



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA**  
**TROPICAL**

**THAÍS BATISTA DE QUEIROGA**

**FISIOLOGIA DO CULTIVO E DA QUALIDADE DE**  
**PIMENTÃO VERMELHO SUBMETIDO A LÂMINAS DE**  
**IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÕES**

**POMBAL – PB**

**2019**

**THAÍS BATISTA DE QUEIROGA**

**FISIOLOGIA DO CULTIVO E DA QUALIDADE DE  
PIMENTÃO VERMELHO SUBMETIDO A LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÕES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte das exigências do  
programa de Pós-Graduação em Horticultura  
Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Caciana Cavalcanti Costa

Segunda orientadora: Marinês Pereira Bomfim

**POMBAL – PB**

**2019**

Q3f Queiroga, Thaís Batista de.  
Fisiologia do cultivo e da qualidade de pimentão vermelho submetido a lâminas de irrigação e adubações / Thaís Batista de Queiroga. – Pombal, 2019.  
88 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.  
"Orientação: Profa. Dra. Caciana Cavalcanti Costa", Prof. Dra. Marinês Pereira Bomfim.

Referências.

1. Cultura do pimentão. 2. Irrigação. 3. Adubação. 4. *Capsicum annum*. 5. Qualidade de frutos. 6. Hortaliças. I. Costa, Caciana Cavalcanti. II. Bomfim, Marinês Pereira. III. Título.

CDU 633.842(043)

**THAÍS BATISTA DE QUEIROGA**

**FISIOLOGIA DO CULTIVO E DA QUALIDADE DE  
PIMENTÃO VERMELHO SUBMETIDO A LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÕES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte das exigências do  
programa de Pós-Graduação em Horticultura  
Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 13 / 06 /2019

BANCA EXAMINADORA:

*Caciana Cavalcanti Costa*

Orientadora - Prof<sup>ª</sup>. Dra. Caciana Cavalcanti Costa  
(UFCG/CCTA/UAGRA/PPGHT)

*Adriana Ferreira dos Santos*  
Examinadora Externa - Prof<sup>ª</sup>. Dra. Adriana Ferreira dos Santos  
(UFCG/CCTA/UATA)

*Jussara Silva Dantas*  
Examinadora Interna - Prof<sup>ª</sup>. Dra. Jussara Silva Dantas  
(UFCG/CCTA/UAGRA/PPGHT)

**POMBAL – PB**

**2019**

*A Deus,  
meus pais Francisco e Marli,  
e meu irmão Telles (in memoriam)*

*DEDICO.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus e a virgem Maria, por me guiar e dar forças para continuar a caminhada mesmo com as dificuldades, minha gratidão por me presentear com oportunidades que jamais sonhei.

A minha mãe Marli e meu pai Francisco, por não medirem esforços para que eu realize todos os meus sonhos, sendo minha fortaleza em todos os momentos, sem o apoio de vocês eu nada seria, faltam palavras pra expressar tamanha gratidão e amor.

Ao meu amado irmão Telles, por ser minha inspiração, por sua ajuda e proteção sempre, és inesquecível para mim.

Ao meu amor Romulo, por estar ao meu lado me incentivando incansavelmente, pelo amor e paciência, por ser fundamental na concretização de mais esse sonho.

Aos demais familiares, pelo apoio e torcida.

Aos amigos e amigas que fiz ao longo desta trajetória, Mateus, Jonathan, Jaína, Albert, Elny, Jescika, em especial Bárbara, por me ajudar em todas as etapas sem medir esforços, vocês tornaram esta caminhada mais leve.

As minhas orientadoras Caciana e Marinês, pelo conhecimento repassado, paciência e contribuição para realização deste trabalho.

A todos aqueles que fazem parte do laboratório de Bioquímica de Alimentos principalmente ao professor Franciscleudo, a Anderson do laboratório de Fitotecnia, também Wélida, Joyce e Tiago, todos foram importantes para realização deste trabalho.

A UFCG, pela oportunidade de realização desse mestrado, além dos funcionários que me ajudaram.

A Capes pela concessão da bolsa de pesquisa, sendo de fundamental importância para conclusão deste trabalho.

Muito obrigada!

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Composição química e física do solo (0-20 cm), UFCG, Pombal, 2019.....	37
<b>Tabela 2</b> Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto em altura da planta (TCAAP), taxa de crescimento relativo em altura da planta (TCRAP), taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule (TCADC) e taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC), de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação e adubações. UFCG, Pombal – PB, 2019.....	41
<b>Tabela 3</b> Resumo da análise de variância para concentração de carbono interno (Ci), taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência do uso da água (EUA), eficiência instantânea da carboxilação (Eic), de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação e adubações. UFCG, Pombal – PB, 2019.....	47
<b>Tabela 4</b> Resumo da análise de variância para firmeza, potencial hidrogeniônico (pH), acidez, sólidos solúveis (SS), ácido ascórbico (AA), açúcares, flavonoides, fenois, carotenoides e antocianinas, de pimentão vermelho submetido a lâminas de irrigação e adubações, UFCG, Pombal – PB, 2019. ....	70

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Lâminas aplicadas (mm) durante o experimento em função de cada tratamento. UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	37
<b>Figura 2</b> Taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC) ( $\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	42
<b>Figura 3</b> Taxa de crescimento absoluto em altura da planta TCAAP ( $\text{cm dia}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	43
<b>Figura 4</b> Taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule (TCADC) ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	44
<b>Figura 5</b> Taxa de crescimento relativo em altura da planta TCRAP ( $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	45
<b>Figura 6</b> Taxa de crescimento absoluto em altura da planta TCAAP ( $\text{cm dia}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	46
<b>Figura 7</b> Taxa de assimilação de $\text{CO}_2$ (Fotossíntese) (A) ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	48
<b>Figura 8</b> Condutância estomática (gs) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	49
<b>Figura 9</b> Eficiência do uso da água (EUA - A/E) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) calculada relacionando-a a fotossíntese líquida com a transpiração [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ] de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	50
<b>Figura 10</b> Condutância estomática (gs) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	52
<b>Figura 11</b> Firmeza (N) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	71



<b>Figura 12</b> Firmeza (N) de pimentões vermelhos submetidos à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	72
<b>Figura 13</b> Potencial hidrogeniônico (pH) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.....	73
<b>Figura 14</b> Acidez (%) de pimentões vermelhos submetidos à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	74
<b>Figura 15</b> Sólidos solúveis (%) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019. ....	75
<b>Figura 16</b> Sólidos solúveis (%) de pimentões vermelhos submetidos à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019..	77
<b>Figura 17</b> Ácido ascórbico (mg/100 g <sup>-1</sup> ) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.....	78
<b>Figura 18</b> Ácido ascórbico (mg/100g <sup>-1</sup> ) de pimentões vermelhos submetidos à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019.....	79
<b>Figura 19</b> Teor de flavonoides (mg/g <sup>-1</sup> ) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação e adubações. UFCG, Pombal - PB .....	81
<b>Figura 20</b> Teor de fenois (mg/100g <sup>-1</sup> ) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.....	82
<b>Figura 21</b> Teor de carotenoides (µg/g <sup>-1</sup> ) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.....	83

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>SUMÁRIO</b> .....	ix
<b>RESUMO GERAL</b> .....	xi
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
2.1 Aspectos gerais e importância da cultura do pimentão.....	15
2.2 Uso eficiente da água de irrigação no cultivo do pimentão .....	16
2.3 Influência da adubação no cultivo de pimentão.....	18
2.4 Aspectos de qualidade.....	21
<b>3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	22
<b>CAPÍTULO I</b> .....	29
<b>ÍNDICES FISIOLÓGICOS E TROCAS GASOSAS EM PLANTAS DE PIMENTÃO VERMELHO SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÕES</b> .....	29
<b>RESUMO</b> .....	30
<b>ABSTRACT</b> .....	31
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	34
2.1 Localização do Experimento.....	34
2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	34
2.3 Instalação e condução do experimento .....	35
2.3.1 Preparo da área.....	35
2.3.2 Preparo das mudas.....	35
2.3.3 Manejo da Irrigação .....	35
2.3.4 Manejo das Adubações.....	37
2.3.5 Manejo da Cultura.....	39
2.4 Variáveis fisiológicas analisadas .....	39
2.5 Análise Estatística.....	40
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	52
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	53

	x
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>57</b>
QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM PIMENTÃO VERMELHO .....	57
<b>RESUMO.....</b>	<b>58</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>59</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>61</b>
2.1 Localização do Experimento.....	61
2.2 Delineamento experimental e tratamentos .....	62
2.3 Instalação e condução do experimento .....	62
2.3.1 Preparo da área .....	62
2.3.2 Preparo das mudas.....	63
2.3.3 Manejo da Irrigação .....	63
2.3.4 Manejo das Adubações.....	64
2.3.5 Manejo da Cultura.....	66
2.4 Variáveis analisadas.....	67
2.4.1 Variáveis físico-químicas .....	67
2.4.2 Variáveis de compostos bioativos .....	68
2.5 Análise Estatística.....	69
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>70</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>84</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>84</b>

## RESUMO GERAL

QUEIROGA, Thaís Batista de. **Fisiologia do cultivo e da qualidade de pimentão vermelho submetido a lâminas de irrigação e adubações**. 2019. 88p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB<sup>1</sup>.

O pimentão vermelho é uma hortaliça de grande valor econômico, sendo bastante consumido em todo país, desta forma, seu cultivo pode ser uma opção rentável para o produtor, uma vez que possui alto valor agregado por sua aparência atrativa e capacidade de adaptação em diversas regiões. No entanto, devido à baixa disponibilidade de água para se produzir em regiões semiáridas, é necessário utilizar um correto manejo da irrigação, aliada a isto, a nutrição de plantas com a utilização de adubos de baixo custo, vem crescendo, devido à procura por alimentos orgânicos e de boa qualidade. Desta forma, objetivou-se estudar a influência da irrigação e adubação orgânica, mineral e organomineral, sobre os índices fisiológicos, de trocas gasosas, além dos aspectos físico-químicos e a presença de compostos bioativos em pimentão vermelho. O experimento foi conduzido nas instalações da fazenda experimental Rolando Enrique Rivas Castellón da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em São Domingos – PB, no período de novembro de 2017 a abril de 2018. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial (4 x 3), sendo 4 lâminas de irrigação e 3 tipos de adubação, distribuídos em 4 blocos, com 5 plantas por parcela, sendo: L1: 60%, L2: 80%, L3: 100% e L4: 120% da Eto da cultura, e as combinações de adubos em diferentes proporções, A1 - 100% esterco, A2 - 50% de esterco e 50% de NPK, e A3 - 100% de NPK. Foram avaliados a taxa de crescimento absoluto e relativo para altura de plantas e diâmetro do caule, concentração interna de carbono, taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática, transpiração, eficiência do uso da água e eficiência instantânea de carboxilação. Foram efetuadas seis colheitas semanais, sendo a primeira aos 104 DAT e a última quando completou-se 196 DAT, coletando-se os frutos que apresentavam cerca de 95% de sua coloração vermelha. Foram avaliados a firmeza, pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, açúcares totais, ácido ascórbico, fenóis, flavonoides totais, carotenoides e antocianinas. Lâminas crescentes de água, de 60% até 20% a mais da recomendada pela Eto (120%), promovem em plantas de pimentão vermelho, aumento nas taxas de crescimento absoluto em altura, e taxas de crescimento relativo e absoluto em diâmetro, além de incremento linear na condutância estomática, e na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. A lâmina de água de irrigação de 91% promove eficiência máxima do uso da água de 5,50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  em plantas de pimentão vermelho. A adubação com 100% ou com 50% de esterco bovino exerceu aumento nas taxas de crescimento relativo e absoluto em altura de plantas de pimentão vermelho a mais que a adubação mineral. A adubação organomineral promove maior condutância estomática nas plantas de pimentão vermelho. Lâminas crescentes de água promovem aumento compostos fenólicos e sólidos solúveis nos pimentões vermelhos. O efeito da lâmina de água estimada de 75% da Eto sobre as plantas de pimentão favoreceu maior pH de seus frutos. A adubação orgânica promoveu pimentões vermelhos considerados menos ácidos, com maior firmeza, e maior teor de ácido ascórbico.

Palavras-chave: *Caspsicum annum*, relações hídricas, metabolismo fisiológico, qualidade de frutos.

<sup>1</sup>Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Caciana Cavalcanti Costa.

Segunda Orientadora: Marinês Pereira Bomfim, CCTA/UFCG

## GENERAL ABSTRACT

QUEIROGA, Thaís Batista de. **Physiology of the cultivation and quality of red pepper submitted to irrigation slides and fertilization**. 2019. 90p. Dissertation (Masters in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB<sup>1</sup>.

Red pepper is a vegetable of great economic value, being widely consumed throughout the country, so its cultivation can be a profitable option for the producer, since it has high added value for its attractive appearance and adaptability in various regions. . However, due to the low availability of water to produce in semiarid regions, it is necessary to use a proper irrigation management, allied to this, the nutrition of plants with the use of low cost fertilizers has been growing due to the demand for food. organic and of good quality. Thus, the objective of this study was to study the influence of irrigation and organic, mineral and organomineral fertilization on physiological indexes, gas exchange, physicochemical aspects and the presence of bioactive compounds in red pepper. The experiment was conducted at the facilities of the experimental farm Rolando Enrique Rivas Castellón of the Federal University of Campina Grande (UFCG), in São Domingos - PB, from November 2017 to April 2018. A randomized complete block design was adopted. factorial scheme (4 x 3), being 4 irrigation depths and 3 types of fertilization, distributed in 4 blocks, with 5 plants per plot, being: L1: 60%, L2: 80%, L3: 100% and L4: 120 % Eto of the crop, and combinations of fertilizers in different proportions, A1 - 100% dung, A2 - 50% dung and 50% NPK, and A3 - 100% NPK. Absolute and relative growth rate for plant height and stem diameter, internal carbon concentration, CO<sub>2</sub> assimilation rate, stomatal conductance, transpiration, water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency were evaluated. Six weekly harvests were carried out, the first at 104 DAT and the last when 196 DAT was completed, collecting fruits with about 95% of their red color. Firmness, pH, titratable acidity, soluble solids content, total sugars, ascorbic acid, phenols, total flavonoids, carotenoids and anthocyanins were evaluated. Increasing water depths, from 60% to 20% higher than Eto's recommended (120%), promote in red pepper plants, increase in absolute growth rates in height, and relative and absolute growth rates in diameter. linear increase in stomatal conductance and CO<sub>2</sub> assimilation rate. The 91% irrigation water depth promotes maximum water use efficiency of 5.50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  in red pepper plants. Fertilization with 100% or 50% of cattle manure increased the relative and absolute growth rates of red pepper plants more than mineral fertilization. Organomineral fertilization promotes greater stomatal conductance in red pepper plants. Growing water slides promote increased phenolic compounds and soluble solids in red peppers. The effect of the estimated 75% water depth of Eto on sweet pepper plants favored higher pH of its fruits. The organic fertilization promoted red peppers considered less acid, more firm, and higher ascorbic acid content.

Keywords: *Capsicum annum*, water relations, physiological metabolism, fruit quality.

<sup>1</sup>Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Caciara Cavalcanti Costa.

Segunda Orientadora: Marinês Pereira Bomfim, CCTA/UFCG

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Há grande procura atualmente, por alimentos frescos, nutritivos e de boa qualidade. As pessoas cada vez mais estão preocupadas com a saúde, e com isso, buscam aliar uma alimentação que una a prevenção de doenças (valor nutracêutico) e uma dieta saudável. Os vegetais como as hortaliças são importantes fontes de vitaminas, minerais, fibras, e outros compostos bioativos, além de apresentarem baixa densidade energética, fazendo de seu consumo em níveis adequados um excelente fator protetor contra a mortalidade e a morbidade (causadas por doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes e alguns tipos de câncer (WHANG et al., 2014 ; REZENDE et al., 2016).

O pimentão (*Capsicum annum*) está entre as dez hortaliças mais importantes do Brasil em termos de valor econômico e tem participação relevante no mercado de olerícolas frescas do país, sendo cultivada em diferentes regiões do mundo (NICK e BORÉM, 2016; LEME, 2012). É uma hortaliça com boa adaptação às condições do Semiárido, onde no Nordeste, destacam-se como principais produtores os estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Bahia em ordem decrescente (NASCIMENTO, 2014).

As regiões de clima semiárido são caracterizadas por grande déficit hídrico, em consequência das chuvas irregulares no tempo e espaço e altas taxas de evapotranspiração. No semiárido do Nordeste brasileiro, a escassez de água é muito maior que no restante do país. Por isso, o uso da tecnologia de irrigação, desde que executada de forma racional e eficiente, se faz necessário para possibilitar a produção de alimentos (SILVA, et al., 2016).

A olericultura irrigada teve uma grande expansão nos últimos anos, acompanhando este crescimento vem crescendo a procura por informações sobre o adequado momento de efetuar a irrigação para diferentes sistemas de produção (SALOMÃO et al., 2014). O pimentão é uma cultura que exige suprimento regular de água durante todo o ciclo, porém o acúmulo de água deve ser evitado para não favorecer o surgimento de doenças que podem causar apodrecimento do colo e raízes, assim como o abortamento e queda de flores (CARVALHO et al., 2016).

Segundo Martin et al. (2012), agricultores com limitação na quantidade de água para a irrigação, muitas vezes tem que escolher entre opções de destino do uso da água como: reduzir a área irrigada e optar por irrigar totalmente uma cultura ou porção da sua área cultivada; utilizar a irrigação deficitária e irrigar parcialmente seus cultivos, mas com

possibilidade de irrigar uma área maior; optar por cultivar culturas com menor exigência hídrica; ou investir em sistemas mais eficientes de irrigação.

A irrigação com déficit é sucesso no aumento da produtividade da água para diversas culturas sem causar reduções de rendimento grave. Esta técnica exige um conhecimento exato da resposta da cultura ao estresse hídrico, pois a tolerância à seca varia consideravelmente pelo genótipo e estágio fenológico da planta (LIMA et al., 2012).

A água e os fertilizantes são fatores que influenciam no rendimento da cultura do pimentão com maior intensidade, o que requer o controle eficiente da umidade e da fertilidade do solo para se obter uma produção agrícola de alta qualidade e produtividade (ARAGÃO et al., 2012).

Assim como um correto fornecimento de água, a adubação tem papel fundamental para um bom desenvolvimento das plantas. A adubação de hortaliças é feita, em alguns casos, com doses de fertilizantes acima daquelas recomendadas pela análise do solo para melhorar a produtividade e prevenir deficiências nutricionais, mas o uso de doses excessivas pode ser prejudicial às plantas e ao ambiente, além de desperdícios (SEDIYAMA et al., 2014).

De acordo com Andrade et al., (2012), para manter uma boa produção, o ideal é aplicar uma adubação completa, que reúna adubos orgânicos (esterco) e químicos de maneira a ocorrer substituição gradativa do adubo químico proporcionando melhor qualidade final do produto.

O cultivo do pimentão em outras regiões ocorre em larga escala principalmente pelas condições favoráveis de clima e temperatura, porém é possível produzir esta hortaliça em lugares como a região semiárida, desde que haja um bom planejamento dos recursos disponíveis. Sua produção em lugares que normalmente apresentam escassez de recursos, principalmente quanto à questão hídrica e a utilização da adubação necessária, sem desperdícios, diminui os gastos e pode aumentar o valor agregado do produto.

Ainda, os frutos com coloração vermelha são bastante apreciados pelos consumidores, aliado à qualidade visual, suavidade no sabor e presença de compostos antioxidantes, deste modo, a oferta de alimentos com essas características permite uma melhor valorização do produto, pois os preços são mais elevados quando comparados aos pimentões verdes, permitindo altos lucros para os produtores desta região.

Desta forma, objetivou-se estudar a influência da irrigação e adubação orgânica, mineral e organomineral, sobre os índices fisiológicos, de trocas gasosas, além dos aspectos físico-químicos e a presença de compostos bioativos em pimentão vermelho.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais e importância da cultura do pimentão

Dentre as hortícolas mais expressivas está o gênero *Capsicum* L., pertencente à família das Solanáceas, que envolve as pimentas (*Capsicum* spp.) e pimentões (*Capsicum annum*) (BÜTTOW et al., 2010).

O centro de origem é no continente americano, onde, o México e os países vizinhos da América Central são considerados centro de diversificação da espécie (FILGUEIRA, 2012 ; NICK e BORÉM, 2016).

É uma planta arbustiva, com sistema radicular pivotante e profundo, atingindo até 120 cm de profundidade (CARVALHO et al., 2016). O maior volume de raízes se concentra nos primeiros 30 cm de solo, todavia com pouco desenvolvimento lateral (Filgueira, 2013), podendo haver modificações de acordo com o sistema de plantio, a exemplo da produção de mudas em bandejas.

Apresenta caule semilenhoso, as flores são pequenas, isoladas e hermafroditas, sendo a planta autógama (FILGUEIRA, 2013). É uma espécie perene, no entanto, devido seus vários híbridos seu cultivo comercial pode se estender ao longo de um ano. O pimentão floresce e frutifica em qualquer comprimento de dia, porém, são mais precoces em dias curtos, assim como também a maturação dos frutos, favorecendo a produtividade (CARVALHO et al., 2011). O pericarpo constitui a parte utilizável para consumo (SANTOS, 2014).

Seus frutos apresentam três formatos típicos, retangular, cônico e quadrado (MAROUELLI e SILVA, 2012). Mas, geralmente é de formato alongado cônico, apresentando três lóculos, ou cúbico com quatro lóculos, o fruto é uma baga oca. A coloração varia entre o verde, antes do amadurecimento, e prossegue para as diferentes cores (como vermelho, roxo, amarelo ou laranja) quando em estado de completo amadurecimento.

A variação de cor está relacionada a três tipos de pigmentos que podem estar presentes nos pimentões, clorofila, resultando na cor (verde), carotenoides em (vermelho e amarelo) e antocianinas na (purpúrea). No mercado brasileiro e externo, os frutos de coloração verde são mais aceitos, embora aqueles de cor vermelha, laranja, amarelo e até lilás, mais exóticos, têm alcançado bons preços, pela sua excentricidade (BOTREL, 2014 ; SANTOS, 2014).

Segundo dados do IBGE (2017), o país colheu 253.807 toneladas de pimentão, demandando grande quantidade de força de trabalho e gerando empregos, principalmente na



agricultura familiar. Índia, China e Tailândia são os maiores consumidores de *Capsicum* e a Jamaica tem o maior consumo per capita (em Kg por habitante) (FAO, 2013).

É uma importante cultura agrícola mundial não só economicamente, mas também nutricionalmente, com seus frutos contendo quantidades significativas de vitaminas e minerais (PÉREZ-JIMENEZ et al., 2015).

Seu cultivo é feito tanto no campo como em ambiente protegido, sendo consumido normalmente *in natura* ou mesmo na forma processada (Sousa, 2014), na indústria alimentícia tornando o mercado atrativo (MELO, 2013). Sendo assim comercializados como corantes naturais, pápricas, condimentos, pastas, conservas e molhos (LÚCIO et al., 2006).

O pimentão vêm despertando interesse comercial devido a sua ampla variedade de formas, tendo um caráter socioeconômico importante no Brasil, por possuir alto valor nutricional, sendo rico em vitamina E e C, esta última atua como antioxidante, e é encontrada em altos teores, chega a 1,5g por 100g de massa seca, contém, ainda, em sua composição, vitaminas A, B1 e B2 e minerais como o Ca, Fe e P, além de uma baixa quantidade de proteínas e calorias (TRAVASSOS, 2013 ; FILGUEIRA, 2013).

## **2.2 Uso eficiente da água de irrigação no cultivo do pimentão**

A agricultura irrigada tem otimizado a produção mundial de alimentos, gerando desenvolvimento sustentável no campo e gerando mais empregos e renda para população rural. A água é essencial para o incremento da produção das culturas, por isso o seu uso deve ser feito da melhor forma possível para que se obtenham produções satisfatórias e altos lucros, isso exige o conhecimento sobre o crescimento das culturas e seu rendimento produtivo (ARAGÃO et al., 2012).

Por ser a produção de pimentão realizada em campo aberto, em todas as épocas do ano, mas, especialmente durante a estação seca, ou em casa de vegetação com cobertura plástica, a irrigação é prática fundamental para suprir a demanda hídrica das plantas. Tanto quanto a falta de água, o excesso e a forma com que a água é aplicada às plantas têm efeito marcante sobre a produtividade e a qualidade de frutos. Assim, o manejo correto da irrigação é fundamental para o sucesso da cultura (Marouelli e Silva, 2012), especialmente no que diz respeito à quantidade ideal de água fornecida.

A cultura do pimentão é bastante susceptível a deficiência hídrica, o que proporciona crescimento reduzido e desuniformidade dos frutos. Assim, a suplementação de água,

constitui um fator imprescindível para manutenção da produção, aumento de produtividade e diminuição de riscos econômicos, influenciando na qualidade e quantidade dos frutos. (SOUZA et al., 2011 ; FERREIRA et al., 2014).

Segundo Marouelli e Silva (2012), o pimentão apresenta uma fragilidade quanto à questão hídrica, requerendo uma quantidade entre 450 mm a 650 mm de água durante todo o ciclo de cultivo. O estágio mais sensível à carência hídrica por essa cultura ocorre no período de início da floração, devendo o solo se manter próximo a 80% da sua capacidade de armazenamento, na profundidade efetiva do sistema radicular (SOUZA et al., 2011).

A cultura do pimentão, requer suprimento adequado de água, além de distribuição uniforme diretamente às raízes da planta (ROCHA, 2017).

A irrigação por gotejamento é provavelmente o sistema mais indicado para a irrigação da cultura do pimentão, oferecendo como principais vantagens: economia de água, de energia e de mão de obra; maior uniformidade na aplicação da água; maior produtividade e melhor qualidade dos frutos (MAROUELLI, 2016).

A irrigação promove aumento na produtividade de diversas hortaliças (Vilas-Boas et al., 2008 ; Zeng et al., 2009 ; Bilibio et al., 2010), sendo que um projeto de irrigação deve possibilitar além da maximização na eficiência do uso da água, a diminuição dos custos, de forma que a atividade se torne economicamente viável e sustentável (CARVALHO et al., 2011).

Por outro lado, o declínio da disponibilidade de água para irrigação e os resultados positivos obtidos em algumas culturas, aumentaram o interesse no desenvolvimento de informações sobre irrigação deficitária (DORJI et al., 2005 ; FERERES e SORIANO, 2007).

Como foram observados por Lima et al. (2016) sendo verificado que a disponibilidade de água favoreceu na absorção de fósforo, aumentando as concentrações do elemento na planta, nos tratamentos com menores quantidades de água aplicada. Santos et al. (2018), observaram que quanto ao peso médio dos frutos de pimentão a menor lâmina se mostrou mais eficiente, havendo um decréscimo do peso médio do fruto a uma taxa de 0,3508 g com o aumento das lâminas de irrigação de 80% a 120% da Etc.

A irrigação com déficit é uma técnica que vem sendo proposta há muito tempo e os resultados positivos tem despertado o interesse, pois a redução no consumo de água poderá aumentar o lucro do produtor e promover economia de água e energia (LIMA et al., 2012), e conseqüentemente, favorecer ao meio ambiente (CANTUÁRIO, 2012).

Segundo Klar e Jadoski (2002) plantas de pimentão submetidas à déficit hídrico apresentam alterações morfológicas para suportar com maior habilidade situações de

disponibilidade hídrica restrita, podendo estes mecanismos como maior crescimento radicular, auxiliar na absorção de água e consequentemente na concentração dos nutrientes.

Segundo Santos et al. (2014), as técnicas de irrigação chamadas de irrigação deficitária regulada (RDI) e secagem parcial da zona de raiz (PRD) podem ser destacadas. A RDI é uma estratégia de irrigação utilizada para frutas e outras culturas, que consiste na aplicação de água com déficits durante os estágios de desenvolvimento da planta, cujo crescimento e qualidade dos frutos têm baixa sensibilidade ao estresse hídrico. Isso possibilita reduzir o consumo de água e energia sem grandes perdas. A (PRD), consiste na alternância da irrigação em dois lados de uma planta à frequência definida (SAMPAIO et al., 2010).

Segundo Santos et al. (2016), a irrigação lateralmente alternada têm sua utilização ainda reduzida no Brasil, e há carência de informações precisas em condições específicas de solo, clima e cultura, o uso da PRD e da RDI, principalmente em região semiárida, apresenta elevado potencial para o uso.

### **2.3 Influência da adubação no cultivo de pimentão**

Com a necessidade de um aumento de produtividade agrícola no país, torna-se primordial o avanço científico nos estudos do suprimento das carências nutricionais das diversas culturas, tal como o conhecimento das limitações nutricionais cada vez mais como fator de relevância para a ciência e para a agricultura (OLIVEIRA et al., 2012).

Para o cultivo de hortaliças deve-se levar em consideração que um sistema de produção formado apenas por olerícolas é altamente desgastante quanto à fertilidade do solo. Os restos culturais das hortaliças são de natureza tenra, raramente lenhosa, contribuindo muito pouco para manutenção da fertilidade das áreas onde são produzidas, perdendo apenas para a produção de forrageiras, silagem e feno. Na maioria das vezes, grandes quantidades de massa vegetal são retiradas da área, necessitando de reposições constantes de biomassa e nutrientes minerais para se manter (RESENDE e VIDAL, 2011).

Deste modo, o conhecimento de práticas agrícolas, como a adubação e seu efeito na nutrição e no cultivo do pimentão, é importante para que os produtores utilizem os fertilizantes de forma racional. Por seu caráter intensivo, a olericultura é a atividade agrícola com maior demanda de fertilizantes por unidade de área, os quais respondem por uma parcela considerável dos custos de produção (SILVA et al., 2014).

Dentre os mais importantes fatores de produção de pimentão, destaca-se além do adequado manejo nutricional, a necessidade de dar maior ênfase na quantidade e forma de aplicação dos nutrientes (OLIVEIRA et al., 2015). Pois é uma hortaliça exigente quanto à fertilidade do solo e, como os solos brasileiros apresentam, em geral, baixa fertilidade, para torná-lo compatível com as necessidades da cultura, utilizam-se as adubações mineral e orgânica (SEDIYAMA et al., 2009).

Os fertilizantes orgânicos são insumos agrícolas derivados de matérias primas industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal. As principais vantagens da utilização destes é a melhoria nas características químicas, físicas e biológicas dos solos, bem como na ciclagem dos nutrientes no sistema solo-planta. Assim, quando é aplicado corretamente contribui além da melhoria da qualidade do solo, para a máxima produção das culturas ainda, na conservação da água e da saúde vegetal e humana (CAMARGO, 2012).

Os alimentos vindos de produção orgânica, principalmente as hortaliças, têm apresentado um crescimento em sua demanda devido à grande preocupação com os alimentos convencionais e as suas contaminações, e juntamente com isso a questão ecológica tem se mostrado importante (OLIVEIRA et al., 2010). Esses alimentos produzidos em sistemas orgânicos possuem maior durabilidade pós-colheita e maior vitalidade (FILGUEIRA, 2013).

Os adubos minerais são nutrientes absorvidos pelas plantas com maior facilidade e o resultado é mais rápido, apresentam composição química definida e os orgânicos não, de modo que é possível realizar com eles cálculos precisos sobre a quantidade que se deve usar em cada caso, mas uma boa maneira de se compensar os efeitos negativos de cada método de adubação é conhecer bem as propriedades do solo que se está trabalhando e realizar uma combinação equilibrada de todas as técnicas de adubação (FOGAÇA, 2017).

O principal motivo na adição de nutrientes minerais aos fertilizantes orgânicos é diminuir a taxa de mineralização, fixação e lixiviação dos nutrientes. Além disso, esses fertilizantes orgânicos têm o inconveniente de não apresentar proporções fixas e definidas de nutrientes, principalmente os macronutrientes primários como o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), ao contrário das fórmulas comerciais de fertilizantes minerais, onde sua composição pode ser balanceada de acordo com a planta e o solo (SOUSA et al., 2012).

De maneira geral, a aplicação combinada entre fertilizantes mineral e orgânico promovem maior eficiência, que o uso de qualquer um separadamente. Isso se deve ao fato de que a ausência de alguns nutrientes essenciais para as plantas em um dos tipos de fertilizantes podem ser supridas pelo uso combinado com o outro tipo de fertilizante, o qual pode conter maior quantidade desses nutrientes que se encontra ausente (ANDRADE et al., 2012).

Trabalhos desenvolvidos com a cultura revelam que o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais exportados pelas plantas (Albuquerque et al., 2012; Charlo et al., 2012), sendo também os elementos que mais afetam o rendimento da cultura. Ambos estão relacionados com a fotossíntese, abertura e fechamento de estômatos e ativação enzimática (MARSCHNER, 2012; PRAZERES et al., 2015).

O K, no metabolismo do pimentão, melhora as características físicas e químicas dos frutos em razão da otimização no processo de transpiração e de formação de carboidratos. O N é componente da clorofila e aumenta a área foliar da planta, a qual, por sua vez, eleva a eficiência na interceptação da radiação solar, na taxa fotossintética e, conseqüentemente, na produtividade das culturas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Em trabalho realizado, Leme (2012) verificou que pimentões, provenientes de sistema de cultivo orgânico, promoveram melhor manutenção da qualidade pós-colheita por apresentar frutos mais verdes, mais firmes, com maior pH, menor teor de sólidos solúveis, maior teor de compostos fenólicos totais e maior atividade antioxidante ao longo do armazenamento ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias.

Cardozo et al., (2016), ao estudarem a adubação com composto de lixo orgânico na produtividade do pimentão irrigado, verificaram que embora tenha ocorrido a maior produtividade com adubação mineral, os resultados em relação ao composto de lixo orgânico foram significativos, ocorrendo melhora na produção de frutos.

Resultados positivos envolvendo também adubação mineral foram obtidos por Aragão et al. (2012), avaliando o efeito de diferentes doses de nitrogênio e de diferentes lâminas de água na produção no pimentão cv. híbrido Magali, observaram que o número de frutos cresceu com o aumento da dose de nitrogênio aplicada.

Sediyama et al., (2009), estudando o efeito da adubação orgânica associada à adubação mineral na produção de pimentão, verificaram resultados satisfatórios quanto ao uso da adubação organomineral em frutos de pimentão, como o composto orgânico e o efeito aditivo da adubação mineral foram importantes no incremento da produtividade do pimentão, interferindo positivamente na produção de frutos comercial e das classes extra.

## 2.4 Aspectos de qualidade

Referindo-se a qualidade ótima dos vegetais, pode-se dizer que esta é atingida num determinado grau de amadurecimento ou desenvolvimento, em que a combinação de atributos físicos e componentes químicos apresenta o máximo de aceitação pelo consumidor (LEME, 2012). As características de qualidade de produtos hortícolas podem ser expressas pela integridade, frescor, “flavor” e textura, características combinadas com outras propriedades físicas, químicas ou estéticas, visando relacionar a composição química com os atributos sensoriais e nutricionais (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O pimentão, como as demais hortaliças, é um produto altamente sensível, pois apresenta vida pós-colheita muito curta. O pimentão, por ser um produto perecível, apresenta tendência de se deteriorar por razões fisiológicas, pragas e doenças, e em poucos dias, não apresenta qualidade para comercialização (MOREIRA et al., 2016).

Sendo assim, diversas características são importantes no momento da escolha do pimentão para o consumo, inicialmente as de caráter visual, porém outras variáveis obtidas a partir das análises químicas são fundamentais para determinação da qualidade dos frutos. O conceito de qualidade de hortaliças envolve vários atributos como aparência visual, firmeza, sabor, aroma, valor nutricional e segurança alimentar (Cenci, 2006), a caracterização da composição química, como pH, sólidos solúveis e acidez titulável, contribui para a apreciação objetiva do sabor dos frutos (FARIA et al., 2013).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) sólidos solúveis indicam a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou na polpa, são medidos em °Brix, sendo utilizados como uma medida indireta do teor de açúcares e aumentam com a maturação por meio de processos sintéticos ou pela degradação de polissacarídeos. A firmeza é um importante fator de qualidade para frutos destinados ao consumo *in natura*, pois indica a tolerância do fruto ao transporte e ao manuseio durante a colheita e comercialização. Além disso, a firmeza é uma característica determinante na aquisição do produto pelo consumidor por estar associada à boa qualidade da culinária, frescor e extensão da vida de prateleira.

Os alimentos de coloração vermelha como os pimentões possuem alto teor de bioflavonoides (pigmentos vegetais que ajudam a prevenir o câncer), assim como ácidos fenólicos que inibem a formação de nitrosaminas cancerígenas e esterol vegetal, estes são precursores da vitamina D, que também oferece proteção contra tumores. Os efeitos positivos à saúde têm sido particularmente atribuídos a estes compostos que possuem atividade

antioxidante encontrados nos vegetais, como também as vitaminas C e E, e os carotenoides (SILVA et al., 2010; IBRA, 2017).

A qualidade de hortaliças como o pimentão inicia-se pelo planejamento e cuidados antes da colheita, pois fatores externos como disponibilidade de água, temperaturas extremas e falta ou excesso de nutrientes podem ser prejudiciais, influenciando além da aparência, o sabor dos frutos. Os prejuízos iniciam no campo e são provenientes da ação de patógenos, questões fisiológicas e alguns fatores físicos que ocorre durante o seu transporte e armazenamento (ANUÁRIO, 2012).

Em trabalho realizado, Leme (2012) verificou que pimentões provenientes de sistema de cultivo orgânico promoveu melhor manutenção da qualidade pós-colheita por apresentar frutos mais verdes, mais firmes, maior pH, menor teor de sólidos solúveis, maior teor de compostos fenólicos totais e maior atividade antioxidante ao longo do armazenamento ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias.

Damatto Junior et al., (2010) verificaram que o estágio mais indicado para a colheita de frutos de pimentão é quando este apresentar 50% de coloração amarela, uma vez que até ser comercializado o fruto atinge uma coloração amarela mais intensa e uniforme; outro fator que indica a escolha deste estágio de colheita é o fator nutricional, ou seja, os frutos maduros apresentam maior teor de vitamina C.

Muitas vezes, as perdas de alimentos podem ser significativamente reduzidas por meio da capacitação dos agricultores em boas práticas agrícolas ou em manuseio pós-colheita e/ou com a implementação de ações nas diferentes etapas da produção, começando com as práticas de pré e pós-colheita, passando por todas as etapas da produção e comercialização, até o consumo. Isto aumenta a compreensão do mercado por esses atores, permitindo um planejamento mais eficiente, economia de escala e melhoria na capacidade de comercialização do que é produzido (FREIRE JÚNIOR e SOARES, 2014).

Portanto seria viável a procura de soluções que buscam a redução nas perdas pós-colheita, utilizando uma quantidade considerável de capital e de tempo para que se obtenham resultados satisfatórios (OLIVEIRA, 2012).

### **3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, F. F.; BEZERRA NETO, E.; SOUZA, E. R.; SANTOS, A. N. Nutrientes minerais em pimentão fertirrigado sob lâminas de irrigação e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 681-687, 2012.

ANDRADE, E. M. G.; SILVA, H. S. de.; SILVA, N. S. de.; SOUSA JÚNIOR, J. R. de.; FURTADO, G. F. F. de. Adubação organomineral em hortaliças folhosas, frutos e raízes. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 3, p. 07-11, 2012.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS: Brazilian Vegetable Yearbook, Santa Cruz do Sul: **Gazeta**, 2012.

ARAGÃO, V. F.; FERNANDES, P. D.; GOMES FILHO, R. R.; CARVALHO, C. M. de.; FEITOSA, H. O. de.; FEITOSA, E. O. de. Produção e eficiência no uso de água do pimentão submetido a diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 6, n. 3, p. 207 – 216, 2012.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A. de.; MARTINS, M. A.; REZENDE, F. C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.730–735, 2010.

BOTREL, N.; RESENDE, F. V. Qualidade de pimentões produzidos em sistema orgânico e armazenados com e sem refrigeração. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília – DF, vol.9, n.3, 5p. 2014.

BÜTTOW, M. V. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1264-1269, 2010.

CAMARGO, M. de C. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, 4p. 2012.

CANTUÁRIO, F. S. **Produção de pimentão submetido a estresse hídrico esilicato de potássio em cultivo protegido**. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

CARDOZO, M. T. D.; GALBIATTI, J. A.; SANTANA, M. J. de.; CAETANO, M. C. T.; CARRASCHI, S.P.; NOBILE, F. O. de. Pimentão (*Capsicum Annuum*) fertilizado com composto orgânico e irrigado com diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 673-684, 2016.

CARVALHO, J. A. de.; REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, E. C.; AQUINO, R. F. Pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 23 n. 3, p. 236-245, 2016.

CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; AQUINO, R. F.; FREITAS, W. A.; OLIVEIRA, E. C. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 569-574, 2011.

CENCI, S. A. **Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar**. In: Nascimento Neto, F (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. 1a ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, p. 67-80.



CHARLO, H. C. O.; OLIVEIRA, S. F.; VARGAS, P. F.; CASTOLDI, R.; BARBOSA, J. C.; BRAZ, L. T. Accumulation of nutrients in sweet peppers cultivated in coconut fiber. **Horticultura Brasileira** v. 30, n. 1, p.125-131. 2012.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; GOTO, G.; RODRIGUES, D. S.; VIVENTINI, M.; CAMPOS, A. J. D.. Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça-SP, v.17, n.1, p.23-30, 2010.

DORJI, K.; BEHBOUDIAN, M. H.; ZEGBE-DOMINGUEZ, J. A. Water relations, growth, yield and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial rootzone drying. **Scientiae Horticulturae**, v.105, p.137–149, 2005.

FAO. **Faostat – Statistics Database**. Disponível em: < <http://www.fao.org/statistics/en/>>. Acesso em: 19 de abril de 2019.

FARIA, P. N. L.; CARDOSO, G. A.; FINGER, K. A.; LUIS, F.; CECON, P. R. Estudo da variabilidade genética de amostras de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) existentes num banco de germoplasma: um caso de estudo. **Revista Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 36, n. 1, p. 17-22, 2013.

FERERES, E.; SORIANO, A. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. **Journal of Experimental Botany**, v.58, n. 2, p.147–159, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, P. J.; HOLZ, S.; PERISSATO, S. M.; CABRAL, A. C.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D. de. Adubação orgânica com torta de nabo para a cultura do pimentão. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Paraná, v. 3, n.3, p. 171-177, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2013, 421 p.

FOGAÇA, J. **Adubos orgânicos e inorgânicos**. Portal R7: Brasil Escola. 2017. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/quimica/adubos-organicos-inorganicos.htm>> Acesso em: 19 de abril de 2019.

FREIRE JUNIOR, M.; SOARES, A. G. **Orientações Quanto ao Manuseio Pré e Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças Visando à Redução de suas Perdas**. Rio de Janeiro, RJ . EMBRAPA (Comunicado técnico 205), 2014, 5p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619>> Acesso em: 19 de abril de 2019.

IBRA - Instituto Brasileiro de Orientação Alimentar. **5 ao dia, estimulando o consumo de frutas, legumes e verduras**. Disponível em: <<https://www.5aodia.com.br/>>. Acesso em: 17 de outubro de 2017.

KLAR, A. E.; JADOSKI, S. O. Efeitos da irrigação e da cobertura do solo por polietileno preto sobre as características morfológicas do pimentão. **Irriga**, Botucatu, v.7, n.3, p. 154- 167, 2002.

LEME, S. C. **Qualidade pós-colheita de pimentões produzidos em sistema orgânico**. 2012. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2012.

LIMA, E. M. C.; LIMA, E. M. C.; MATIOLLI, W.; THEBALDI, M. S.; REZENDE, F. C.; FARIA, M. A. Produção de pimentão cultivado em ambiente protegido e submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 3, n. 1, p. 40-56, 2012.

LIMA, G. S.; BROETTO, F.; SOUSA, A. P. de.; CORREIA, J. S. de.; SILVA, A. O. da. Impactos nutricionais e produção de pimentão submetido à deficiência hídrica. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 724-735, 2016.

LIMA, S. C. R. V.; FRIZZONE, J. A.; MATEOS, L.; FERNANDEZ, M. S. Estimativa da produtividade de água em uma área irrigada no sul da Espanha. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 6, n. 1, p. 51–60, 2012.

LÚCIO, A. D. C.; LORENTZ, L. H.; BOLIGON, A. A.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; CARPES, R. H. Variação temporal da produção de pimentão influenciada pela posição e características morfológicas das plantas em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 31-35, 2006.

MARQUELLI, W. A. **Manejo de irrigação**. In: NICK, C.; BORÉM, A. (Org.). Pimentão: do plantio à colheita. 01 ed. Viçosa: Editora UFV, 2016, v. 1, p. 147-172.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura do pimentão**. 1 ed. Brasília- DF, Embrapa Hortaliças (Circular Técnica 101), 2012, 20 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Academic Press, 2012. 651p.

MARTIN, J. D.; CARLESSO, R; AIRES, N. P.; GATTO, J. C; DUBOU, V.; FRIES, H. M.; SCHEIBLER, R. B. Irrigação deficitária para aumentar a produtividade da água na produção de silagem de milho. **Irriga**, Edição Especial, p. 192-205, 2012.

MELO, P. C. T. **Culturas do pimentão e da pimenta**. Piracicaba: Esalq/usp, 2013. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/23854518-Culturas-do-pimentao-e-da-pimenta-prof-dr-paulo-cesar-tavares-de-melo.html>> Acesso em: 25 março de 2019.

MOREIRA, E. G. S.; SANCHES, A. G.; SILVA, M. B. da.; MACEDO, J.; COSTA, S. S. C.; CORDEIRO, C. A. M. Utilização de filme comestível na conservação pós-colheita do pimentão „Magali“. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v. 16, n. 1, p. 120-126, 2016.

NASCIMENTO, W. M. **Produção de Sementes de Hortaliças - Volume I**. 1. ed. v. 1. 2014. 315p.

NICK, C.; BOREM, A. **Pimentão do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2016. 204 p.

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C.; Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 36-40, 2010.

OLIVEIRA, F. A.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; SILVA, R. C. P.; LIMA, K. S. Nutrição mineral do pimentão submetido a diferentes manejos de fertirrigação. **Horticultura Brasileira** v. 33, n. 2, p. 216-223, 2015.

OLIVEIRA, L.F.M. **Controle alternativo da antracnose durante a pós-colheita de goiabas ‘Paluma’ simulando armazenamento e a comercialização**. 2012. 108f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)- Universidade Federal de Sergipe, 2012.

PÉREZ-JIMÉNEZ, M.; PAZOS-NAVARRO, M.; LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; VARÓ, P.; DEL AMOR, F. M. Foliar application of plant growth regulators changes the nutrient composition of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 188-193, 2015.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAÚJO, I. C. S.; CAVALCANTI, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v.9, n.2, p.111-118, 2015.

RESENDE, F. V.; VIDAL, M. C. 2011. **Sistema Orgânico de Produção de Hortaliças**. Disponível em: <<http://itabaiana.seapa.com.br/?p=193>>. Acesso em: 21 de março de 2019.

REZENDE, L. F. M.; AZEREDO, C. M.; CANELLA, D. S.; LUIZ, O. C.; LEVY, R. B.; ELUF NETO, J. Coronary heart disease mortality, cardiovascular disease mortality and all-cause mortality attributable to dietary intake over 20 years in Brazil. **International Journal of Cardiology**. v.217, p.64-8, 2016.

ROCHA, P. A. **Produção de pimentão sob diferentes estratégias de irrigação com e sem cobertura do solo, no Semiárido Baiano**. 2017. 56 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Guanambi, Guanambi, 2017.

SALOMÃO, L. C.; CANTUÁRIO, F. S.; PEREIRA, A. I. A.; SCHWERZ, T.; DOURADO, W. S. Influência do turno de rega na eficiência do uso da água de irrigação e na produtividade de plantas de alface cultivadas em ambiente protegido. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2029-2039, 2014.

SAMPAIO, A. H. R.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; DANIEL, R.; OLIVEIRA, X. V. M.; CARVALHO, G. C.; SANTANA JUNIOR, E. B. Déficit hídrico e secamento parcial do sistema radicular em pomar de lima ácida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 1141-1148, 2010.

SANTOS, E. S. dos.; FRANÇA e SILVA, E. F. de.; MONTENEGRO, A. A. A. de.; SOUZA, E. S. de.; SOUZA, R. M. S.; SILVA, J. R. de. Produtividade do pimentão sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio em região semiárida. **Irriga**, Botucatu, v. 23, n. 3, p. 518-534, 2018.

- SANTOS, M. R. dos.; DONATO, S. L. R.; COELHO, F. R.; ARANTES, A. M. de.; COELHO FILHO, M. A. Irrigação lateralmente alternada em lima ácida 'tahiti' na região norte de minas gerais. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, Irrigação, p. 71-88, 2016.
- SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F. Fruit yield and root system distribution of Tommy Atkins mango under different irrigation regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, p. 362-369, 2014.
- SANTOS, P. R. dos. **Capacidade de Combinação em Cruzamentos Dialélicos Parciais e Sistemas de Poda em Pimentão**. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas) UFRPE, Recife, 2014.
- SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R. ; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.18, n.6, p.588–594, 2014.
- SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, M. R.; SALGADO, L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira** v. 27: p. 294-299, 2009.
- SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, A. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.
- SILVA, C. O. da.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de.; SOUSA, V. F.; RIBEIRO, V. Q.; SENTELHA, P. S. Estimativa da evapotranspiração de referência com dados climáticos limitados no estado do Piauí. **Revista Espacios**. v. 37, n. 23, p. 12, 2016.
- SILVA, M. V. T. da.; OLIVEIRA, C. P.M. de.; SANTOS, M. L. dos.; PINTAR, A. F.; OLIVEIRA, F. L. de.; MARACAJÁ, P. B. Influência dos nutrientes na formação da massa seca da melancia sem sementes. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 31-40, jul - set, 2014.
- SOUSA, I. L. **Controle biológico de pragas do pimentão (*Capsicum annuum* L.) orgânico em cultivo protegido associado a manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2014, 61p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Lavras, 2014.
- SOUSA, R. T. X.; HENRIQUE, H. M.; KORNDÖRFER, G. H. **Teste de performance em híbridos de Milho com uso de Geofert em Santana de Vargem - MG**. Empresa Geociclo, Minas Gerais. 10p, 2012. Disponível em: <[http://www.geociclo.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Lamina-Geofert\\_MILHO.pdf](http://www.geociclo.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Lamina-Geofert_MILHO.pdf)> Acesso em 10 de abril de 2019.
- SOUZA, A. P.; PEREIRA, J. B. A.; SILVA, L. B. D. da.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. F. de. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 15-22, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p.
- TRAVASSOS, F. G. P. **Análise da Germinação da Pimenta (*Capsicum Frutescens*) em Solo de Monocultura de Cana-de-açúcar sob Ação de Diferentes Substratos**. 2013. 50 f.

TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2013.

VILAS-BOAS, R. C.; CARVALHO, J. A. de.; GOMES, L. A. A.; SOUSA, A. M. G. de.; RODRIGUES, R. C.; SOUZA, K. D. de. Avaliação técnica e econômica da produção de duas cultivares de alface tipo crespa em função de lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.525-531, 2008.

WANG, X.; OUYANG, Y.; LIU, J.; ZHU, M.; ZHAO, G.; BAO, W.; HU, F. B. Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. **BMJ**. 14 p. 2014.

ZENG, C.; BIE, Z.; YUAN, B. Determination of optimum irrigation water amount for drip-irrigated muskmelon (*Cucumis melo* L.) in plastic greenhouse. **Agricultural Water Management**, v. 96, p.595-602, 2009.

## **CAPÍTULO I**

# **ÍNDICES FISIOLÓGICOS E TROCAS GASOSAS EM PLANTAS DE PIMENTÃO VERMELHO SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÕES**

## RESUMO

A irrigação e adubação constituem os princípios para o desenvolvimento das mais diversas hortaliças, assim, devido à exigência do pimentão quanto à fertilidade do solo e disponibilidade de água, tornam-se necessários conhecimentos sobre os mecanismos fisiológicos de resposta à disponibilidade hídrica e adubação desta olerícola. Desta forma, objetivou-se avaliar os índices fisiológicos e de trocas gasosas das plantas de pimentão vermelho, submetidas a lâminas de irrigação e tipos de adubação. O experimento foi conduzido nas instalações da fazenda experimental Rolando Enrique Rivas Castellón pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), em São Domingos – PB, no período de novembro de 2017 a abril de 2018. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial (4 x 3), sendo 4 lâminas de irrigação e 3 tipos de adubação, distribuídos em 4 blocos, com 5 plantas por parcela, sendo: L1: 60%, L2: 80%, L3: 100% e L4: 120% da Eto da cultura, e as combinações de adubos em diferentes proporções, A1 - 100% esterco, A2 - 50% de esterco e 50% de NPK, e A3 - 100% de NPK. Foram avaliados a taxa de crescimento absoluto para altura de plantas (TCAAP) e diâmetro de caule (TCADC), a taxa de crescimento relativo para altura de plantas (TCRAP) e diâmetro de caule (TCRDC), a concentração interna de carbono, taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática, transpiração, eficiência do uso da água e a eficiência instantânea de carboxilação. Lâminas crescentes de água, de 60% até 20% a mais da recomendada pela Eto (120%), promovem em plantas de pimentão vermelho, aumento nas taxas de crescimento absoluto em altura, e taxas de crescimento relativo e absoluto em diâmetro, além de incremento linear na condutância estomática, e na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. A lâmina de água de irrigação de 91% promove eficiência máxima do uso da água de 5,50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  em plantas de pimentão vermelho. A adubação com 100% ou com 50% de esterco bovino exerceu aumento nas taxas de crescimento relativo e absoluto em altura de plantas de pimentão vermelho a mais que a adubação mineral. A adubação organomineral promove maior condutância estomática nas plantas de pimentão vermelho.

Palavras-chave: Nutrição de plantas, fotossíntese, crescimento de plantas.

<sup>1</sup>Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Caciana Cavalcanti Costa.

Segunda Orientadora: Marinês Pereira Bomfim, CCTA/UFCG

## ABSTRACT

Irrigation and fertilization are the principles for the development of the most diverse vegetables, therefore, due to the demand of the bell pepper for soil fertility and water availability, it is necessary to know about the physiological mechanisms of response to water availability and fertilization of this olive tree. Thus, the objective was to evaluate the physiological and gas exchange rates of red pepper plants, submitted to irrigation depths and types of fertilization. The experiment was conducted at the facilities of the experimental farm Rolando Enrique Rivas Castellón belonging to the Federal University of Campina Grande (UFCG), the Center for Agro-Food Science and Technology (CCTA), in São Domingos - PB, from November 2017 to April 2018. A randomized complete block design in a factorial scheme (4 x 3) was adopted, with 4 irrigation depths and 3 types of fertilization, distributed in 4 blocks, with 5 plants per plot, as follows: L1: 60%, L2 : 80%, L3: 100% and L4: 120% of the crop Eto, and combinations of fertilizers in different proportions, A1 - 100% dung, A2 - 50% dung and 50% NPK, and A3 - 100%. of NPK. Absolute growth rate for plant height (TCAAP) and stem diameter (TCADC), relative growth rate for plant height (TCRAP) and stem diameter (TCRDC), internal carbon concentration, growth rate CO<sub>2</sub> assimilation, stomatal conductance, transpiration, water use efficiency and instant carboxylation efficiency. Increasing water depths, from 60% to 20% higher than Eto's recommended (120%), promote in red pepper plants, increase in absolute growth rates in height, and relative and absolute growth rates in diameter. linear increase in stomatal conductance and CO<sub>2</sub> assimilation rate. The 91% irrigation water depth promotes maximum water use efficiency of 5.50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  in red pepper plants. Fertilization with 100% or 50% of cattle manure increased the relative and absolute growth rates of red pepper plants more than mineral fertilization. Organomineral fertilization promotes greater stomatal conductance in red pepper plants.

Keywords: Plant nutrition, photosynthesis, plant growth.

<sup>1</sup>Orientadora: Prof<sup>a</sup> Caciara Cavalcanti Costa.

Segunda Orientadora: Marinês Pereira Bomfim, CCTA/UFCG



# 1 INTRODUÇÃO

A produção olerícola é uma atividade agrícola muito vantajosa quando praticada em épocas adequadas, locais de boas condições climáticas e de mercado favorável para sua comercialização, entretanto, tais condições dificilmente estão todas presentes em determinado sistema de produção (ARAÚJO et al., 2014). As atividades a serem realizadas na produção de hortaliças necessitam de um bom planejamento da propriedade, com estratégias envolvendo a melhor condução do cultivo, para que assim possa ocorrer a diminuição de perdas e melhoria na produtividade.

O pimentão é bastante consumido em todo país e importante tanto econômica como nutricionalmente, para bons rendimentos na sua produção são necessários cuidados relacionados principalmente quanto à necessidade hídrica e nutricional. É uma hortaliça exigente quanto ao fornecimento de água, porém o excesso muitas vezes prejudica o desenvolvimento da planta, além de elevar os custos para o produtor, deste modo, a redução na quantidade de água fornecida a planta acarreta respostas por vezes satisfatórias, como aumento na profundidade do sistema radicular e acúmulo de solutos e substâncias nos frutos.

O semiárido brasileiro, na maioria das vezes, não dispõe das condições adequadas para o desenvolvimento das hortaliças durante o ano todo, deste modo, quando não há o correto fornecimento de água e nutrientes para as plantas, dificilmente elas podem se desenvolver de maneira satisfatória. De acordo com Souza et al. (2011), surge a necessidade de adoção de sistemas de produção que envolvam também os aspectos ambientais e sociais e que busquem formas de manejo que possibilitem a conservação da fertilidade e a manutenção da dinâmica da água no solo.

Neste sentido, a grande preocupação mundial com a redução da disponibilidade dos recursos hídricos e o seu elevado custo na produção agrícola tem proporcionado diversos estudos científicos com foco na produtividade da água de irrigação pelas plantas, uma vez que este insumo participa de grande parte dos custos de produção (BRITO, 2017).

Logo, é de grande importância o conhecimento da lâmina de irrigação ideal para o cultivo de pimentão, de modo que permita o correto desenvolvimento da planta e a realização dos diversos processos metabólicos relacionados à fotossíntese, aliando produtividade e redução de custos de produção.

Segundo Silva et al. (2015), quanto às relações hídricas e trocas gasosas, sabe-se que o influxo de CO<sub>2</sub> ocorre necessariamente através dos estômatos no processo fotossintético

ocasionando também o efluxo de água, por meio da transpiração, sendo o movimento estomático, o principal mecanismo de controle das trocas gasosas nas plantas superiores. Desta forma, a disponibilidade hídrica no solo pode causar fechamento estomático limitando a condutância estomática e a transpiração, o que reduz, conseqüentemente, a taxa de fotossíntese (SILVA et al., 2010).

Aliada a irrigação, a nutrição de plantas também exerce importantes funções no metabolismo vegetal, influenciando o crescimento e a produção de pimentão. Vários estudos com hortaliças demonstram correlações positivas entre tratamentos com adubação e trocas gasosas, como os observados em berinjela (Brandão Filho et al., 2003), couve e pimentão (VILA NOVA e SILVA JÚNIOR 2010).

Para um cultivo ideal de pimentão é necessário um solo com boa fertilidade, que permita a ciclagem e absorção dos nutrientes pelas plantas favorecendo seu crescimento, sendo importante o fornecimento desses nutrientes por meio do uso racional dos adubos minerais e orgânicos, levando em consideração à procura cada vez maior por alimentos seguros e de qualidade. Dada à conscientização ambiental crescente nos últimos anos e também à escassez de matérias-primas para produção de fertilizantes minerais, cresce também a tendência de reaproveitamento de resíduos urbanos, industriais e agrícolas, com o intuito de despoluir o ambiente e criar produtos alternativos para uso na agricultura, como os fertilizantes organominerais (SOUSA, 2012).

O fertilizante organomineral se constitui num produto inovador e alternativo, fruto do enriquecimento de adubos orgânicos com fertilizantes minerais. Como decorrência da maior concentração de nutrientes em relação aos fertilizantes orgânicos, apresenta a vantagem de poder ser empregado em menores quantidades por área, além do menor custo de transporte (SOUSA et al., 2012).

Apesar da reconhecida importância do cultivo do pimentão, os relatos disponíveis na literatura referentes a mecanismos fisiológicos de resposta à disponibilidade hídrica e adubação nesta olerícola, são ainda restritos. Desta forma, objetivou-se avaliar os índices fisiológicos e de trocas gasosas das plantas de pimentão vermelho, submetidas a lâminas de irrigação e tipos de adubação.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização do Experimento**

O experimento foi conduzido nas instalações da fazenda experimental Rolando Enrique Rivas Castellón, pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), em São Domingos – PB, no período de novembro de 2017 a julho de 2018. A localização da cidade está a 6° 48' 51.7" de latitude Sul e 37° 56' 13.8" de longitude Oeste e altitude de 190m, possui clima do tipo tropical Semiárido com chuvas de verão com ocorrência de fevereiro a março (ALMEIDA et al., 2010). Segundo a classificação de Koopen adaptada ao Brasil (Coelho e Soncin, 1982), é do tipo BS h", que representa clima quente e seco com chuvas de verão e outono, com precipitação média de 750 mm ano<sup>-1</sup>.

O cultivo foi em casa de vegetação em estrutura metálica com dimensões de 20 m de comprimento por 8,0 m de largura, e pé direito igual a 4,0 m de altura, totalizando uma área de 160 m<sup>2</sup>, com teto revestido com filme de polietileno transparente de 0,15 mm de espessura e fechamento lateral com tela de 30% de sombreamento.

### **2.2 Delineamento experimental e tratamentos**

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial (4 x 3), sendo 4 lâminas de irrigação e 3 tipos de adubação, distribuídos em 4 blocos, com 5 plantas por parcela. As lâminas de irrigação foram determinadas com base em diferentes níveis de reposição (60, 80, 100 e 120%) da evapotranspiração de referência mensal acumulada (Eto), obtida por meio do valor tabelado de (Hargreaves, 1974) para a localidade. As adubações utilizadas foram constituídas de três adubações: adubo orgânico, mineral e organomineral, sendo utilizado esterco bovino (cujas doses foram definidas de acordo com Furtini Neto et al. (2001)) e os adubos minerais contendo NPK em quantidades definidas em função da análise do solo e das doses recomendadas para a cultura do pimentão (CAVALCANTI et al., 2008).

Portanto foram testadas as lâminas de irrigação: L1: 60%, L2: 80%, L3: 100% e L4: 120% da Eto da cultura, e as combinações de adubos em diferentes proporções, A1 - 100% da dose recomendada de esterco e 0% de NPK, A2 - 50% da dose recomendada de esterco e 50% de NPK, e A3 - 0% da dose recomendada de esterco e 100% de NPK.

## 2.3 Instalação e condução do experimento

### 2.3.1 Preparo da área

O solo da área experimental foi preparado por meio de uma aração utilizando arado de aiveca com tração animal e em seguida foram levantadas as leiras manualmente com uso de uma enxada, possuindo 40 cm de base, 20 cm de crista e 6 m de comprimento.

Cada bloco foi constituído de 4 linhas de 6 m, onde cada linha continha 15 plantas divididas em 3 parcelas, logo, cada parcela foi formada por 5 plantas, com área útil as 3 plantas centrais, para fins de coleta dos dados. O espaçamento utilizado foi de 0,4m x 0,8m, totalizando 60 plantas por bloco e 240 plantas em todo o experimento.

### 2.3.2 Preparo das mudas

A produção das mudas teve início no dia 09/11/2017, utilizou-se sementes do cultivar „Rubi Gigante“, variedade de clima quente, caracterizada por produzir plantas vigorosas e de frutos grandes, como coloração vermelha atrativa, as quais foram semeadas em bandejas de isopor expandido de 128 células, preenchidas com substrato comercial Basaplant<sup>®</sup>, alocando-se três sementes por célula, quinze dias após o semeio foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma plântula por célula. As mudas foram transplantadas aos trinta e seis dias após a semeadura (DAS), quando a maioria apresentou 8 cm de altura e 5 folhas definitivas. Um dia antes do transplante, foi aplicado via foliar o fertilizante mineral misto AJIFOL<sup>®</sup> Premium contendo: N 25 g L<sup>-1</sup>; K<sub>2</sub>O 12,5 g L<sup>-1</sup>; B 2,5 g L<sup>-1</sup>; Mn 6,26 g L<sup>-1</sup>; Mo 1,25 g L<sup>-1</sup>; e Zn 87,5 g L<sup>-1</sup>. A solução foi aplicada na concentração de 1mL L<sup>-1</sup> da solução, a fim de fortalecer as mudas e prevenir deficiências nutricionais pós transplante.

### 2.3.3 Manejo da Irrigação

A necessidade de água requerida pela cultura (Etc) foi obtida por meio do produto da multiplicação da evapotranspiração de referência (Eto) mensal acumulada durante o período de condução do experimento para a cidade de Pombal – PB, seguindo os valores calculados por Hargraves (1974), e pelo coeficiente da cultura (Kc) para cada fase do seu ciclo fenológico de acordo com DOORENBOS e PRUITT (1977).

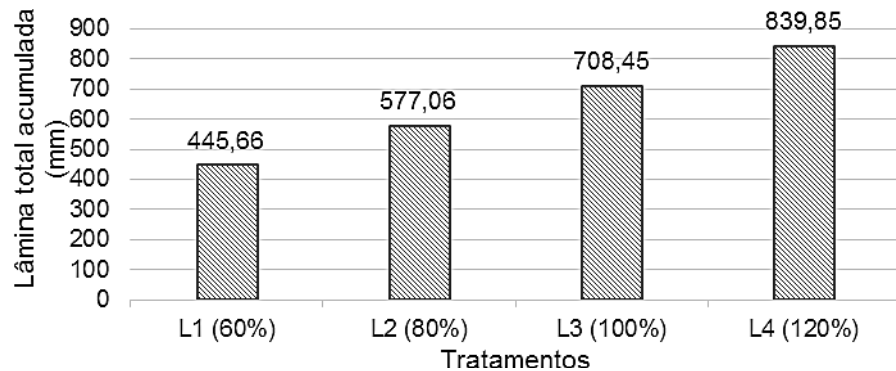
O cálculo foi feito a partir da equação:  $Etc = Eto * Kc$ . Onde: Eto – evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>); Kc – coeficiente da cultura na fase fenológica. Os valores de Kc

adotados e a respectiva duração em dias de cada fase do ciclo da cultura foram na fase inicial o valor adotado foi de 0,4, durante 20 dias; quando passou a ser de 0,6, por 66 dias e 1,1 até o final da última colheita.

O sistema de irrigação localizado foi constituído de uma tubulação secundária (PVC) com 35 mm de diâmetro, linhas laterais simples de tubo de polietileno de 16 mm e gotejadores do tipo “*online*” autocompensantes, distanciados 0,4 m entre si, com vazão de 1,9 L h<sup>-1</sup>, um por planta. O sistema de bombeamento era constituído de eletrobomba com potência de 1 Cv., a fonte hídrica que abastecia o sistema era oriunda de um poço tubular e a água com condutividade elétrica de 1,2 dSm<sup>-1</sup> possuía valor abaixo da salinidade limiar da cultura (1,5dSm<sup>-1</sup>) segundo Ghey (2010), portanto de uso adequado para a irrigação.

No início de cada linha lateral um registro permitia controlar as lâminas de água aplicadas nas parcelas, conforme os tratamentos. As diferentes lâminas de irrigação, foram aplicadas seguindo diferentes tempos de funcionamento das linhas laterais, com gotejadores em cada parcela, em função da vazão média dos gotejadores, do espaçamento entre eles e sua eficiência. Estas foram aplicadas a partir dos 20 dias após o transplântio (DAT), até esse período foi estabelecido à mesma lâmina de 100% para todos os tratamentos, visando à uniformidade no desenvolvimento inicial das mudas. Na medida em que se atingia a lâmina desejada, as linhas de irrigação eram fechadas por meio de registros individuais. O cálculo do tempo de funcionamento do sistema de irrigação para cada lâmina foi obtido através da seguinte equação:  $TI = (Etc * Eg * El) / q * ef$ . Em que: TI – tempo de irrigação em horas; Etc – Lâmina de água a ser aplicada em mm; Eg – Espaçamento entre gotejadores na linha (0,4 m); El – Espaçamento entre linhas laterais (0,8 m); q – Vazão média dos gotejadores (L h<sup>-1</sup>); ef – eficiência de aplicação dos emissores (95%).

As lâminas de irrigação totais aplicadas (Etc) após a instalação da cultura nos tratamentos de 60, 80, 100 e 120% de reposição da Eto podem ser visualizadas na Figura 1.



**Figura 1** Lâminas aplicadas (mm) durante o experimento em função de cada tratamento. UFCG, Pombal - PB, 2019.

As irrigações eram procedidas diariamente com a lâmina total fracionada, sendo a aplicação de 50% da lâmina requerida pela manhã e 50% ao final da tarde. De acordo Aragão Júnior et al. (1991) o manejo de irrigação com aplicações frequentes condiciona o solo a manter-se com ótimo teor de água, favorecendo o desenvolvimento da cultura e conseqüentemente maior produtividade.

#### 2.3.4 Manejo das Adubações

Primeiramente, da área experimental foram retiradas amostras de solo em diferentes pontos, com o propósito de se caracterizar o mesmo do ponto de vista químico e físico (Tabela 1). A análise do solo foi realizada no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), em Campina Grande – PB.

**Tabela 1.** Composição química e física do solo (0-20 cm), UFCG, Pombal, 2019.

<b>Características Químicas</b>		<b>Características Físicas</b>	
pH (H <sub>2</sub> O)	6,77	Areia (%)	67%
Matéria Orgânica (%)	1,90	Silte (%)	28%
Ca (meq/100g)	3,16	Argila (%)	4%
Mg (meq/100g)	1,07	Densidade do solo g/cm <sup>3</sup>	1,64
P assimilável (mg/100g)	10,32	Densidade de partículas g/cm <sup>3</sup>	2,69
K (meq/100g)	0,43	Porosidade (%)	39,03
Na (meq/100g)	1,96	Umidade (% base solo seco)	0,30
SB (cmolcdm <sup>-3</sup> )	6,62		
CTC (cmolcdm <sup>-3</sup> )	6,83	Neossolo flúvico eutrófico, textura	
V% 97,20		franco-arenosa (DANTAS et al., 2017).	

O esterco bovino, fonte de adubação orgânica utilizada, era proveniente de São Domingos – PB, possuía a seguinte caracterização: MS=95,8%; N=1,5%; P=28,6%; K=1,56%; MO=17,58%; pH=7,4, conforme a análise realizada no Laboratório de Solos da UAGRA/CCTA/UFCG, Pombal – PB.

As doses de adubação orgânica e dos fertilizantes minerais (nitrogênio, fósforo, e potássio) foram calculadas de acordo com a análise do adubo e do solo, respectivamente e com base nas respectivas recomendações de nitrogênio e NPK para a cultura. Para o cálculo da dose de 100% de adubação orgânica com esterco bovino foi utilizada a fórmula de Furtini Neto et al. (2001), equação 1:

$$x = \frac{A \cdot B \cdot C \cdot D}{100}$$

Onde:

\*x = quantidade de fertilizante orgânico (kg ha<sup>-1</sup>);

\*A= quantidade de nutriente (kg ha<sup>-1</sup>);

\*B = teor de matéria seca do fertilizante (%);

\*C = teor de nutriente na matéria seca (%);

\*D = índice de conversão (50 %).

Para a adubação mineral, como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio, foram utilizados uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Para a determinação da dose de 100% de adubo mineral, utilizou-se a recomendação da cultura para o estado do Pernambuco (CAVALCANTI, 2008).

Após o cálculo para as doses de 100% de ambas as adubações foram calculadas as proporções para constituição do adubo organomineral, constituindo assim, combinações de adubos em diferentes proporções, A1 – Orgânica (100% da dose recomendada de esterco e 0% de NPK); A2 – Organomineral (50% da dose recomendada de esterco e 50% de NPK); e A3 - Mineral (0% da dose recomendada de esterco e 100% de NPK).

A adubação orgânica foi aplicada com a fonte esterco bovino 15 dias antes do transplântio das mudas, diretamente nas leiras. A adubação de plantio com o adubo mineral foi realizada um dia antes do transplântio, para tanto, considerou-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 40 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo. Nas adubações de cobertura aplicou-se 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 40

kg ha<sup>-1</sup> de potássio, parcelados em três vezes: aos 25, 45 e 60 dias após o transplântio das mudas.

### 2.3.5 Manejo da Cultura

O transplântio das mudas foi realizado trinta e seis dias após a semeadura (DAS), quando a maioria das plantas atingiram 8 cm de altura e 5 folhas definitivas, tendo sido realizado pela tarde. As plantas foram conduzidas em sistema de tutoramento, quando apresentaram cerca de 30 cm de altura, utilizando-se estacas de madeira e fitas tipo fitilho, e três hastes, sendo eliminadas as demais a medida em que surgiam. As primeiras flores (relativa ao primeiro internódio) de cada planta foram retiradas a fim de evitar que o desenvolvimento excessivo desse primeiro fruto prejudicasse a qualidade deste fruto e os subsequentes pela ocorrência de competição fonte-dreno ou de problemas fitossanitários.

Durante a condução do experimento foram realizadas pulverizações preventivas com fungicida cúprico e os inseticidas a base de Abamectina para o controle do ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*) e neonicotinoide para mosca-branca (*Bemisia tabaci* raça B), e também pulverizações com defensivo natural (extrato de nim), sendo aplicadas semanalmente. O controle de plantas daninhas foi feito manualmente ou com o auxílio de ancinho e enxada, sendo esta última utilizada apenas entre as leiras.

## 2.4 Variáveis fisiológicas analisadas

Durante o ciclo da cultura foram realizadas duas avaliações de crescimento, aos 15 e 60 dias após o transplântio.

Foram analisadas as seguintes variáveis:

2.4.1 Taxa de crescimento relativo (TCR) – A determinação da taxa de crescimento relativo (TCR) em altura de plantas (TCRAP) e diâmetro de caule (TCRDC) foi obtida pela equação 2, onde se mensura o crescimento em função da matéria pré-existente, adaptando-se para altura e diâmetro de plantas os procedimentos contidos em Poorter (1989) e HUNT et al. (2002).

$$TCR = \frac{(H_2 - H_1) / H_1}{(T_2 - T_1) / T_1}$$



Em que: TCR = taxa de crescimento relativo, A2 = crescimento da planta no tempo t2 , A1 = crescimento da planta no tempo t1 , t2 – t1 = diferença de tempo entre as amostragens e ln = logaritmo natural.

2.4.1 Taxa de crescimento absoluto (TCA) – A determinação da taxa de crescimento absoluto (TCA) em altura de plantas (TCAAP) e diâmetro de caule (TCADC) foi obtida empregando-se metodologia proposta por Benincasa (2003), conforme descrito na equação 3:

$$TCA = \frac{A2 - A1}{t2 - t1}$$

Onde: TCA = taxa de crescimento absoluto, A2 = crescimento da planta no tempo t2 , A1 = crescimento da planta no tempo t1, e t2 – t1 = diferença de tempo entre as amostragens.

2.4.2 Trocas Gasosas - A avaliação das trocas gasosas foi realizada aos 50 dias após transplântio (DAT) das mudas, no período de 07:30 h às 09 h da manhã, na terceira folha contada a partir do ápice da planta, em plena fase de floração, para tanto, utilizou-se um analisador de gás infravermelho IRGA (ACD, modelo LCPro SD, Hoddesdon, UK). Na ocasião, foram mensuradas a Concentração interna de carbono (Ci) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Fotossíntese) (A) ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); Condutância estomática (gs) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); Transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); Eficiência do uso da água EUA =  $EiUA - A/E$ , calculada relacionando à fotossíntese líquida com a transpiração [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ] e a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) a partir da relação entre a fotossíntese líquida e a concentração interna de carbono ( $A/Ci$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ].

## 2.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Nos casos de significância, foi realizada análise de regressão para o fator lâminas de irrigação e para os casos de interação entre fatores, para o fator adubação foi utilizado o teste Tukey, ao nível de 5% de significância, com auxílio do software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos índices fisiológicos estudados, verifica-se com base no resumo da análise de variância (Tabela 2), efeito significativo das lâminas de água de irrigação sobre a taxa de crescimento absoluto em altura da planta (TCAAP) e as taxas de crescimento absoluto e relativo em diâmetro do caule (TCADC) (TCRDC). As adubações exerceram influência sobre as taxas de crescimento absoluto (TCAAP) e relativo (TCRAP) em altura de plantas.

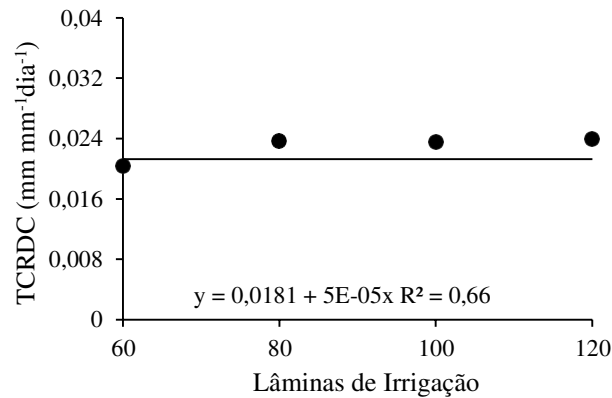
**Tabela 2** Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto em altura da planta (TCAAP), taxa de crescimento relativo em altura da planta (TCRAP), taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule (TCADC) e taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC), de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação e adubações. UFCG, Pombal – PB, 2019.

Fontes de Variação	QUADRADO MÉDIO					C. V.	Média geral
	Lâmina	Adubação	L x A	Bloco	Resíduo		
TCRAP	0,000016 <sup>ns</sup>	0,000113 <sup>*</sup>	0,000056 <sup>ns</sup>	0,000087 <sup>*</sup>	0,000027	18,03	0,028765
TCRDC	0,000034 <sup>*</sup>	0,000007 <sup>ns</sup>	0,000016 <sup>ns</sup>	0,000029 <sup>ns</sup>	0,000011	14,58	0,022846
TCAAP	0,026532 <sup>*</sup>	0,035258 <sup>*</sup>	0,01379 <sup>ns</sup>	0,013806 <sup>ns</sup>	0,007888	18,79	0,472806
TCADC	0,001841 <sup>*</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>	0,000122 <sup>ns</sup>	0,000125 <sup>ns</sup>	0,000452	20,41	0,104196
GL	3	2	6	3	33	-	-

ns - não significativo; \* - significativo a  $p < 0,05$ ;

O incremento de cada 20% na quantidade de água aplicada às plantas de pimentão vermelho provocou aumento linear (Figura 2) na taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC). Houve um aumento de 24,79% nas taxas de crescimento relativo em diâmetro do caule das plantas que receberam a maior lâmina (120%) quando comparadas às plantas sob menor lâmina (60%), atingindo valores médios nas plantas de 0,023 e 0,020 mm mm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, ou seja, ocorreu um acréscimo de 8,26% na TCRDC quando aplicou-se 20% a mais da lâmina de água recomendada para a cultura, com base na sua evapotranspiração de referência mensal acumulada (Eto).

O aumento em diâmetro do caule foi proporcional ao aumento na quantidade de água aplicada as plantas de pimentão vermelho, o que pode ser esperado pelos efeitos positivos que o correto fornecimento de água proporciona, como melhor desenvolvimento e maior acúmulo de fitomassa.



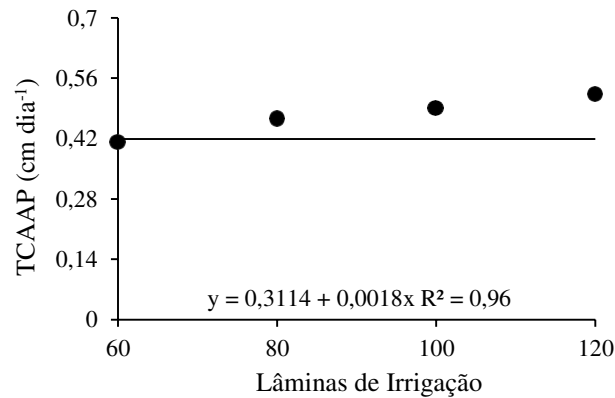
**Figura 2** Taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC) ( $\text{mm mm}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

O processo e crescimento dos caules é afetado pelas mesmas forças que limitam o crescimento foliar durante o estresse (Taiz e Zeiger, 2009), como por exemplo, a disponibilidade hídrica.

Aspecto semelhante foi observado por Brito et al. (2012), estudando taxas de crescimento e fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico na fase vegetativa, concluíram que lâminas crescentes de água promoveram na fase vegetativa do tomateiro, aumento nas taxas de crescimento absoluto ( $0,0978 \text{ mm/dia}$ ) e relativo ( $0,0067 \text{ mm/dia}$ ) do diâmetro caulinar, sendo as maiores obtidas com lâminas variando de 70 a 82% da evapotranspiração real da cultura (ETr).

De acordo com a Figura 3, observa-se aumento linear sobre a taxa de crescimento absoluto em altura da planta (TCAAP). Ocorreu um aumento de 25,75% no crescimento absoluto em altura das plantas de pimentão vermelho que receberam a maior lâmina (120%), quando comparadas às plantas sob menor lâmina (60%), atingindo valores médios nas plantas de  $0,52 \text{ cm dia}^{-1}$  e  $0,51 \text{ cm dia}^{-1}$ , respectivamente. Portanto, o acréscimo de 20% de água em relação à recomendada pela ETo da cultura, promove o incremento a TCAAP em 8,58 %.

As plantas submetidas ao déficit hídrico podem ter desenvolvido mecanismo de adaptação devido à disponibilidade restrita de água, como mudanças em seu metabolismo causando menor crescimento em altura, logo, a irrigação utilizando-se das maiores lâminas provavelmente favoreceu a manutenção da quantidade de água presente nas células dos tecidos das plantas, conseqüentemente, favorecendo seu crescimento.



**Figura 3** Taxa de crescimento absoluto em altura da planta TCAAP (cm dia<sup>-1</sup>) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

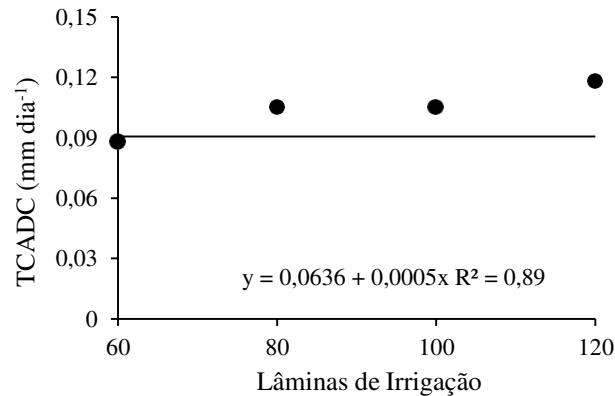
Marengo e Lopes (2013), afirmam que a turgescência das células é fundamental pra que ocorram atividades na planta como alongamento e crescimento celular.

Aspecto semelhante foi observado por Soares et al. (2013), ao estudarem morfofisiologia e qualidade pós-colheita do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas, os autores constataram que a taxa de crescimento absoluto em altura de plantas, nas fases de floração e frutificação, mantiveram tendência ascendente em função das lâminas aplicadas, com aumento de 5,20 e 0,98% ao comparar o menor e o maior nível de água estudados, lâminas de 60% e 120%, respectivamente.

Soares et al. (2011) avaliando taxas de crescimento do tomateiro sob lâminas de irrigação em ambiente protegido, também verificaram que referente à taxa de crescimento absoluto de altura de planta (TCAAP), houve incremento de 7,32% das plantas irrigadas com 120% da ETr em relação às sob nível de 60% da ETr.

O aumento na quantidade da água de irrigação aplicada em plantas de pimentão vermelho provocou efeito linear crescente quanto a taxa de crescimento absoluto de diâmetro do caule (TCADC) (Figura 4). Ocorrendo um acréscimo de 10,68% por ocasião do aumento de 20% de água, na lâmina de 100% recomendada pela Eto da cultura. De acordo com os dados, também verifica-se que houve um aumento de 32,05% na taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule das plantas que receberam a maior lâmina de irrigação (120%), quando comparadas às plantas sob a lâmina menor (60%), apresentando valores médios de 0,11 mm dia<sup>-1</sup> e 0,08 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Isso possivelmente ocorreu devido ao efeito do déficit hídrico sobre a turgescência das células, onde em virtude da diminuição de água nos tecidos ocorreu um declínio na expansão celular, provocando menor diâmetro das plantas que foram submetidas a menor lâmina.



**Figura 4** Taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule (TCADC) (mm dia<sup>-1</sup>) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

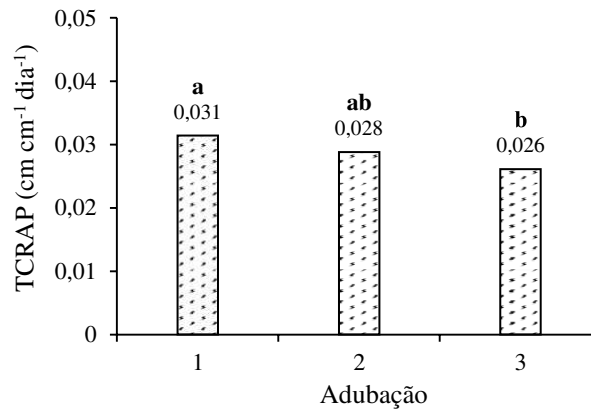
Resultados próximos aos obtidos neste trabalho, foram observados por Soares et al. (2011), quando observaram maior taxa de crescimento absoluto em diâmetro nas plantas de tomateiro estressadas na fase reprodutiva, independentemente das lâminas de água aplicadas, com valores entre 0,0635 a 0,1213 (mm dia<sup>-1</sup>) entre as lâminas de 60% a 120%

Por outro lado, Cantuário (2012) reporta que o diâmetro do caule é uma variável pouco sensível ao estresse hídrico.

Soares et al. (2013), constataram quanto à taxa de crescimento absoluto em diâmetro de caule (TCADC) que o intervalo de lâminas de água entre 80% e 100% da ETr promoveu o máximo de crescimento em TCADC das plantas (0,0953 e 0,1044 mm dia<sup>-1</sup>), respectivamente, nas fases vegetativa e de floração, tal comportamento foi observado, também, na fase de frutificação com os maiores valores observadas em lâminas entre 60% e 63% da ETr.

De acordo com a Figura 5, as plantas provenientes da adubação orgânica (A1) se sobressaíram com maior taxa de crescimento relativo em altura da planta (TCRAP), atingindo valores de 0,031 cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, comparadas com as que receberam adubação mineral (A3), que apresentaram TCRAP de 0,026 cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, embora não tenha diferido estatisticamente da TCRAP (0,028 cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) de pimentão vermelho, sob adubação organomineral (A2).

A adubação orgânica mostra-se eficaz quanto a TCRAP, provavelmente, houve melhoria nas características físicas e químicas do solo e na ciclagem de nutrientes, fazendo com que essas plantas apresentassem maior desenvolvimento, expresso em sua altura.

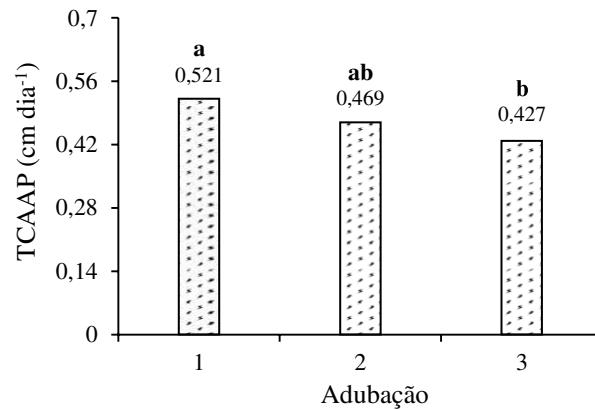


**Figura 5** Taxa de crescimento relativo em altura da planta TCRAP (cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) de plantas de pimentão vermelho submetidas à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019.

Resultados superiores aos encontrados neste trabalho foram reportados por Oliveira et al. (2015) estudando o crescimento e a produtividade de pimentão, ao constatarem que as plantas apresentaram TCR com valores máximos de 0,0771 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, aos 14 DAT, fase inicial de crescimento, com decréscimo progressivo até o final do ciclo da cultura.

De acordo com a Figura 6, as plantas provenientes da adubação orgânica (A1) se mostraram com maior taxa de crescimento absoluto em altura da planta (TCAAP), atingindo valores de 0,52 cm dia<sup>-1</sup>, quando compara-se ao uso das outras adubações, embora, não tenha diferido estatisticamente da adubação organomineral (A2) que apresentou TCAAP de 0,42 cm dia<sup>-1</sup>, que por sua vez, não diferiu da TCAAP de 0,42 cm dia<sup>-1</sup> das plantas sob adubação mineral (A3).

O efeito da liberação gradual de nutrientes quando foi utilizada a adubação orgânica com esterco bovino, pode ter promovido ao longo do tempo de cultivo melhorias nas características do solo, evidenciado pelo maior crescimento em altura dessas plantas em relação as demais sob suplementação mineral.



**Figura 6** Taxa de crescimento absoluto em altura da planta TCAAP (cm dia<sup>-1</sup>) de plantas de pimentão vermelho submetidas à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019.

A vantagem do uso do adubo orgânico em relação à aplicação de fertilizantes químicos é a liberação gradual dos nutrientes à medida que são demandados para o crescimento da planta (LIMA et al., 2014).

Charlo et al. (2011) analisando crescimento de pimentão cultivado em fibra de coco verificaram que as plantas atingiram taxa de crescimento absoluto de 4,4 g/planta/dia.

Oliveira Filho et al. (2018), realizando estudo sobre o efeito de doses diferenciadas de potássio em quatro variedades de pimentão (laranja, amarelo, vermelho e verde), verificaram que a variedade verde apresentou a maior taxa de crescimento absoluta média (TCA) para a altura da planta (1,03 cm dia<sup>-1</sup>), diferindo da variedade laranja com TCA de 0,76 cm dia<sup>-1</sup>. As variedades V2 (amarelo) e V3 (vermelho) apresentaram TCA média de 0,88 e 0,92 cm dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores superiores aos encontrados neste trabalho.

Quanto aos resultados referentes às trocas gasosas, verifica-se com base no resumo da análise de variância (Tabela 3), efeito significativo dos fatores estudados isolados. Quanto ao fator Lâminas, observa-se efeito significativo sobre as características de taxa de assimilação de CO<sup>2</sup> (A), condutância estomática (gs) e Eficiência do uso da água (EUA). Quanto ao fator Adubação, houve efeito significativo apenas para condutância estomática (gs). Para as demais características avaliadas (Ci e E) não foram observadas diferenças significativas dos tratamentos testados.

**Tabela 3** Resumo da análise de variância para concentração de carbono interno (Ci), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência do uso da água (EUA), eficiência instantânea da carboxilação (Eic), de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação e adubações. UFCG, Pombal – PB, 2019.

Fontes de Variação	Quadrado Médio					C.V. (%)	Média Geral
	Lâmina	Adubação	L x A	Bloco	Resíduo		
Ci	576,54 <sup>ns</sup>	1.142,50 <sup>ns</sup>	873,64 <sup>ns</sup>	2.457,00 <sup>ns</sup>	654,35	10,59	241,53
A	17,98*	5,90 <sup>ns</sup>	6,57 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>	6,05	13,98	17,60
Gs	0,0099*	0,0128*	0,0044 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>	0,0024	18,16	0,27
E	0,12 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	0,23	14,70	3,28
EUA	2,78*	1,40 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	3,72 <sup>ns</sup>	0,94	17,71	5,47
Eic	0,00056 <sup>ns</sup>	0,00026 <sup>ns</sup>	0,00029 <sup>ns</sup>	0,00035 <sup>ns</sup>	0,00022	20,00	0,074
GL	3	2	6	3	33	-	-

ns - não significativo; \* - significativo a  $p < 0,05$ ;

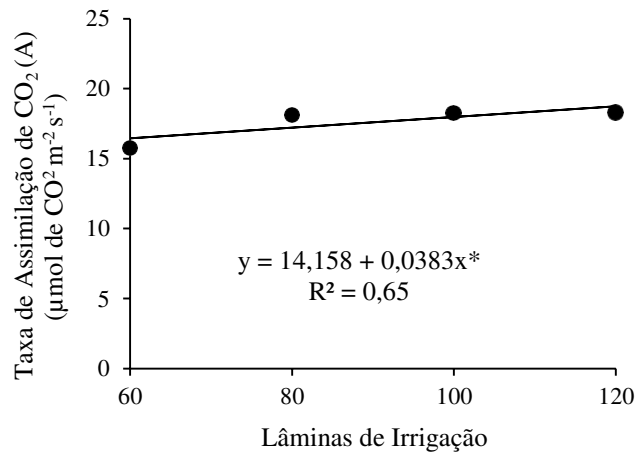
A média geral da concentração de carbono interno (Ci) foi de 241,53  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , resultado próximo ao encontrado por Silva et al. (2015) em beringela, onde verificaram que a maior concentração interna de CO<sub>2</sub> (244,87  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) foi observada na lâmina de 166% da ETc.

Segundo Dalastra et al. (2014) na presença de quantidade adequada de luz e ausência de estresse, como déficit hídrico, concentrações mais altas de CO<sub>2</sub> sustentam taxas fotossintéticas elevadas, enquanto que em concentrações intercelulares de CO<sub>2</sub> muito baixas a fotossíntese é limitada.

O aumento da quantidade de água aplicada às plantas de pimentão promoveu resultados com comportamento linear crescente entre a menor e a maior lâmina de irrigação (Figura 7), as quais apresentaram taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) média, de 18 e 16 ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), respectivamente. A maior lâmina testada de 120% resultou em um acréscimo de 4,65% a mais do que a recomendada de 100%, e quando compara-se com a menor lâmina estudada de 60%, se sobressaiu em cerca de 14%.



O estresse provocado pela menor lâmina de irrigação possivelmente, provocou o fechamento dos estômatos, diminuindo a transpiração, como consequência, essa reação deve ter dificultado à taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, ou seja, a fotossíntese.



**Figura 7** Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Fotossíntese) (A) (μmol de CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

Comportamento semelhante foi observado por Soares et al. (2012), em tomateiro na fase de floração sob estresse hídrico, quando constataram que referente a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, os resultados mantiveram tendência ascendente em função das lâminas aplicadas, com aumento de 23,66%, ao comparar o menor e o maior nível de água estudado, respectivamente 60% e 120%.

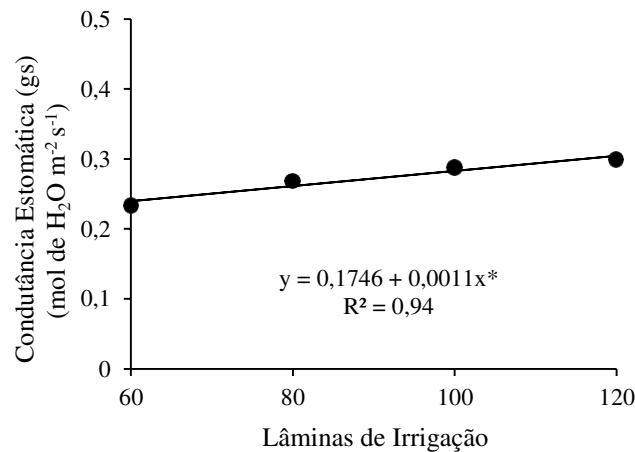
O fechamento estomático e a consequente redução do fluxo normal de CO<sub>2</sub> em direção ao sítio de carboxilação constituem um dos principais responsáveis pela redução da fotossíntese, sendo a água um dos fatores fundamentais responsáveis pelo processo que regula a abertura ou fechamento dos estômatos (BOSCO et al., 2009). Logo esta condição que dificulta a absorção do CO<sub>2</sub> que é fixado e utilizado nas reações da fotossíntese, formando os carboidratos, e a redução na atividade de assimilação de carbono, como consequência pode reduzir o desenvolvimento e a produtividade da cultura (CARVALHO et al., 2012).

De acordo com o aumento da quantidade de água aplicada na cultura do pimentão, verifica-se que houve acréscimo linear (Figura 8) na condutância estomática (gs) das plantas. A cada aumento de 20% na água da lâmina de irrigação, de 60% até 120%, observou-se que entre as duas lâminas extremas ocorreu incremento de aproximadamente 27% na gs das plantas de pimentão vermelho, ainda, quando elevou-se a lâmina recomendada (100%) para a cultura em 20% (120%), a condutância estomática chegou ao valor de 0,30 mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

1, e a menor lâmina (60%), atingiu 0,23 mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Havendo um aumento entre a lâmina recomendada (100%) e 120% de 9,14%.

Podendo ser justificado pelos efeitos positivos da maior quantidade de água fornecida a essas plantas, promovendo melhorias no processo respiratório e condutância estomática, logo, o déficit causado na menor lâmina promove efeito contrário.

Destaca-se que em situação de ótima disponibilidade hídrica, que quer dizer que o solo está em capacidade de campo, as plantas geralmente apresentam altas taxas transpiratórias, de modo que, à medida que a água do solo se torna escassa, a planta começa a reduzir sua taxa transpiratória para reduzir a perda de água e economizar a disponível no solo (SILVA et al., 2015).



**Figura 8** Condutância estomática (gs) (mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

Segundo Taiz e Zeiger (2013) a redução no crescimento da planta é, dentre outros fatores, um dos efeitos secundários que ocorre quando estas estão submetidas à redução da disponibilidade hídrica. O mecanismo de fechamento estomático é influenciado pelo déficit hídrico, assim é esperado que plantas submetidas a condições de escassez de água apresentem crescimento menor que uma planta bem regada.

Conforme Carvalho et al. (2012), as características produtivas da cultura são favorecidas quando o solo é mantido com umidade próxima à capacidade de campo, e que o déficit hídrico pode promover redução no desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, na produtividade da cultura, uma vez que a restrição hídrica compromete a absorção de nutrientes e induz o fechamento dos estômatos para amenizar a transpiração.

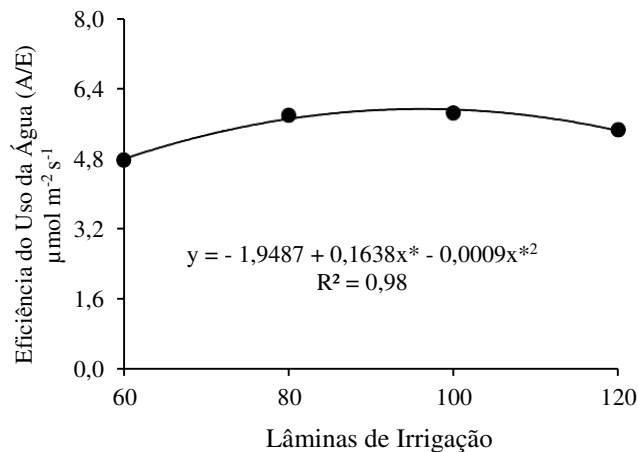
Silva et al. (2015) avaliando plantas de berinjela, observaram efeito significativo das lâminas de irrigação, com o acréscimo na disponibilidade hídrica do solo, as plantas atingiram

valor de condutância estomática de  $0,24 \text{ mol de mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , na lâmina de  $159,48\%$  da ETc.

A transpiração (E) média de plantas de pimentão vermelho foi de  $3,28 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Tabela 3). Segundo Lima et al. (2010), a demanda transpiratória a que as folhas estão potencialmente sujeitas, pode controlar a perda de água para o ambiente, na forma de vapor de água e este fenômeno é determinado pelo comportamento estomático da planta. Sendo assim, a condutância estomática pode ser entendida como um poderoso mecanismo fisiológico que as plantas vasculares possuem para o controle da transpiração (JADOSKI et al., 2005).

O aumento da quantidade de água aplicada às plantas de pimentão vermelho (Figura 9), promoveu efeito quadrático quanto a eficiência do uso da água (EUA). Evidenciando maior valor a lâmina estimada de  $91\%$  da Eto, as plantas que foram irrigadas por esta lâmina apresentaram em média valores de  $5,50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , sendo que a partir deste ponto máximo ocorreu redução quanto a EUA, com isso, os menores valores foram obtidos nas lâminas aplicadas de  $60\%$  e  $120\%$  da Eto, com  $4,63$  e  $4,74 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  respectivamente.

O estresse hídrico que ocorreu quando foi aplicada a menor e maior lâmina fez com que as plantas tivessem menor eficiência do uso da água possivelmente, o déficit fez com que a planta como mecanismo de defesa, diminuísse sua taxa transpiratória, com o intuito de reter água na folha, e o excesso de água no solo pode ter provocado asfixia nas raízes. Deste modo, as plantas irrigadas com a lâmina estimada de  $91\%$  foram mais eficientes quanto ao uso da água produzindo maior quantidade de matéria seca por quantidade de água transpirada.



**Figura 9** Eficiência do uso da água (EUA - A/E) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) calculada relacionando-a a fotossíntese líquida com a transpiração [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ] de plantas de pimentão vermelho submetidas a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

De modo geral, sob desequilíbrio hídrico as plantas adotam um mecanismo conservativo, reduzindo a condutância estomática e a transpiração, nessas condições, a taxa de fotossíntese também acaba sendo reduzida (FERRAZ et al., 2012).

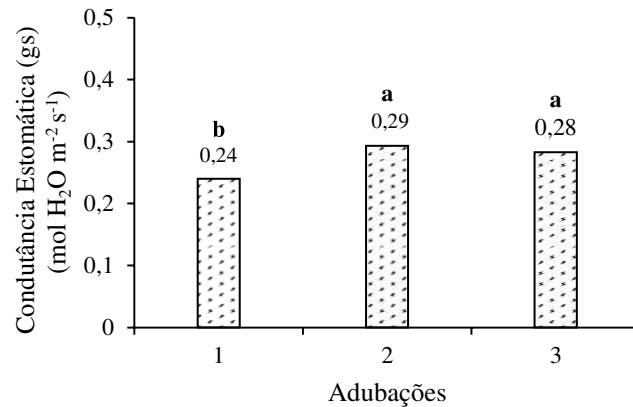
Condição em partes contrária foi observada por Cardozo et al. (2016), quando avaliaram no pimentão composto orgânico e lâminas de irrigação, encontraram menores valores de eficiência do uso da água (EUA) com o aumento da reposição de água no solo, o maior valor ( $169 \text{ kg mm}^{-1}$ ) de EUA foi encontrado quando a irrigação foi realizada com 100% de reposição de água.

Aragão et al. (2012), quando estudaram a eficiência no uso de água do pimentão submetido a diferentes lâminas de irrigação, também verificaram que ocorreram decréscimos da EUA com o aumento da lâmina de irrigação aplicada, devido a maior lixiviação dos nutrientes, obtendo valores entre  $1,55$  e  $21,36 \text{ kg mm}^{-1}$ .

As plantas de pimentão vermelho sob aplicação de lâminas de água variando de 60 a 120% da necessidade pela  $E_{To}$  apresentaram eficiência instantânea da carboxilação (Eic) média de  $0,074 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Tabela 3). A eficiência instantânea da carboxilação tem correlação direta com a eficiência fotossintética das plantas e esta por sua vez, é comprometida pela transpiração excessiva das plantas e a evaporação do solo que ocorrem associadamente, chamada de evapotranspiração.

As plantas provenientes da adubação organomineral (com 50% de esterco e 50% de adubo mineral NPK) (Figura 10) demonstram o maior valor, atingindo  $0,29 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , de condutância estomática (gs), embora, este valor não tenha diferido estatisticamente daquele obtido com a adubação mineral (com 100% de NPK de fontes minerais) que apresentou valor de  $0,28 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Neste caso, as plantas que receberam a adubação orgânica, proveniente de esterco bovino, apresentaram os menores valores, em média  $0,24 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , uma redução de cerca de 17% na gs em relação a adubação organomineral.

Possivelmente, em relação à adubação orgânica, a liberação gradual dos nutrientes para a solução do solo tenha sido insuficiente, dificultando assim, a absorção desses nutrientes pelas plantas, podendo ter causado o fechamento dos estômatos. Neste caso, o fornecimento de nutrientes utilizando-se o adubo organomineral foi mais eficiente.



**Figura 10** Condutância estomática (gs) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) de plantas de pimentão vermelho submetidas à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019.

Resultado semelhante foi relatado por Alves et al. (2011), que estudando a condutância estomática de plantas de pimentão submetidas a diferentes doses de N, com fonte mineral, encontraram valor médio de  $0,28 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para condutância estomática em plantas de pimentão cultivado em ambiente protegido.

Segundo Oliveira et al., (2016) ainda são necessários estudos que expliquem o comportamento fisiológico das plantas em resposta a suplementação mineral, sendo que a falta ou a aplicação excessiva desses nutrientes podem limitar o processo fotossintético, com a diminuição da condutância estomática e da transpiração.

## 4 CONCLUSÕES

Lâminas crescentes de água, de 60% até 20% a mais da recomendada pela Eto (120%), promovem em plantas de pimentão vermelho, aumento nas taxas de crescimento absoluto em altura, e taxas de crescimento relativo e absoluto em diâmetro, além de incremento linear na condutância estomática, e na taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$ ;

A lâmina de água de irrigação de 91% promove eficiência máxima do uso da água de  $5,50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  em plantas de pimentão vermelho;

A adubação com 100% ou com 50% de esterco bovino, exerceu aumento nas taxas de crescimento relativo e absoluto em altura de plantas de pimentão vermelho a mais que a adubação mineral;

A adubação organomineral promove maior condutância estomática nas plantas de pimentão vermelho;

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, H. A.; FARIAS, M. P.; CABRAL JUNIOR, J. B.; CABRAL, L. N. Variabilidade temporal e espacial da chuva nas localidades mais secas da Paraíba. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 9, 2010, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: SBCG, 2010.

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, 9, Belém. **Anais...**Belém: UFPA, 2011. p.120.

ANDRADE, E. M. G.; SILVA, H. S.; SILVA, N. S.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; FURTADO, G. F. Adubação organomineral em hortaliças folhosas, frutos e raízes. **Revista Verde**, Pombal, v.7, n.3, p.7-11, 2012.

ARAGÃO JÚNIOR, T. C.; MAGALHÃES, C. A.; SANTOS, C. S. V. Efeitos de níveis de umidade no solo em cultivares de melão (*Cucumis melo*, L.). Fortaleza: EPACE, 1991. 16p. **Boletim de Pesquisa**, 19.

ARAGÃO, V. F.; FERNANDES, P. D.; GOMES FILHO, R. R.; CARVALHO, C. M. de.; FEITOSA, H. O. de.; FEITOSA, E. O. de. Produção e eficiência no uso de água do pimentão submetido a diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 6, n. 3, p. 207 – 216, 2012.

ARAÚJO, D. L. de.; VÉRAS, M. L. M.; ALVES, L. S. de.; ANDRADE, A. F. de.; ANDRADE, R. Efeito de fertilizante à base de urina de vaca e substratos em plantas de pimentão. **TERCEIRO INCLUÍDO**, NUPEAT–IESA–UFG, v.4, n.2, p. 173-185. 2014.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Noções Básicas. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

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

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D.; CALLEGARI, O. Influência da enxertia nas trocas gasosas de dois híbridos de berinjela cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.474-477, 2003.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. A. dos.; LIMA, G. S. de.; SÁ, F. V. S. da.; SILVA, E. C. B. da.; SUASSUNA, J. F. Taxas de crescimento e fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico na fase vegetativa. In: Inovagri International Meeting, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2012.

BRITO, R. R.; **Índices de eficiência e produtividade da água no distrito de irrigação dos tabuleiros litorâneos do Piauí**. 2017. 98p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

CANTUÁRIO, F. S. **Produção de pimentão submetido a estresse hídrico e silicato de potássio sob cultivo protegido**. 2012. 93 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

CARVALHO, J. A. de.; REZENDE, F. C.; AQUINO, R. F.; FREITAS, W. A. de.; OLIVEIRA, E. C. Produção da ervilha cultivada em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 44-50, 2012.

CAVALCANTI, F. S. A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 2ª aproximação. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco. 212p. 2008.

CHARLO, H. C. O. de.; OLIVEIRA, S. F. de.; CASTOLDI, R.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Growth analysis of sweet pepper cultivated in coconut fiber in a greenhouse. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.316-323, 2011.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 1982, 368p.

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M. de.; GUIMARÃES, V. F.; HACHMANN, T. L.; INAGAKI, A. M. Trocas gasosas e produtividade de três cultivares de meloeiro conduzidas com um e dois frutos por planta. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p.365-371, 2014.

DANTAS, J. S.; SOUTO, B. C. C.; SILVA, F. A. da.; BARROSO, R. F.; FREITAS, D. F. de. Descrição e classificação de um perfil de solo na fazenda experimental do CCTA/UFCG. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 21, 2017, Belém do Pará, **Anais...** Pará, CBCS, 2017.

DOORENBOS, J. PRUITT, W. O. **Guidelines for prediction of crop water requirements**. 2. Ed., Rome: FAO, 1977. 179 p. FAO Irrigation and drainage Paper, 24.

FERRAZ, R. L. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; NUNES JÚNIOR, E. S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Revista Pesquisa Tropical**. v.42, n.2, p.181- 188, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras, UFLA, 2001. 261 p.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, CE: Expressão Gráfica, 2010. 504p.

HARGREAVES, G. H. **Precipitation Dependability and Potentials for Agricultural Production in Northeast Brazil**. Utah, State University, September, 1974. 64p.

HUNT, D. F.; SHIPLEY, B.; ASKEW, A. P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, v. 90, n. 4, p. 485-488, 2002.

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.

LIMA, F. V. de.; PEREIRA, J. R.; ALMEIDA, E. S. A. B. de.; ARAÚJO, V. L.; ARAÚJO, W. P.; SOUZA JÚNIOR, S. P. de. Avaliação sazonal do estado nutricional do algodoeiro herbáceo colorido BRS Rubi. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife. v.9, n.4, p. 500- 505, 2014.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013. 486 p.

OLIVEIRA, A. D. de.; CARVALHO, D. F. de.; PEREIRA, J. B. A.; PEREIRA, V. C. da. Crescimento e produtividade do pimentão em dois sistemas de cultivo. **Revista Caatinga**, Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, v. 28, n. 1, p. 78-89, 2015.

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 FILHO, P.; VALNIR JÚNIOR, M.; ALMEIDA, C. L. de.; LIMA, J. S.; COSTA, J. N. de.; ROCHA, J. P. A. da. Crescimento de cultivares de pimentão em função da adubação potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Edição Especial, V WINOTEC, Fortaleza, p. 2814 – 2822, 2018.

POORTER, H. Plant growth analysis: towards a synthesis of the classical and the functional approach. **Physiologia Plantarum**, v. 75, p. 237-244, 1989.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. A.; LIRA, J. M. S.; SANTANA, M. C.; SILVA JUNIOR, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v.23, p.7-13, 2010.

SILVA, F. G. da.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. de.; FILGUEIRAS, L. M. B.; MELO, A. S. de.; 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.

SOARES, L. A. A. dos.; LIMA, G. S. de.; BRITO, M. E. B.; ARAÚJO, T. T. de.; SÁ, F. V. S. da. Taxas de crescimento do tomateiro sob lâminas de irrigação em ambiente protegido. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.2, p.210-217, 2011.

SOARES, L. A. A. dos.; SOUSA, J. R. M. de.; BRITO, M. E. B.; ANDRADE, E. M. G.; SÁ, F. V. S. da.; SILVA, E. C. B. da. Respostas fisiológicas tomateiro na fase de floração sob estresse hídrico. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.1, p.51-55, 2012.

SOARES, L.A. A. dos.; BRITO, M. E. B.; ARAÚJO, T. T. de.; SÁ, F.V. S. da.; SILVA, E. C. B. da. Morfofisiologia e qualidade pós-colheita do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 8, n. 1, p.239-246, 2013.

SOUSA, R. T. X.; HENRIQUE, H. M.; KORNDÖRFER, G. H. **Teste de performance em híbridos de Milho com uso de Geofert em Santana de Vargem - MG**. Empresa Geociclo, Minas Gerais. 10p, 2012. Disponível em: <[http://www.geociclo.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Lamina-Geofert\\_MILHO.pdf](http://www.geociclo.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Lamina-Geofert_MILHO.pdf)>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

SOUZA, A. P. de.; PEREIRA, J. B. A.; SILVA, L. D. B. da.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. F. de.; Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da



água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 33, n. 1, p. 15-22, 2011.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.819p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

VILA NOVA, C.; SILVA JUNIOR, C. D.; Avaliação da trofobiose quanto as respostas ecofisiológicas e bioquímicas de couve e pimentão, sob cultivos orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.5, n.1, p. 127-137, 2010.

## **CAPÍTULO II**

# **QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM PIMENTÃO VERMELHO**

## RESUMO

Reconhecida a importância do fornecimento de água e nutrientes para as plantas, torna-se necessário avaliar esse efeito também sobre a qualidade dos frutos colhidos, o pimentão vermelho apresenta cor marcante, atributos químicos consideráveis, e atualmente vem sendo estudado pelo seu promissor potencial antioxidante. Sendo assim, objetivou-se avaliar aspectos físico-químicos e a presença de compostos bioativos em pimentão vermelho. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial (4 x 3), sendo 4 lâminas de irrigação e 3 tipos de adubação, distribuídos em 4 blocos, com 5 plantas por parcela, sendo: L1: 60%, L2: 80%, L3: 100% e L4: 120% da Eto da cultura, e as combinações de adubos em diferentes proporções, A1 - 100% esterco, A2 - 50% de esterco e 50% de NPK, e A3 - 100% de NPK. Foram efetuadas seis colheitas semanais, sendo a primeira aos 104 DAT e a última quando completou-se 196 DAT, coletando-se os frutos que apresentavam cerca de 95% de sua coloração vermelha. Os mesmos foram encaminhados para UFCG/CCTA, Laboratório de Fitotecnia, onde foram selecionados quanto à ausência de defeitos, pragas e podridões. As análises físico-químicas foram feitas no Laboratório de Análise e Bioquímica de Alimentos (UFCG/CCTA). Foram avaliados quanto a firmeza, pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, açúcares totais, ácido ascórbico, fenóis, flavonoides totais, carotenoides e antocianinas. Lâminas crescentes de água promovem aumento nos compostos fenólicos e sólidos solúveis nos pimentões vermelhos. O efeito da lâmina de água estimada de 75% da Eto sobre as plantas de pimentão favoreceu maior pH de seus frutos. A adubação orgânica promoveu pimentões vermelhos considerados menos ácidos, com maior firmeza, e maior teor de ácido ascórbico.

Palavras-chave: *Capsicum annum*, pós-colheita, fitoquímicos.

<sup>1</sup>Orientadora: Prof<sup>a</sup> Caciana Cavalcanti Costa.

Segunda Orientadora: Marinês Pereira Bomfim, CCTA/UFCG.

## ABSTRACT

Recognizing the importance of providing water and nutrients to plants, it is necessary to evaluate this effect also on the quality of the harvested fruits, the red pepper has remarkable color, considerable chemical attributes, and is currently being studied for its promising antioxidant potential. Thus, the objective was to evaluate physicochemical aspects and the presence of bioactive compounds in red pepper. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme (4 x 3), with 4 irrigation depths and 3 types of fertilization, distributed in 4 blocks, with 5 plants per plot, being: L1: 60%, L2: 80 %, L3: 100% and L4: 120% of the crop Eto, and combinations of fertilizers in different proportions, A1 - 100% dung, A2 - 50% dung and 50% NPK, and A3 - 100% NPK . Six weekly harvests were carried out, the first at 104 DAT and the last when 196 DAT was completed, collecting fruits with about 95% of their red color. They were sent to UFCG / CCTA, Laboratory of Phytotechnics, where they were selected for the absence of defects, pests and rot. The physicochemical analyzes were made at the Laboratory of Food Analysis and Biochemistry (UFCG / CCTA). Firmness, pH, titratable acidity, soluble solids content, total sugars, ascorbic acid, phenols, total flavonoids, carotenoids and anthocyanins were evaluated. Growing water slides promote an increase in phenolic compounds and soluble solids in red peppers. The effect of the estimated 75% water depth of Eto on sweet pepper plants favored higher pH of its fruits. The organic fertilization promoted red peppers considered less acid, more firm, and higher ascorbic acid content.

Keywords: *Capsicum annum*, postharvest, phytochemicals.

<sup>1</sup>Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Caciana Cavalcanti Costa.

Segunda Orientadora: Marinês Pereira Bomfim, CCTA/UFCG.

# 1 INTRODUÇÃO

Entre os principais alimentos consumidos pela população, as hortaliças merecem destaque, devido principalmente às suas características nutricionais, como alto conteúdo de sais minerais, vitaminas e de fibras, tendo em vista, que o cultivo de hortaliças é praticado em grande parte próximo aos grandes centros consumidores, representando uma parcela econômica expressiva na agricultura (FERREIRA et al., 2014).

Onde o pimentão é uma das hortaliças mais importantes para alimentação, com frutos atrativos e ricos nutricionalmente. No rol dos alimentos da dieta humana e na sua diversificação, os pimentões (*Capsicum annuum* L.) frescos, geralmente são consumidos diretamente como um alimento ou como condimento na culinária doméstica (ALVES, 2015).

O pimentão apresenta-se como um fruto de vida pós-colheita curta, e por ser consumido na maioria das vezes fresco, com casca, e ser sensível ao manuseio, são necessárias técnicas de produção no campo que visam a qualidade de seus frutos, minimizando os efeitos do desequilíbrio nutricional e hídrico nas plantas, de modo que o sucesso na comercialização deste alimento só é obtido quando ele apresenta características atrativas ao consumidor.

O padrão de qualidade das hortaliças comercializadas no Brasil geralmente, não é satisfatório, principalmente pela falta de técnicas pós-colheita adequadas as nossas condições, além de que, deve-se levar em consideração que a qualidade de um fruto para ser consumido fresco ou processado, depende de numerosos fatores que ocorrem tanto antes como após a colheita (DAMATTO JUNIOR et al., 2010).

A determinação da qualidade consiste na avaliação de diferentes características externas e internas dos frutos, destacando-se o tamanho, o formato, a aparência, a cor, a textura, a uniformidade, a firmeza (externos), além do aroma, do sabor, do valor nutricional, da acidez, do teor de sólidos solúveis totais (internos). Entretanto, a aparência também é de grande importância, uma vez que o consumidor analisa e somente compra o que lhe parece mais atrativo (AULAR e NATALE, 2013).

Além disso, os pimentões podem ser fontes de antioxidantes naturais como os compostos fenólicos, carotenoides e a vitamina C. Desta forma, a atividade antioxidante do pimentão tem se destacado, e dentro desse contexto, as diferentes colorações do fruto são características importantes que podem refletir na atividade antioxidante do mesmo (NOGUEIRA, 2013; KLUGE et al., 2014).

O pimentão vermelho tem ganhado importância na indústria de processamento de alimentos devido à presença de pigmentos naturais na polpa de seus frutos maduros. As xantofilas (capsantina e capsorubina) são os principais carotenoides responsáveis pela coloração vermelha, respondendo por 65-80% da cor total dos frutos maduros. Tais pigmentos são empregados como corantes em diversas linhas de produtos alimentícios processados como molhos, sopas em pó de preparo instantâneo, embutidos de carne, principalmente salsicha e salame, além de corante em ração para aves (RIBEIRO e CRUZ, 2002).

Segundo Dias et al. (2015), substâncias antioxidantes são aquelas que, quando presentes em baixas concentrações, comparativamente ao conjunto daquelas presentes em um substrato oxidável, atrasam ou previnem de forma significativa a oxidação deste substrato.

Esses compostos bioativos conhecidos também como fitoquímicos, são componentes químicos e bioquímicos que estão presentes em grande parte dos frutos e hortaliças. Desta forma esses elementos desempenham amplas atividades biológicas no organismo humano trazendo diversos benefícios para a saúde (HORST e LAJOLO, 2016). Isto porque os compostos com capacidade antioxidante encontrados nos frutos são importantes na prevenção de processos degenerativos associados aos radicais livres presentes no organismo (CANUTO et al., 2010).

Sendo assim, objetivou-se avaliar aspectos físico-químicos e a presença de compostos bioativos em pimentão vermelho.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização do Experimento**

O experimento foi conduzido nas instalações da fazenda experimental Rolando Enrique Rivas Castellón, pertencente a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), em São Domingos – PB, no período de novembro de 2017 a julho de 2018. A localização da cidade está a 6° 48' 51.7" de latitude Sul e 37° 56' 13.8" de longitude Oeste e altitude de 190m, possui clima do tipo tropical Semiárido com chuvas de verão com ocorrência de fevereiro a março (ALMEIDA et al., 2010). Segundo a classificação de Koopen adaptada ao Brasil (Coelho e Soncin, 1982), é do

tipo BS h<sup>o</sup>, que representa clima quente e seco com chuvas de verão e outono, com precipitação média de 750 mm ano<sup>-1</sup>.

O cultivo foi em casa de vegetação em estrutura metálica com dimensões de 20 m de comprimento por 8,0 m de largura, e pé direito igual a 4,0 m de altura, totalizando uma área de 160 m<sup>2</sup>, com teto revestido com filme de polietileno transparente de 0,15 mm de espessura e fechamento lateral com tela de 30% de sombreamento.

## **2.2 Delineamento experimental e tratamentos**

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial (4 x 3), sendo 4 lâminas de irrigação e 3 tipos de adubação, distribuídos em 4 blocos, com 5 plantas por parcela. As lâminas de irrigação foram determinadas com base em diferentes níveis de reposição (60, 80, 100 e 120%) da evapotranspiração de referência mensal acumulada (Eto), obtida por meio do valor tabelado de (Hargreaves, 1974) para a localidade. As adubações utilizadas foram constituídas de três adubações: adubo orgânico, mineral e organomineral, sendo utilizado esterco bovino (cujas doses foram definidas de acordo com Furtini Neto et al. (2001)) e os adubos minerais contendo NPK em quantidades definidas em função da análise do solo e das doses recomendadas para a cultura do pimentão (CAVALCANTI et al., 2008).

Portanto foram testadas as lâminas de irrigação: L1: 60%, L2: 80%, L3: 100% e L4: 120% da Eto da cultura, e as combinações de adubos em diferentes proporções, A1 - 100% da dose recomendada de esterco e 0% de NPK, A2 - 50% da dose recomendada de esterco e 50% de NPK, e A3 - 0% da dose recomendada de esterco e 100% de NPK.

## **2.3 Instalação e condução do experimento**

### **2.3.1 Preparo da área**

O solo da área experimental foi preparado por meio de uma aração utilizando arado de aiveca com tração animal e em seguida foram levantadas as leiras manualmente com uso de uma enxada, possuindo 40 cm de base, 20 cm de crista e 6 m de comprimento.

Cada bloco foi constituído de 4 linhas de 6 m, onde cada linha continha 15 plantas divididas em 3 parcelas, logo, cada parcela foi formada por 5 plantas, com área útil as 3 plantas centrais, para fins de coleta dos dados. O espaçamento utilizado foi de 0,4m x 0,8m, totalizando 60 plantas por bloco e 240 plantas em todo o experimento.

### 2.3.2 Preparo das mudas

A produção das mudas teve início no dia 09/11/2017, utilizou-se sementes do cultivar „Rubi Gigante“, variedade de clima quente, caracterizada por produzir plantas vigorosas e de frutos grandes, como coloração vermelha atrativa, as quais foram semeadas em bandejas de isopor expandido de 128 células, preenchidas com substrato comercial Basaplant<sup>®</sup>, alocando-se três sementes por célula, quinze dias após o semeio foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma plântula por célula. As mudas foram transplantadas aos trinta e seis dias após a semeadura (DAS), quando a maioria apresentou 8 cm de altura e 5 folhas definitivas. Um dia antes do transplante, foi aplicado via foliar o fertilizante mineral misto AJIFOL<sup>®</sup> Premium contendo: N 25 g L<sup>-1</sup>; K<sub>2</sub>O 12,5 g L<sup>-1</sup>; B 2,5 g L<sup>-1</sup>; Mn 6,26 g L<sup>-1</sup>; Mo 1,25 g L<sup>-1</sup>; e Zn 87,5 g L<sup>-1</sup>. A solução foi aplicada na concentração de 1 mL L<sup>-1</sup> da solução, a fim de fortalecer as mudas e prevenir deficiências nutricionais pós transplante.

### 2.3.3 Manejo da Irrigação

A necessidade de água requerida pela cultura (Etc) foi obtida por meio do produto da multiplicação da evapotranspiração de referência (Eto) mensal acumulada durante o período de condução do experimento para a cidade de Pombal – PB, seguindo os valores calculados por Hargraves (1974), e pelo coeficiente da cultura (Kc) para cada fase do seu ciclo fenológico de acordo com DOORENBOS e PRUITT (1977).

O cálculo foi feito a partir da equação:  $Etc = Eto * Kc$ . Onde: Eto – evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>); Kc – coeficiente da cultura na fase fenológica. Os valores de Kc adotados e a respectiva duração em dias de cada fase do ciclo da cultura foram na fase inicial o valor adotado foi de 0,4, durante 20 dias; quando passou a ser de 0,6, por 66 dias e 1,1 até o final da última colheita.

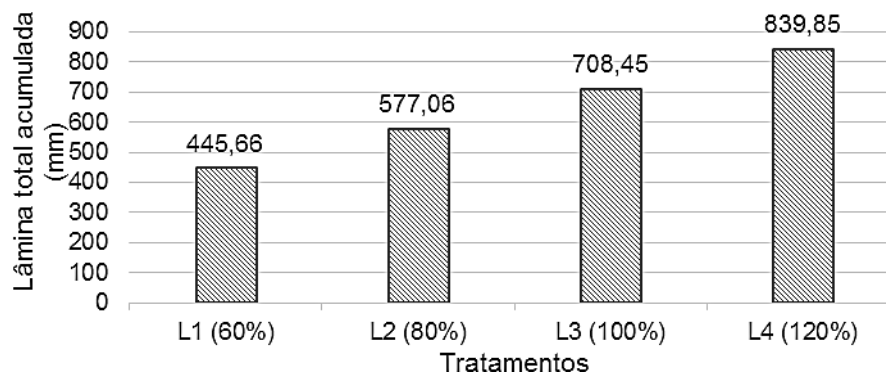
O sistema de irrigação localizado foi constituído de uma tubulação secundária (PVC) com 35 mm de diâmetro, linhas laterais simples de tubo de polietileno de 16 mm e gotejadores do tipo “online” autocompensantes, distanciados 0,4 m entre si, com vazão de 1,9 L h<sup>-1</sup>, um por planta. O sistema de bombeamento era constituído de eletrobomba com potência de 1 Cv., a fonte hídrica que abastecia o sistema era oriunda de um poço tubular e a água com condutividade elétrica de 1,2 dSm<sup>-1</sup> possuía valor abaixo da salinidade limiar da cultura (1,5dSm<sup>-1</sup>) segundo Ghey (2010), portanto de uso adequado para a irrigação.

No início de cada linha lateral um registro permitia controlar as lâminas de água aplicadas nas parcelas, conforme os tratamentos. As diferentes lâminas de irrigação, foram



aplicadas seguindo diferentes tempos de funcionamento das linhas laterais, com gotejadores em cada parcela, em função da vazão média dos gotejadores, do espaçamento entre eles e sua eficiência. Estas foram aplicadas a partir dos 20 dias após o transplântio (DAT), até esse período foi estabelecido à mesma lâmina de 100% para todos os tratamentos, visando à uniformidade no desenvolvimento inicial das mudas. Na medida em que se atingia a lâmina desejada, as linhas de irrigação eram fechadas por meio de registros individuais. O cálculo do tempo de funcionamento do sistema de irrigação para cada lâmina foi obtido através da seguinte equação:  $TI = (Etc * Eg * El) / q * ef$ . Em que: TI – tempo de irrigação em horas; Etc – Lâmina de água a ser aplicada em mm; Eg – Espaçamento entre gotejadores na linha (0,4 m); El – Espaçamento entre linhas laterais (0,8 m); q – Vazão média dos gotejadores (L h<sup>-1</sup>); ef – eficiência de aplicação dos emissores (95%).

As lâminas de irrigação totais aplicadas (Etc) após a instalação da cultura nos tratamentos de 60, 80, 100 e 120% de reposição da Eto podem ser visualizadas na Figura 1.



**Figura 2** Lâminas aplicadas (mm) durante o experimento em função de cada tratamento. Pombal-PB, UFCG. 2019.

As irrigações eram procedidas diariamente com a lâmina total fracionada, sendo a aplicação de 50% da lâmina requerida pela manhã e 50% ao final da tarde. De acordo Aragão Júnior et al. (1991) o manejo de irrigação com aplicações frequentes condiciona o solo a manter-se com ótimo teor de água, favorecendo o desenvolvimento da cultura e conseqüentemente maior produtividade.

#### 2.3.4 Manejo das Adubações

Primeiramente, da área experimental foram retiradas amostras de solo em diferentes pontos, com o propósito de se caracterizar o mesmo do ponto de vista químico e físico

(Tabela 2). A análise do solo foi realizada no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), em Campina Grande – PB.

**Tabela 3.** Composição química e física do solo (0-20 cm), UFCG, Pombal, 2019.

<b>Características Químicas</b>		<b>Características Físicas</b>	
pH (H <sub>2</sub> O)	6,77	Areia (%)	67%
Matéria Orgânica (%)	1,90	Silte (%)	28%
Ca (meq/100g)	3,16	Argila (%)	4%
Mg (meq/100g)	1,07	Densidade do solo g/cm <sup>3</sup>	1,64
P assimilável (mg/100g)	10,32	Densidade de partículas g/cm <sup>3</sup>	2,69
K (meq/100g)	0,43	Porosidade (%)	39,03
Na (meq/100g)	1,96	Umidade (% base solo seco)	0,30
SB (cmolcdm <sup>-3</sup> )	6,62		
CTC (cmolcdm <sup>-3</sup> )	6,83	Neossolo flúvico eutrófico, textura franco-arenosa (DANTAS et al., 2017).	
V% 97,20			

O esterco bovino, fonte de adubação orgânica utilizada, era proveniente de São Domingos – PB, possuía a seguinte caracterização: MS=95,8%; N=1,5%; P=28,6%; K=1,56%; MO=17,58%; pH=7,4, conforme a análise realizada no Laboratório de Solos da UAGRA/CCTA/UFCG, Pombal – PB.

As doses de adubação orgânica e dos fertilizantes minerais (nitrogênio, fósforo, e potássio) foram calculadas de acordo com a análise do adubo e do solo, respectivamente e com base nas respectivas recomendações de nitrogênio e NPK para a cultura. Para o cálculo da dose de 100% de adubação orgânica com esterco bovino foi utilizada a fórmula de Furtini Neto et al. (2001), equação 1:

$$x = \frac{A \cdot B \cdot C \cdot D}{100}$$

Onde:

\*x = quantidade de fertilizante orgânico (kg ha<sup>-1</sup>);

\*A= quantidade de nutriente (kg ha<sup>-1</sup>);

\*B = teor de matéria seca do fertilizante (%);

\*C = teor de nutriente na matéria seca (%);

\*D = índice de conversão (50 %).

Para a adubação mineral, como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio, foram utilizados uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Para a determinação da dose de 100% de adubo mineral, utilizou-se a recomendação da cultura para o estado do Pernambuco (CAVALCANTI, 2008).

Após o cálculo para as doses de 100% de ambas as adubações foram calculadas as proporções para constituição do adubo organomineral, constituindo assim, combinações de adubos em diferentes proporções, A1 – Orgânica (100% da dose recomendada de esterco e 0% de NPK); A2 – Organomineral (50% da dose recomendada de esterco e 50% de NPK); e A3 - Mineral (0% da dose recomendada de esterco e 100% de NPK).

A adubação orgânica foi aplicada com a fonte esterco bovino 15 dias antes do transplântio das mudas, diretamente nas leiras. A adubação de plantio com o adubo mineral foi realizada um dia antes do transplântio, para tanto, considerou-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 40 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo. Nas adubações de cobertura aplicou-se 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 40 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, parcelados em três vezes: aos 25, 45 e 60 dias após o transplântio das mudas.

### 2.3.5 Manejo da Cultura

O transplântio das mudas foi realizado trinta e seis dias após a semeadura (DAS), quando a maioria das plantas atingiram 8 cm de altura e 5 folhas definitivas, tendo sido realizado pela tarde. As plantas foram conduzidas em sistema de tutoramento, quando apresentaram cerca de 30 cm de altura, utilizando-se estacas de madeira e fitas tipo fitilho, e três hastes, sendo eliminadas as demais a medida em que surgiam. As primeiras flores (relativa ao primeiro internódio) de cada planta foram retiradas a fim de evitar que o desenvolvimento excessivo desse primeiro fruto prejudicasse a qualidade deste fruto e os subsequentes pela ocorrência de competição fonte-dreno ou de problemas fitossanitários.

Durante a condução do experimento foram realizadas pulverizações preventivas com fungicida cúprico e os inseticidas a base de Abamectina para o controle do ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*) e neonicotinoide para mosca-branca (*Bemisia tabaci* raça B), e também pulverizações com defensivo natural (extrato de nim), sendo aplicadas semanalmente. O controle de plantas daninhas foi feito manualmente ou com o auxílio de ancinho e enxada, sendo esta última utilizada apenas entre as leiras.

Foram efetuadas seis colheitas semanais, sendo a primeira aos 104 DAT e a última quando completou-se 196 DAT, coletando-se os frutos que apresentavam cerca de 95% de sua coloração vermelha. A coleta foi feita cortando o pedúnculo do fruto com tesoura de poda, evitando danos aos frutos e às plantas, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas ou papelão em camada única e encaminhados para UFCG/CCTA, Laboratório de Fitotecnia, onde foram selecionados quanto à ausência de defeitos, pragas e podridões.

Destes foram separados de 4 a 6 frutos por tratamento para a realização das análises. Após a seleção, os frutos foram lavados com água corrente, a fim de retirar os resíduos provenientes do campo e, posteriormente, sanificados em solução de hipoclorito de sódio a  $100 \text{ mg L}^{-1}$  por 10 minutos e lavados em água corrente novamente. Em seguida, os frutos foram colocados sobre bancada com papel toalha para secagem. Os pimentões foram levados para o Laboratório de Análise e Bioquímica de Alimentos (UFCG/CCTA), onde foram realizadas as análises físico-químicas, sendo feita primeiramente a análise de firmeza, após isso os frutos foram encaminhados para o processamento, onde os mesmos foram cortados, descartando-se o conteúdo locular e, com o pericarpo, foi feito um extrato utilizando um processador, sendo colocados em potes plásticos devidamente cobertos com papel alumínio e identificados os tratamentos, para a realização das análises químicas, quando necessário as amostras eram refrigeradas. Sendo avaliadas as seguintes características:

## **2.4 Variáveis analisadas**

### **2.4.1 Variáveis físico-químicas**

2.4.1.1 Firmeza - Foi determinada com o auxílio de um Penetrômetro (N) digital (SoilControl) utilizando ponteira de 3 mm, mediante compressão exercida sobre o fruto, sendo medida nas duas regiões centrais de cada fruto.

2.4.1.2 Potencial Hidrogeniônico (pH) - Foi determinado diretamente na polpa triturada, utilizando potenciômetro digital, calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0.

2.4.1.3 Acidez titulável - Para a determinação da acidez titulável foi utilizada 20 g de polpa dos frutos triturado em 100 ml de água destilada, em seguida foi colocado em uma proveta de 150 mL, onde foi medido o volume, posteriormente, retirou-se 10 mL para titulação sendo acrescentado 3 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 0,5 % e titulado em solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N, até obtenção da coloração rósea. Os resultados foram expressos em percentual de ácido málico (IAL, 2008).

Para o cálculo da acidez, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Acidez} = G \times N \times Mq \times VT \times 100 / P \times A \quad (4)$$

Em que:

G – mL de NaOH gasto na titulação

N – Normalidade do NaOH utilizado (0,1 N)

Mq – Miliequivalente de ácido (para ácido málico 0,064)

VT – Volume total da amostra

P – Peso da amostra utilizada (20 g)

A – Alíquota da amostra utilizada para titulação (10 ml).

2.4.1.4 Teor de sólidos solúveis (SS) - Foi determinado através do extrato líquido do pimentão, utilizando o refratômetro digital com compensação automática de temperatura, expresso em porcentagem (%) (AOAC, 2006).

2.4.1.5 Açúcares Totais - Foram determinados pelo método de antrona, segundo procedimento descrito por Yemn & Willis (1954). A amostra foi obtida da diluição de 0,5 ml do suco em 100 ml de água destilada, em seguida foi retirada uma alíquota de 0,2 ml do extrato, adicionando 0,8 ml de água destilada e 2 ml de antrona, posteriormente as amostras foram agitadas e levadas para o banho-maria a 100 °C por 5 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, os resultados foram expressos em g/100g do extrato.

#### 2.4.2 Variáveis de compostos bioativos

2.4.2.1 Ácido ascórbico - Foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Tillmans. O teor de ácido ascórbico foi estimado por titulação, utilizando-se 1 mL da amostra, acrescido de 49 mL de ácido oxálico 0,5% e titulado com solução de Tillmans até atingir coloração rosa. Os resultados são expressos em mg/100g.

2.4.2.2 Flavonoides totais - A determinação dos flavonoides totais foi realizada de acordo com as metodologias descritas por Awad et al. (2000) e Santos e Blatt (1998). Os flavonoides foram extraídos com 4 mL de metanol a 70 % e ácido acético a 10 % (85:15, ambas v:v) em 1g de amostra de pimentão, colocados em banho ultra sônico por 30 minutos, em seguida, adicionou-se 1 mL de cloreto de alumínio a 5 % e após o repouso de 30 minutos

no escuro, foi centrifugado a 10000 rpm por 20 minutos. O sobrenadante foi lido em espectrofotômetro com comprimento de onda de 425 nm. Para esta determinação, foi utilizada rutina como referência, de acordo com o método do padrão externo. Os resultados foram calculados de acordo a curva de calibração da rutina e expressos em mg de rutina 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

2.4.2.3 Compostos fenólicos - A determinação dos compostos fenólicos totais foi feita seguindo o método descrito por Waterhouse (2006). A amostra foi preparada a partir da diluição de 1 ml do suco em 50 ml de água destilada, sendo deixados em repouso por 30 minutos. Uma alíquota de 2,125 µL do extrato foi transferida para um tubo e adicionada 125 µL do reagente Folin ciocalteau. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos e, logo após, foram adicionados 250 µL de carbonato de sódio a 20%, seguindo-se agitação e repouso em banho-maria a 40 °C por 30 minutos. Os resultados são expressos em mg/100g.

2.4.2.4 Carotenoides e Antocianinas - A determinação dos carotenoides totais foi realizada segundo o método validado por SIMS E GAMON (2002). Para realização da metodologia foi utilizado 100 mg de amostra sendo adicionado de 3 mL de tampão tris (acetona/Tris-HCl (80:20, 0,2M v:v, pH 7,8), homogeneizada em agitador de tubo em seguida centrifugada a 4 °C por 5 minutos, 4 °C a 2000 rpm. O sobrenadante foi imediatamente lido em espectrofotômetro com comprimento de onda de 470 nm. As determinações de antocianinas foram realizadas do mesmo modo descrito acima, com exceção do comprimento de onda da leitura, que para antocianina é utilizado 537 nm. Os resultados expressos valores em valores de absorbância são convertidos em µg/g<sup>-1</sup> com base nas fórmulas abaixo:  
 Carotenoides (µmol mL<sup>-1</sup>) = A470 - (17,1.(Cl<sub>a</sub>+Cl<sub>b</sub>)-9,479.antocianina)/119,26  
 Antocianinas (µmol mL<sup>-1</sup>) = 0.08173\*A537 - 0.00697\*A647 - 0.002228\*A663

## 2.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Nos casos de significância, foi realizada análise de regressão para o fator lâminas de irrigação e para os casos de interação entre fatores, para o fator adubação foi utilizado o teste Tukey, ao nível de 5% de significância, com auxílio do software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se com base nos resultados da análise de variância (Tabela 4), efeito significativo da interação entre os fatores (Lâminas de Irrigação x Adubações) para a variável flavonoides. Em relação ao fator isolado Lâmina, observa-se efeito significativo sobre as características de firmeza, pH, sólidos solúveis, ácido ascórbico, fenois e carotenoides. Quanto ao fator Adubações, verifica-se o efeito significativo sobre firmeza, acidez, sólidos solúveis e ácido ascórbico. Para as demais características não foram encontradas diferenças significativas.

**Tabela 4** Resumo da análise de variância para firmeza, potencial hidrogeniônico (pH), acidez, sólidos solúveis (SS), ácido ascórbico (AA), açúcares, flavonoides, fenois, carotenoides e antocianinas, de pimentão vermelho submetido a lâminas de irrigação e adubações, UFCG, Pombal – PB, 2019.

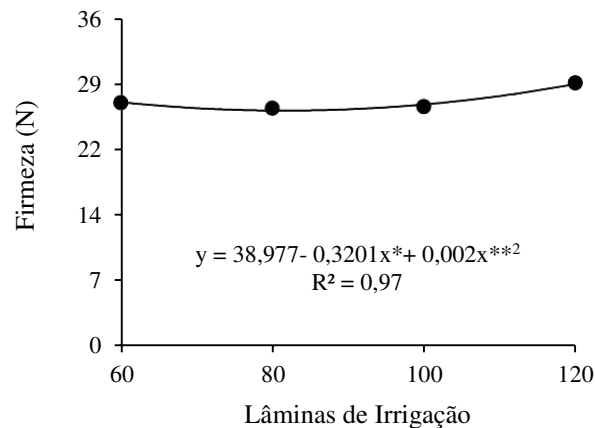
Fontes de Variação	Quadrado Médio					C.V. (%)	Média Geral
	Lâminas	Adubação	L x A	Bloco	Resíduo		
Firmeza	19,107*	24,252*	6,021 <sup>ns</sup>	8,980	4,852	8,15	27,04
pH	0,085*	0,028 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>ns</sup>	0,010	0,012	2,21	4,94
Acidez	0,001 <sup>ns</sup>	0,002*	0,001 <sup>ns</sup>	0,000	0,001	5,94	0,38
SS	0,266*	0,357*	0,807 <sup>ns</sup>	0,202	0,098	3,73	8,36
A.A.	304,09*	569,41*	35,89 <sup>ns</sup>	99,25	32,98	3,70	155,33
Açúcares	0,1003 <sup>ns</sup>	0,0034 <sup>ns</sup>	0,1254 <sup>ns</sup>	0,1417	0,0789	7,13	3,94
Flavonoides	0,0120 <sup>ns</sup>	0,0151 <sup>ns</sup>	0,0014*	0,0002	0,0005	5,32	0,40
Fenois	1.631*	221 <sup>ns</sup>	697 <sup>ns</sup>	383	319	7,36	227,30
Carotenoides	5776,03*	470,98 <sup>ns</sup>	5371,49 <sup>ns</sup>	82,82	97,86	11,69	84,64
Antocianinas	0,000005 <sup>ns</sup>	0,000014 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>	0,000011	0,000005	24,20	0,0095
GL	3	2	6	3	33	-	-

ns - não significativo; \* - significativo a  $p < 0,05$ ;

O aumento na quantidade de água aplicada as plantas, promoveu efeito quadrático em relação à Firmeza (N) do pimentão vermelho (Figura 11). Evidenciando maiores valores, na lâmina de irrigação de 120% da Eto, as plantas quando irrigadas com essa lâmina, possuíam

frutos com média de firmeza de 29,37 N, sendo que a menor firmeza (26,17 N) foi observada na lâmina estimada de 79% da Eto.

Deste modo, observa-se o efeito benéfico da irrigação para essa característica, o correto fornecimento de água reduz os efeitos adversos do ambiente, além de que a irrigação por gotejamento minimiza o efeito de altas temperaturas, pois muda o microclima do local de plantio.



**Figura 11** Firmeza (N) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal, 2019.

Diferentemente do observado neste trabalho, Atkinson et al. (1998) mostram aspecto contrário em relação a firmeza de frutos associada a irrigação, segundo os autores, frutos submetidos à irrigação são maiores, não por possuir mais células e sim células maiores, essas células grandes são possivelmente as responsáveis pela redução na firmeza de polpa, pois os espaços intercelulares são maiores. Ainda, Taiz e Zeiger (2004) afirmam que a firmeza da polpa pode diminuir com o aumento do tamanho dos frutos, devido ao alongamento celular excessivo.

Damatto Júnior et al. (2010), avaliando qualidade de pimentões amarelos, observaram que os frutos apresentaram valores de firmeza entre 78,2 e 2,5 N, com o passar dos 20 dias de armazenamento.

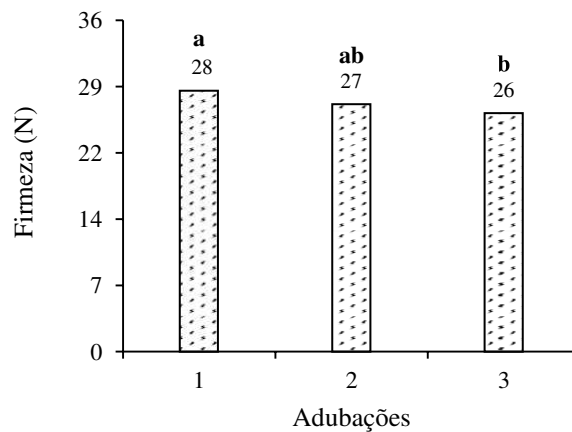
Segundo Medeiros et al. (2012), a firmeza é um atributo de qualidade importante, em razão dos frutos com maior firmeza serem mais resistentes às injúrias mecânicas durante o transporte e comercialização. Frutos colhidos com maior firmeza da polpa têm, geralmente, maior conservação e vida útil pós-colheita.

De acordo com a Figura 12, os pimentões vermelhos provenientes da adubação orgânica (100% de esterco bovino) se mostraram mais firmes apresentando valor de 28 N. Embora, não diferindo estatisticamente da adubação organomineral (50% de esterco bovino e



50% de adubo mineral NPK) com 27 N, e esta por sua vez, da adubação mineral (100% de adubo mineral NPK) que alcançou 26 N.

Neste caso, são observados efeitos positivos da utilização do esterco bovino com ou sem o adubo mineral NPK nas plantas, pois estas adubações proporcionaram frutos de pimentão vermelho mais firmes, possivelmente o adequado fornecimento de nutrientes promoveu a diminuição da respiração e menor degradação na parede celular dos frutos.



**Figura 12** Firmeza (N) de pimentões vermelhos submetidos à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019.

Botrel e Rezende (2014), estudando qualidade de pimentões produzidos em sistema orgânico, verificaram que a firmeza atingida nos frutos foi de 58,70 N.

Em trabalho realizado por Leme (2012) sobre a manutenção da qualidade de pimentões orgânicos e convencionais ao longo do armazenamento refrigerado, observou-se que pimentões provenientes de sistema de cultivo orgânico promoveram melhor manutenção da qualidade pós-colheita, por apresentar alguns aspectos de qualidade, como frutos mais firmes.

A adubação orgânica sozinha ou associada à adubação mineral aplicada no solo, além de melhorar a estrutura física, química e biológica, proporciona uma maior eficiência na capacidade das plantas em assimilar os nutrientes, uma vez que os mesmos irão ser disponibilizados de maneira gradual na solução do solo através da mineralização da matéria orgânica e quando fornecida em conjunto com adubação mineral irá reter os nutrientes com maior efeito, reduzindo as perdas por lixiviação ou volatilização (NEGRETTI et al., 2010).

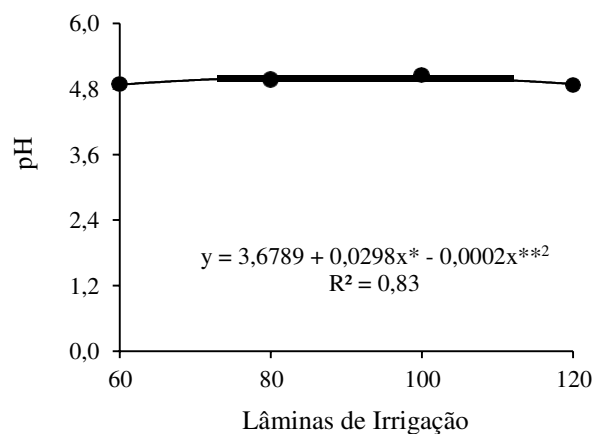
A adubação mineral por sua vez, fornece para as plantas de maneira rápida os nutrientes necessários para seu desenvolvimento. Em frutos, o Ca desempenha papel

fundamental, pois afeta a qualidade do produto final e sua capacidade de armazenamento depois da colheita. Há relação direta entre o conteúdo de Ca nos frutos e o amolecimento, firmeza e tempo de vida útil de prateleira. Quando o conteúdo de Ca no fruto é baixo, o metabolismo respiratório aumenta e acelera a maturação e a senescência (AULAR e NATALE, 2013).

Para Mourão et al. (2014), é evidente que há menor textura em tomates cultivados sem composto orgânico quando comparados com àqueles cultivados com o uso de compostos orgânicos, independente das doses de composto orgânico estudadas não terem interferido na produtividade da cultura.

O aumento na quantidade de água aplicada às plantas de pimentão vermelho, promoveu efeito quadrático em relação ao pH dos frutos (Figura 13). Evidenciando maior valor a lâmina estimada de 75% da Eto, as plantas que foram irrigadas por esta lâmina apresentaram frutos com pH em média de 4,78, enquanto os irrigados pela maior lâmina (120%) apresentaram frutos com menor pH, em média, 4,37.

De modo geral, esse resultado mostra que o déficit hídrico promoveu pimentões vermelhos com maior pH, logo, frutos menos ácidos quando comparados aos demais, o que é uma característica desejável para comercialização do produto.



**Figura 13** Potencial hidrogeniônico (pH) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

Valores superiores foram obtidos por Silva et al. (2013) quando, estudando caracterização físico-química de frutos de pimentão em diferentes acessos mercadológicos verificaram pH médio de 5,55.

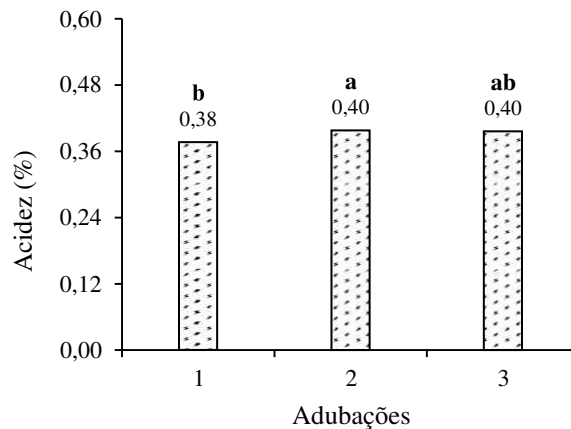
Damatto Junior et al. (2010), ao testarem a qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação, observaram durante o armazenamento em 20 dias que houve

aumento do pH de 5,05 para 5,31, os frutos verdes apresentaram valores de pH maiores (5,41) que os frutos maduros (5,09).

Enquanto que Soares et al. (2013), ao estudarem a morfofisiologia e qualidade pós-colheita do tomateiro sob estresse hídrico nas suas fases fenológicas, observaram que os valores médios do pH dos frutos do tomateiro variaram de 3,39 a 3,67, sendo estes influenciados pela quantidade de água aplicada, diminuindo à medida que se aumenta a lâmina de irrigação.

De acordo com a Figura 14, a adubação organomineral apresentou frutos mais ácidos, porém, não diferiu estatisticamente da adubação mineral, ambas apresentaram frutos com média de 0,40 % de ácido málico, os frutos menos ácidos foram os que receberam adubação orgânica (0,38 %).

O aumento na acidez dos pimentões vermelhos pode estar relacionado ao excesso de potássio vindo da adubação, logo, a adubação orgânica utilizando esterco bovino pode ter sido eficiente pelas pequenas quantidades de nutrientes fornecidas gradualmente.



**Figura 14** Acidez (%) de pimentões vermelhos submetidos à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019.

O uso do adubo mineral neste trabalho atingiu frutos com maior acidez do que os estudados por Oliveira et al. (2012), ao avaliar qualidade de frutos de pimentão em função de doses de nitrogênio e potássio, verificaram que o maior valor para acidez titulável (AT) foi obtido na dosagem de 125% de NK, obtendo acidez de 0,35 %.

Rinaldi et al. (2008) estudando características físico-químicas e nutricionais de pimentão produzido em hidroponia verificaram que o teor de acidez titulável variou entre 0,07 g de ácido málico 100 g<sup>-1</sup> e 0,16 g de ácido málico 100 g<sup>-1</sup> durante os 12 dias de armazenamento.

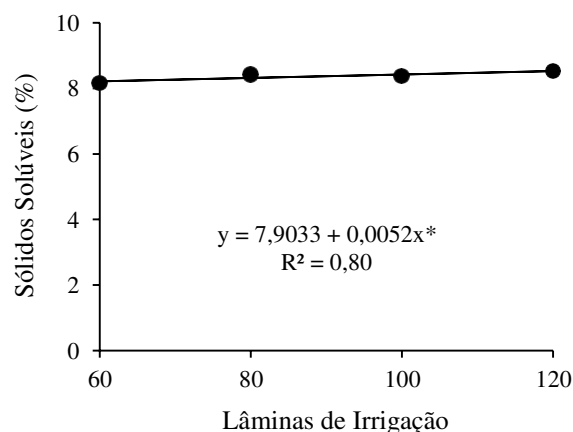
Resultados positivos do uso do adubo orgânico também foram observados por alguns autores em outras solanáceas, como Pedó et al. (2014) avaliando produtividade e caracterização físico-química de pimentas submetidas a diferentes fontes e doses de adubação orgânica, constataram que a aplicação de húmus influencia na acidez titulável de frutos de pimenta, com valores de  $3,62 \text{ g } 100^{-1}$ , e Nassur et al. (2015), estudando doses de composto orgânico e sua influência na manutenção da qualidade de tomates, verificaram que frutos relacionados com a menor dose (6 t ha), apresentaram mais baixa acidez, aos 10 e 15 dias de armazenamento, quando os frutos apresentaram valores de  $0,37 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  de ácido cítrico.

Segundo Reis et al. (2015), quanto menor o teor de acidez titulável no fruto melhor seu estado de conservação, o que reflete diretamente na qualidade de um produto final para o consumo.

O incremento da quantidade de água aplicada as plantas de pimentão, ocasionou aumento linear no teor de sólidos solúveis (SS) em pimentão vermelho (Figura 15). Ocorrendo um aumento de 3,79% no SS dos frutos das plantas que receberam a maior lâmina (120%), quando comparadas aos frutos das plantas sob a menor lâmina (60%), atingindo teor de sólidos solúveis de 9 e 8%, respectivamente. Quando aumentou a lâmina recomendada (100%) para a cultura em 20% (120%) o teor de SS foi acrescentado em 1,26%.

A irrigação corrige o déficit hídrico do solo, e ainda permite manter um fluxo contínuo de água e nutrientes para as folhas, sendo assim, são obtidas plantas mais vigorosas, que consequentemente vão produzir frutos de maior qualidade.

Alguns fatores ambientais como a temperatura, podem influenciar na qualidade dos frutos em função da maior síntese de compostos secundários, além de permitir que a planta acumule maiores concentrações de sólidos solúveis (SCOTT e LAWRENCE, 1975).



**Figura 15** Sólidos solúveis (%) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal, 2019.

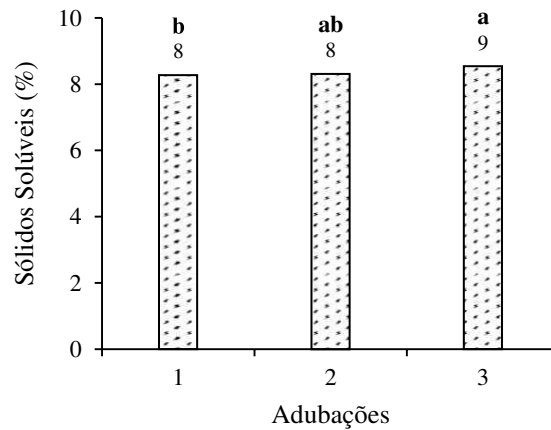
Os resultados obtidos neste trabalho são superiores aos comparados na literatura consultada. Nascimento et al. (2016) relatam valor médio de sólidos solúveis de 4,6% em frutos de pimentão verde comercializado no interior da Paraíba. Assim como, Silva et al. (2016), trabalhando com processamento mínimo de pimentão verde „Otto“, produzido no sertão da Paraíba, relatam que os sólidos solúveis nos frutos de pimentão atingiram de 3,73 a 5,0%.

O teor de sólidos solúveis neste trabalho aumentou proporcionalmente ao aumento da água de irrigação aplicada, diferentemente do constatado por Silva Santos et al. (2015), avaliando sólidos solúveis de frutos de pimentão sob lâminas de irrigação, os autores verificaram uma redução da variável analisada em função da quantidade de água aplicada, com valores médios de 4,26 °Brix. Além de Koetz et al. (2010), em estudos com tomateiro também verificaram redução linear de sólidos solúveis dos frutos, com decréscimos na ordem de 2,34% por incremento de 25% da lâmina de água.

O teor de sólidos solúveis é de grande importância nos frutos, tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento industrial, visto que a identificação de elevados teores desses constituintes na matéria-prima implica menos tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento (FARIA et al., 2013).

De acordo com a Figura 16, observa-se que a adubação mineral (100% de adubo mineral NPK) foi superior às demais estudadas, atingindo frutos com teor de sólidos solúveis de 9%, porém, não diferiu estatisticamente da adubação organomineral, apresentando 8%, a adubação orgânica atingiu o mesmo valor.

O teor de sólidos solúveis em pimentão aumenta a medida do amadurecimento do fruto, pois ocorre à degradação de polissacarídeos e acúmulo de açúcares, deste modo, as plantas que receberam suplementação mineral produziram frutos com maior acúmulo de açúcares, provavelmente, o fornecimento mais rápido desses nutrientes promoveu melhor desenvolvimento dos frutos.



**Figura 16** Sólidos solúveis (%) de pimentões vermelhos submetidos à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019.

Resultados abaixo dos obtidos neste trabalho foram encontrados por Lopes et al. (2018) ao avaliarem frutos de pimentão submetidos ao ensacamento no cultivo orgânico, onde foi observado que os frutos que não receberam nenhum tipo de ensacamento (testemunha) e receberam adubação com esterco bovino apresentaram maior média no teor de sólidos solúveis, com os frutos atingindo 5,2 °Brix.

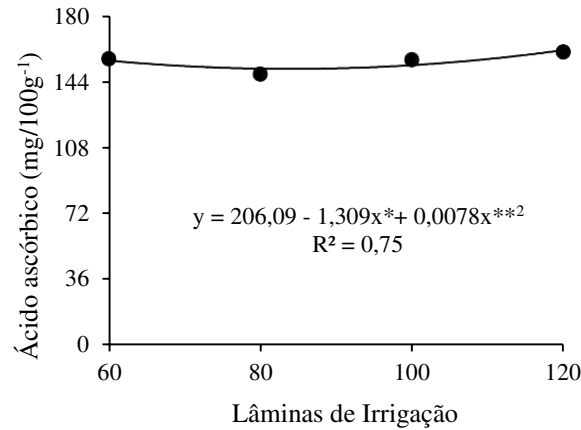
Também Sedyama et al. (2014), ao estudarem nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno, verificaram que os teores de sólidos solúveis presentes nos frutos maduros de pimentão apresentaram valor médio de 6,49 °Brix.

As condições edafoclimáticas, a cultivar e a dose do nutriente, são determinantes da qualidade. A máxima produção e a melhor qualidade dos frutos dependem, também, do equilíbrio entre os nutrientes. Desse modo, a relação (proporção) entre os elementos no tecido vegetal desempenha papel mais importante que o teor absoluto de cada nutriente (AULAR e NATALE, 2013).

O aumento na quantidade de água aplicada as plantas, promoveu efeito quadrático em relação ao conteúdo de ácido ascórbico ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) nos pimentões vermelhos (Figura 17). Evidenciando maiores valores, na lâmina de irrigação de 120% da Eto, as plantas quando irrigadas com essa lâmina, possuíam frutos com média de 161,33 ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) de ácido ascórbico, sendo que o menor conteúdo de ácido ascórbico nos frutos (151,17  $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) foi observado na lâmina estimada de 84% da Eto.

O conteúdo de ácido ascórbico em frutos e hortaliças pode variar em decorrência de vários fatores, como a variedade, grau de maturação, e condições ambientais, desta maneira, possivelmente o correto fornecimento da água de irrigação utilizando a lâmina de 20% a mais

da recomendada pela cultura (120%) pode ter minimizado os efeitos deletérios das condições edafoclimáticas, fazendo com que os frutos apresentassem níveis mais elevados de ácido ascórbico.



**Figura 17** Ácido ascórbico (mg/100 g<sup>-1</sup>) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

Em pesquisa realizada por Leme (2012), avaliando os teores de ácido ascórbico em diferentes variedades de pimentão, foram obtidos valores de 57,17 a 69,64 mg/100 g de ácido ascórbico, resultados inferiores aos encontrados neste trabalho.

Rinaldi et al. (2008) estudando características físico-químicas e nutricionais de pimentão observaram que os valores variaram entre 73,64 mg de ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup> e 213,52 mg de ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup>.

Zhuang et al. (2012), estudando variedades de *C. frutescens*, *C. annuum* e *C. chinense*, afirmam que os teores de vitamina C, em pimentas maduras, podem ser maiores ou permanecerem constantes, em relação às pimentas imaturas.

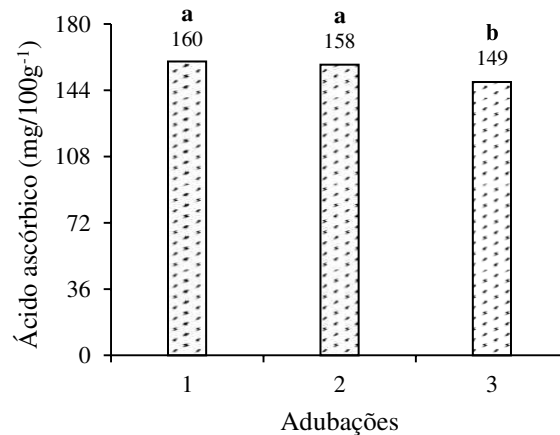
Os resultados encontrados neste estudo (155,63 a 161,33 mg 100 g<sup>-1</sup>), são muito próximos para os frutos maduros (vermelhos) encontrados por Carvalho et al. (2014), ao estudarem mudanças nos compostos bioativos e atividade antioxidante de pimentas da região amazônica, verificaram que o amadurecimento contribuiu para o decréscimo nos níveis de ácido ascórbico, onde os verdes apresentaram de 100,76 a 361,65 mg 100 g<sup>-1</sup> e os vermelhos (36,70 a 157,76 mg 100 g<sup>-1</sup>).

Pela grande facilidade de doar e receber elétrons, o ácido ascórbico atua na produção e manutenção do colágeno; reduz a suscetibilidade à infecção; participa do processo de cicatrização; participa da síntese de serotonina; tem ação antioxidante, especialmente em

conjunto com a vitamina E, e carotenoides, e causa efeitos sobre doenças respiratórias e reações alérgicas (FRANCESCHINI et al., 2012).

Observa-se na Figura 18, que as adubações orgânica e organomineral, não diferiram estatisticamente entre si ao atingirem os maiores valores de ácido ascórbico (160 e 158 mg 100 g<sup>-1</sup>), respectivamente, com menor teor para os frutos que receberam adubação mineral (149 mg 100 g<sup>-1</sup>).

A melhoria na qualidade dos pimentões vermelhos provenientes da adubação orgânica, utilizando o esterco bovino, expressos pelo teor de ácido ascórbico, pode ser atribuída à boa eficiência das plantas em absorver esses nutrientes colocados a sua disposição no plantio, além do possível excesso ocorrido na planta quando utilizou-se o adubo de fonte mineral NPK.



**Figura 18** Ácido ascórbico (mg/100g<sup>-1</sup>) de pimentões vermelhos submetidos à adubação orgânica (A1), adubação organomineral (A2) e adubação mineral (A3). UFCG, Pombal - PB, 2019.

Segundo Carvalho et al. (2017) a adubação com excesso de nitrogênio (N) solúvel pode causar decréscimo nas concentrações de ácido ascórbico, uma vez que o suprimento de N aumenta a densidade de folhas da planta, promovendo sombra aos frutos.

Oliveira (2012) testando diferentes manejos de fertirrigação, níveis de nitrogênio e de potássio para pimentão em cultivo hidropônico, verificou que houve diferença significativa no teor de vitamina C entre os manejos nas doses de 50, 150, 200, e 300% de NK, com maior observado na dose 200% de NK, porém, os maiores valores para vitamina C, foram obtidos sem aplicação de NK nos manejos M2 (Fertirrigação a partir do monitoramento da concentração de íons de N e K na solução do solo) e M3 (Fertirrigação a partir do monitoramento da condutividade elétrica da solução do solo) com 141,3 e 147 mg 100 g<sup>-1</sup> respectivamente.



Foram observadas influências positivas da adubação orgânica em outra solanácea por Nassur et al. (2015), avaliando a manutenção das características de qualidade de tomates cultivados organicamente, sob diferentes doses de composto orgânico (6, 12, 24 e 40 t ha) no campo, e armazenados por até 20 dias à temperatura ambiente ( $24 \pm 2$  °C), observando diferenças significativas em teores de vitamina C, com destaque para a dose de 12 t ha que resultou em frutos com maiores teores aos 10 e 15 dias de armazenamento, com cerca de 90 mg  $100\text{ g}^{-1}$ .

Também Carvalho et al. (2017), estudando análise comparativa de ácido ascórbico e microbiológica em tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) orgânico e convencional, verificaram com os valores obtidos que os tomates orgânicos contêm maior quantidade de vitamina C, quando comparados com os tomates convencionais, sendo obtidos valores de 1,98 ; 1,81 e 2,17 mg em tomates orgânicos e 1,15 ; 1,54 e 1,43 mg em tomates convencionais, em 20 g das amostras estudadas 1, 2 e 3, respectivamente.

O valor médio de açúcares encontrado neste trabalho foi de 3,94 g/100g resultado muito próximo ao encontrado por Nascimento et al. (2018) avaliando teores de açúcares em pimentão verde, onde encontraram teor de 3,8 mg/100g nos frutos.

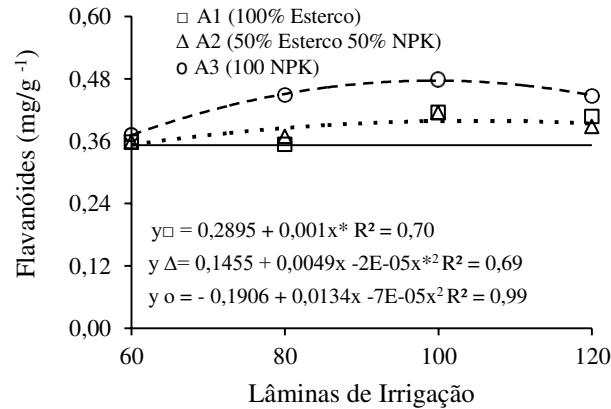
De acordo com a Figura 19, observa-se o efeito da interação entre lâminas e adubações sobre o teor de flavonoides ( $\text{mg/g}^{-1}$ ) nos pimentões vermelhos. Em todas as adubações estudadas, orgânica (100% de esterco bovino), organomineral (50% de esterco e 50% de adubo mineral NPK) e mineral (100% de adubo mineral NPK), houve o incremento no teor de flavonoides de acordo com o aumento das lâminas de água de irrigação.

As aplicações com fontes mineral e organomineral resultaram em médias que se ajustaram ao modelo de regressão polinomial quadrático, evidenciando os maiores valores nas lâminas estimadas de 96% e 120% da Eto, respectivamente, de modo que as plantas quando irrigadas com essas lâminas atingiram média máxima de 0,45 e 0,44  $\text{mg/g}^{-1}$  no teor de flavonoides em seus frutos.

Quando utilizou-se a adubação orgânica observa-se que houve efeito linear crescente sobre o teor de flavonoides, a cada 20% a mais de água aplicada nas plantas houve aumento de 17,16% no teor de flavonoides dos frutos das plantas que receberam a maior lâmina (120%), quando comparadas aos frutos das plantas sob lâmina menor de 60%, atingindo 0,41  $\text{mg/g}^{-1}$  e 0,36  $\text{mg/g}^{-1}$ , respectivamente. Entre a lâmina recomendada para a cultura (100% da Eto) e a maior utilizada (120%) houve um incremento de 5,72% no teor de flavonoides.

Com esse resultado verifica-se que a adubação com fonte mineral NPK associada ao maior fornecimento de água promoveu pimentões vermelhos com maior teor de flavonoides,

possivelmente nutrientes como potássio fornecido às plantas atuou nos processos estruturais e metabólicos mantendo o teor de flavonoides nos frutos.



**Figura 19** Teor de flavonoides ( $\text{mg/g}^{-1}$ ) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação e adubações. UFCG, Pombal - PB.

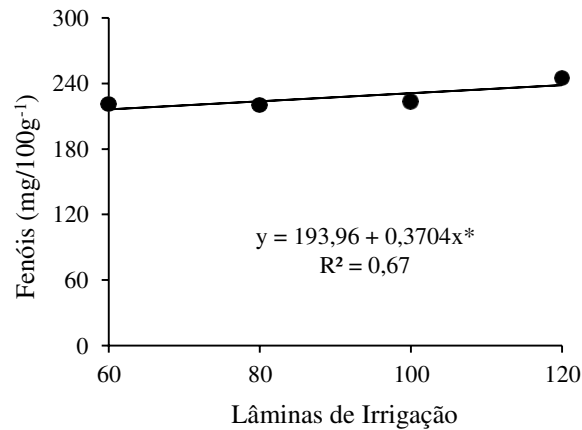
Nascimento et al. (2017) ao estudarem os compostos bioativos de pimentão verde *in natura* e desidratado, verificaram que o pimentão *in natura* atingiu valores de flavonoides de 17,3  $\text{mg}/100 \text{ g}$  e o desidratado 277,5  $\text{mg}/100 \text{ g}$ .

Os flavonoides são estruturas polifenólicas de baixo peso molecular encontradas naturalmente nos vegetais. Estes são os responsáveis pelo aspecto colorido das folhas e flores, podendo estar presentes em outras partes das plantas. Ao ser consumido protege o organismo do dano produzido por agentes oxidantes como os raios ultravioletas, poluição ambiental, substâncias químicas presentes nos alimentos, estresses, dentre outros (VOLP et al., 2008).

Os flavonoides compreendem um grupo de compostos fenólicos amplamente distribuídos nas frutas e nos vegetais, apresentando-se sob muitas variações como flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, isoflavonas e chalconas (SILVA et al., 2010).

O incremento da quantidade de água aplicada as plantas de pimentão, ocasionou efeito linear crescente em relação ao conteúdo de fenóis nos pimentões vermelhos (Figura 20). Ocorrendo um acréscimo de 3,42 % por aumento de 20% a mais de água na lâmina recomendada para a cultura, ou seja, houve um aumento de 10,28% no conteúdo de fenóis ( $245 \text{ mg}/100\text{g}^{-1}$ ) presentes nos frutos das plantas que receberam a maior lâmina (120%), quando comparadas aos frutos das plantas sob a menor lâmina testada de 60%.

A disponibilidade hídrica favoreceu a concentração de fenóis nos pimentões vermelhos provavelmente, o melhor fornecimento de água influenciou na produção de frutos vigorosos, logo, menos sujeitos a deterioração dessas substâncias.



**Figura 20** Teor de fenóis (mg/100g<sup>-1</sup>) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

Os resultados encontrados neste trabalho foram superiores aos encontrados por Nascimento et al. (2017), que obtiveram para o pimentão verde *in natura* teores de compostos fenólicos de 57,6 mg/100g<sup>-1</sup>, e por Leme (2012), quanto as diferentes variedades de pimentão *in natura*, os compostos fenólicos variaram em torno de 89,59 a 137,04 mg/100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

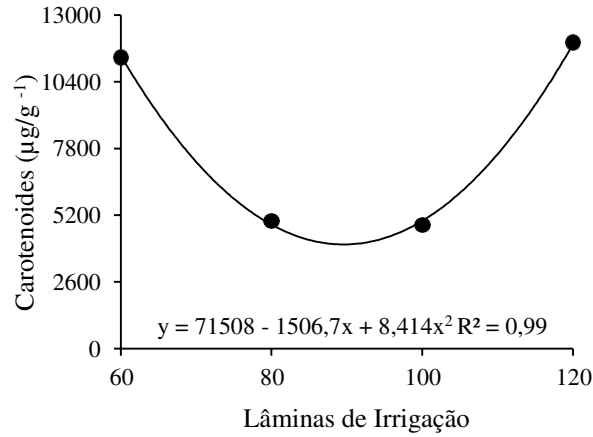
Os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas que desempenham um papel importante na resistência a doenças, proteção contra pragas e disseminação de espécies. (LOPES, 2015). Dependendo da estrutura química existem dez classes principais e entre estas, os flavonoides e os ácidos fenólicos (principalmente os ácidos hidroxicinâmicos) são os compostos mais abundantes encontrados em extratos de vegetais (RAMU et al., 2012).

De maneira geral, a ação benéfica dos compostos fenólicos na saúde humana vem sendo relacionada com a sua ação anti-inflamatória e com a atividade que impede, não só a aglomeração das plaquetas sanguíneas, mas também a ação de radicais livres no organismo. Uma vez que protegem moléculas como o DNA, podendo abortar alguns processos carcinogênicos (SILVA et al., 2010).

O incremento da quantidade de água aplicada as plantas de pimentão, promoveu médias que se adequam ao modelo polinomial quadrático quanto ao conteúdo de carotenoides (μg/g<sup>-1</sup>) dos frutos de pimentão vermelho (Figura 21). Sendo que os maiores valores foram observados na lâmina de irrigação de 120% da Eto, as plantas quando irrigadas com essa lâmina, possuíam frutos com média de 11865,6 μg/g<sup>-1</sup>, sendo que o menor conteúdo de carotenoides foi observado na lâmina estimada de 90% , com 4058,4 μg/g<sup>-1</sup>.

O fato da menor lâmina utilizada de 60% juntamente com a maior de 120% ter apresentado o maior teor de carotenoides pode estar relacionado às condições mais

controladas proporcionadas pela casa de vegetação, fazendo com que mesmo sob déficit hídrico essas plantas conseguissem acumular esses pigmentos, além do que, deve se levar em consideração o fator genético do híbrido Rubi gigante, que apresenta boa adaptação.



**Figura 21** Teor de carotenoides ( $\mu\text{g/g}^{-1}$ ) de pimentões vermelhos submetidos a lâminas de irrigação. UFCG, Pombal - PB, 2019.

Kludge et al. (2014) ao estudarem qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes, verificaram que para o teor de carotenoides totais houve redução logo a partir do 2º dia de armazenamento ( $2,25 \text{ mg/g}^{-1}$ ), representando uma perda de quase 30% em relação ao valor inicial ( $2,75 \text{ mg/g}^{-1}$ ) (antes do processamento).

Segundo Nascimento et al. (2017), o teor de carotenoides do pimentão *in natura* foi de  $24,0 \mu\text{g/g}^{-1}$ , enquanto que no pimentão desidratado o valor foi de  $123,1 \mu\text{g/g}^{-1}$ .

Maciel et al. (2003), avaliando fitoquímicos bioativos em diferentes variedades de pimentão, observaram quanto aos carotenoides totais em pimentão comum, valores de  $2,88 \text{ mg}/100\text{g}^{-1}$ .

Em frutos climatéricos, como o pimentão, o processo de senescência leva a uma série de degradações oxidativas, entre elas a degeneração de pigmentos. Estas deteriorações são decorrentes de estímulos à atividade enzimática, que no caso de carotenoides, deve-se à atividade de lipoxigenase e peroxidase, na presença de oxigênio e outros cofatores (DORANTES-ALVAREZ e CHIRALT, 2000; UENOJO et al., 2007).

Devido à alta capacidade de oxidação dos carotenoides, o valor nutricional do alimento pode ser reduzido durante as diversas etapas a que são submetidos desde a colheita até a ingestão. Diante disso, é de suma importância prever tais perdas e estabelecer medidas preventivas e critérios que possam ser adotados para minimizar prejuízos em sua composição (DELLA LUCIA et al., 2008).

Os tecidos de plantas comestíveis contêm uma ampla variedade de carotenoides. Os exemplos mais comuns são: tomates (licopeno), cenouras ( $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno), milho (luteína e zeaxantina), pimentas vermelhas (capsantina), urucum (bixina) e batata doce ( $\beta$ -caroteno). Outras fontes vegetais de carotenoides são: abóbora, pimentão vermelho e amarelo, inhame, cará, azeitona roxa, repolho roxo, folhas verde-escuras (como brócolis e espinafre), alface, aipo, maçã, damasco, manga, ameixa, frutas vermelhas, melancia, laranja, tangerina, nectarina e mamão (SILVA et al., 2010).

O teor médio de antocianinas encontrados no pimentão vermelho ( $0,0095 \mu\text{g/g}^{-1}$ ) apresenta valor abaixo do encontrado por Nascimento et al. (2017) ao encontrar valor de  $0,4 \text{ mg/100 g}$  no pimentão *in natura*.

## 4 CONCLUSÕES

Lâminas crescentes de água promovem aumento compostos fenólicos e sólidos solúveis nos pimentões vermelhos.

O efeito da lâmina de água estimada de 75% da Eto sobre as plantas de pimentão favoreceu maior pH de seus frutos.

A adubação orgânica promoveu pimentões vermelhos considerados menos ácidos, com maior firmeza, e maior teor de ácido ascórbico.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T. P.; FÓZ, H. D.; NICOLETI, J. F. Isotermas de dessorção de pimentão verde e energia envolvida no processo. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 137-145, 2015.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18 ed. Washington DC USA, 2006.

- ATKINSON, C. J.; TAYLOR, L.; TAYLOR, J. M.; LUCAS, A. S. Temperature and irrigation effects on the cropping development and quality of 'Cox's Orange Pippin' and 'Queen Cox' apples. **Scientia Horticulturae**, v.75, p.59- 81, 1998.
- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.
- AWAD, A. M.; JAGER, A.; ESTING, L. M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 83, p. 249-263, 2000.
- BOTREL, N.; RESENDE, F. V. Qualidade de pimentões produzidos em sistema orgânico e armazenados com e sem refrigeração. **Cadernos de Agroecologia**, Recife, v. 9, n. 3, 2014.
- CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. D. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade antirradical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1196-1205, 2010.
- CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R. A. de.; RIOS, A. O. de.; MORESCO, K. S. Mudanças nos compostos bioativos e atividade antioxidante de pimentas da região amazônica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 399-408, 2014.
- CARVALHO, L. A. F. de.; OLIVEIRA, P. H. P. dos.; NUNES, L. V.; BOUSFIELD, I. C. Análise comparativa de ácido ascórbico e microbiológica em tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2: p. 2484-2501, 2017.
- DAMATTO JUNIOR, E. R.; GOTO, G.; RODRIGUES, D. S.; VIVENTINI, M.; CAMPOS, A. J. D.. Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.17, n.1, p.23-30, 2010.
- DELLA LUCIA, C. M.; CAMPOS, F. M.; MATA, G. M. S. C.; PINHEIRO SANT'ANA, H. M. Controle de perdas de carotenóides em hortaliças preparadas em unidade de alimentação e nutrição hospitalar. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.13, p.1627-1636, 2008.
- DIAS, T.; MELO, H. C. de.; ALVES, F. R. R.; CARVALHO, F. R. CARNEIRO, K. da. S.; SOUSA, C. M. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante em frutos de tomateiros mutantes fotomorfogênicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.5, p.782-787, 2015.
- DORANTES-ALVAREZ, L.; CHIRALT, A. **Color of minimally processed fruits and vegetable as affected by some chemical and biochemical changes**. In: ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M. S.; LÓPEZ-MALO, A. Minimally processed fruits and vegetables: fundamental aspects and applications. Gaithersburg: Ed. Aspen Publication, p. 111-126, 2000.
- FARIA, P. N. L.; CARDOSO, G. A.; FINGER, K. A.; LUIS, F.; CECON, P. R. Estudo da variabilidade genética de amostras de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) existentes num banco de germoplasma: um caso de estudo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 17- 22, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, L. L.; ALMEIDA, A. E. S.; COSTA, L. R.; BEZERRA, F. M. S.; LIMA, L. A.; PORTO, V. C. N. Vermicompostos como substrato na produção de mudas de berinjela (*Solanum melongena*) e pimentão (*Capsicum annum*). **Holos**, v.4, p. 269-277, 2014.

FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E.; EUCLYDES, M. P. **Necessidades e recomendações de nutrientes**. In: Cuppari, L. Guias de Medicina Ambulatorial e Hospitalar - Nutrição - Nutrição Clínica no Adulto - 2ª Ed., p.3-32, 2012.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. **Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos**. Disponível em: <<https://nutrisaude14.files.wordpress.com/2014/09/biodisponibilidade-1.pdf>> Acesso em: 10 de abril de 2019.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008. p.1020. Versão eletrônica.

JAFARPOUR, M. J.; RAHIMZADEH, S. An Exploration into the Effects of Organic and Chemical Compounds on Spinach (*Spinacia oleraceae*) Growth Attributes. **International Journal of Earth. Environmental Health**, v. 1, n. 1, p. 11-15, 2015.

KLUGE, R. A.; GEERDINK, G. M.; TEZZOTO-ULIANA, J. V.; GUASSI, S. A. D.; ZORZETO, T. Q.; SAKAKI, F. F. C.; MELLO, S. C. da. Qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 801-812, 2014.

KOETZ, M.; MASCA, M. G. C. C.; CARNEIRO, L.C.; RAGAGNIN, V.A.; SENA JUNIOR, A.G. de; GOMES FILHO, R.R. Caracterização agrônômica e °Brix em frutos de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. Fortaleza, v.4, n.1, p.14–22, 2010.

LEME, S. C. **Qualidade pós-colheita de pimentões produzidos em sistema orgânico**. 117f. 2012. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2012.

LOPES, M. F. **Compostos bioativos e capacidade antioxidante em blends em pó de frutas e hortaliças obtidos por atomização**. 2015. 154 p. Tese de Doutorado, UFCG/CCT, Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Processos. Campina Grande/PB, Brasil. 2015.

LOPES, S. M.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. de. Avaliação de frutos de pimentão submetidos ao ensacamento no cultivo orgânico. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, p. 1, 2018.

MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, V. L. A. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, D. E. S.; SILVA, M. V. Fitoquímicos bioativos em diferentes variedades de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.1-4, 2003.

MEDEIROS, J. F.; AROUCHA, E. M. M.; DUTRA, I.; CHAVES, S. W. P.; SOUZA, M. S. Efeito da lâmina de irrigação na conservação pós-colheita de melão Pele de Sapo. **Horticultura Brasileira** v. 30, p.514-519, 2012.

MOURÃO, I.; TEIXEIRA, J.; BRITO, L. M.; FERREIRA, M. E.; MOURA, M. L. Pruning system effect on greenhouse grafted tomato yield and quality. **Building Organic Bridges**, v. 3, p. 941-944, 2014.

NASCIMENTO, A. M. do.; COSTA, F. B. da.; SILVA, J. L. da.; FORMIGA, A. S. dos.; SOUSA, F. F. de.; PEREIRA, M. M. de. Qualidade física e química de pimentão verde comercializado no interior da Paraíba. **In: II Encontro Nacional de Agroindústria**. Bananeiras: Paraíba, 2016.

NASCIMENTO, A. M. do.; COSTA, F. B. da.; SILVA, J. L. da.; ARAÚJO, C. R. de.; FORMIGA, A. S. dos. Compostos bioativos do pimentão verde *in natura* e desidratado. **Revista Verde**, Pombal, v. 12, n.3, p.552-555, 2017.

NASCIMENTO, A. M. do.; COSTA, F. B. da.; SILVA, J. L. da.; SANTOS, K. P. dos.; GADELHA, T. M. Composição centesimal e teores de açúcares da farinha de pimentão verde. **Revista Verde**, Pombal, v.13, n.4, p.568-571, 2018.

NASSUR, R. C. M. R. de.; VILAS BOAS, E. V. B. de.; RESENDE, F. V. Doses de composto orgânico e sua influência na manutenção da qualidade de tomates. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 4, p. 342-348, 2015.

NEGRETTI, R. R. D.; BINI, D. A., AMARAL, U.; MATINS, C. R. avaliação da adubação orgânica em pimentão *Capsicum annum* cultivado em sistema orgânico de produção sob ambiente protegido. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.17, n.1, p. 27-37, 2010.

NOGUEIRA, L. **Composição química e atividade antioxidante de diferentes variedades de pimento** (*Capsicum annum* L.). 89 p. 2013. Dissertação (Mestrado em qualidade e segurança alimentar) Escola Superior Agrária de Bragança. Instituto Politécnico, 2013.

OLIVEIRA, F. A.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; SILVA, R. C. P.; SOUZA, M. S. Qualidade de frutos de pimentão em função de doses de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira** v. 30, n. 2, p. S6504-S6508, 2012.

PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; OLIVEIRA, L. C.; NORA, L.; MORSELLI, T. B. G. A.; MAUCH, C. R. Produtividade e caracterização físico-química de pimentas submetidas a diferentes fontes e doses de adubação orgânica. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, v. 113, n.2, p, 134-139, 2014.

RAMU, G. ; KRISHNA, G. M. ; JAYAVEERA, K. N. ; DHANAPAL, S. P. ; SENTHILKUMAR, G. Preliminary phytochemical and antioxidant study of hydroalcoholic extracts from selected genera of Indian Lamiaceae. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 2, n. 2, p. 685-S688, 2012.

REIS, D. R. D.; DANTAS, C. M. B.; SILVA, F. S. da; PORTO, A. G.; SOARES, E. J. O. Caracterização biométrica e físico-química de pimenta variedade biquinho. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 11, n. 21, p. 454, 2015.

RIBEIRO, C. S. C.; CRUZ, D.M.R. Tendências de Mercado: comércio de pimentão esta em expansão. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 3, n. 14, p. 16-19, 2002.

RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; RIBEIRO, M. O. de.; AMARAL, A. G. do. Características físico-químicas e nutricionais de pimentão produzido em campo e hidroponia. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, Campinas, v.28, n. 3, p.558-563, 2008.

SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 135- 140, 1998.



SCOTT, D. H.; LAWRENCE, F. J. Strawberries. In: JANICK J; MOORE NM (eds). *Advances in fruit breeding*. Indiana: **Purdue University Press**. p.71-92, 1975.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R. ; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.18, n.6, p.588–594, 2014.

SILVA SANTOS, F. A.; LORENZONI, M. Z.; SOUZA, A. H. C. de. SERON, C. C. de. OLIVEIRA, J. M. de.; REZENDE, R. °Brix de frutos de pimentão sob lâminas de irrigação em ambiente protegido. **In...** Anais Eletrônico IX EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar, n. 9, p. 4-8, 2015.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. A.; LIRA, J. M. S.; SANTANA, M. C.; SILVA JUNIOR, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v.23, p.7-13, 2010.

SILVA, K.; COSTA, F.; FORMIGA, A.; BRASIL, Y.; LIRA, R.; SILVA, A. Processamento mínimo de pimentão verde „Otto“ produzido no sertão da paraíba. *Gastronomia: da tradição à inovação*. **In:** II Congresso Internacional de Gastronomia e Ciência de Alimentos, 1 ed. Ceará: Fortaleza, 2016, 1357p.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S. dos.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationship between pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, n. 81, p. 337-354, 2002.

SOARES, L.A. A. dos.; BRITO, M. E. B.; ARAÚJO, T. T. de.; SÁ,F.V. S. da.; SILVA, E. C. B. da. Morfofisiologia e qualidade pós-colheita do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 1, p.239-246, 2013.

TAIZ L & ZEIGER E. 2004. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 710p. UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonoides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**. Porto Alegre, v. 23, n.2, p.141-149, 2008.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in winw. **American Journal of Enology and Viticulture**, p.3-5, 2006.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, n. 57, p. 508-514, 1954.

ZHUANG, Y.; CHEN, L.; SUN, L.; CAO, J. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers. **Journal of Functional Foods**, Philadelphia, v. 4, n. 1, p. 331-338, 2012.