok 17. Fundação Agromisa e CTA, Wangeningen, p.104. 2006.

NASCIMENTO, A. R.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; FERNANDES, P. M.; RODRIGUES, J. P. M.; CARVALHO, W. T. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira** 31: 628-635. 2013.

NELSON, K. A.; MOTOVALLI, P. P.; NATHAN, M. Response of No-Till Soybean [Glycine max (L.) Merr.] to Timing of Preplant and Foliar Potassium Applications in a Claypan Soil. **Agronomy Journal**, Madison. v. 97, p. 832–838, 2005.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: Métodos de pesquisa em ambiente controlado. Brasília: EMBRAPA, 1991. 139 p.

NOWAKI, R. H. D. **Padrões para avaliação do estado nutricional do tomateiro para indústria**. Tese Doutorado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 123p, 2017.

OLIVEIRA, F. A.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; SILVA, R. C. P.; LIMA, C. J. G. S.; Manejos da fertirrigação e doses de N e K no cultivo de pimentão em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1152-1159, 2013.

OLIVEIRA, F. A. de; SÁ, F. V. S.; PEREIRA, F. H. F.; ARAÚJO, F. N.; PAIVA, E. P.; ALMEIDA, J. P. N. de. Comportamento fisiológico e crescimento de plantas de melancia sob diferentes concentrações de solução nutritiva. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.10, n.1, p.439-448. 2016.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LINHARES, P. S. F.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Produção de mudas de pimenta fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 458-463, 2014.

OLIVEIRA, T.B.; FREITAS, J.M.N.; RODRIGUES, R.A.S.; SILVA, D.A.S.; OLIVEIRA NETO, C.F.; COSTA, R.C.L. Taxa de transpiração e eficiência no uso da água de plantas jovens de Acapú (Vouacapoua americana Aubl.) submetidas ao déficit hídrico. **Anais**. In: 65ª reunião Anual da SBPC, Recife-PE, 2013.

PAGLIARINI, M. K.; BISCARO, G. A.; GORDIN, C. R. B.; SANTOS, A. M.; BRANDÃO NETO, J. F. Níveis de fertirrigação na avaliação das características morfofisiológicas em mudas de pimenta malagueta. **Irriga**, v. 17, n. 1, p. 46-55, 2012.

PORTO, R.A; SILVA, E.M.B.; SOUZA, D.S.M.; CORDOVA, N.R.M.; POLYZEL, A. C.; SILVA, T.J.A. Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água. **Revista Agroambiente**, BoaVista, v. 7, n.1, p.28-35, 2013.

PRADO, R. M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R. O.; ALVES, A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 19-30, 2011.

PRADOS, N. C.; Manejo del cultivo intensivo com suelo. El cultivo del tomate. Madrid. **Mundi-Prensa**, p. 190 – 225. 2001.

PUIATTI, M; BALBINO, J. M. S; FONSECA, M. J. O; RONCHI, C. P; **Fisiologia do desenvolvimento do tomateiro**. Vitória: Incaper, 2010; cap. 4, p. 85-119.

RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. C. S.; ARAGÃO, C. A.; Densidade de plantio na produtividade e qualidade de frutos de melancia. **Horticultura Brasileira**, 27. P. 560-564. São Geraldo, Juazeiro-BA, 2012.

ROBERTS, J. M.; ROSIER, P. T. W. Physiological studies in young Eucalyptus stands in southern India and derived estimates of forest transpiration. **Agriculture Water Management**, Amsterdam, v. 24, p.103-118. 2015

SAMPAIO, R. A.; FONTES, P. C. R.; SEDIYAMA, C. S.; Resposta do Tomateiro à Fertirrigação Potássica e Cobertura Plástica do Solo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília – DF, v. 34, n. 1, p. 21 – 30. 1999.

SANTOS, V. R.; MENEGHIN, M. C.; BARBOZA, R. A. B. Produção de verduras e legumes orgânicos pelo método hidropônico. Sistema Integrado de Respostas Técnicas – SIRT/UNESP, **Dossiê Técnico**, 2011. Disponível em: <<http://sbprt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTY0Ng>> acesso em 28 de Dezembro de 2017.

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

SHIRAHIGE, F. H.; MELO, A. M. T.; PURQUEIRO, L. F. V.; CARVALHO, C. R. L.; MELO, P. C. T. 2010. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira** 28: 292-298.

SILVA, F.G.; DUTRA, W.F.; DUTRA, A.F.; OLIVEIRA, I.M.; FILGUEIRAS, L.M.B.; MELO, A.S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.946-952, 2015.

SILVA, J.B.C. da; GIORDANO, L.B.; FURUMOTO, O. Cultivo de Tomate para Industrialização. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. (Sistemas de Produção, 1 - 2ª Ed).

- SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V. O cultivo do algodão herbáceo no sistema de sequeiro no Nordeste do Brasil, no cenário de mudanças climática. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Impresso), v. 16, p. 80-91, 2012.
- SILVA, V. L.; OLIVEIRA, A. C.; FARIAS, G. A.; SILVA, W. V.; SILVA, L. P. Doses de NPK em tomateiro Marmande e seu desempenho a campo no cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 1, p. 54-59, 2018.
- SILVA, W. L. C.; MARQUELLI, W. A.; MORETTI, C.L.; SILVA, H. R.; CARRIJO, O.A. Fontes e doses de nitrogênio na fertirrigação por gotejamento do tomateiro. **Anais. Workshop Tomate na UNICAMP: Perspectivas e Pesquisas**. 2003.
- SOUZA, M. S.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. V. T.; SILVA, O. M. P.; CHAVES, S. W. P. Estado nutricional da melancia fertirrigada com doses de nitrogênio e fósforo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2301-2316, 2014.
- TAIZ, L. E ZEIGER, E. (2012) - **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Artmed, Porto Alegre. 720 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3a ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; MOLLER, I. M.; MURPHY, Angus; **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6º Edição. Porto Alegre, editora Artmed. 2017.
- TRANI, P.E.; TIVELLI, S.W.; CARRIJO, O.A. Fertirrigação em hortaliças. **Boletim Técnico IAC**. 2ªed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011.
- TREICHEL, M.; CARVALHO, C.; FILTER, C. F.; BELING, R. R.; Anuário brasileiro do tomate. Editora Gazeta Santa Cruz, p. 84, ISSN 2178-0897.
- UDDLING, J.; GELANG-ALFREDSSON, J.; PIIKKI, K. & PLEIJEL, H. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v.91, n.1, p.37-46, 2007.
- VIANA, E.M.,KIEHL, J.C. (2010). **Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo**. Bragantia, Campinas, 69(4), 975-982.
- VIEIRA FILHO, P. S. et al. Fertirrigação com nitrogênio na cultura da rúcula. **Revista Agrarian**, Dourado. v. 10, n. 38, p. 304-310, 2017.
- WANG, F. et al. Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. **Agricultural Water Management**, v. 98, n. 3, p. 1228–1238, 2011.
- YAMADA, T.; Potássio na agricultura brasileira. Instituto da potassa & fosfato. Instituto internacional da potassa. Londrina, Fundação IAPAR, p. 556. 1982.

YURI, J.E.; COSTA, N.D.; RESENDE, G.M.; FERREIRA, T.D.; SILVA, M.C. Produção e genótipos de tomate tipo salada em duas épocas de plantio. **Revista Brasileira Agricultura Irrigada**, v. 10, nº 6, p. 1056 -1064, 2016.