

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Utilização de aparas de grama como principal fonte de nutrientes no cultivo orgânico de pimentão e tomate em vasos e ambiente protegido**

**Marcello Antonio Duarte Gentile**

**2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**Utilização de aparas de grama como principal fonte de nutrientes no cultivo orgânico de pimentão e tomate em vasos e ambiente protegido**

**MARCELLO ANTONIO DUARTE GENTILE**

*Sob orientação do Professor  
Dr. Leonardo Oliveira Médici  
e Coorientação do Professor  
Dr. Daniel Fonseca de Carvalho*

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia**, no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

Seropédica, RJ

Setembro de 2020

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G337u

Gentile, Marcello Antonio Duarte, 1994-  
Utilização de aparas de grama como principal fonte  
de nutrientes no cultivo orgânico de pimentão e tomate  
em vasos e ambiente protegido / Marcello Antonio  
Duarte Gentile. - Rio de Janeiro, 2020.  
73 f.: il.

Orientador: Leonardo Oliveira Médici.  
Coorientador: Daniel Fonseca Carvalho.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, 2020.

1. adubação orgânica. 2. substratos alternativos. 3.  
biomassa vegetal. I. Médici, Leonardo Oliveira , 1967  
, orient. II. Carvalho, Daniel Fonseca, -, coorient.  
III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. IV. Título.



**HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 54 / 2024 - DeptFITO**  
**(12.28.01.00.00.00.32)**

Nº do Protocolo: 23083.030865/2024-17

Seropédica-RJ, 02 de julho de 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

MARCELLO ANTONIO DUARTE GENTILE

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia**, no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em área de concentração Produção Vegetal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/09/2020

---

Leonardo Oliveira Médici, Dr. UFRRJ

(Orientador)

---

Marco Antonio de Almeida Leal, Dr. EMBRAPA AGROBIOLOGIA

---

Margarida Goréte Ferreira do Carmo, Dra. UFRRJ

*(Assinado digitalmente em 02/07/2024 13:22 )*  
LEONARDO OLIVEIRA MEDICI  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptCF (12.28.01.00.00.00.48)  
Matrícula: 2181674

*(Assinado digitalmente em 11/07/2024 10:57 )*  
MARGARIDA GORETE FERREIRA DO CARMO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptFITO (12.28.01.00.00.00.32)  
Matrícula: 1213072

*(Assinado digitalmente em 02/07/2024 11:19 )*  
MARCO ANTONIO DE ALMEIDA LEAL  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 991.790.757-20

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp>  
informando seu número: 54, ano: 2024, tipo: HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE  
MESTRADO, data de emissão: 02/07/2024 e o código de verificação: 9ec863a397

## **DEDICATÓRIA**

A minha madrinha Adriana Gentile (*in memoriam*)  
que sempre sonhou, torceu e acreditou em  
minhas conquistas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela dádiva da vida e pelas oportunidades concedidas em meu caminho.

Aos meus pais Claudia Azevedo Duarte e Flavio Antonio Magalhães Gentile por todo amor e esforços realizados em prol do meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Às minhas irmãs Flavia Duarte Gentile e a pequena Maria Luiza.

Aos meus avós Vandira Magalhães e Francesco Gentile por todo apoio, dedicação e acolhimento.

Ao Renato Leandro Lima de Oliveira por todo apoio ao longo da jornada.

Ao meu orientador Professor Leonardo Oliveira Médici pela confiança, paciência, dedicação e ensinamentos ao longo do curso.

Ao meu coorientador Professor Daniel Fonseca de Carvalho pelo apoio durante a pesquisa.

Aos meus colegas e amigos da turma de Agronomia 2013.1 da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Aos professores da graduação e da pós-graduação por todos os ensinamentos.

A todos os funcionários do setor de Horticultura da UFRRJ pelo apoio durante esses anos de experimentos.

Ao Grupo de Pesquisa Água e Solo em Sistemas Agrícolas (GPASSA) pelo apoio.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela oportunidade de um ensino público, gratuito e de qualidade durante minha formação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A FAPERJ pelo apoio financeiro ao Programa.

A todos que contribuíram de alguma forma para que eu chegasse até aqui.

## RESUMO GERAL

GENTILE, Marcello Antonio Duarte. **Utilização de aparas de grama como principal fonte de nutrientes no cultivo orgânico de pimentão e tomate em vasos e ambiente protegido.** 2020. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

O presente trabalho teve por objetivo proporcionar informações que sirvam de recomendação para utilização de aparas de grama batatais (*Paspalum notatum*) não compostadas e secas ao sol como principal fonte de nutrientes durante todo o ciclo de cultivo de pimentão (*Capsicum annuum L.*) e tomate (*Solanum lycopersicum*), conduzidos em vasos e em casa de vegetação. Denominado de Verdeponia, o método consiste em um novo sistema de cultivo orgânico que busca uma produção sustentável, fundamentada principalmente na utilização de biomassa vegetal não compostada como principal fonte de nutrientes e irrigação automatizada de baixo custo. Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em vasos com espaçamento de 0,5 m entre eles e 1,0 m entre linhas. Foram analisadas variáveis morfofisiológicas e de produção como: comprimento de parte aérea, espessura de caule, índice de clorofila Falker (ICF), teor de sólidos solúveis dos frutos (° brix), temperatura no interior dos vasos, massa seca de parte aérea, eficiência no uso da água (EUA), diâmetros e massa fresca dos frutos, produtividade estimada e número de frutos por planta. O experimento com pimentão var. Casca Dura Ikeda foi conduzido com dois tratamentos e em vasos de 8 L. No T1 os vasos foram preenchidos com solo adubado com esterco bovino curtido na dosagem de 25 t ha<sup>-1</sup>. No T2, os vasos foram constituídos de 1000 g de aparas de grama batatais não compostadas e secas ao sol, 500 g de solo (mesmo solo do T1 sem adubação) e 600 g de areia lavada. O solo teve a função de estabelecer suporte físico das mudas e a areia lavada, disposta superficialmente, objetivou manter a umidade e diminuir a aeração no interior dos vasos. Foi constatado que não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das variáveis analisadas. Dois experimentos com tomate do grupo Santa Cruz cv. Santa Cruz Kada foram conduzidos. O primeiro objetivou avaliar variáveis morfofisiológicas e de produção, utilizando irrigação automatizada de baixo custo, e o segundo, buscou avaliar os efeitos da prensagem manual sobre as aparas de grama no interior dos vasos e sua influência em variáveis morfofisiológicas no estádio inicial do cultivo. O primeiro experimento foi conduzido em vasos de 18 L e dois tratamentos onde no T1 os vasos foram preenchidos com solo adubado com esterco bovino na dosagem de 20 t ha<sup>-1</sup>, e no T2, os vasos foram preenchidos com 1200 g de aparas de grama batatais não compostadas e secas ao sol, 500 g de solo não adubado e 600 g de areia lavada, estes materiais exercearam as mesmas funções do experimento supracitado. A realização do segundo experimento ocorreu devido a lentidão e dificuldade de crescimento apresentada pelas plantas no experimento 1, onde não foi realizada a prensagem manual. Diferenças significativas foram notadas nas variáveis morfofisiológicas nos estádios iniciais do experimento 1, mas isso não ocorreu no experimento 2. Não houve diferença estatística entre os tratamentos quando comparada a produtividade estimada. Por outro lado, a EUA apresentou diferença significativa e os valores foram, respectivamente, em T1 e T2 de 15,75 kg m<sup>-3</sup> e 9,43 kg m<sup>-3</sup>. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando o teste F a 5% através do programa Sisvar. Os resultados apontam para a potencialidade da Verdeponia, sugerindo que maiores investigações sejam realizadas.

**Palavras-chave:** adubação orgânica; substratos alternativos; biomassa vegetal.

## GENERAL ABSTRACT

GENTILE, Marcello Antonio Duarte. **Use of grass clippings as the main source of nutrients in the organic cultivation of peppers and tomatoes in pots and in a protected environment.** 2020. 72 f. Dissertation (Master in Phytotechnics). Institute of Agronomy, Department of Phytotechnics, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020

The present study aimed to provide information that serves as a recommendation for the use of unpasteurized and sun-dried potato shavings (*Paspalum notatum*) as main sources of nutrients throughout the growing cycle of peppers (*Capsicum annuum L.*) and tomatoes (*Solanum lycopersicum*), conducted in pots and in a greenhouse. Called Verdeponia, the method consists of a new organic cultivation system that seeks sustainable production, based mainly on the use of non-composted vegetable biomass as the main source of nutrients and low-cost automated irrigation. The experiments were conducted in a completely randomized design, in pots with a spacing of 0.5 m between them and 1.0 m between lines. Morphophysiological and production variables were analyzed, such as: aerial part length, stem thickness, Falker chlorophyll index (ICF), soluble solids content of the fruits (° brix), temperature inside the vessels, dry mass of the aerial part, water use efficiency (USA), diameters and fresh weight of the fruits, estimated productivity and number of fruits per plant. The experiment with chili var. Bark Dura Ikeda was conducted with two treatments and in 8 L pots. In T1 (control) the pots were filled with soil fertilized with tanned bovine manure at a dosage of 25 t ha<sup>-1</sup>. In T2, the pots consisted of 1000 g of non-composted and sun-dried potato shavings, 500 g of soil (same soil as T1 without fertilization) and 600 g of washed sand. The soil had the function of establishing physical support for the seedlings and the washed sand, superficially arranged, aimed to keep the aeration inside the pots decreasing and decreasing. It was found that there was no difference between treatments in any of the variables analyzed. Two experiments with tomato from the Santa Cruz cv. Santa Cruz Kada were conducted. The first aimed to evaluate morphophysiological and production variables, using low-cost automated irrigation, and the second, sought to evaluate the effects of manual pressing on grass clippings inside the pots and their influence on morphophysiological variables in the initial stage of cultivation. The first experiment was conducted in 18 L pots and two treatments where in T1 the pots were filled with soil fertilized with bovine manure at a dosage of 20 t ha<sup>-1</sup>, and in T2, the pots were filled with 1200 g of grass clippings Potatoes not composted and dried in the sun, 500 g of unfertilized soil and 600 g of washed sand, these materials performed the same functions as the aforementioned experiment. The second experiment was carried out due to the slowness and difficulty of growth presented by the plants in experiment 1, where manual pressing was not carried out on the grass clippings inside the pots during the initial stages of cultivation. Significant differences were noted in the morphophysiological variables in the early stages of experiment 1, but this did not occur in experiment 2. There was no statistical difference between treatments when compared to estimated productivity. On the other hand, the USA showed a significant difference and the values were, respectively, in T1 and T2 of 15.75 kg m<sup>-3</sup> and 9.43 kg m<sup>-3</sup>. The results obtained were subjected to analysis of variance and the means compared using the F test at 5% using the Sisvar program. The results point to the potential of Verdeponia, suggesting that further investigations be carried out.

**Keywords:** organic fertilization; alternative substrates; vegetable biomass.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vista externa da casa de vegetação utilizada no experimento (foto por Daniela Pinto Gomes) .....	31
<b>Figura 2.</b> Campus da UFRRJ, local de colheita de aparas de grama batatais (foto do autor).....	32
<b>Figura 3.</b> Vasos preenchidos com aparas de grama e núcleo de solo que em seguida foram cobertos com areia lavada (foto do autor) .....	33
<b>Figura 4.</b> Croqui experimental.....	33
<b>Figura 5.</b> Evolução das temperaturas, expressa em valores máximos, mínimos e médios, medidas no período de 28/02/2019 a 28/06/2018.....	34
<b>Figura 6.</b> Altura das plantas aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplantio (DAT) no tratamento 1 (T1 (solo adubado com esterco)) e no tratamento 2 (T2 (aparas de grama)).	36
.....	
<b>Figura 7.</b> Espessura de caule (mm) aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplantio (DAT) no tratamento 1 (T1 (solo adubado com esterco)) e no tratamento 2 (T2 (aparas de grama)).	37
.....	
<b>Figura 8.</b> Médias do teor de clorofila total (ICF) aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplantio (DAT) no tratamento 1 (T1 (solo adubado com esterco)) e no tratamento 2 (T2 (aparas de grama)).	38
.....	
<b>Figura 9.</b> Esquema com estrutura de montagem do vaso do tratamento com aparas de grama (T2) (A) e vasos dispostos no interior da casa de vegetação com mudas transplantadas e sistema automático de irrigação (B). .....	47
<b>Figura 10.</b> Disposição dos vasos do experimento 2 no interior da casa de vegetação..	48
<b>Figura 11.</b> Croqui experimental.....	48
<b>Figura 12.</b> Evolução das temperaturas, expressa em valores máximos, mínimos e médios, medidas nos períodos de 10/06/2019 a 28/10/2019. ....	51
<b>Figura 13.</b> Altura das plantas do tratamento 1 (T1) (solo adubado com esterco) e tratamento 2 (T2) (aparas de grama) no 1º e aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após transplantio (DAT) durante o experimento 1 (a) e altura das plantas aos 28, 43, 58 e 73 dias após semeadura (DAS) durante o experimento 2 (b). .....	55

**Figura 14.** Diâmetro de caule do tratamento 1 (T1) (solo adubado com esterco) e tratamento 2 (T2) (aparas de grama) aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após transplantio (DAT) durante o experimento 1 (a) e altura das plantas aos 43, 58 e 73 dias após semeadura (DAS) durante o experimento 2 (b). ..... 56

**Figura 15.** Índice de Clorofila Falker (ICF) do tratamento 1 (T1) (solo adubado com esterco) e tratamento 2 (T2) (aparas de grama) no 1º e aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após transplantio (DAT) durante o experimento 1 (a) e aos 28, 43, 58 e 73 dias após semeadura (DAS) durante o experimento 2 (b). ..... 57

**Figura 16.** Massa média de frutos (g) (a) e massa de frutos por planta (g planta-1) aos 87, 95, 103, 112, 126, 132 e 140 dias após o transplantio nos tratamentos 1 (T1-solo adubado) e 2 (T2-aparas de grama). ..... 62

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Análise química do solo.....	32
<b>Tabela 2.</b> Massa média de fruto (g), comprimento de fruto (mm), número de frutos por planta (unidade) e produtividade estimada (t ha <sup>-1</sup> ).....	39
<b>Tabela 3.</b> Temperaturas médias registradas no interior dos vasos do tratamento com solo adubado com esterco (T1) e dos vasos com aparas de grama (T2) aos 45, 75 e 105 dias após transplantio (DAT) do experimento 1 e aos 50 e 70 dias após semeadura (DAS) no experimento 2 .....	53
<b>Tabela 4.</b> Teor de macronutrientes presentes nas aparas de grama em quantificações feita ao início e ao final do ciclo do tratamento 2 (T2) (aparas de grama).....	58
<b>Tabela 5.</b> Valores de variáveis de massa média de fruto (g), diâmetro longitudinal (mm), diâmetro equatorial (mm), massa de fruto por planta (kg), número de frutos por planta (unidade), teor de sólidos solúveis (°brix), produtividade estimada (t ha <sup>-1</sup> ), eficiência no uso da água (EUA) (kg m <sup>-3</sup> ) e massa seca de parte aérea(MSPA) (g planta <sup>-1</sup> ) nos tratamentos 1 (T1 - solo adubado) e 2 (T2 - aparas de grama).....	60

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL .....	15
2 OBJETIVOS .....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	18
3.1 A agricultura orgânica .....	18
3.2 Adubos orgânicos e uso de resíduos na agricultura.....	18
3.3 Aspectos gerais das culturas do pimentão e tomate .....	20
3.3.1 A cultura do pimentão ( <i>Capsicum annuum L.</i> ).....	20
3.3.2 A cultura do tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) .....	21
3.4 Exigências nutricionais para as culturas do pimentão e tomate .....	22
3.4.1 Pimentão .....	22
3.4.2 Tomate .....	22
3.5 Exigências climáticas para as culturas do pimentão e tomate .....	23
3.5.1 Pimentão .....	23
3.5.2 Tomate .....	23
3.6 Necessidades hídricas .....	24
3.6.1 Pimentão .....	24
3.6.2 Tomate .....	24
3.7 Cultivo em ambiente protegido .....	25
3.8 Cultivo sem solo .....	25
CAPÍTULO I .....	27
PRODUÇÃO DE PIMENTÃO ORGÂNICO UTILIZANDO APARAS DE GRAMA NÃO-COMPOSTADAS COMO PRINCIPAL FONTE DE NUTRIENTES .....	27
RESUMO .....	28
ABSTRACT .....	29
4 INTRODUÇÃO .....	30
5 MATERIAL E MÉTODOS .....	31
5.1 Caracterização da área experimental .....	31
5.2 Implantação do experimento .....	31
5.3 Delineamento experimental .....	33
5.4 Condução Experimental .....	33
5.4.1 Irrigação.....	33
5.4.2 Dados climáticos .....	34
5.4.3 Controle de pragas e plantas espontâneas.....	34
5.4.5 Tutoramento .....	34
5.4.6 Avaliações .....	34

5.7 Análise estatística .....	35
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
6.1 Variáveis morfológicas .....	36
6.1.1 Comprimento de parte aérea .....	36
6.1.2 Espessura de caule .....	36
6.1.3 Teor de clorofila total ICF (Índice de Clorofila Falker) .....	37
6.2 Variáveis de produção .....	38
6.2.1 Massa e comprimento de fruto .....	38
6.2.2 Produtividade .....	38
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>41</b>
CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATEIRO EM VASOS COM APARAS DE GRAMA NÃO-COMPOSTADA COMO PRINCIPAL FONTE DE NUTRIENTES .....	41
RESUMO .....	42
ABSTRACT .....	43
<b>8 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>9 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>45</b>
9.1 Caracterização da área experimental .....	45
9.2 O cultivo do tomate .....	45
9.3 Delineamento experimental .....	48
9.4 Variáveis avaliadas .....	49
9.4.1 Variáveis de produção .....	49
9.4.2 Variáveis morfológicas e de qualidade .....	49
9.5 Sistema de Irrigação .....	49
9.6 Eficiência no uso da água (EUA) .....	50
9.7 Nutrientes da biomassa vegetal utilizada .....	50
9.8 Dados climáticos da cidade de Seropédica no período do experimento .....	50
9.9 Análise Estatística .....	51
<b>10 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>53</b>
10.1 Temperaturas médias no interior dos vasos .....	53
10.2 Parâmetros morfológicos .....	53
10.2.1 Altura de planta .....	53
10.2.2 Diâmetro de caule .....	55
10.2.3 Índice de Clorofila Falker .....	56
10.3 Macronutrientes nas aparas de grama antes e após o cultivo .....	58
10.4 Variáveis de Produção .....	58
10.4.1 Teor de sólido solúveis .....	59

10.4.2 Eficiência no uso da água (EUA) .....	59
10.4.3 Massa média seca de parte aérea .....	60
10.5 Massas média de frutos e massa de frutos por planta por colheita.....	60
12 REFERÊNCIAS .....	64

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura orgânica tem atingido maior nível de reconhecimento social, político e científico no cenário mundial devido a estratégias de produção que visam conciliar práticas agroecológicas, através de uso de insumos locais que aumentam o valor agregado e proporcionam uma cadeia de comercialização mais justa e sustentável (MELO et al., 2009). Outro fator importante para o crescimento do mercado de orgânicos é que estes se apresentam como uma alternativa saudável, uma vez que não apresentam resíduos químicos (HE et al., 2016).

A produção de hortaliças em sistema orgânico é uma atividade em expansão em todo o planeta. De acordo com Silva et al. (2014), a necessidade de proteger a saúde de produtores e consumidores além da menor dependência de recursos externos e o aquecimento do mercado de orgânicos têm impulsionado o crescimento desse tipo de produção.

Na produção de hortaliças orgânicas algumas práticas são essenciais para obtenção de sucesso no cultivo. Dentre elas estão a disponibilidade de insumos e adubos próprios ao sistema orgânico, desde a produção das mudas até aos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. Muitas das vezes, a disponibilidade deste tipo de adubo acaba se tornando um fator limitante a produção orgânica (SEDIYAMA et al., 2015).

O presente estudo foi realizado com duas hortaliças de grande importância econômica pertencentes a família das Solanáceas: o pimentão (*Capsicum annuum L.*) e o tomate (*Solanum lycopersicum*).

O pimentão é uma hortaliça-fruto de clima tropical e possui boa adaptação a regiões com temperaturas elevadas. Possui grande relevância no mercado nacional e internacional figurando entre as dez hortaliças de maior importância econômica (FARIA et al., 2014). A cultura é em sua maioria cultivada de forma convencional; porém, estudos recentes apontam para um uso exacerbado de agroquímicos, o que gera preocupação tanto para os consumidores quanto para os produtores. O cultivo orgânico de pimentão representa uma alternativa a esse modelo de produção. Principalmente para pequenos e médios agricultores, com potencial de desenvolver maior eficiência técnica em produtividade e qualidade comercial, além da ausência de contaminação por fertilizantes químicos (PICANÇO, 2010).

O tomateiro, originário da região andina, é considerado uma das hortaliças mais consumidas no mundo, depois da batata (BERGOUGNOUX et al., 2013). Os tomates e seus derivados são ricos em compostos relacionados à saúde alimentar. São boas fontes de carotenoides (em particular, licopeno), ácido ascórbico (vitamina C), vitamina E, ácido fólico, flavonoides e potássio (NASCIMENTO et al., 2013). Sendo que os principais antioxidantes do tomate são os carotenoides, o ácido ascórbico e os compostos fenólicos (SOUZA et al., 2008).

Diversas pesquisas acerca da produção e desenvolvimento de espécies olerícolas no cultivo orgânico vêm sendo realizadas ao longo dos anos. Diferentes fontes de adubos orgânicos são usadas, sendo que as principais fontes disponíveis no meio rural são os estercos de animais, os resíduos de culturas e os adubos verdes (Sociedade..., 2004) ou então o adubo gerado pela compostagem. Neste último caso, até a obtenção do adubo próprio para uso, o produtor depende dos tipos de resíduos utilizados e seus respectivos graus de decomposição, podendo chegar a meses (CERRI, 2008).

Dessa forma, o presente estudo surge como um novo modelo de produção orgânica denominado Verdeponia. O sistema consiste no uso de biomassa vegetal não compostada, como as aparas de gramas, secas ao sol, como principal fonte de nutriente à cultura do

tomate e pimentão durante todo o ciclo. As pesquisas foram desenvolvidas em vasos, ambiente protegido e sistema de irrigação de baixo custo com acionamento automático.

## **2 OBJETIVOS**

O presente trabalho teve como objetivo proporcionar informações que sirvam de recomendação para um novo sistema de cultivo orgânico de tomate e pimentão em vasos e ambiente protegido. Visa uma produção sustentável, baseada principalmente na utilização de biomassa vegetal não compostada como fonte de nutrientes.

Os objetivos específicos foram: testar uso de aparas de grama como principal componente do substrato, sendo a única fonte de nutrientes, nas culturas de pimentão e tomate a partir de avaliações de variáveis morfofisiológicas e de produção.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 A agricultura orgânica**

A agricultura orgânica teve seu desenvolvimento baseado em pesquisas e trabalhos de compostagem e adubação orgânica realizados por Sir Albert Howard na Índia, na década de 1920. Os trabalhos foram, posteriormente, divulgados na Inglaterra, país natal de Howard, e Estados Unidos. Em 1989, com a criação da Associação de Agricultura Orgânica no Brasil, o movimento entrou em processo de expansão no país (Ehlers, 1996).

De acordo com Neves et al. (2005), a prática da agricultura orgânica pode ser definida como um sistema de produção de alimentos de origem animal ou vegetal que visa promover a agrobiodiversidade e os ciclos biológicos, buscando a sustentabilidade social, ambiental e econômica da unidade de produção no tempo e no espaço. Este sistema baseia-se na conservação dos recursos naturais e na substituição do uso de produtos convencionais como fertilizantes sintéticos de alta solubilidade, agrotóxicos, antibióticos e hormônios por insumos orgânicos ou biológicos (ARBOS et al., 2010; FLIEßBACH et al., 2007).

O sistema de produção orgânica objetiva, a longo prazo, a sustentabilidade do agroecossistema como um todo. Melhora a qualidade do solo minimizando o uso de água e energia e conserva a biodiversidade garantindo produtos alimentares seguros e de qualidade para os consumidores (GOMIERO et al., 2008).

Consumidores preocupados com a qualidade dos alimentos que ingerem, saúde, questões ambientais e de preservação são os principais responsáveis pelo impulsionamento do mercado nacional e internacional de produtos orgânicos ((TAVELLA et al., 2010). A área de produtos orgânicos no Brasil segue em expansão e ocupa mais de 750 mil hectares, com mais de 10 mil produtores e aproximadamente 13 mil unidades de produção (BRASIL, 2015).

Diferentes autores listaram os principais entraves para a produção e expansão do comércio de tomate orgânico. Dentre eles estão: falta de cultivares desenvolvidas especificamente para o sistema orgânico de produção, a diferença entre o tempo de vida útil entre o tomate orgânico e o convencional, suscetibilidade da cultura à pragas e doenças e a dificuldade para obtenção de adubos orgânicos (RONGA et al., 2015; SOUZA, 2003; FERREIRA et al., 2005). Quando comparado com o tomate convencional, o rendimento do tomate orgânico é menor. Entretanto, apresenta um custo de produção 17,1% menor e uma rentabilidade 113,6% maior (LUZ et al., 2007).

A demanda por pimentão produzido de forma orgânica é crescente, tendo em vista a contaminação do produto por resíduos químicos (ANVISA, 2016). Porém, apesar da evolução produtiva a cultura requer busca contínua por novos métodos tecnológicos que possibilitem, no mínimo, a manutenção contínua da sua produtividade, aliada a redução de custos de produção, com a priorização da qualidade dos frutos e o respeito ao meio ambiente (NEGRETTI et al., 2010). Porém, estudos ainda precisam evoluir para determinar a quantidade e qual adubo orgânico pode substituir a adubação mineral na cultura do pimentão para garantir esses efeitos (VIDIGAL et al., 2010).

#### **3.2 Adubos orgânicos e uso de resíduos na agricultura**

A adubação orgânica além de dar incremento à produtividade também melhora as características qualitativas das plantas, principalmente, quando comparadas com os cultivos feitos exclusivamente com fertilizantes minerais (SILVA et al., 2011).

São considerados adubos orgânicos materiais de origem animal ou vegetal, podendo ser resíduos ou rejeitos, e são recomendados por aumentar a fertilidade do substrato além de promover o aumento da atividade biológica. Dentre os mais usados, destacam-se os estercos, resíduos vegetais, camas de aviário e palhas (Kiehl, 1985).

O conceito de resíduos pode ser definido como quaisquer materiais oriundos das atividades industrial, agropecuária ou humana que não seja aproveitado, podendo ser sólido ou líquido (WOLSKI e GLINSKI, 1986; WESTERMAN e BICUDO, 2005; LANGANKE, 2013).

Outros materiais, como por exemplo, resíduos da agroindústria também podem ser usados como adubos orgânicos na forma de tortas oleaginosas (amendoim, algodão, mamona, cacau), bagaços de frutas, borra de café, resíduos das usinas de açúcar e álcool (torta de filtro, vinhaça e bagaço de cana) e resíduos de beneficiamento de produtos agrícolas (Kiehl, 1985).

Dentre as fontes de matéria orgânica, os estercos são os mais comuns adubos utilizados, podendo ser na forma líquida ou sólida, fresca ou curtido, como composto ou vermicomposto. A composição química dos estercos tende a variar de acordo com a espécie, idade do animal, cuidados em sua manipulação, entre outros fatores (Weinärtner et al., 2006). Os teores de nutrientes encontrados no esterco de bovinos são em média, em g.kg<sup>-1</sup>: 19,3 de N; 5,6 de P; 19,9 de K; 10,9 de Ca e 4,4 de Mg; no esterco de aves: 35,6 de N; 13,3 de P; 19,9 de K; 23,1 de Ca e 5,0 de Mg e no esterco de suínos: 23,2 de N; 20,6 de P; 16,2 de K; 32,5 de Ca e 7,7 de Mg (Kiehl, 1985).

Já os teores de macronutrientes foliares adequados para grama batatais, principal fonte de nutrientes usada nesta pesquisa, segundo Embrapa (1997) são: N: 12 a 22; P: 1 a 3; K: 12 a 25; Ca: 3 a 6; Mg: 2 a 4; S: 0,8 a 2,5 g kg<sup>-1</sup>. Em ensaios realizados por Lima et al. (2011), foram observados valores na faixa adequada: N:15,9; P: 2,1; K: 18,5; Ca: 2,6; Mg: 2,6; S: 2,4 g.kg<sup>-1</sup>. Aparas de grama de batatais foram usadas nesta pesquisa como principal fonte de nutrientes para as culturas durante todo o ciclo.

Os resíduos animais são utilizados principalmente para o aproveitamento como adubo, visando aumentar o rendimento das culturas agrícolas (STRECK et al., 2008) e essa possibilidade pode ser considerada uma alternativa viável para substituição de adubos químicos, tendo em vista os inúmeros testes já realizados (OLIVEIRA et al., 1993; MOREIRA et al., 2000). A quantidade de esterco e outros resíduos orgânicos a ser utilizada em determinada produção depende de diversos fatores como, por exemplo: disponibilidade do material na região, exigência nutricional da cultura, condições climáticas, entre outros (DURIGON et al., 2002). Efeitos benéficos na produtividade de diversas culturas são observados na literatura devido à aplicação destes resíduos sólidos. Diferentes ensaios constataram que a adubação com resíduos pode proporcionar produtividade semelhante às adubações com fertilizantes industriais (SIMONETE et al., 2003; ALBUQUERQUE, 2011; SANTOS et al., 2011). Em revisão feita por Timsina (2018), baseada em diversas evidências científicas disponíveis, considera a não disponibilidade de materiais orgânicos em quantidade suficiente na maioria dos países, sugerindo a formação de um composto, preferencialmente na proporção 75:25, entre materiais orgânicos e não orgânicos, respectivamente. Além disso, o estudo indica o novo e alternativo conceito da Evergreen Agriculture com potencial de fornecer fontes inorgânicas e orgânicas suficientes para uma boa produção. Da mesma forma, Gomes et al. 2017 obtiveram resultados positivos na produção de tomate utilizando uma mistura de torta de mamona com fertilizante inorgânico. Por outro lado, pesquisas de Ribeiro (2006) observaram que o uso de resíduos de curtume como fonte de N proporcionou acúmulo de massa seca em plantas de milho similar à massa de plantas adubadas com fonte química de N.

Uma destinação comum de resíduos vegetais e animais, que é consagrada e faz parte do meio de produção orgânica, é a chamada compostagem. A compostagem pode ser definida como o processo de decomposição e estabilização biológica dos componentes orgânicos através da ação de diferentes microrganismos e tem por objetivo produzir um composto orgânico que será usado como adubo. O tempo para que o processo ocorra é dependente dos tipos de resíduos utilizados e seus respectivos graus de decomposição, podendo durar dias, meses ou anos (CERRI, 2008; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

### 3.3 Aspectos gerais das culturas do pimentão e tomate

#### 3.3.1 A cultura do pimentão (*Capsicum annuum L.*)

Com centro de origem nas Américas, mais precisamente entre o sul dos Estados Unidos e o norte do Chile, o pimentão (*Capsicum annuum L.*) pertence à família das Solanáceas. Ou seja, tomate, berinjela, batata e outras pimentas pertencem ao mesmo grupo taxonômico. Foi trazido ao Brasil por portugueses e espanhóis durante o século XVI, sendo considerado um dos primeiros temperos utilizados para atribuir cor, aroma e sabor aos alimentos (HEIDEN et al., 2007). É uma planta perene, porém cultivada de forma anual, podendo ser em ambiente protegido ou em campo aberto (FILGUEIRA, 2008).

Os frutos apresentam diversidade de cores, formatos e tamanhos e valores nutricionais consideráveis em cálcio, fósforo, ferro, vitaminas A, E, C, do complexo B e carotenoides além de ser rico em licopeno, um antioxidante que auxilia na prevenção do câncer (ARAUJO, 2009; REIFSCHEIDER, 2000; BRAMLEY, 2000). Quando comparados, em termos de maior agregação de valor, os frutos coloridos levam vantagem sobre os de coloração verde. Isso ocorre por demandarem maior custo de produção por possuírem um período mais longo no processo de maturação (CERQUEIRA-PEREIRA et al., 2007). Por proporcionar um rápido retorno de investimentos, tendo em vista o curto período para o início da produção, a cultura é largamente difundida por pequenos e médios horticultores (MARCUSSI; VILLAS BOAS, 2003).

O pimentão está entre as dez hortaliças mais importantes, economicamente, cultivadas no Brasil. Entre as solanáceas é superada apenas pela batata e o tomate (FARIA et al., 2014; RINALDI et al., 2008; RIBEIRO et al., 2000). A produção se concentra entre as regiões sudeste e centro-oeste, sendo os estados de São Paulo e Minas Gerais os principais produtores. De acordo com o Censo Agropecuário elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) a produção em 2017 foi de 253.807 toneladas, sendo maior parte (cerca de 90%) produzida através de cultivos convencionais, seja em campo ou ambiente protegido.

No cultivo convencional de pimentão há a ocorrência de várias pragas que, potencialmente, podem atacar o cultivo orgânico e, geralmente, são os mesmos que comumente ocorrem em tomate e outras solanáceas. Entre estes elas estão pulgões, tríipes, ácaros, vaquinhas e lagartas. O ataque de pragas que causam danos à planta e aos frutos do pimentão está entre os entraves à produção desta olerícola, podendo comprometer a qualidade e quantidade do produto (PICANÇO, 2010).

Dessa forma, o uso excessivo de produto químicos para controle de pragas, vem sendo alvo de investigação pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Programa Nacional de Resíduos de Agrotóxicos (PARA). Estudos realizados pela ANVISA desde 2008 apontam que o fruto de pimentão, dentre as hortaliças, é o que possui maior porcentagem de resíduo de produtos químicos em sua composição,

chechando a valores de 80 a 90% de contaminação dos frutos. De acordo com Carneiro et al. 2015, das amostras irregulares identificadas com resíduos, 84% são representadas apenas pela presença de agrotóxicos não autorizados para a cultura ou com ingrediente ativo banido ou que nunca teve registro no Brasil. Entretanto, conforme pesquisas de Picanço (2010), o uso dessa prática não promove a solução dos problemas fitossanitários, pois aumenta os custos operacionais de produção, polui o ambiente, desgasta a base produtiva, e traz problemas à saúde do agricultor e do consumidor.

Nessa conjuntura, o método de cultivo orgânico de pimentão representa uma alternativa a esse modelo convencional de produção. Principalmente para pequenos e médios agricultores, com potencial de desenvolver maior eficiência técnica em produtividade e qualidade comercial, além da ausência de contaminação por agroquímicos (SILVA, 2017).

### 3.3.2 A cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*)

O centro de origem primário da cultura do tomate ocorre desde o norte do Chile ao sul da Colômbia e a costa do Pacífico, incluindo as Ilhas Galápagos, até as encostas orientais da Cordilheira dos Andes (RICK, 1982). Todas as espécies têm áreas de dispersão natural e habitats bem definidos, variando desde o nível do mar até os altiplanos andinos com altitude superior a 3.300 m (WARNOCK, 1991). A ampla domesticação da cultura ocorreu no México, sendo esse conhecido como seu centro de origem secundário (FILGUEIRA, 2008).

Pertencente ao gênero *Solanum* (seção *Lycopersicon*), o tomateiro é uma eudicotiledônea da família Solanaceae. Uma família botânica que abrange diversas outras culturas de importância econômica como as batatas, pimentas, berinjelas e o tabaco (WEESE & BOHS, 2007). É uma planta de hábito de crescimento herbáceo, com caule flexível e piloso. A arquitetura natural da planta assemelha-se a uma moita, possuindo grande ramificação lateral. O tomateiro pode apresentar dois hábitos de crescimento: determinado ou indeterminado. O primeiro caracteriza-se em cultivares adaptadas para a cultura rasteira onde os frutos são destinados a agroindústria e suas hastes alcançam cerca de um m de altura. O hábito indeterminado ocorre na maioria das cultivares para a produção de frutos para mesa. As plantas são tutoradas e podadas e o caule pode ultrapassar os dois metros e meio de altura com facilidade (FILGUEIRA, 2008).

O tomate está entre as hortaliças mais comercializadas mundialmente, ficando atrás apenas da batata. Além do consumo *in natura* formas processadas como molhos, sucos, pastas, em pó e concentrados vêm se difundindo e ampliando o mercado (BERGOUGNOUX et al., 2013).

O tomate do grupo Santa Cruz obteve sucesso devido a notável resistência ao manuseio e a embalagem “K” (inadequada para frutos sensíveis). As cultivares desse grupo apresentam elevada produtividade, presença de dois ou três lóculos, polpa espessa, há incidência mínima de “ocamento”, ausência de “lóculo aberto” e variável resistência a “podridão-apical”. Os frutos comerciáveis pesam entre 100-180g. A planta é alta, ultrapassando 2 m de altura (FILGUEIRA, 2008).

A adubação orgânica do tomateiro, devido à exigência de nutrientes pela cultura, é um ponto importante para o sucesso do cultivo, entretanto, poucos estudos foram destinados a esse tema. Em pesquisas realizadas por Tuzel et al. (2004), testando diferentes tipos de adubações orgânicas, concluiu que a melhor resposta foi obtida usando esterco de galinha compostado. Além disso, uma alternativa bastante difundida para a adubação orgânica do tomateiro, é a cama de frango (Menezes et al., 2004) e o bokashi (SOUZA; RESENDE, 2003).

### 3.4 Exigências nutricionais para as culturas do pimentão e tomate

#### 3.4.1 Pimentão

A avaliação do estado nutricional de espécies vegetais é fundamental para o adequado manejo das culturas agrícolas. Entre os principais fatores de produção das hortaliças está a nutrição mineral. Essa, por sua vez, influencia diretamente o crescimento, produtividade e qualidade dos produtos colhidos (MARCUSSI et al., 2004).

De acordo com Marcussi et al. (2005) existem poucos estudos relacionando os teores adequados de nutrientes na cultura do pimentão. Em seu estudo, utilizando o híbrido Elisa, fertirrigado e em ambiente protegido, constatou-se em média a seguinte ordem decrescente de acúmulo de nutrientes: K>N>Ca>Mg>S>P. Em condições de cultivo de campo, ao analisar micronutrientes, encontraram acúmulo médio na seguinte ordem: Fe>Zn>Mn>B>Cu (MARCUSSI & VILLAS BOAS, 2003).

#### 3.4.2 Tomate

Um adequado conhecimento das exigências nutricionais do tomateiro em cada estádio de crescimento é de extrema importância para o manejo da adubação durante o ciclo da cultura (CARVALHO et al., 2004). De acordo com Filgueira (2008), a planta é altamente exigente em nutrientes minerais. Em diferentes pesquisas conduzidas no estado de São Paulo a cultivar Santa Cruz apresentou a seguinte ordem de extração dos macronutrientes: K, N, Ca, S, P e Mg.

No Brasil, um dos primeiros trabalhos visando o conhecimento da marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro foi realizado por Gargantini & Blanco (1963), utilizando a cultivar Santa Cruz-1639 e conduzido em ambiente protegido, onde verificou-se a seguinte extração nutricional: 18,5 g de K, 3,1 g de Ca, 9,4 g de N, 2,1 g de P, 0,9 g de Mg e 2,8 g de S por planta. As absorções de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de 100 a 120 dias após a germinação, enquanto o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura.

Em pesquisas desenvolvidas por Fayad et al. (2002) para quantificar a absorção de nutrientes de plantas de tomate cv. Santa Clara foram encontrados os seguintes valores máximos de absorção: 8,0, 11,5 e 7,5 g de N, K e Ca por planta, respectivamente. O acúmulo de S, P e Mg não ultrapassaram 2,0 g de cada elemento por planta.

Avaliando a exigência nutricional do tomateiro, pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de incrementar a produção e qualidade dos frutos. O nitrogênio, principalmente no cultivo orgânico, é considerado como o principal fator limitante responsável pela menor produtividade (MÖLLER et al., 2008). De acordo com Andriolo (1999), a deficiência de N afeta o crescimento do tomateiro, reduzindo a formação de folhas, taxa fotossintética, número de frutos assim como a biomassa e a produção. Por outro lado, o excesso geralmente resulta no aumento da altura das plantas, na área foliar, prolongamento do estádio vegetativo (FONTES & SILVA, 2002), pode ocasionar anomalias como frutos ocos, tecidos moles e com provável suscetibilidade a doenças fúngicas e bacterianas (FILGUEIRAS, 2008).

De acordo com Epstein & Bloom (2006), o K exerce grande importância na regulação osmótica, possuindo relação direta com a abertura e fechamento estomático e com o transporte de carboidratos. A deficiência deste elemento é caracterizada por clorose internerval, folhas com coloração verde escura, pecíolos menores e mais rígidos,

internódios mais curtos e finos, além de redução da massa fresca e do número de frutos (CARVALHO et al., 2004). Além disso, a deficiência em K pode reduzir a massa média, o tamanho e a concentração de sólidos solúveis totais nos frutos (CASTELLANE, 1982).

O cálcio (Ca) é um componente estrutural da parede e membranas celulares (WHITE, 2001) sendo importante na ativação enzimática, na regulação do movimento da água na célula e essencial para a divisão celular (MALAVOLTA, 2006). Segundo Prado et al., (2011), o cálcio é terceiro macronutriente mais absorvido pela cultura do tomate apresentando sua distribuição nas folhas (70%), caule (26%), raízes (2%) e frutos (2%) e uma vez incorporado ao tecido celular, o cálcio fica imóvel, despertando a necessidade de suprimento constante para atender a demanda dos frutos. Alta salinidade, excesso ou falta de umidade, doenças radiculares, temperaturas elevadas e baixas níveis de Ca no solo podem causar sintomas de deficiência de Ca em plantas (SAURE, 2014). Estes sintomas podem ocorrer mesmo quando o Ca se encontra em níveis ideais no solo e, em plantas de tomate tais condições podem proporcionar a ocorrência de um distúrbio fisiológico chamado de podridão apical, podridão estilar ou fundo preto (SUZUKI et al., 2003). Este é o distúrbio abiótico que mais influencia na produtividade comercial do tomateiro e é considerado fator fundamental para evitar perdas no rendimento da cultura (LOOS et al., 2008).

O fósforo (P) é fundamental para o início do ciclo vegetativo sendo a sua limitação responsável por ocasionar redução no desenvolvimento e não há recuperação mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados (GRANT et al., 2001). Além disso, FILGUEIRA (2008) relata que o P favorece o crescimento do sistema radicular, estimula o engrossamento da haste, promove abundância de florescimento elevando a produtividade e aumentando o tamanho dos frutos.

### 3.5 Exigências climáticas para as culturas do pimentão e tomate

#### 3.5.1 Pimentão

De origem tropical, a cultura do pimentão se desenvolve melhor em temperaturas elevadas e possui intolerância a baixas temperaturas e geadas. De acordo com Brandão Filho e Callegari (1999) a faixa de temperatura ótima para o bom desenvolvimento e produção da cultura se encontra de 22 a 32 °C durante o dia e, de 15 a 20 °C durante a noite. Além disso, recomenda-se evitar temperaturas inferiores a 10 °C e superiores a 37°C.

A umidade relativa do ar ideal está compreendida na faixa de 50 a 70%. A termoperiodicidade diária pode beneficiar a cultura. Tivelli (1998) verificou que a variação poderia ser de 7 a 10°C entre temperaturas diurnas e noturnas. Já Filgueira (2008) constatou que uma diferença de 6°C já é suficiente para favorecer o desenvolvimento da cultura. Segundo Souza & Rezende (2006), tanto a falta como o excesso de água podem prejudicar o bom desenvolvimento da cultura. Devido a sua sensibilidade, o meio em que é cultivado deve ser mantido entre 70 e 80% da capacidade de campo.

#### 3.5.2 Tomate

Dentre os fatores climáticos, a temperatura é o que mais afeta a cultura do tomateiro. (SILVA et al., 2011). Segundo Filgueira (2008), a temperatura ótima para a produção de tomate varia entre 21-28 °C durante o dia e 15-20 °C durante a noite e, temperaturas diurnas e noturnas mais elevadas prejudicam a frutificação e fixação dos frutos. Quando

a temperatura se afasta do ótimo, ocorre estresse nas plantas, havendo menor liberação e germinação do grão de pólen, menor fixação dos frutos e ocorrência de frutos pequenos e com poucas sementes (FONTES & SILVA, 2005).

### 3.6 Necessidades hídricas

Todos os processos fisiológicos e o uso da água pelas plantas estão diretamente relacionados ao *continuum* solo-planta-atmosfera sendo assim, o conhecimento das interrelações entre esses fatores é essencial para o planejamento e a operação de sistemas de irrigação que objetivam a máxima produção e melhor qualidade do produto, sem desperdício ou excesso de água (TRANI & CARRIJO, 2004).

A principal demanda de água ocorre através da transpiração das plantas. A transpiração é um mecanismo regulatório do conteúdo de água presente no metabolismo vegetal, desenvolvida por meio de estruturas foliares, cutícula e estômatos (ALMEIDA, 2015). Ao realizar a abertura estomática para captação do CO<sub>2</sub>, o vapor de água, inevitavelmente, se difunde para atmosfera, devido ao déficit de pressão de vapor do ar e pela redução da resistência das folhas (Moreno-Fonseca, 2009; Taiz & Zeiger, 2009).

#### 3.6.1 Pimentão

Afirma-se que, em geral, a cultura do pimentão possui necessidade hídrica uniforme durante seu ciclo. Tanto o excesso quanto à falta de água pode ocasionar prejuízos ao cultivo. A deficiência hídrica provoca queda das flores ao modo que o excesso conduz a falta de oxigenação radicular, provocando a podridão da raiz. Dessa forma, aconselha-se manter o substrato úmido, porém, sem excesso de água (CERMEÑO, 1990; FILGUEIRA, 2008).

#### 3.6.2 Tomate

De acordo com Sousa et al. (2011), a planta de tomate compreende quatro fases de desenvolvimento referentes à necessidade de água, estando o período de duração destas fases diretamente relacionado com as condições edafoclimáticas, cultivar utilizada e condições fitossanitárias. Com o objetivo de atingir um bom desenvolvimento, aconselha-se que o substrato contenha umidade em torno de 80% de água útil, podendo teores mais elevados deixarem as plantas mais finas e estioladas (PENTEADO, 2004).

Além do exposto, Filgueira (2008) relata que as condições de umidade podem influenciar o número de flores por planta, a porcentagem de pegamento e tamanho dos frutos, de modo a afetar a produtividade. O conteúdo de água no solo pode causar também abortamento de flores e desequilíbrio de cálcio, sendo este responsável pela podridão apical, e na maturação pode provocar rachaduras nos frutos, diminuindo a quantidade de frutos comerciais.

Em cultivo orgânico e ambiente protegido, a necessidade hídrica das plantas de tomate aumenta sucessivamente e atinge valores máximos nas últimas fases de cultivo (DUARTE et al., 2010). Segundo Koetz et al (2010), quantidades inadequadas de água podem comprometer o rendimento e a qualidade dos frutos, tendo em vista que a fase de frutificação é a mais sensível à deficiência de água. Conforme Doorenbos e Kassan (1979) a necessidade de água para a cultura do tomateiro, com experimento variando de 90 a 120 dias, está compreendido entre 400 e 600 mm, dependendo do clima.

Nos sistemas de produção agrícolas contemporâneos, o uso da irrigação por gotejamento é fundamental por reduzir a evapotranspiração da cultura e a percolação profunda. Em plantas de tomate, por ser responsável pela aplicação localizada de água, esse tipo de irrigação contribui para o aumento no número e tamanho de frutos, além de aumentar o teor de sólidos solúveis. Esse sistema proporciona economia no consumo de água e diminuição da incidência de doenças de parte aérea (LI et al., 2012; YOHANNES & TADESSE, 1998; HANSON & MAY, 2004; MAHAJAN & SINGH, 2006; MAROUELLI et al., 2002; GOMES et al., 2017).

### 3.7 Cultivo em ambiente protegido

A escolha de um ambiente adequado para produção de espécies oleráceas é fundamental para a capacidade produtiva da cultura. O ambiente pode ser um grande entrave pois condições adversas podem reduzir o bom desenvolvimento das plantas (LORENTZ, 2004). A horticultura, nos últimos anos, vem desenvolvendo e utilizando diferentes tecnologias para produção.

O uso de ambiente protegido vem proporcionando diversas vantagens, objetivando o incremento da produção e a diminuição da sazonalidade de oferta. Dentre elas estão: uso racional da água e nutrientes, minimização dos efeitos de intempéries ambientais, seja climática ou patógena e prolongamento do período de colheita (REZENDE et al., 2005; LIMA, 2013; FERREIRA, 2015). Além disso, o cultivo em ambiente protegido proporciona pelo menos uma vez e meia ou o dobro da produção de áreas a céu aberto, permitindo ainda uma oferta constante de hortaliças (BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2007).

Tanto para o cultivo convencional quanto no sistema orgânico, essa tem sido uma tecnologia utilizada de forma competitiva e sustentável (DAREZZO et al., 2004). Além disso, uma das técnicas utilizadas no cultivo em ambiente protegido é o cultivo sem a presença de solo.

### 3.8 Cultivo sem solo

O cultivo sem solo abrange uma linha de pesquisa que contém diferentes culturas com diferentes alternativas e métodos de condução de produção. É um tipo de cultivo já bastante difundido na Europa, onde teve seu início na década de 1970 com o sistema NFT (Nutrient Film Technique). No Brasil, há um avanço no uso de substratos alternativos, porém os mais explorados são os sistemas hidropônicos (FERNANDES JÚNIOR et al., 2002; BONNECARRÈRE, 2002; VILLELA JÚNIOR et al., 2004).

Nos países que possuem técnicas de horticultura avançadas, o cultivo utilizando substratos como suporte das raízes é uma técnica amplamente empregada (MUSARD & LETARD, 1990; ALARCON et al., 1997; ROSA et al., 1997). Perante ao tradicional cultivo no solo, essa modalidade representa um grande avanço assegurando alguns benefícios como por exemplo: manejo mais adequado de água, evitando umidade excessiva ao redor das raízes o que pode provocar hipoxia; suprimento nutricional mais adequado, de acordo com a necessidade da cultura ao longo do tempo; redução do risco de salinização do sistema radicular, através de drenagem de nutrientes excedentes e não absorvidos pelas plantas e a possibilidade de diminuir a ocorrência de problemas fitossanitários das culturas, como doenças de solo causadas por nematoides, fungos ou bactérias (ANDRIOLI et al., 1999; BLANC, 1987; FAO, 1990).

Blanc (1987) definiu substrato agrícola como todo material, natural ou artificial, colocado em um recipiente, puro ou em mistura, que permita a fixação do sistema

radicular e sirva de suporta físico e químico a planta. Levando em consideração o desenvolvimento e metabolismo radicular, um substrato deve armazenar um volume de água adequado visando manter o equilíbrio entre o teor de oxigênio disponível para as raízes como a umidade necessária. De acordo com Salsac et al (1987), o oxigênio é indispensável para a respiração das raízes a fim de suprir a energia necessária à absorção dos nutrientes.

Andriolo et al (1999) reproduz que o ideal para um substrato é possuir a proporção correta entre as fases líquidas e sólidas; dessa forma, favorece a atividade fisiológica das raízes e ao mesmo tempo evita condições favoráveis ao aparecimento de problemas fitossanitários na região radicular. E explica ainda que qualquer material, seja orgânico ou mineral, que preencha estas condições, sem ser fitotóxico, apresenta potencial de uso como substrato agrícola.

O presente trabalho surge como uma novidade no campo do cultivo orgânico sem solo. Aparas de grama não compostadas e secas ao sol foram colocadas em vasos e utilizadas como principal fonte de nutrientes para as culturas durante todo o ciclo, sendo definido o termo Verdeponia para se referir a esta técnica. O termo e a pesquisa têm como inspiração a sequência de trabalhos desenvolvidos por Gomes et al. (2017), que usava solo no interior dos vasos, adubos orgânicos e inorgânicos, autorizados pela legislação orgânica, enquanto a atual pesquisa utilizou apenas aparas de grama como adubo.

## **CAPÍTULO I**

**PRODUÇÃO DE PIMENTÃO ORGÂNICO UTILIZANDO APARAS DE  
GRAMA NÃO-COMPOSTADAS COMO PRINCIPAL FONTE DE  
NUTRIENTES**

## RESUMO

O pimentão (*Capsicum annuum L.*) é uma das principais hortaliças do Brasil, assim como está entre as culturas com maiores níveis de utilização de agroquímicos em todas as fases de produção. Considera-se a produção orgânica uma alternativa para a redução desses índices de contaminação e o cultivo orgânico em ambiente protegido tem sido utilizado de forma competitiva e sustentável proporcionando bons resultados de produção. Uma técnica que vem sendo disseminada é a não utilização do solo como substrato visando evitar que doenças presentes no solo infectem a planta. A utilização de substratos produzidos a partir de resíduos oriundos de outros sistemas de produção agrícola é uma excelente alternativa, visto que concilia preservação ambiental, agregação de valor ao produto e economia para o produtor. A utilização da biomassa vegetal não compostada, objetivo desta pesquisa, é um assunto pouco explorado cujas informações são escassas. Dessa forma, sua utilização como principal substrato precisa passar por diferentes estudos para que essa prática possa se apresentar como uma possível alternativa a práticas já consagradas como a compostagem, que demora semanas para disponibilizar o adubo, o uso de estercos de diferentes animais que pode ocasionar salinização se aplicado em excesso dentre outros adubos orgânicos. Portanto, o trabalho objetivou desenvolver um método de cultivo a partir de biomassa vegetal não compostada como principal substrato. O tratamento 1 foi composto por vasos de 8 L com solo adubado com esterco bovino curtido na dosagem de  $25 \text{ t ha}^{-1}$ . O tratamento 2, também em vasos de 8 L, foi constituído de 1000 g de grama batatais (*Paspalum notatum*), 500 g de solo (mesmo solo do T1 entretanto não adubado), que atua como suporte físico e nutricional ao desenvolvimento inicial das mudas e 600 g de areia lavada disposta superficialmente que objetivou manter a umidade no substrato e diminuir a aeração no interior do vaso. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com área útil de 10 m<sup>2</sup>. O espaçamento era de 1,0 entre linhas e 0,5 entre vasos. Foram analisadas características morfofisiológicas como comprimento de parte aérea, espessura de caule e índice de clorofila Falker (ICF) e variáveis de produção como massa fresca de fruto, comprimento de fruto, número total de frutos por planta e produtividade estimada. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas utilizando o teste F a 5% onde foi constatado que não houve diferença significativa entre os tratamentos. A utilização da biomassa vegetal não compostada apresentou-se como uma possível alternativa a produção orgânica de pimentão em vasos e ambiente protegido.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum L.*, agricultura orgânica, substratos alternativos.

## ABSTRACT

Pepper (*Capsicum annuum L.*) is one of the main vegetables in Brazil, as well as being among the vegetables with the highest levels of use of agrochemicals in all stages of production. Organic production is considered an alternative to reduce these contamination rates and organic cultivation in a protected environment has been used in a competitive and sustainable way providing good production results. A technique that has been disseminated is the non-use of the soil as a substrate avoiding diseases present in the soil that infect the plant. The use of substrates obtained from residues from other agricultural production systems is an excellent alternative, since it reconciles environmental preservation, adding value to the product and saving for the producer. The use of non-composted plant biomass, the aim of this research, is a little explored subject whose information is scarce. Thus, its use as the main substrate needs to undergo different studies so that this practice can present itself as a possible alternative to already established practices such as composting, which takes weeks to make the fertilizer available, the use of manure from different animals that can cause salinization if distributed among other active fertilizers. Therefore, the objective of this work is to develop a cultivation method with non-composted plant biomass as the main substrate. Treatment 1 consisted of 8 L pots with soil fertilized with bovine manure at a dosage of 25 t ha<sup>-1</sup>. Treatment 2, also in 8 L pots, consisted of 1000 g of grass (*Paspalum notatum*), 500 g of soil (same soil as T1, not fertilized), which acts as physical and nutritional support for the initial development of the seedlings and 600 g of washed sand, superficially disposed, which aimed to maintain the humidity in the substrate and decrease the aeration inside the pot. The experimental design was completely randomized with a useful area of 10m<sup>2</sup>. The pots were 0.5 m apart and the lines were 1.0 m apart. Morphophysiological characteristics such as shoot length, stem thickness and Falker chlorophyll index and production variables such as fresh fruit weight, fruit length, total number of fruits per plant and estimated productivity were analyzed. The collected data were discovered through analysis of variance and the averages compared using the F test at 5% where it was found that there was no difference between treatments. The use of non-composted vegetable biomass was presented as a possible alternative to organic pepper production in pots and greenhouse.

**Keywords:** *Capsicum annuum L.*, organic agriculture, alternative substrates.

## 4 INTRODUÇÃO

A cultura do pimentão (*Capsicum annuum*) é realizada em todo o Brasil e está entre as dez hortaliças de maior importância econômica nacional, sendo a terceira solanácea mais produzida, atrás apenas do tomate e da batata. Sua produção é potencializada pelo rápido e bom retorno econômico, ciclo razoavelmente curto e pequeno período entre as colheitas (geralmente uma semana), além da grande demanda do mercado consumidor pelas múltiplas funções que este fruto pode exercer (MORTATE et al., 2018; OLIVEIRA FILHO et al., 2018).

O cultivo de pimentão orgânico ainda é visto por muitos produtores como um desafio perante os possíveis acometimentos fitossanitários à cultura. Entretanto, o elevado uso de fertilizantes químicos, que compromete cerca de 24% do custo total da produção (RIBEIRO et al., 2000), e a crescente demanda popular por um produto sem contaminação por resíduos químicos, impulsionam e viabilizam o mercado orgânico da cultura (ANVISA, 2011).

A maior parte da produção de pimentão no país é realizada em campo e de forma convencional, no entanto, diferentes técnicas, como o cultivo em ambiente protegido, e tipos de adubos orgânicos têm sido testados na cultura do pimentão com o objetivo de incrementar a produção (IBGE, 2018). O uso de ambiente protegido justifica-se pela regularidade da produção, prolongamento de colheita, melhoria da qualidade dos frutos, proteção contra intempéries ambientais e problemas fitossanitários (ANDRIOLI, 2002). A utilização de adubos orgânicos de origem animal, estercos, se tornou prática comum e econômica para os pequenos e médios produtores de hortaliças (GALVÃO et al., 1999) e de acordo com Filgueira (2000), a cultura do pimentão reage bem a este tipo de adubo, tanto em produtividade como em qualidade dos frutos. Contudo, a disponibilidade de esterco nas propriedades nem sempre é comum, o que faz com que o produtor busque fontes alternativas de adubação orgânica como restos culturais, adubos verdes e palhadas.

Uma das técnicas utilizadas no cultivo em ambiente protegido é o cultivo sem solo, uma prática desenvolvida para evitar que as doenças presentes no solo infectem a planta (VIDA et al., 2004). As principais vantagens desse sistema em relação ao convencional são o manejo mais adequado da água, o fornecimento adequado de nutrientes com redução do risco de salinização além da diminuição dos problemas sanitários (ANDRIOLI et al., 1999).

O presente estudo surge como uma avaliação de uma nova alternativa no cultivo orgânico de pimentão em vasos e ambiente protegido. Denominada de Verdeponia, a técnica testada neste trabalho objetivou avaliar o uso de aparas de grama não compostadas como principal fonte de nutrientes a cultura durante todo o ciclo.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido entre fevereiro e junho de 2019 em casa de vegetação localizada ao setor de Horticultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), situada no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil e possuindo as seguintes coordenadas: latitude 22°48'S; longitude 43°41'W; altitude de 33 m. A região possui clima classificado como Aw (classificação de Köppen), com elevadas temperaturas e precipitações no verão e inverno seco com temperaturas amenas. O período chuvoso ocorre de novembro a março, com índice pluviométrico médio de 1213 mm e temperatura média anual de 24,5 °C (CARVALHO et al., 2006).

A casa de vegetação utilizada foi do modelo Pesagro-Rio de baixo custo (figura 1). A estrutura é construída em madeira serrada, totalmente envolta com sombrite e cobertura de plástico agrícola de 100 micra (LEAL et al., 2006). Possui comprimento de 30 m e largura de 8 m, totalizando uma área de 240 m<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Vista externa da casa de vegetação utilizada no experimento (foto por Daniela Pinto Gomes).

### 5.2 Implantação do experimento

Foram produzidas mudas de pimentão (*Capsicum annuum L.*) variedade Casca Dura Ikeda, que é caracterizado por apresentar frutos lisos com formato piramidal, coloração verde-escura, comprimento de 8 a 12 cm, polpa espessa e apresenta resistência ao transporte e armazenamento. As mudas foram provenientes da empresa Katsumoto Mudas, localizada no município de Petrópolis, Rio de Janeiro. Foram cultivadas com substrato orgânico em bandeja de isopor de 200 células. O transplantio para os vasos ocorreu no dia 28 de fevereiro de 2019, 30 dias após semeadura. Foram priorizadas mudas que apresentassem de 4 a 5 folhas definitivas. Inicialmente, as plantas foram regadas manualmente todos os dias com volume de água suficiente para que o teor hídrico no interior dos vasos proporcionasse 100% de pegamento das mudas.

O experimento foi conduzido em sistema orgânico de produção em vasos com capacidade para 8 L e em dois tratamentos. O tratamento 1 (T1) foi composto por vasos

preenchidos com solo adubado com esterco bovino curtido na dosagem de 25 t ha<sup>-1</sup>. O esterco utilizado foi obtido no Setor de Bovinocultura Leiteira da UFRRJ. O solo cujo foi incorporado o esterco bovino possui textura argilosa, com baixo teor de matéria orgânica e média capacidade de retenção de umidade. Como características químicas da camada arável, obtiveram-se os resultados da tabela abaixo:

**Tabela 1.** Análise química do solo.

pH em água	cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>							%		mg/dm <sup>3</sup>		
	Al	(H+Al)	Ca	Mg	Na	SB	t	T	V	m	P	K
5,0	0,2	3,8	3,0	1,2	0,09	4,4	4,6	8,2	54,0	4,0	17,0	62

No tratamento 2 (T2), os vasos foram preenchidos com 1000 g de aparas de grama (*Paspalum notatum*) secas ao sol e posteriormente umedecidas, para que uma maior quantidade de aparas fosse colocada nos vasos, 500 g de solo (mesmo solo utilizado no tratamento 1, porém sem adubação) e 600 g de areia lavada. As aparas de grama foram originárias dos cortes dos gramados no campus da UFRRJ e exerceram a função de suprir a necessidade nutricional durante todo o ciclo da cultura. Foram colocadas no interior dos vasos de forma manual e compactadas para que uma maior quantidade fosse inserida.



**Figura 2.** Campus da UFRRJ, local de colheita de aparas de grama batatais (foto do autor).

O solo foi usado em formato de núcleo no interior dos vasos e teve como função principal dar suporte físico as mudas, estabelecendo melhor desenvolvimento radicular inicial, até que as raízes alcançassem a camada de aparas de grama que constituía o vaso. A camada de areia lavada foi usada superficialmente e objetivou conservar a umidade, diminuir a aeração e estabelecer uma compressão sobre os componentes do vaso.

Ao decorrer do experimento, foram realizadas 4 adubações de reposição das aparas de grama. Isso ocorreu devido a decomposição do material. As adubações foram realizadas com 300 g da mesma apara de grama usada no início do experimento e foram realizadas aos 28, 53, 78 e 104 dias após transplantio (DAT). Após a inserção e

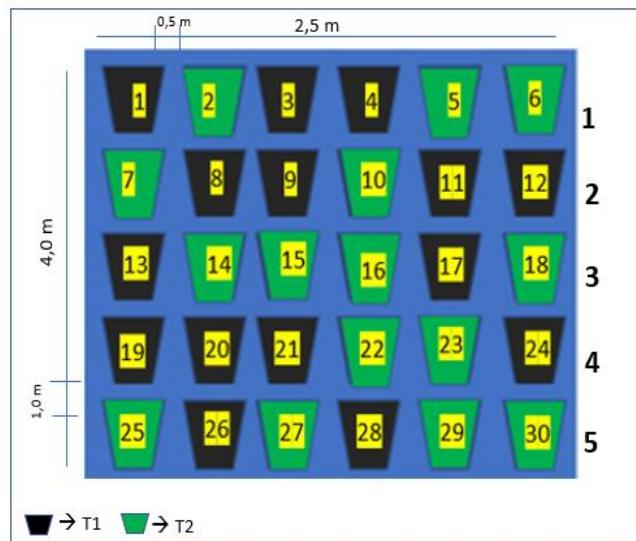
compactação manual das aparas no interior dos vasos, uma camada superficial com areia lavada de 300 g também foi utilizada.



**Figura 3.** Vasos preenchidos com aparas de grama e núcleo de solo que em seguida foram cobertos com areia lavada (foto do autor).

### 5.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e 15 repetições. As plantas foram dispostas em vasos com o espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre vasos. O experimento possuiu 5 linhas de cultivo, cada uma com 6 vasos, total de 30 vasos numa área experimental de 10m<sup>2</sup>.



**Figura 4.** Croqui experimental

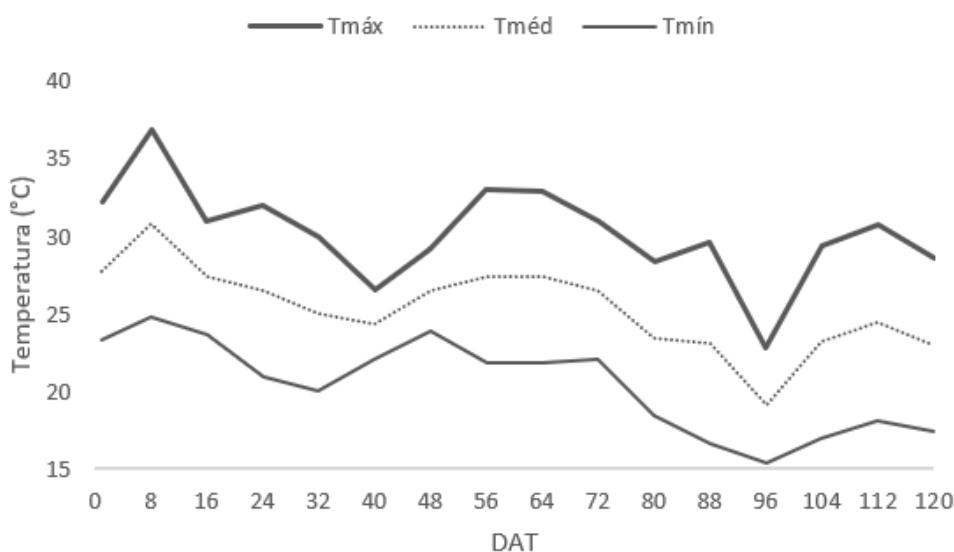
### 5.4 Condução Experimental

#### 5.4.1 Irrigação

A irrigação ocorreu de forma manual durante todo o ciclo de cultivo.

#### 5.4.2 Dados climáticos

Os valores de temperatura do ar foram obtidos a partir da estação automática meteorológica Ecologia Agrícola do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados observados na figura 5 ilustram a variação de temperaturas máximas, médias e mínimas registradas na estação automática meteorológica Ecologia Agrícola do INMET durante o período em que foi conduzido o experimento. As maiores temperaturas foram registradas no início do cultivo, ultrapassando os 35 °C e as mais baixas foram registradas a partir de 80 DAT, aproximando-se dos 15 °C. A temperatura média oscilou aproximadamente entre 20 a 30 °C durante todos os dias de cultivo



**Figura 5.** Evolução das temperaturas, expressa em valores máximos, mínimos e médios, medidas no período de 28/02/2019 a 28/06/2018.

#### 5.4.3 Controle de pragas e plantas espontâneas

Utilizou-se solução de óleo de Neem (10%) para controlar e evitar danos por pragas. A pulverização era feita ao final da tarde de 15 em 15 dias.

Plantas espontâneas foram controladas manualmente no interior dos vasos.

#### 5.4.5 Tutoramento

Para tutoramento das plantas utilizou-se a estrutura da casa de vegetação instalando-se fitilhos que foram amarrados em fios de arame dando suporte e mantendo as plantas de forma ereta.

#### 5.4.6 Avaliações

Foram avaliadas variáveis morfofisiológicas e de produção com a intenção de comparar os frutos de pimentão nos dois tratamentos. Dentre elas estão: massa de frutos

fresco (g), comprimento de fruto (cm), números de frutos total (nº por planta), comprimento de parte aérea (cm), espessura de caule (mm) e o teor de clorofila total (a + b), expresso pelo Índice de Clorofila Falker (ICF, adimensional).

A massa dos frutos frescos foi obtida através de pesagem imediata após a colheita utilizando balança digital de precisão, paquímetro digital foi utilizado para medição do comprimento dos frutos e o número de frutos por planta foi contabilizado de forma manual. Foram realizadas 4 colheitas onde determinou-se a produtividade estimada. As colheitas foram realizadas aos 88, 97, 106 e 113 DAT. Ao final da quarta colheita o experimento foi encerrado, no dia 21 de junho de 2019.

Aos 30, 60, 90 e 120 DAT, para avaliação de comprimento de parte aérea foi utilizada fita métrica rígida, para espessura de caule foi usado paquímetro digital e as leituras de clorofila foram realizadas na parte da manhã com clorofilômetro (Clorofilog Falker CFL1030, Falker, Porto Alegre, Brasil) em dois pontos do limbo de cinco folhas jovens totalmente expandidas.

### 5.7 Análise estatística

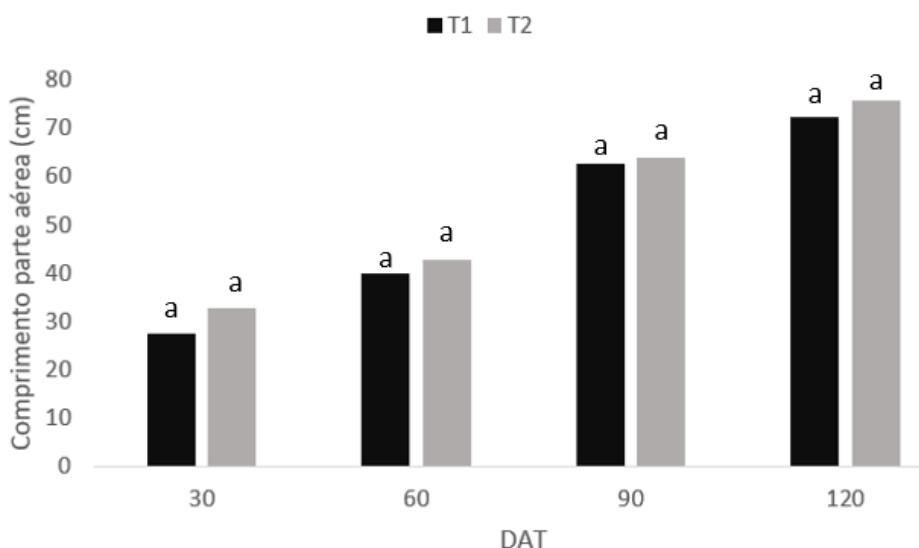
Para análise estatística foram utilizados os dados de 22 plantas, sendo 11 de cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas utilizando o teste F a 5 % de significância pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2011),

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Variáveis morfofisiológicos

#### 6.1.1 Comprimento de parte aérea

Na figura 6, pode-se observar a evolução das alturas de plantas durante avaliações realizadas ao 30, 60, 90 e 120 dias após transplantio (DAT). Constata-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhum dos períodos de avaliação



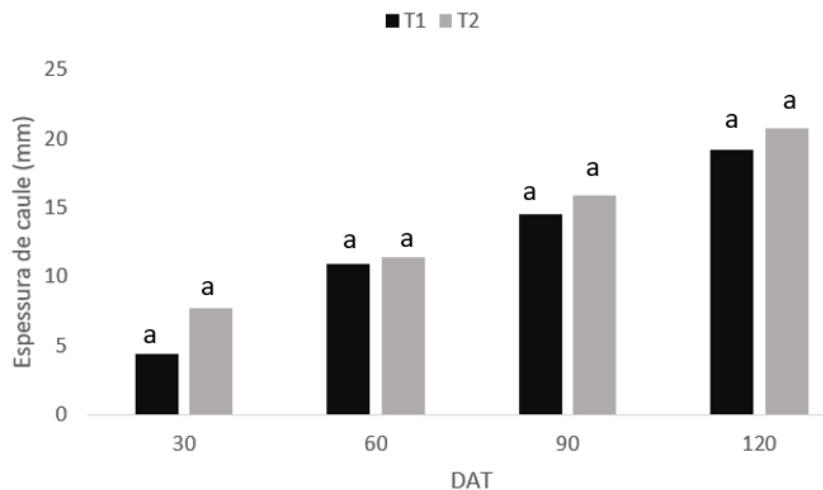
**Figura 6.** Altura das plantas aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplantio (DAT) no tratamento 1 (T1 (solo adubado com esterco)) e no tratamento 2 (T2 (aparas de grama)).

Do 30º ao 60º DAT, os valores médios de crescimento de planta foram menores quando comparado aos valores do 60º ao 90º, onde a altura aumentou de forma mais notória a partir do 63º DAT. Tal observação se relaciona com estudos realizados por Haag et al. (1970), no qual verificaram que o crescimento das plantas de pimentão foi lento nos primeiros 67 DAT, intensificando-se no período de florescimento. Observando-se o crescimento dos 90 aos 120 DAT os valores foram inferiores aos previamente analisados. A redução foi observada na fase de maior produção dos frutos o que pode ocasionar redução no crescimento em altura (CLAPHAM & MARSH, 1987).

Os resultados médios obtidos ao final do ciclo indicaram T1 com 71,3 e T2 com 75,7 cm. Valores superiores aos encontrados por Sedyiyama et al. (2014) e Araújo et al. (2014) ao final do ciclo, onde o primeiro foi realizado com uso de biofertilizante suíno no cultivo orgânico de pimentão e o segundo, também em cultivo orgânico de pimentão, que além do uso de biofertilizante, utilizou adubação localizada com esterco bovino.

#### 6.1.2 Espessura de caule

Em relação a variável espessura de caule, não foi observada diferença significativa em nenhum dos estádios de avaliação, como pode ser observado na figura 7. Foi verificado um constante crescimento até o final do ciclo onde os valores médios das plantas do T2 apresentaram 20,8 mm enquanto no T1 o valor foi de 19,2 mm.



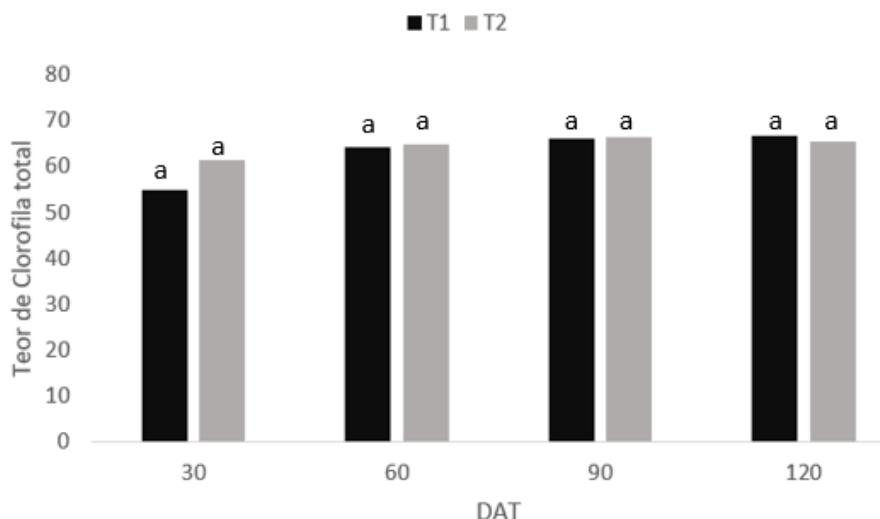
**Figura 7.** Espessura de caule (mm) aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplantio (DAT) no tratamento 1 (T1 (solo adubado com esterco)) e no tratamento 2 (aparas de grama)).

Repara-se que os maiores valores de crescimento de espessura de caule foram no período de 60 a 90 DAT, acompanhando a os valores de crescimento da variável altura de planta no mesmo período. De acordo com Souza et al. (2013), o diâmetro do caule combinado com comprimento da parte aérea, constitui um dos mais importantes caracteres morfológicos.

Em pesquisa realizada por Rodrigues et al. (2018), o maior valor de espessura de caule de pimentão híbrido foi determinado em tratamento com dosagem de 90 t ha<sup>-1</sup> de esterco caprino e alcançou o valor médio de aproximadamente 9 mm de espessura de caule ao final do ciclo. Em ensaios desenvolvidos por Padrón et al. (2015), com cultivar híbrida de pimentão e utilizando fertilizante químicos, os valores obtidos em espessura de caule após 120 DAT encontravam-se entre 15 e 18 mm.

#### 6.1.3 Teor de clorofila total ICF (Índice de Clorofila Falker)

Os valores médios do teor de clorofila total não apresentaram diferença significativa pelo teste F a 5%, como pode-se reparar na figura 8. Ao final do ciclo, o índice de clorofila Falker (ICF) foi de 66,7 no T1 e de 65,4 no T2. Os valores não apresentaram grande variação durante o ciclo sendo a maior diferença entre tratamentos registrada aos 30 DAT quando o T1 alcançou 54,9 e o T2 61,3. Este índice se correlaciona bem com o teor de nitrogênio (N) na folha da planta de pimentão e pode ser um indicativo da deficiência de N, auxiliando no manejo da adubação (VILLAS BÔAS, 2001).



**Figura 8.** Médias do teor de clorofila total (ICF) aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplantio (DAT) no tratamento 1 (T1 (solo adubado com esterco)) e no tratamento 2 (T2 (aparas de grama)).

Em pesquisas realizadas por Marcussi et al. (2003), foram determinados teores de clorofila em experimento de manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão da cv. Elisa. Os resultados obtidos aos 63, 91 e 118 DAT foram de 57,6, 62,4 e 63,6 respectivamente. Sendo esses valores inferiores aos encontrados nos dois tratamentos desta pesquisa nos períodos respectivos. SEDIYAMA et al. (2014) avaliou o índice relativo de clorofila aos 40 DAT das variedades Amanda e Rubia e em ambas obteve valores inferiores a 60. De acordo com os resultados obtidos nesta variável da presente pesquisa, pode-se indicar que o suprimento de N, nos períodos avaliados, estava suficiente para não serem observadas deficiências nas folhas de pimentão.

## 6.2 Variáveis de produção

### 6.2.1 Massa e comprimento de fruto

Pode-se verificar na tabela 2 que a massa média de frutos frescos de pimentão nesta pesquisa foi de 66,8 g e 61,2 g em T1 e T2, respectivamente. Apesar de não ter sido constatada diferença significativa, a massa média de frutos foi maior quando os frutos foram obtidos do cultivo no T1. De modo geral, a massa média alcançada neste trabalho, em ambos tratamentos, está abaixo da caracterização descrita para a cultivar utilizada, que é de 100 a 150 g (AGRISTAR, 2009). No entanto, os frutos podem ser classificados como do tipo B para comercialização (50 a 100 g) (DAMATTO JÚNIOR et al., 2005; FONTES et al., 2005; CEAGESP, 2008).

Já em relação a variável comprimento médio de fruto não houve diferença significativa entre os tratamentos sendo os valores médios de 65,3 e 62,8 mm para T1 e T2, respectivamente. Baseando-se nas normas estabelecidas pela Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), os frutos foram classificados de acordo com o comprimento na classe 6 (comprimento que vai de 61 até 80 mm).

### 6.2.2 Produtividade

Observa-se na tabela 2 que a não houve diferença significativa na produtividade estimada que foi de 21,9 e 17,4 toneladas de fruto por hectare em T1 e T2, respectivamente. A produção de frutos por vaso foi de aproximadamente 600 g no T1 e de 480 g no T2. O cultivo foi conduzido em casa de vegetação o que pode indicar que as temperaturas reais no local eram superiores do que as registradas pela estação meteorológica que fica localizada em ambiente externo e cerca de 1 km distante da casa de vegetação. De acordo com Martins et al. 1994, as estruturas de proteção da casa de vegetação (cobertura de plástico agrícola) permitem a elevação da temperatura em seu interior. Dessa forma, como ultrapassava as temperaturas consideradas ideais para produção dos frutos, 28 °C de acordo com Filgueira (2008), este pode ter sido um fator determinante para os resultados de produção e qualidade dos frutos.

Os valores estimados de produtividade do presente trabalho se aproximam das 22,1 t ha<sup>-1</sup> encontrado por Souza (2015) em cultivo orgânico com pimentão Magali-R.

Pesquisas realizadas por Silva (2017) com a produção orgânica de pimentão, também com cv. Magali-R, em sistema de plantio direto em campo estimou a produção variando entre 28,2 e 36,6 t ha<sup>-1</sup>, sendo os valores encontrados nessa pesquisa inferiores.

O número de fruto por planta (NFP) foi de 8,7 no T1 e 7,8 no T2, não ocorrendo diferença estatística entre os tratamentos.

**Tabela 2.** Massa média de fruto (g), comprimento de fruto (mm), número de frutos por planta (unidade) e produtividade estimada (t ha<sup>-1</sup>).

	T1	T2
Massa média de fruto (g)	66,8a	61,2a
Comprimento médio de fruto (mm)	65,3a	62,8a
Número de frutos por planta	8,7a	7,8a
Produtividade estimada (t ha <sup>-1</sup> )	21,9	17,4

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste F ( $p<0,05$ ).

## **7 CONCLUSÃO**

As aparas de grama não compostadas podem ser consideradas uma alternativa, após maiores investigações, como principal fonte de nutrientes para a produção orgânica de pimentão em ambiente protegido.

## **CAPÍTULO II**

**CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATEIRO EM VASOS COM APARAS DE  
GRAMA NÃO-COMPOSTADA COMO PRINCIPAL FONTE DE NUTRIENTES**

## RESUMO

Presente na mesa da maioria dos brasileiros, o tomate (*Solanum lycopersicum*) se destaca como uma das hortaliças de maior importância econômica. O fato de ser uma hortaliça muito consumida “in natura” e a preocupação com a saúde dos consumidores e produtores, devido a possibilidade de resíduos químicos, tem proporcionado um aumento pela demanda de tomate orgânico. Entretanto, esse tipo de cultivo ainda possui alguns entraves como disponibilidade de adubos orgânicos. Este trabalho objetivou desenvolver uma recomendação de um novo sistema de cultivo de tomate orgânico. Denominamos Verdeponia o cultivo em vasos e ambiente protegido baseado na utilização de biomassa vegetal não compostada como principal fonte de nutrientes e irrigação automática de baixo custo. Foram realizados dois experimentos inteiramente casualizados onde buscouse avaliar a produção e variáveis morfofisiológicas (1º experimento) e o crescimento inicial das plantas (2º experimento). Os experimentos foram com tomate do grupo Santa Cruz cv. Santa Cruz Kada. O primeiro experimento foi conduzido em vasos de 18 L com dois tratamentos. O tratamento 1 (T1) foi composto por vasos preenchidos com solo adubado com esterco bovino curtido na dosagem de 20 t ha<sup>-1</sup>. No segundo tratamento (T2), os vasos foram abastecidos com aproximadamente 1200 g de aparas de grama batatais (*Paspalum notatum*) secas ao sol, um núcleo de solo de 500 g (sem adubação), com objetivo de receber as mudas, e uma camada superficial de areia lavada com 600 g, visando manter a umidade do substrato. O segundo experimento, objetivou avaliar os efeitos da prensagem manual das aparas no vaso ao longo do cultivo sobre variáveis morfofisiológicas no estádio inicial do cultivo de tomate. Esse experimento foi realizado para testar a hipótese de que a ausência da prensagem do 1º experimento causou lentidão no crescimento inicial das plantas. Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em vasos com espaçamento de 0,5 m entre eles e 1,0 m entre linhas e em casa de vegetação de baixo custo. No experimento 1, o T1 diferiu significativamente no estádio inicial em altura de planta, espessura de caule e índice de clorofila, fato que não ocorreu ao final do ciclo. Variáveis de produção não apresentaram diferenças significativas, exceto a eficiência no uso da água que foi superior em T1. No segundo experimento não foi constatada diferença em nenhuma das variáveis analisadas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando o teste F a 5% através do programa Sisvar. A Verdeponia apresentou-se como um método promissor na produção orgânica de tomate.

**Palavras-chave:** biomassa vegetal; adubos orgânicos; fontes alternativas.

## ABSTRACT

Present on the table of most Brazilians, tomatoes (*Solanum lycopersicum*) stand out as one of the most economically important vegetables. The fact that it is a vegetable widely consumed "in natura" and the concern for the health of consumers and producers, due to the possibility of chemical residues, has provided an increase in the demand for organic tomatoes. However, this type of cultivation still has some obstacles such as the availability of organic fertilizers. This work aimed to develop a recommendation for a new organic tomato cultivation system. We call Verdeponia cultivation in pots and a protected environment based on the use of non-composted plant biomass as the main source of nutrients and low-cost automatic irrigation. Two completely randomized experiments were carried out in order to evaluate the production and morphophysiological variables (1<sup>st</sup> experiment) and the initial development of the plants (2<sup>nd</sup> experiment). The experiments were carried out with tomato from the Santa Cruz cv. Santa Cruz Kada. The first experiment was conducted in 18 L pots with two treatments. Treatment 1 (T1) consisted of pots filled with soil fertilized with tanned bovine manure at a dosage of 20 t ha<sup>-1</sup>. In the second treatment (T2), the pots were filled with approximately 1200 g of grass clippings (*Paspalum notatum*) dried in the sun, a 500 g soil core (without fertilization), in order to receive the seedlings, and a layer surface of washed sand with 600 g, in order to maintain the substrate moisture. The second experiment, aimed to evaluate the effects of manual pressing of chips in the pot during cultivation on morphophysiological variables in the initial stage of tomato cultivation. This experiment was carried out to test the hypothesis that the absence of pressing in the first experiment caused the initial growth of plants to be slow. The experiments were conducted in a completely randomized design, in pots with a spacing of 0.5 m between them and 1.0 m between rows and in a low-cost greenhouse. In experiment 1, T1 differed significantly in the initial stage in plant height, stem thickness and chlorophyll index, a fact that did not occur at the end of the cycle. Production variables did not show significant differences, except for water use efficiency, which was higher in T1. In the second experiment, no difference was found in any of the analyzed variables. The results were submitted to analysis of variance and the means compared using the F test at 5% using the Sisvar program. Verdeponia presented itself as a promising method in organic tomato production.

**Keywords:** vegetable biomass; organic fertilizers; alternative sources.

## 8 INTRODUÇÃO

Originário da região andina da América do Sul (JENKINS, 1948), o tomate (*Solanum lycopersicum*) se destaca pela área plantada e volume de produção, sendo a segunda hortaliça mais cultivada no Brasil (IBGE, 2016). Considerada uma das espécies olerícolas mais disseminadas no mundo, as perspectivas para crescimento ainda são grandes devido ao seu potencial de mercado tanto na forma in natura quanto na forma industrializada (FERREIRA et al., 2010). O principal sistema de cultivo de tomate é o convencional, com o uso de elevada quantidade de insumos sintéticos (PEREIRA et al., 2013).

O uso contínuo e exagerado de insumos externos na agricultura convencional, como fertilizantes de alta solubilidade, água e agrotóxicos, está minando e poluindo os recursos naturais com um grande impacto sobre a sustentabilidade do meio agrícola (RONGA et al., 2015).

No Brasil, o crescimento da agricultura e do mercado de orgânicos tem se mostrado promissor (Mooz e Silva, 2014; Costa et al., 2017). De acordo com diferentes autores, os alimentos originários de sistemas de produção orgânicos, sejam frescos ou processados, vêm sendo procurados principalmente devido a aspectos relacionados à saúde, segurança alimentar, ética, teor nutricional e sustentabilidade ambiental (Lima et al., 2011; Dias et al., 2015).

Uma alternativa à agricultura convencional, vista por muitos como uma excelente oportunidade, é a produção orgânica de tomate. Entretanto, é considerada um grande desafio tanto para produtores quanto cientistas, devido à falta de desenvolvimento de genótipos para o cultivo orgânico, exigência nutricional e fitossanitária e disponibilidade de adubos orgânicos (Tu et al., 2006; Luz et al., 2007; Okada et al., 2009; Melo et al., 2009; Sedyama et al., 2014; Mansour et al., 2014).

Diferentes estudos investigam o uso de diversos adubos orgânicos na cultura do tomate. Yang et al. (2015) avaliou o uso de vermicomposto, esterco de galinha e esterco de cavalo com diferentes lâminas de irrigação, sendo o vermicomposto responsável pelas maiores produtividades. Madrid et al. (2009) avaliaram o efeito de resíduos orgânicos e fertilizantes de alta solubilidade e o melhor resultado foi obtido com a mistura de esterco com turfa. Gomes et al. (2017) testou doses de torta de mamona e cinza de madeira em vasos e ambiente protegido com irrigação automática em diferentes níveis. Os melhores resultados foram obtidos com 140 g de cinza e 280 g de torta de mamona por planta.

A presente pesquisa surge com o objetivo de testar uma nova recomendação do cultivo orgânico de tomate. Denominada de Verdeponia, a técnica visa a utilização de fontes abundantes de biomassa vegetal não compostada como principal fonte de nutrientes a cultura além do uso de acionador automático de irrigação objetivando um manejo adequado da água, podendo viabilizar a produção sem riscos à saúde humana e com menor impacto ambiental.

## **9 MATERIAL E MÉTODOS**

### **9.1 Caracterização da área experimental**

Foram conduzidos dois experimentos, em sistema orgânico de produção, com tomate (*Solanum lycopersicon L.*) do grupo Santa Cruz cultivar Santa Cruz Kada em mesma casa de vegetação, modelo PESAGRO-RIO, que foi utilizada para condução do experimento com pimentão, no capítulo I. A casa de vegetação fica localizada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica- RJ, Brasil. A região possui clima Aw, de acordo com a classificação de Köppen. Possui temperaturas elevadas e chuvas no verão. Já o inverno é seco com temperaturas amenas. As chuvas se concentram no período de novembro a março, com precipitação anual média de 1213 mm e temperatura média anual de 24,5 °C (CARVALHO, 2006).

### **9.2 O cultivo do tomate**

O primeiro experimento objetivou avaliar variáveis morfofisiológicas e de produção e as mudas foram produzidas em estufa localizada na Fazendinha Agroecológica do km 47, Seropédica-RJ. Foram utilizadas bandejas de isopor de 200 células, preenchidas com substrato orgânico constituído por vermicomposto como componente básico (83%), fino de carvão vegetal (15%) e torta de mamona (2%) (OLIVEIRA et al., 2011). A irrigação das mudas ocorreu de forma automática três vezes ao dia até o dia do transplantio para os vasos.

O transplantio ocorreu no dia 10 de junho de 2019 (28 dias após semeadura (DAS)), na parte da manhã e os vasos utilizados foram de plástico, com capacidade para 18 L e possuíam revestimento prateado que objetivou maior controle da temperatura em seu interior. Com o intuito de diminuir a incidência de plantas espontâneas nas entrelinhas, a área de cultivo foi coberta com plástico (figura 9). O controle de plantas espontâneas no interior dos vasos foi realizado semanalmente e de forma manual. A poda dos ramos laterais foi realizada manualmente, sempre quando necessária e se iniciou aos 14 dias após o transplantio (DAT). Solução de óleo de Neem (10%) foi utilizada para repelir eventuais insetos-prega. O tutoramento foi realizado com fitilho plástico e iniciou-se aos 26 DAT. A condução das plantas ocorreu em haste única e a partir da formação da terceira folha após o 7º cacheo foi realizada a capação do tomateiro. Durante o experimento foram realizadas 8 colheitas nas seguintes datas: 11/09, 17/09, 24/09, 01/10, 08/10, 14/10, 20/10 e 28/10. A partir do transplantio, o experimento teve a duração de 140 dias.

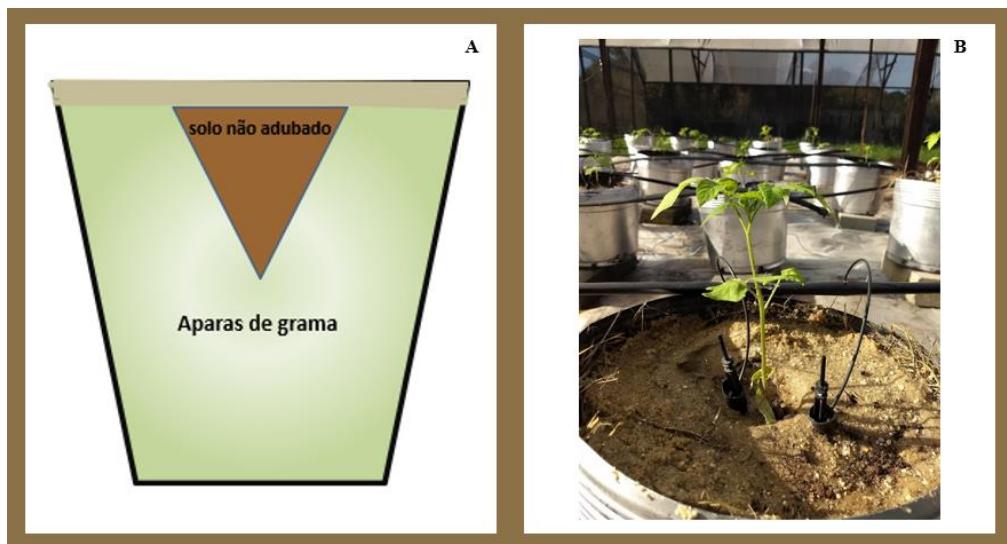


**Figura 9.** Vasos de 18 L com mudas de tomate recém transplantadas e dispostos no interior da casa de vegetação (foto do autor).

O experimento 1 foi conduzido em dois tratamentos em vasos de 18 L: o tratamento 1 (T1), os vasos foram preenchidos com solo adubado com esterco bovino curtido na dosagem de  $20 \text{ t ha}^{-1}$ . O esterco utilizado foi proveniente do Setor de Bovinocultura Leiteira da UFRRJ. O solo que foi incorporado o esterco bovino possui textura argilosa, com baixo teor de matéria orgânica e média capacidade de retenção de umidade. Como características químicas da camada arável, observou-se: pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) = 5,0; P = 19,00 e K = 60,00 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Ca, Mg e Al = 3,20, 1,00 e 0,40 cmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$ , respectivamente.

No segundo tratamento (T2), os vasos foram abastecidos com aproximadamente 1200 g de aparas de grama batatais (*Paspalum notatum*) cortadas e secas ao sol e para que fosse usada uma quantidade maior, foi realizado o molhamento das aparas 24 horas antes de colocá-las nos vasos, um núcleo de solo (mesmo solo utilizado no tratamento 1, mas sem adubação) com 500 g e uma camada superficial de areia lavada com 600 g. Pode-se observar o esquema de montagem e o vaso já com todos os componentes na figura 10. As aparas de grama utilizadas foram coletadas e reaproveitadas dos cortes dos gramados no campus da UFRRJ e atuaram como principal substrato ao longo do ciclo de cultivo. Durante os 140 dias de cultivo, a decomposição da biomassa ocorria de forma constante o que gerou a necessidade de uma recomposição do material. Foram realizadas 3 recomposições com 600 g de aparas de grama, de mesma procedência. O procedimento foi realizado aos 30, 60 e 90 DAT. A partir da recomposição, outra camada de areia com aproximadamente 600 g era acrescentada, formando uma nova camada superficial.

O núcleo de solo exerceu a função de suporte físico para as mudas, possibilitando melhor estabelecimento e desenvolvimento radicular inicial. As camadas de areia lavada tiveram como objetivos conservar a umidade e comprimir a grama, com a intenção de compactá-la, no interior dos vasos e diminuir a aeração, como pode ser observado na figura 10.



**Figura 9.** Esquema com estrutura de montagem do vaso do tratamento com aparas de grama (T2) (A) e vasos dispostos no interior da casa de vegetação com mudas transplantadas e sistema automático de irrigação (B) (foto do autor).

Durante a fase inicial do experimento 1, as mudas do tratamento 2 apresentaram lentidão e dificuldade de estabelecimento. Após observações, constatou-se que havia necessidade de uma prensagem manual, comprimindo as aparas de grama e diminuindo a aeração no interior do vaso. Tal mecanismo passou a ser adotado e realizado semanalmente. As plantas responderam ao procedimento de forma gradativa, retomando seu pleno crescimento paulatinamente. Dessa forma, definiu-se a realização de um segundo experimento para avaliação do estádio inicial de crescimento das plantas e verificação da eficácia do mecanismo de prensagem manual desde os primeiros dias de cultivo.

No experimento 2, com tomate de mesma cultivar, o objetivo foi avaliar os efeitos da prensagem manual sobre as aparas de grama no interior dos vasos e sua influência em variáveis morfofisiológicas no estádio inicial e a semeadura aconteceu no próprio vaso de cultivo no dia 30/07/2019. O experimento foi conduzido em vasos plásticos com capacidade para 8 L. Assim como o primeiro, foram dois tratamentos: T1 e T2. O tratamento 1 foi composto por vasos preenchidos com solo adubado com esterco bovino na dosagem de  $20 \text{ t ha}^{-1}$ . O esterco bovino é de mesma procedência do experimento I assim como o solo utilizado. O tratamento 2 teve como principal fonte de nutrientes 1000 g de aparas de grama não compostada e secas ao sol, também molhadas antes de dispostas no interior dos vasos, de mesma origem do experimento I. Para composição dos vasos foram usados também: 300 g de solo não adubado, formando um núcleo, e 500 g de areia lavada que exerceu a mesma função do experimento supracitado. A camada de areia lavada foi colocada 10 dias após emergência das plântulas, tendo em vista que a semeadura foi realizada no núcleo de solo do vaso de cultivo.

Foram semeadas de 7 a 10 sementes e de acordo com a germinação era feito o desbaste para que ficasse apenas uma plântula por vaso. A irrigação das mudas foi diária e manual.

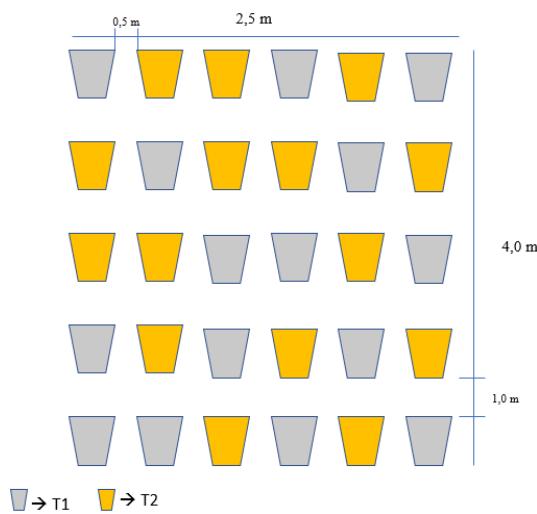


**Figura 10.** Disposição dos vasos do experimento 2 no interior da casa de vegetação.

A prensagem manual ocorreu a partir do 10º dia após emergência e foi realizada semanalmente durante todo período de experimentação, a fim de testar e comparar com o estádio inicial do experimento I. A prensagem manual era uma leve compressão feita com ambas as mãos, ao mesmo tempo, até sentir resistência do substrato. O experimento teve a duração total de 73 dias, contados desde a semeadura, sendo finalizado dia no 10/10/2019.

### 9.3 Delineamento experimental

Nos dois experimentos realizados o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e 15 repetições. Os vasos foram dispostos com o espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre vasos. O experimento possuiu 5 linhas de cultivo, cada uma com 6 plantas, total de 30 plantas numa área experimental de 10m<sup>2</sup>.



**Figura 11.** Croqui experimental.

## 9.4 Variáveis avaliadas

### 9.4.1 Variáveis de produção

As variáveis de produção avaliadas no experimento I foram: as massas de frutos totais (MFT) (kg por planta), os diâmetros de fruto total (DFT) (mm) e os números de frutos total (NFT) (nº por planta). Foi considerado como frutos não-comerciais, aqueles que apresentavam diâmetro equatorial menor que 40 mm e/ou defeitos como: podridão, passados, podridão apical, queimados, ocações, lóculo aberto, amarelados, rachados e com danos profundos, conforme indicado pelo Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura, (2003). A massa de fruto foi obtida imediatamente após a colheita a partir de balança digital de precisão e o diâmetro de fruto foi realizado com paquímetro digital.

### 9.4.2 Variáveis morfofisiológicas e de qualidade

Os seguintes aspectos morfofisiológicos das plantas foram avaliados ao 1º e aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após transplantio (DAT) no experimento I e no 28º, 43º, 58º e 73º dia após semeadura (DAS) no segundo experimento: altura de plantas, espessura de caules e índice de clorofila Falker (clorofila a + clorofila b). A altura de plantas foi obtida através de fita métrica rígida e seu valor correspondeu à distância compreendida entre a base da planta, a partir do substrato e o ápice da planta, de acordo com Otoni et al. (2012); paquímetro digital foi usado para determinação da espessura de caule na região basal da planta, de acordo com Campos (2013) e o índice de clorofila Falker (ICF) através de Clorofilog Falker CFL 1030. A leitura do ICF foi realizada de acordo com metodologia descrita por Fontes e Araújo (2007) em cada cinco folíolos por folha, sendo dois de cada lado (laterais) e uma no folíolo terminal, de modo a representar toda a superfície da folha amostrada. As folhas amostradas foram as mais jovens, completamente desenvolvidas e adjacentes ao cacho, sendo obtidas duas amostras foliares para cada ponto amostral, totalizando 10 leituras em cada ponto, e o valor de leitura atribuído para o ponto foi a média das 10 leituras.

O teor de sólidos solúveis totais foi realizado a cada colheita do experimento I. Foram coletados 5 frutos de cada parcela experimental para a determinação do teor de sólidos solúveis. Para essa medição dessa variável foi utilizado um refratômetro digital portátil (RT-30ATC).

A temperatura no interior dos vasos foi medida aos 45, 75 e 105 DAT no experimento 1 e aos 50 e 70 DAS experimento 2, através do aparelho ProCheck Hand-held readerSerial (RS-232), Decagon Devices.

Ao final do experimento I as plantas foram colhidas e separadas em parte aérea (caule e folhas) e raízes. Após a lavagem, o material foi acondicionado em sacos de papel, sendo seco em estufa com circulação de ar forçada e temperatura de 65 °C, até atingir a massa constante. Logo após foi determinando, a matéria seca de parte aérea, em balança digital de precisão.

## 9.5 Sistema de Irrigação

O manejo da água de irrigação no experimento I foi realizado por meio do acionador automático para irrigação (MEDICI et al., 2010) que conforme regulagem, aciona o sistema de irrigação quando uma determinada tensão da água no substrato é atingida. A faixa de tensão da água no solo que este dispositivo aciona a irrigação é de 4 a 13 kPa

(MEDICI et al., 2010), e neste experimento, o mesmo foi regulado para aplicar água quando a tensão da água no substrato atingisse 4 kPa, dessa forma elevando a umidade do solo a níveis de capacidade de campo. A regulagem desse dispositivo é realizada a partir do desnível entre sua capsula porosa (vela de filtro) e o pressostato.

Foram instalados dois sistemas de irrigação independentes sendo um para cada tratamento. Antes do transplantio das mudas foram realizados ensaios em cada parcela experimental para quantificar a uniformidade de distribuição de água pelos gotejadores e a vazão real dos mesmos, utilizando-se o método proposto por Mantovani et al. (2009). O coeficiente de uniformidade de Christiassen foi de, aproximadamente, 95,3 e 90,9 %, e a vazão de 1,7 L.h<sup>-1</sup> e 1,6 L.h<sup>-1</sup> respectivamente.

Durante os 10 primeiros dias as plantas foram irrigadas manualmente, todos os dias com volume de água suficiente para que o teor hídrico no interior dos vasos proporcionasse 100% de pegamento das mudas. Após esse período, estabeleceu-se a irrigação automática.

No experimento II a irrigação ocorreu de forma manual durante o período de avaliação sendo realizada diariamente, de modo que a saída de água pela parte basal dos vasos era o indicador para cessar a irrigação.

## 9.6 Eficiência no uso da água (EUA)

A eficiência no uso da água (EUA) (kg m<sup>-3</sup>) do experimento I foi obtida pelo cálculo da massa de fruto comercial (MFC) produzida por lâmina de água aplicada, conforme a equação 1 (LOVELLI et al., 2007):

$$\text{EUA} = \left( \frac{Y}{I} \right) \times 10^{-1} \quad (1)$$

em que:

Y = produtividade comercial da cultura, em kg ha<sup>-1</sup>; e

I = lâmina aplicada pela irrigação, em mm.

## 9.7 Nutrientes da biomassa vegetal utilizada

Após coletadas, as aparas de grama foram secas em estufa de circulação forçada a 60 °C e foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizantes, localizado no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A análise quantificou o teor de macro e micronutrientes contidos nos tecidos vegetais das aparas de grama ao início e final do experimento I.

## 9.8 Dados climáticos da cidade de Seropédica no período do experimento

Os valores de temperatura do ar foram obtidos a partir da estação automática meteorológica Ecologia Agrícola do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Dados climáticos

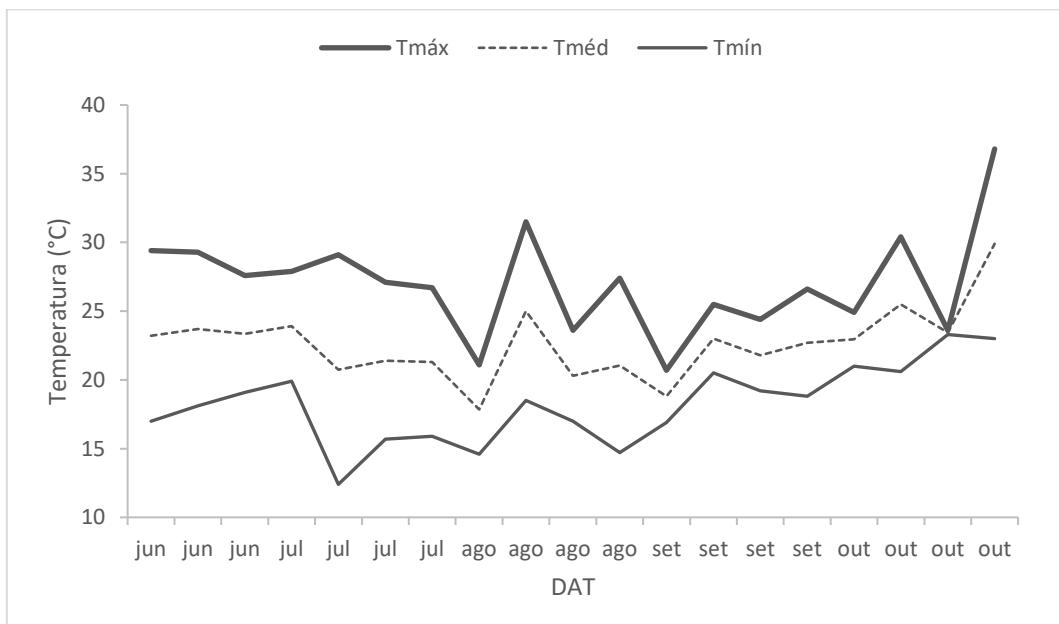
A variável climática que mais afeta a produtividade e a qualidade dos frutos de tomate é a temperatura (SILVA et al., 2011). Pode-se observar na figura 13 a variação de temperaturas de máxima, mínima e média registradas na estação automática meteorológica Ecologia Agrícola do INMET, durante o período em que foram realizados os dois experimentos.

### Experimento 1

O experimento foi realizado de 10/06/2019 a 28/10/2019 e os valores máximos registrados foram ao final do ciclo quando a temperatura chegou a 36,7 °C. Durante maior parte do experimento as temperaturas máximas oscilaram entre 25 e 30°C. A menor temperatura registrada foi de 12,4 °C, com aproximadamente 30 dias após transplantio (DAT) do experimento 1. As temperaturas médias durante maior período do ciclo variaram entre 17 e 23 °C. De acordo com Filgueira (2008), a faixa ideal de temperatura é de 21-28°C, durante o dia, e de 15-20° C, à noite, sendo temperaturas mais elevadas a essas prejudiciais a frutificação e pegamento dos frutos.

### Experimento 2

O experimento foi conduzido de 30/07/2019 a 10/10/2019 e a temperatura máxima registrada neste foi de 32°C. As temperaturas médias oscilaram entre 17 e 22 °C e a temperatura mínima registrada foi de 14,7 °C. Como o experimento visou avaliar os estádios iniciais de cultivo, a temperatura não teve influência negativa sobre as variáveis analisadas.



**Figura 12.** Evolução das temperaturas, expressa em valores máximos, mínimos e médios, medidas nos períodos de 10/06/2019 a 28/10/2019.

### 9.9 Análise Estatística

Para análise estatística foram utilizados os dados de 24 plantas, sendo 12 de cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas utilizando o teste F a 5 % de significância pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

## 10 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 10.1 Temperaturas médias no interior dos vasos

Não foi constatada diferença significativa em nenhuma avaliação feita tanto no experimento 1 quanto no experimento 2 de tomate. Isso significa que a temperatura no interior dos vasos com solo (T1) e dos vasos com aparas de grama (T2) não apresentou diferenças nas datas averiguadas que pudessem comprometer a produção e o desenvolvimento da cultura do tomate. As temperaturas médias obtidas no interior dos vasos aos 45, 75 e 105 DAT no experimento 1 e aos 50 e 70 DAS no experimento 2 indicam que a decomposição das aparas não acarretou aquecimento do substrato nos vasos.

Todas as médias registradas estão acima das temperaturas do ar registradas na cidade no momento da condução do experimento.

**Tabela 3.** Temperaturas médias registradas no interior dos vasos do tratamento com solo adubado com esterco (T1) e dos vasos com aparas de grama (T2) aos 45, 75 e 105 dias após transplantio (DAT) do experimento 1 e aos 50 e 70 dias após semeadura (DAS) no experimento 2.

Temperatura no interior do vaso (°C)			
Exp.1/DAT	45	75	105
T1	28,6a	30,2a	31,4a
T2	29,3a	30,9a	32,6a
Exp.2/DAS	50	70	-
T1	31,4a	32,2a	-
T2	31,7a	32,6a	-

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste F ( $p<0,05$ ).

### 10.2 Parâmetros morfofisiológicos

#### 10.2.1 Altura de planta

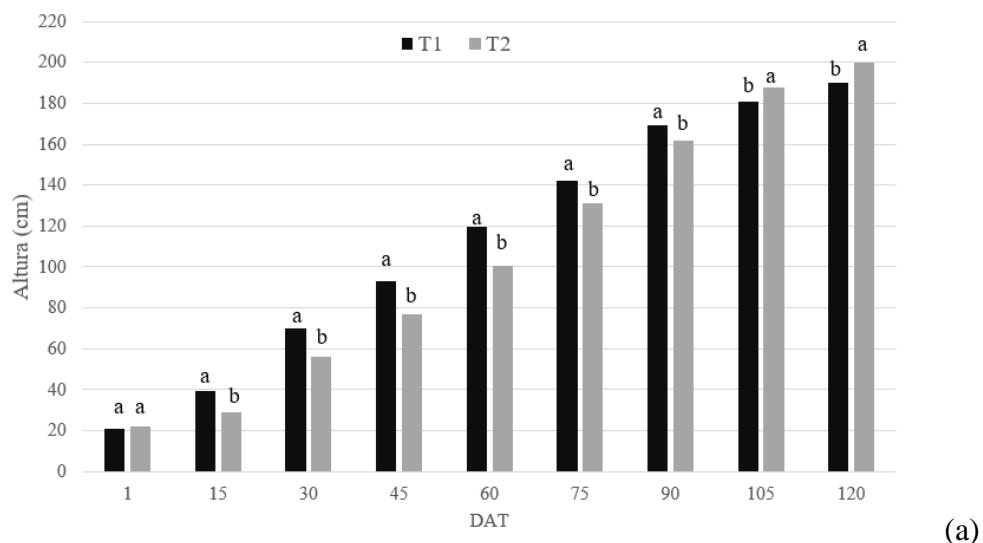
A variável comprimento de parte aérea ou altura de planta, normalmente, reflete o vigor da planta quando esta não sofreu estiolamento. (LOUWS et al., 2010). As médias de altura de parte aérea das plantas podem ser observada na figura X (a) experimento 1 e (b) experimento 2.

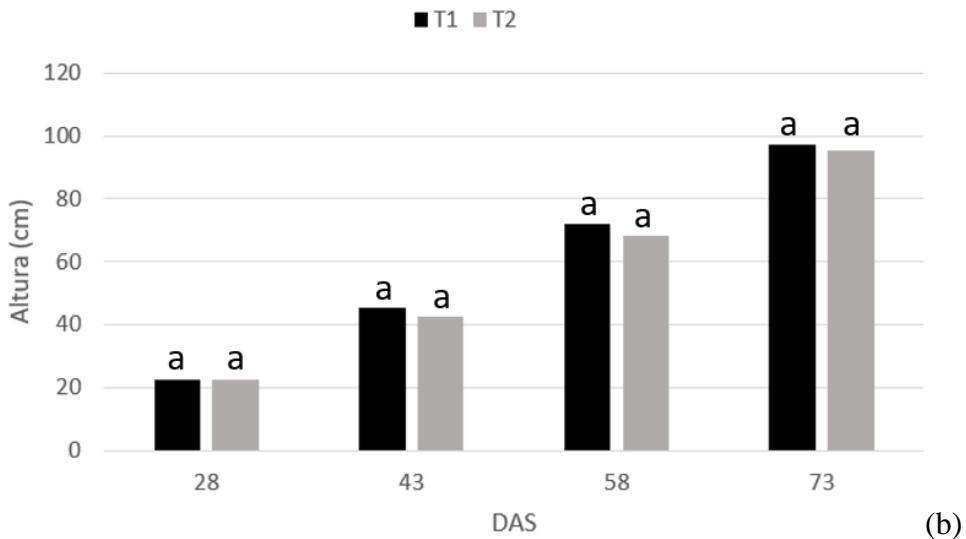
No primeiro experimento, os dados foram coletados ao 1º e aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após o transplantio (DAT) das mudas. Observa-se que no 1º dia não houve diferença significativa, sendo o valor aproximado de 20 cm de altura média para ambos os tratamentos. Dos 15 aos 90 DAT verifica-se diferença significativa entre os tratamentos sendo as maiores médias registradas em T1. Observa-se ainda que as maiores diferenças entre os valores foram identificadas do 15º ao 60º DAT. Aos 75 e 90 DAT, apesar da diferença estatística, nota-se uma redução na diferença entre a médias de T1 e T2. Aos 105 e 120 DAT também foram constatadas diferenças significativas, porém com as maiores médias registradas no T2. Durante os estádios iniciais de crescimento, foi observada dificuldade e lentidão no crescimento das plantas do T2, o que é comprovado

pelos valores ilustrados na figura X. Após observações, ficaram estabelecidas que uma prensagem manual sobre as aparas de grama no interior dos vasos era necessária para evitar o excesso de aeração do substrato, que poderia estar comprometendo o crescimento das plantas. A partir disto, o procedimento foi realizado semanalmente. Posteriormente, as diferenças entre alturas das plantas de T1 e T2 foram diminuindo até que ao final do ciclo, as plantas que apresentaram dificuldades de estabelecimento no início (T2), terminaram com médias superiores. Ao final do experimento, as médias de altura das plantas alcançaram aproximadamente 190 e 200 cm em T1 e T2, respectivamente. Os valores finais encontrados estão dentro dos valores descritos por Filgueira (2008) para tomate do grupo Santa Cruz.

Na figura x (b), observa-se as médias de alturas de plantas dias após a semeadura (DAS) nos vasos. Lembrando que neste experimento (2), o objetivo era avaliar a eficácia da prensagem manual nos estádios iniciais de crescimento da cultura. Dessa forma, a prensagem era realizada semanalmente. Os dados não apresentam diferença estatística significativa, o que pode indicar o efeito positivo da técnica de prensagem manual das aparas de grama no interior dos vasos.

O crescimento das plantas pode estar relacionado com a disponibilidade de nutrientes, principalmente o nitrogênio (N), visto sua importância para o desenvolvimento vegetal. O N constitui diversos compostos da planta, incluindo as proteínas e ácidos nucléicos relacionando-se com a formação de DNA e RNA, regulação da taxa fotossintética, resultando em aumento da divisão celular e crescimento da planta (HAQUE et al., 2011).





**Figura 13.** Altura das plantas do tratamento 1 (T1) (solo adubado com esterco) e tratamento 2 (T2) (aparas de grama) no 1º e aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após transplantio (DAT) durante o experimento 1 (a) e altura das plantas aos 28, 43, 58 e 73 dias após semeadura (DAS) durante o experimento 2 (b).

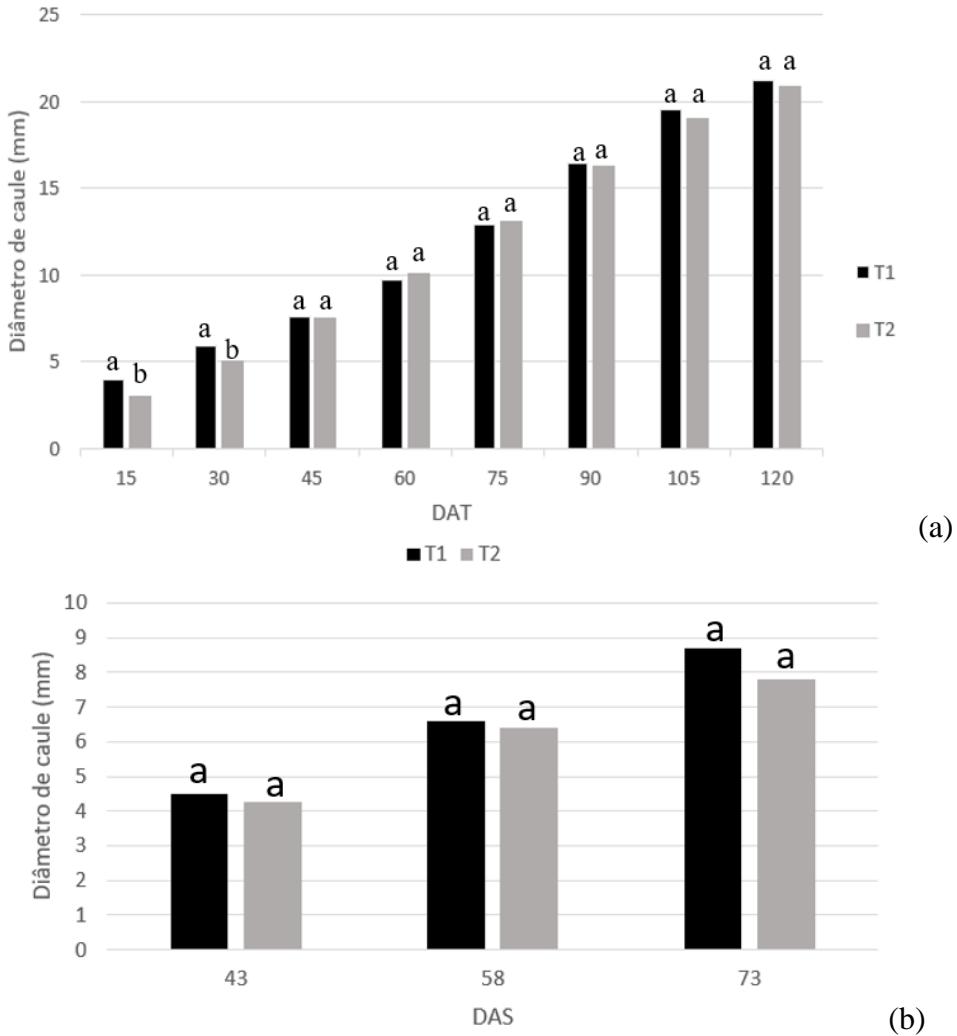
#### 10.2.2 Diâmetro de caule

As médias de diâmetro de caule podem ser observadas na imagem X. No experimento 1, os dados foram obtidos aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 DAT. No experimento 2, foram obtidos aos 43, 58 e 73 DAS.

Os valores obtidos no primeiro experimento demonstram uma diferença significativa nos estádios iniciais de crescimento, o que não ocorreu a partir do 45º DAT em diante. A diferença pode estar relacionada com a dificuldade de estabelecimento das plantas no início do experimento, evidenciando o efeito da prensagem manual e das adubações de reposição com mais aparas de grama.

No segundo experimento, a diferença significativa não ocorreu em nenhuma das avaliações realizadas, o que sugere mais uma indicação da eficácia da prensagem manual sob as aparas de grama no interior dos vasos.

Como pode-se notar na figura 15, o diâmetro de caule acompanhou o aumento da altura de plantas (figura x) e isso relaciona-se com estudos de Adams (1986) e Papadopoulos (1991) que indicam que a falta de N pode comprometer o aumento de vigor das plantas associando-se à altura da planta ao diâmetro de caule (NAVARRETE et al., 1997), o que mostra que não houve limitação por parte deste nutriente no presente estudo.



**Figura 14.** Diâmetro de caule do tratamento 1 (T1) (solo adubado com esterco) e tratamento 2 (T2) (aparas de grama) aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após transplantio (DAT) durante o experimento 1 (a) e altura das plantas aos 43, 58 e 73 dias após semeadura (DAS) durante o experimento 2 (b).

#### 10.2.3 Índice de Clorofila Falker

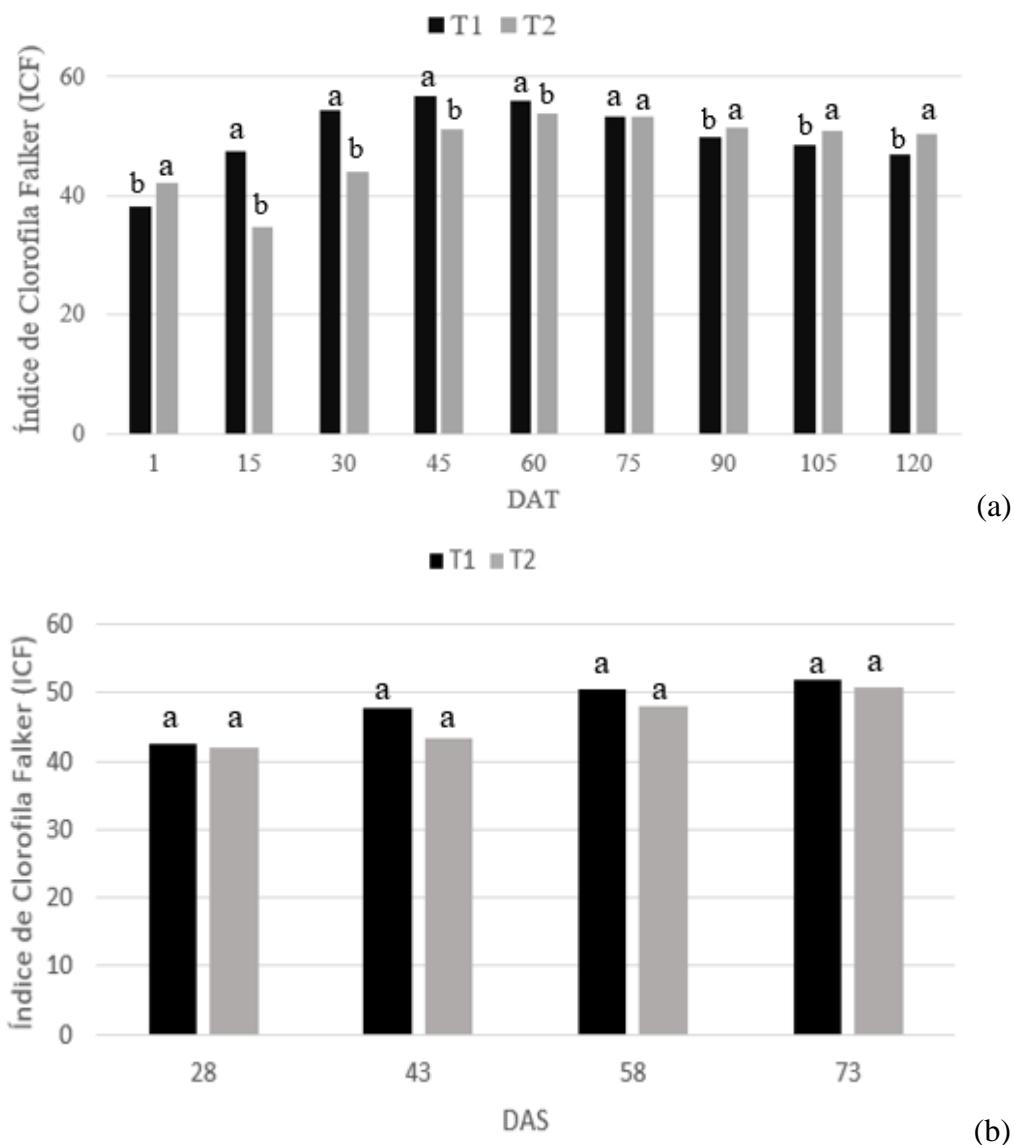
Verifica-se na figura 16 o ICF durante os dois experimentos. No experimento 1, os dados foram coletados ao 1º e aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 DAT. No experimento 2, os dados foram obtidos aos 28, 43, 58 e 73 DAS.

Durante o experimento 1, detectou-se diferenças significativa em todas as avaliações realizadas, exceto no 75 ° DAT. Observa-se ainda que no início do cultivo, os valores em T1 foram superiores e a partir de 90 DAT o quadro sofreu mudanças e ao final do ciclo os maiores índices de clorofila foram registrados em T2. Isso pode ocorrer em função das adubações realizadas em T2 ao longo do ciclo e a dificuldade de estabelecimento das mudas no início do cultivo.

Diferentes autores com diferentes culturas, batata (GIL et al., 2002), abóbora (SWIADER & MOORE, 2002) e tomate (FERREIRA et al., 2006) indicam que o incremento de doses N aplicado influenciam no aumento dos teores de clorofila total. O

N é um nutriente que atua na síntese e estrutura das moléculas de clorofila, de modo que o aumento do suprimento de N às plantas, até determinado limite, aumenta os teores de clorofila e intensidade de cor verde nas folhas (FONTES & ARAUJO, 2007).

Em trabalhos realizados por Morais (2017) utilizando clorofilômetro Falker 1030 e tomate cultivar Santa Cruz Kada, alcançou-se o valor de 46,6 aos 60 DAT como o máximo de clorofila em plantas e para isso fez aplicação de 228 kg ha<sup>-1</sup> de N. Nesta pesquisa, aos 60 DAT os valores eram de 55,3 e 52,7 em T1 e T2, respectivamente. O maior índice de clorofila nesta pesquisa foi aos 45 DAT em T1, com 56,7 e aos 60 DAT em T2. Ao final do ciclo, T1 apresentou 46,5 e T2 50,1.



**Figura 15.** Índice de Clorofila Falker (ICF) do tratamento 1 (T1) (solo adubado com esterco) e tratamento 2 (T2) (aparas de grama) no 1º e aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após transplantio (DAT) durante o experimento 1 (a) e aos 28, 43, 58 e 73 dias após semeadura (DAS) durante o experimento 2 (b).

### 10.3 Macronutrientes nas aparas de grama antes e após o cultivo

Os valores apresentados na tabela X abaixo representam os teores de macronutrientes encontrados nas aparas de grama no início e ao final do ciclo de tomate no experimento 1.

De modo geral, os valores encontrados tanto no início quanto ao final do ciclo foram próximos. Os resultados apresentados na tabela X mostram que houve aumento no teor de N, P e Mg quando comparados valores iniciais aos finais das aparas de grama. O valor de K diminuiu ao final do ciclo e o Ca se manteve o mesmo. A proximidade dos valores em estádio inicial e final pode ser resultante das adubações feitas periodicamente com aparas de grama que tiveram como objetivo manter disponíveis nutrientes ao longo de todo o ciclo da cultura. Os valores finais obtidos comprovam a eficácia da adubação.

Em ensaios realizados por Lima et al. (2011), com o objetivo de quantificar os teores de macronutrientes em grama batatais, foram obtidos os seguintes valores (em dag kg<sup>-1</sup>) para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente: 1,54, 0,2, 1,85, 0,23 e 0,25. Observa-se que os valores de N, Ca e Mg foram superiores nas duas análises realizadas nesta pesquisa. Os valores encontrados em P e K foram pouco inferiores quando comparados aos resultados encontrados por Lima et al. (2011). Tanto os valores encontrados na presente pesquisa como no trabalho de Lima et al. (2011) estão dentro da faixa adequada do teor de macronutrientes em grama batatais, de acordo com a Embrapa (1997).

Em diferentes pesquisas conduzidas no estado de São Paulo a cultivar Santa Cruz apresentou a seguinte ordem de extração dos macronutrientes: K, N, Ca, S, P e Mg (FILGUEIRA, 2008). Isso pode explicar, pelo menos parcialmente, o menor valor no teor de K nas aparas de grama ao final do cultivo quando comparamos ao valor inicial.

Em pesquisas desenvolvidas por Fayada et al. (2002) sobre o consumo de elementos minerais pela planta de tomate em cultivo no campo e em casa de vegetação, observou-se que potássio foi o nutriente mais absorvido com o máximo de absorção aos 120 dias após o transplante das mudas.

**Tabela 4.** Teor de macronutrientes presentes nas aparas de grama em quantificações feita ao início e ao final do ciclo do tratamento 2 (T2) (aparas de grama).

Estágio de avaliação	Macronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg
dag kg <sup>-1</sup>					
Inicial	2,24	0,16	1,14	0,4	0,36
Final	2,86	0,19	0,89	0,4	0,42

### 10.4 Variáveis de Produção

Observa-se na tabela 5 que não houve diferença estatística significativa entre os valores médios de massa de fruto, diâmetro longitudinal e diâmetro equatorial de frutos de tomate quando comparados os tratamentos 1 e 2 desta pesquisa.

A massa média de frutos no T1 foi de 124,9 g e o T2 de 118,6 g (tabela 5). Os valores encontram-se dentro do esperado para tomates do grupo Santa Cruz. De acordo com Filgueira (2008), a massa de frutos deste grupo pode variar entre 100 e 180 g. Os valores estão acima dos encontrados, em tomates do grupo Santa Cruz, em pesquisas realizadas

por Melo et al. (2009) que averiguou o desempenho de cultivares de tomateiro em sistema orgânico sob cultivo protegido. Os valores encontrados nesta pesquisa também são superiores aos verificados por Pires et al. (2009) que para massa média de fruto verificaram resultados que variaram de 94,9 a 104,9 g, utilizando o híbrido “Sahel” do grupo Santa Cruz.

De acordo com os resultados obtidos, a produção sob cultivo orgânico em ambiente protegido foi em sua totalidade de perfil comercial e classificada como de frutos pequenos, uma vez que os frutos não apresentaram número de defeitos significativos para inviabilizar a sua comercialização e a média do diâmetro transversal da produção, para ambas os tratamentos apresentou-se entre 40-60 mm (Brasil, 2002).

A massa de fruto por planta foi de 3,3 e 2,9 kg e o número de frutos por planta foi de 25,3 e 24 unidades em T1 e T2, respectivamente (tabela 5). E a produtividade estimada foi de 39,5 t ha<sup>-1</sup> em T1 e de 34,2 t ha<sup>-1</sup> em T2. Não houve diferença significativa nas variáveis de produção citadas acima. Esses valores se encontram abaixo da produtividade para tomate orgânico de 4 kg por planta (80 t ha<sup>-1</sup>), independente da época de plantio, de acordo com Luz et al. (2007). Contudo, Luz et al. (2007) fez uso de diferentes cultivares, o sistema de condução foi de duas hastes por planta e a adubação orgânica utilizada foi composta por torta de mamona, farelo de trigo ou arroz, MB 4 (sílica), calcário de concha, farinha de peixe e micronutrientes e estes fatores podem ter sido os responsáveis pelo incremento da produção.

Em sistema orgânico, ao norte do estado do Rio de Janeiro, Machado Neto (2014) constatou 2,09 (kg planta<sup>-1</sup>) com a cv. Santa Clara, que também faz parte do grupo Santa Cruz. Em pesquisas realizada por Bettoli et al. (2004), na região de Campinas-SP, foram obtidos cerca de 0,6 kg planta<sup>-1</sup> de tomate cv. Santa Clara em sistema orgânico, valores inferiores aos encontrados nesta pesquisa. Segundo os autores, o baixo valor está relacionado com diversos fatores como o tipo de fertilidade do solo, disponibilidade de água, cultivar e clima.

#### 10.4.1 Teor de sólido solúveis

De acordo com Shirahige et al., (2010), o teor de sólidos solúveis está entre as principais características dos frutos no que diz respeito ao sabor e é representado por °Brix. Ainda segundo este autor, é um indicador de qualidade dos frutos e seus subprodutos e quanto maior for o teor de sólidos solúveis, maior será o rendimento na indústria, tendo em vista que é nessa fração que estão concentrados os açúcares e os ácidos. Para Ferreira et al., (2006) grande parte das cultivares de tomateiro produz frutos que possuem °Brix variando entre 5,0 e 7,0.

As médias do teor de sólidos solúveis encontradas nessa pesquisa foram de 6,1 e 5,8 em T1 e T2 respectivamente (tabela 5). Estes valores encontram-se acima dos valores descritos por Nascimento et al. (2013), que trabalhou com 10 cultivares de tomate sob manejo orgânico e obteve uma variação de 4,67 a 5,60 °Brix.

Já o trabalho de Cunha et al. (2018), com tomate do grupo Santa Cruz em sistema orgânico, obteve nos frutos colhidos aos 120 DAT valores que variaram de 4,20 a 8,55 °Brix. O elevado valor (8,55) pode estar relacionado ao grau de maturação dos frutos analisados.

#### 10.4.2 Eficiência no uso da água (EUA)

O valor médio de referência da eficiência no uso da água (EUA) foi estabelecido por Doorembos & Kassam, (1994) e ficou em 11 kg m<sup>-3</sup>, para a cultura do tomate. Em

pesquisas realizadas por Badr et al. (2016) os valores da EUA em tomateiros variaram de 11 a 18 kg m<sup>-3</sup>, sob diferentes doses de N. Lei et al. (2009) obtiveram valores de 9,35 e 15,33 kg m<sup>-3</sup> comparando o tratamento de lâmina total com o tratamento que irrigava somente um lado da raiz, respectivamente. Gomes et al. (2017) em mesmo sistema de irrigação automático desta pesquisa obteve valores variando de 9,36 a 25,28 kg m<sup>-3</sup>, testando diferentes doses de torta de mamona e cinza de madeira. Os valores encontrados no presente estudo de 15,75 e 9,43 kg m<sup>-3</sup> em T1 e T2 (tabela 5), respectivamente, sugerem que a água no T2 não possuiu o mesmo processo de retenção por ser tratar de vasos preenchidos, predominantemente, com aparas de grama, sendo este material responsável por proporcionar um caminho preferencial da água até a saída do vaso. Para trabalhos futuros, neste método de cultivo, o uso de pratos sob os vasos pode ser uma alternativa para melhorar a eficiência no uso da água.

#### 10.4.3 Massa média seca de parte aérea

Observa-se na tabela 5 que não houve diferença significativa entre os tratamentos na avaliação de massa média seca de parte aérea (caule e folhas) ao final do ciclo no experimento 1. Apesar disto, o valor médio final de T2 foi 7,8g superior quando comparado ao valor médio obtido em T1. A diferença pode ser resultante das adubações realizadas nas plantas do T2 que ocasionaram o crescimento nas plantas mesmo em fases finais.

**Tabela 5.** Valores de variáveis de massa média de fruto (g), diâmetro longitudinal (mm), diâmetro equatorial (mm), massa de fruto por planta (kg), número de frutos por planta (unidade), teor de sólidos solúveis (°brix), produtividade estimada (t ha<sup>-1</sup>), eficiência no uso da água (EUA) (kg m<sup>-3</sup>) e massa seca de parte aérea(MSPA) (g planta<sup>-1</sup>) nos tratamentos 1 (T1 - solo adubado) e 2 (T2 - aparas de grama).

Variáveis	T1 - solo adubado	T2 - aparas de grama
Produção		
Massa média de fruto (g)	124,9 a	118,6 a
Diâmetro longitudinal (mm)	70,1 a	73,4 a
Diâmetro equatorial (mm)	58,1 a	57,9 a
Massa de fruto por planta (kg)	3,3 a	2,9 a
Número de frutos por planta	25,3 a	24 a
Teor de sólidos solúveis (°brix)	6,1 a	5,8 a
Produtividade estimada (t ha <sup>-1</sup> )	39,5 a	34,2 a
EUA (kg m <sup>-3</sup> )	15,75 a	9,43 b
MSPA (g planta <sup>-1</sup> )	89,5 a	97,3 a

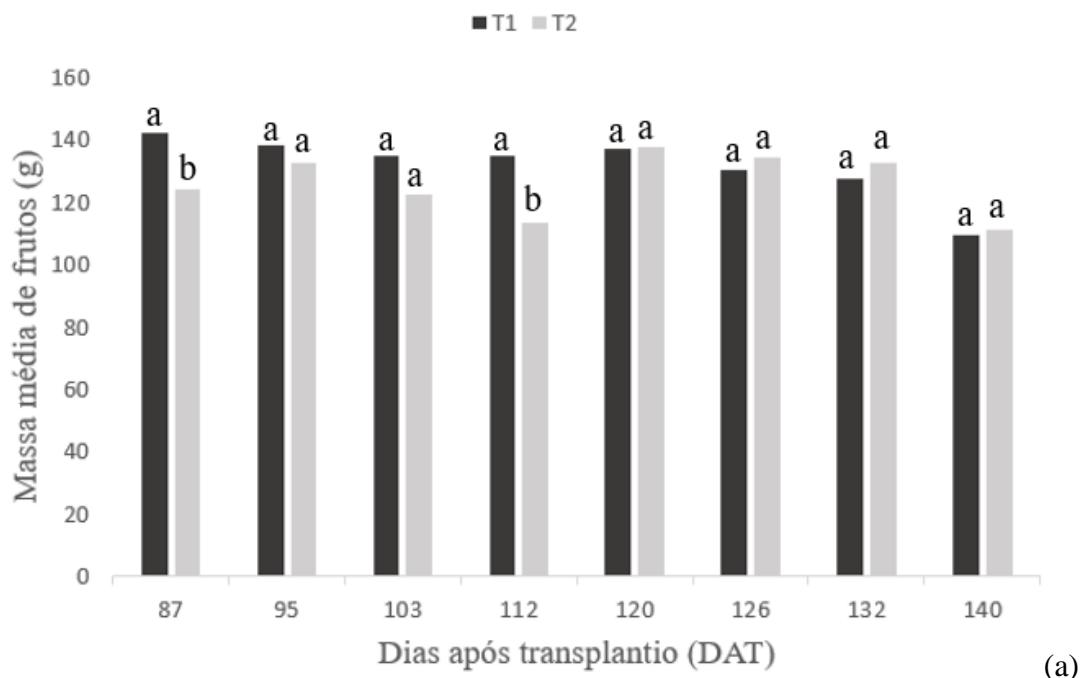
Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste F ( $p<0,05$ ).

#### 10.5 Massas média de frutos e massa de frutos por planta por colheita

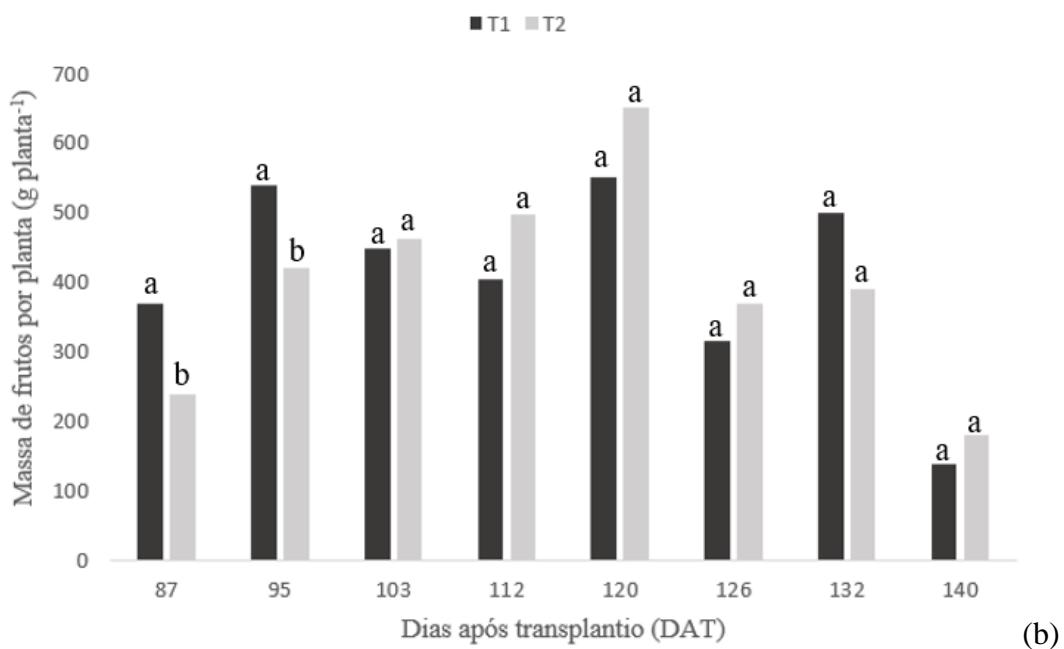
Na figura 16 (a) pode-se observar a massa média de frutos por colheita nos dois tratamentos. As médias obtidas em todas as colheitas estão dentro dos valores esperados para tomates do grupo Santa Cruz (FILGUEIRA, 2008). Há diferença significativa na primeira colheita, quando o tratamento 1 (T1-solo adubado) apresentou valores acima de

140 g enquanto o tratamento 2 (T2-aparas de grama) obteve valores próximos a 120 g. Na quarta colheita também foi constada diferença significativa entre os tratamentos sendo os valores bem próximos em relação a primeira colheita. As diferenças observadas podem ser resultado da dificuldade de crescimento no início do experimento por parte das plantas de T2. A partir da realização das prensagens manuais e das adubações por cobertura, observa-se que os valores de colheita a partir de 120 DAT até o final não apresentam diferenças significativas.

Na figura 16 (b), são observados os valores médios de massa de frutos por planta, expressos em grama por planta. Observam-se diferenças significativas nas duas primeiras colheitas, realizadas aos 87 e 95 DAT. Isso pode ter ocorrido em função das dificuldades de crescimento apresentada pelas plantas de T2 no início do cultivo. A partir de 103 DAT nota-se que não há mais diferenças significativas entre os tratamentos o que pode indicar o efeito da prensagem manual e das adubações por cobertura.



(a)



**Figura 16.** Massa média de frutos (g) (a) e massa de frutos por planta (g planta<sup>-1</sup>) aos 87, 95, 103, 112, 126, 132 e 140 dias após o transplantio nos tratamentos 1 (T1-solo adubado) e 2 (T2-aparas de grama).

## **11 CONCLUSÃO**

A utilização de aparas de grama como principal fonte de nutrientes a cultura do tomate, conduzida em vasos, ambiente protegido, proporcionou similaridade à adubação com esterco bovino em variáveis de produção e superioridade em variáveis morfofisiológicas ao final do ciclo. É recomendada a realização da prensagem manual sobre as aparas de grama no interior dos vasos ao longo do cultivo.

## 12 REFERÊNCIAS

ALARCON, A.L.; MADRID, R.; EGEA, C.; RINCÓN, L. Respuesta del melón Galia (Cv. Revigal) sobre lana de roca, a diferentes aguas de riego y zonas de cultivo. **Acta Horticulturae**, v. 16, p. 91 - 97, 1997.

ALBUQUERQUE, E. R. G. M. **Aproveitamento do Resíduo da Indústria de Celulose no Cultivo do Bambu**. 52 f. Mestrado (Mestre) - Programa de PósGraduação em Química, UFPE, Recife-PE, 2011.

ANDRIOLI, J. L.; BONINI, J. V.; BOEMO, M. P. Acumulação de matéria seca e rendimento de frutos de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 24-27, 2002.

ANDRIOLI, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria, RS: Ed. UFSM, 1999. 142 p.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos: relatório complementar relativo à segunda etapa das análises de amostras coletadas em 2012**. Brasília, 2014. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117818/Relat%25C3%25B3rio%2BPA%2B2012%2B2%25C2%25AA%2BEtapa%2B-%2B17\\_10\\_14-Final.pdf/3bc220f9-8475-44ad-9d96-cbbc988e28fa](http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117818/Relat%25C3%25B3rio%2BPA%2B2012%2B2%25C2%25AA%2BEtapa%2B-%2B17_10_14-Final.pdf/3bc220f9-8475-44ad-9d96-cbbc988e28fa)>. Acesso em: 22 jan. 2019.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos: relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015**. Brasília, 2016. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+20132015\\_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8](http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+20132015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8)>. Acesso em: 22 jan. 2019.

ARAÚJO, D. L. et al. Efeito de fertilizante á base de urina de vaca e substratos em plantas de pimentão. **Revista Terceiro Incluído**, v. 4, n. 2, p. 173-185, 2014.

ARAÚJO NETO, Sebastião Elviro de et al. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1408-1413, 2009.

ARBOS, K.A.P.; FREITAS, R.J.S.; STERTZ, S.C.; CARVALHO, L.A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, supl.1, p.215-220, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000500033>

BECKMANN-CAVALCANTE, Márkilla Zunete et al. Características produtivas do tomateiro cultivado sob diferentes tipos de adubação em ambiente protegido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande**, v. 7, n. 1, p. 180-184, 2007.

BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: From domestication to biopharming. **Biotechnology Advances**, Nova Iorque, v.32, n.1, p.170-189, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.003>

BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J.A.H.; SILOTO, R.C. (2004) Organic and conventional tomato cropping systems. **Scientia Agricola**, v.61, p. 253-259.

BLANC, D. Les substrats. In: BLANC, M. ed. Les cultures hors sol, Paris: INRA, 1987. p. 9 - 13.

BONNECARRÈRE, RAG. **Soluções nutritivas e formas de manejo do morangueiro em hidroponia.** 2002. 55f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

BRAMLEY, P. M. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochemistry**, Cádiz, v.54, n.3, p.233-236, 2000.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 20, n. 200/201, p. 64-68, 1999.

Brasil. (2002) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SARC n 085 de 06 de março de 2002. **Propõe o Regulamento técnico de identidade e qualidade para classificação do tomate** (Consulta pública).

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Semana dos alimentos orgânicos acontece em todo país**. Brasília, 26 de maio de 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/05/semana-dos-alimentos-organicos-acontece-em-todo-pais>>. Acesso em: 08 fev. 2019.

CARVALHO, D.F.; SILVA, L.D.B.; FOLEGATTI, M.V.; COSTA, J.R.; CRUZ, F.A. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica-RJ, utilizando lisímetro de pesagem. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Porto Alegre, v.14, n.2, p.1-9, 2006.

CARVALHO, J.G.; BASTOS, A.R.R.; ALVARENGA, M.A.R. Nutrição mineral e adubação. In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed). **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2004. p. 62-120.

CASTELLANE, P.D. Nutrição mineral da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). I. Efeitos dos nutrientes na qualidade de frutos. In: MULLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. **Seminários de Olericultura**, Viçosa: UFV, 1982. p. 113-157.

CERMEÑO, Zoilo Serrano; RIPADO, Mário F. Bento. **Estufas: instalações e manejo**. 1990.

CERQUEIRA-PEREIRA, Elaine C. et al. Efeito da aplicação de etileno na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão vermelhos e amarelos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 590-583, 2007.

CERRI, C. E. P. et al. Compostagem. **São Paulo: Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo**, 2008.

CLAPHAM, W. M.; MARSH, H. V. Relationships of vegetative growth and pepper yield. **Canadian journal of plant science**, v. 67, n. 2, p. 521-530, 1987.

CUNHA, A. H. N.; MOURA, T. R.; FERREIRA, R. B.; GOMES, F. P. Caracterização físico-química de tomate Santa Cruz irrigado com água residuária e produzido com vermicomposto. **Gl. Sci Technol, Rio Verde**, v.11, n.02, p.12-22, mai/ago. 2018.

DAMATTO JÚNIOR, E. R.; RODRIGUES, D. S.; VICENTINI, N. M.; GOTO, R. Qualidade pós-colheita de frutos de pimentão amarelo sob diferentes lâminas de água e cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.1, p.206-208, 2000.

DAREZZO, Ricardo José et al. (Ed.). **Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologia e perspectivas**. UFV, 2004.

DE ALBUQUERQUE, Manoel Bandeira et al. Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 31, n. 2, p. 379-395, 2011.

DE LIMA, Aliny Alencar et al. Determinação da matéria seca e dos teores de macronutrientes da grama batatais pelos métodos de secagem em forno de microondas e estufa. **Embrapa Acre-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1994. 193 p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).

DUARTE DÍAZ, Carmen et al. Dosificación de fertilizante para el fertiriego del tomate protegido en Ciego de Ávila. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias**, v. 19, n. 3, p. 12-16, 2010.

DURIGON, R.; et al. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revistas Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.26, p.983-992, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

EPSTEIN E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina, PR: Ed. Planta, 2006. 403 p.

ERLERS, E. **Agricultura Sustentável: origem e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178p.

FAO. Protected cultivation in the mediterranean climate. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1990. 313 p. (FAO Plant Production and Protection Paper, 90).

FARIA, A. J. G.; SANTOS, A. C. M.; FREITAS, G. A.; RODRIGUES, L. U.; FIDELIS, R. R.; SILVA, R. R. Substratos alternativos na produção de mudas de pimentão. In: **Amazon Soil – I Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental**, p. 209-2017, 2014.

FAYAD, Jamil Abdalla et al. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 1, p. 90-94, 2002.

FERNANDES-JÚNIOR, Flavio et al. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, v. 61, n. 1, p. 25-34, 2002.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.41-145, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000200003>

FERREIRA, S.M.R.; QUADROS, D.A.; FREITAS, R.J.S. Classificação do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.3, p.584-590, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000300031>

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura:** Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. 421 p.

FLIEßBACH, A.; OBERHOLZER, H-R.; GUNST, L.; MADER, P. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. **Agriculture, ecosystems and environment**, Oxford v.118, n.1-4, p.273-284, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2006.05.022>

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção e tomate de mesa.** Viçosa, SP: Ed. Aprenda Fácil, 2002. 196 p.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; Santos, I. C. **Adubação orgânica.** Revista Cultivar, São Paulo, v.2 n.9, p.38-41, 1999

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

GOMES D.P.; CARVALHO D.F.; PINTO M.F.; VALENÇA D.C.; MEDICI L.O. Growth and production of tomato fertilized with ash and castor cake and under varying water depths, cultivated in organic potponics. **Acta Scientia Agronomy.** v. 39, n. 2, p. 201-209, 2017.

GOMIERO, T.; PAOLETTI, M.G.; PIMENTEL, D. Energy and environmental issues in organic and conventional agriculture. **Critical reviews in plant sciences**, Washington, v.27, n.4, p.239-254, 2008. <http://dx.doi.org/10.1080/07352680802225456>

GRANT, C. A; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas.** 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ibrasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ibrasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf)> Acesso em 31 de ago. de 2019.

HAAG, H.P.; HOMA, P.; KIMOTO, T. Nutrição mineral de hortaliças. VIII. Absorção de nutrientes pela cultura da cebola. **Anais... ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"**, Piracicaba. p. 143-153, 1970.

HANSON, B.; MAY, D. Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. **Agricultural Water Management**, Oxford, v.68, n.1, p.1-17, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2004.03.003>

HE, X.; QIAO, Y.; LIU, Y.; DENDLER, L.; CHENG YIN, C.; MARTIN, F. Environmental impact assessment of organic and conventional tomato production in urban greenhouses of Beijing city, China. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, Jan. 2016, In press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.004>

HEIDEN, Gustavo et al. Pimentas e Pimentões do Sul do Brasil: Variedades Crioulas Mantidas pela Embrapa Clima Temperado. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, 2007.

JENKINS, J.A. The original of the cultivated tomato. **Economic Botany**, v. 2, p.379-392, 1948.

KIEHL, Edmar José. **Fertilizantes orgânicos**. Agronômica Ceres, 1985.

KOETZ, M.; MASCA, M.G.C.C.; CARNEIRO, L.C.; RAGAGNIN, V.A.; SENA JUNIOR, D.G.; GOMES FILHO, R.R. Produção de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.2, n.1, p.9-15, 2008. <http://dx.doi.org/10.7127/RBAI.V2N100020>

LANGANKE, J.; GREINER, L.; LEITNER, W. Substrate dependent synergetic and antagonistic interaction of ammonium halide and polyoxometalate catalysts in the synthesis of cyclic carbonates from oleochemical epoxides and CO<sub>2</sub>. **Green chemistry**, v. 15, n. 5, p. 1173-1182, 2013.

LEAL, M.A.A.; CAETANO, L.C.S.; FERREIRA, J.M. **Estufa de baixo custo: modelo PESAGRO-RIO**. Niterói: PESAGRO Rio, 2006. 30p. (Informe Técnico, 33).

LEAL, M. A. A. **Produção de tomate orgânico: sistema Pesagro-Rio**. Niterói: Pesagro-Rio, 2006. 39 p.

LI, J.S.; LI, Y.F.; ZHANG, H. Tomato Yield and Quality and Emitter Clogging as Affected by Chlorination Schemes of Drip Irrigation Systems Applying Sewage Effluent. **Journal of Integrative Agriculture**, Oxford, v.11, n.10, p.1744-1754, 2012. [http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60179-8](http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60179-8)

LOOS, R.A.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; PICANÇO, M.C.; GONTIJO, L.M.; SILVA, E.M.; SEMEÃO, A.A. Identificação e quantificação dos componentes de perdas de produção do tomateiro. **Horticultura Brasileira** v.22, p. 1-6, 2004.

LORENTZ, Leandro Homrich et al. Variação temporal do tamanho de amostra para experimentos em estufa plástica. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1043-1049, 2004.

LOVELLI, S.; PERNIOLA, M.; FERRARA, A.; TOMMASO, T.D. Yield response factor to water (ky) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. **Agricultural Water Management**, Oxford, v.92, n.1-2, p.73-80, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2007.05.005>

LUZ, J.M.Q.; SHINZATO, A.V.; SILVA, M.A.D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.2, p.7-15, 2007.

LUZ, J.M.Q.; SHINZATO, A.V.; SILVA, M.A.D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.2, p.7-15, 2007.

MACHADO NETO, A. da S. **Viabilidade agroeconômica da produção de tomate de mesa sob diferentes sistemas de cultivo e manejo de adubação**. 2014. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014.

MADRID, R.; BARBA, E.M.; SÁNCHEZ, A.; GARCIA, A.L. Effects of organic fertilisers and irrigation level on physical and chemical quality of industrial tomato fruit (cv. Nautilus). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, v.89, n.15, p.2608-2615, 2009. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.3763>

MAHAJAN, G.; SINGH K.G. Response of greenhouse tomato to irrigation and fertigation. **Agricultural Water Management**, Oxford, v.84, n.1-2, p.202-206, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2006.03.003>

MALAVOLTA, Eurípedes. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 2006.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 355 p.

MARCUSSI, Francisco Fernando Noronha; BÔAS, Roberto Lyra Villas. Teores de micronutrientes no desenvolvimento da planta de pimentão sob fertirrigação. **Irriga**, v. 8, n. 2, p. 120-131, 2003.

MARCUSSI, Francisco Fernando Noronha; DE GODOY, Leandro José Grava; BÔAS, Roberto Lyra Villas. Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do pimentão baseada no acúmulo de nek pela planta. **Irriga**, v. 9, n. 1, p. 41-51, 2004.

MARCUSSI, Francisco FN. Uso da fertirrigação e teores de macronutrientes em planta de pimentão. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 642-650, 2005.

MARQUELLI, W.A.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, W.L.C. **Irrigação da cultura da cenoura**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007, 13 p. (Circular Técnica 48).

MEDICI, L.O.; ROCHA, H.S.; CARVALHO, D.F.; PIMENTEL, C.; AZEVEDO, R.A. Automatic controller to water plants. **Scientia Agricola**, v.67, n.6, p.727-730, 2010.

MELO, P.C.T.; TAMISO, L.G.; AMBROSANO, E.J.; SCHAMMASS, E.; INOMOTO, M.M.; SASAKI, M.E.M.; ROSSI, F. Desempenho de cultivares de tomateiro em sistema orgânico sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, p.553-559, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362009000400025>

MENEZES, J. F. S. **Cama-de-frango na agricultura: perspectiva e viabilidade técnica e econômica**. Fesurv, 2004.

MÖLLER, K.; STINNER, W.; LEITOLD, G. Growth, composition, biological N<sub>2</sub> fixation and nutrient uptake of a leguminous cover crop mixture and the effect of their removal on 101 field nitrogen balances and nitrate leaching risk. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.82, n.3, p.233-249, 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s10705-008-9182-2>

MOOZ, E.D.; SILVA, M.V. Cenário mundial e nacional da produção de alimentos orgânicos. **Journal Brazilian Society Food Nutritional** v. 39 p. 99-112, 2014.

MOREIRA, C. R.; SIQUEIRA, M. M.; TAVARES, M. H. F. Influência da adubação orgânica sobre algumas propriedades físicas do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., Ilhéus, BA, 2000. **Anais...** Ilhéus, Bahia: [s.n.], 2000.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 626 p.

MORTATE, R. K.; ARAÚJO, M. M.; LIMA, M. W. P.; BINOTTI, F. F. S. Resposta de mudas de pimentão submetidas à diferentes reguladores vegetais via foliar. **Revista Ciência & Tecnologia**, v 10, n 1, p 57-64, 2018.

MUSARD, M.; LETARD, M. [Vegetable growing under greenhouse and tunnel in substrate culture. The last four years of development, in France].[French]. **Infos CTIFL (France)**. no. sp., 1990.

NASCIMENTO, A.R.; SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; FERNANDES, P.M.; RODRIGUES, J.P.M.; CARVALHO, W.T. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n.4, p.628-635, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000400020>

NASCIMENTO, A.R.; SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; FERNANDES, P.M.; RODRIGUES, J.P.M.; CARVALHO, W.T. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n.4, p.628-635, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000400020>

NEGRETTI, Rafael Roberto Dallegrave et al. Avaliação da adubação orgânica em pimentão Capsicum annuum cultivado em sistema orgânico de produção sob ambiente protegido. **Revista da FZVA**, v. 17, n. 1, 2010.

NEVES, M.C.P.; GUERRA, J.G.M.; CARVALHO, S.R.; RIBEIRO, R.L.D.; ALMEIDA, D.L. Sistema integrado de produção agroecológica ou fazendinha agroecológica do Km 47. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Eds.). **Agroecologia: Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 149-172. 2005.

OLIVEIRA FILHO, P.; VALNIR JÚNIOR, M.; ALMEIDA, C. L.; LIMA, J. S.; COSTA, J. N.; ROCHA, J. P. A. Crescimento de cultivares de pimentão em função da adubação potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v 12, n 4, p 2814-2822, 2018.

OLIVEIRA, P. A. V. et al. **Manual de manejo e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves-CNPSA, 1993. 188 p.

PADRÓN, Richard Alberto Rodríguez et al. Desenvolvimento vegetativo de pimentão cultivado com lâminas e frequências de irrigação. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 9, p. 49-55, 2015.

PENTEADO, S.R. **Cultivo orgânico de tomate**. Viçosa, MG: Editora Aprenda fácil, 2004. 214 p.

PICANÇO, Marcelo Coutinho; GONRING, A. H. R.; OLIVEIRA, IR de. Manejo integrado de pragas. **Viçosa: UFV**, p. 144, 2010.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÂO, A. L.; SILVA, E. A da; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 228-234, abr./jun. 2009.

REIFSCHNEIDER, F.J.B. Capsicum. **Pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, Brasília, 2000. 113p.

RIBEIRO, Elizete Maria Possamai. Produção e análise físico-química do adubo de descarte de couro bovino com ênfase no impacto ambiental e energético. 2006.

RICK, C. El potencial delgermoplasma exótico de tomate para el mejoramiento gemido. **plant improvement and Somafigeli genetics**. Editindra Vasil. Et al, 1982.

RODRIGUES, Rayla Mirele Passos et al. Rendimento do pimentão em função de diferentes doses de esterco caprino. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

RONGA, D.; LOVELLI, S.; ZACCARDELLI, M.; PERRONE, D.; ULRICI, A.; FRANCIA, E.; MILC, J.; PECCHIONI, N. Physiological responses of processing tomato in organic and conventional Mediterranean cropping systems. **Scientia Horticulturae**, n. 190, p. 161-172, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.04.027>

ROSA, A.; SOUSA, J.; CAÇO, J. Melancia em substrato de lâ de rocha. **Acta Horticulturae**, v. 16, p. 127 - 131, 1997.

SALSAC, L.; CHAILLOU, S.; MOROTGAUDRY, J.; LESAIN, C.; JOLIVET, E. Nitrate and ammonium nutrition in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 25, n. 6, p. 805 - 812, 1997.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHE, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 443-449, 2011.

SAURE, M.C. Why calcium deficiency is not the cause of blossom-end rot in tomato and pepper fruit – a reappraisal. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.174, p.151-154, 2014.

SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, I.C.; LIMA, P.C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, suplemento, p. 829-837, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000008>

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

SILVA, A.C.; COSTA, C.A.; SAMPAIO, R.A.; MARTINS, E.R. Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.3, p.33-40, 2011.

SILVA, A.C.; COSTA, C.A.; SAMPAIO, R.A.; MARTINS, E.R. Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.3, p.33-40, 2011.

SIMONETE, M. A. et al. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 10, p. 1187-1195, 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. 2004. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: Núcleo regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC. 394p.

SOUZA, A.S.; BORGES, S.V.; MAGALHÃES, N.F.; RICARDO, H.V.; AZEVEDO, A.D. Spraydried tomato powder: reconstitution properties and colour. **Brazilian**

**Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.51, n.4, p.807-814, 2008.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132008000400019>

SOUZA, J.L. Tomateiro para mesa em sistema orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.24, n.219, p.108-120, 2003

SOUZA, J.L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564p.

STRECK et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. Ed. Porto Alegre, RS: EMATER/RS-ASCAR, 2008.

SUZUKI, K. et al. Localization of calcium in the pericarp cells of tomato fruits during the development of blossomend rot. **Protoplasma**, v. 222, n. 3, p. 149-156, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre, RS: Ed. Artmed, 2009. 819 p.

TAVELLA, L.B.; GALVÃO, R.O.; FERREIRA, R.L.F.; ARAÚJO NETO, S.E.; NEGREIROS, J.R.S. Cultivo orgânico de coentro em plantio direto utilizando cobertura viva e morta adubado com composto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.4, p.614-618, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000400014>

TIMSINA J. Can organic sources of nutrients increase crop yields to meet global food demand? **Agronomy**. v. 8. p. 1-20, 2018.

TIVELLI, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. 1998.

TRANI, P. E.; CARRIJO, O. A. Fertirrigação em hortaliças. Campinas, Instituto Agronômico. 58p. **Boletim técnico IAC**, v. 196, 2004.

TÜZEL, Y. et al. Organic tomato production in the greenhouse. In: **VII International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Production, Pest Management and Global Competition 659**. 2004. p. 729-736.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D. J.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 4, p.355-372, 2004.

VIDIGAL, Sanzio M. et al. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 168-173, 2010.

VILLAS BÔAS, R. L. Doses de nitrogênio para o pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação. **Botucatu: Universidade Estadual Paulista**. 123p. **Tese livre docência**, 2001.

VILLELA JÚNIOR, Luiz VE; DE ARAÚJO, Jairo AC; FACTOR, Thiago L. Análise do resfriamento da solução nutritiva para cultivo hidropônico do morangueiro. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, p. 338-346, 2004.

WARNOCK, S. J. Natural habitats of *Lycopersicon* species. **HortScience** v. 26, p. 466-471, 1991.

WEESE, Terri L.; BOHS, Lynn. A three-gene phylogeny of the genus Solanum (Solanaceae). **Systematic Botany**, v. 32, n. 2, p. 445-463, 2007.

WEINÄRTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; MEDEIROS, C. A. B. Adubação Orgânica. **Embrapa Clima Temperado-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2006.

WESTERMAN, P. W.; BICUDO, J. R. Management considerations for organic waste use in agriculture. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 2, p. 215-221, 2005.

WHITE, P. The pathways of calcium movement to the xylem. **Journal of Experimental Botany**, v. 52, n. 358, p. 891-899, 2001.

WOLSKI, T.; GLINSKI, J. Utilization of Environment-Polluting Industrial Wastes for Agriculture and the Fertilizer Industry. In: **Studies in Environmental Science**. Elsevier, 1986. p. 599-607.

YANG, L.; ZHAO, F.; CHANG, Q.; LI, T.; LI, F. Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. **Agricultural Water Management**, Oxford, v.160, p.98-105, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2015.07.002>

YOHANNES, F.; TADESSE, T. Effect of drip and furrow irrigation and plant spacing on yield of tomato at Dire Dawa, Ethiopia. **Agricultural Water Management**, Oxford, v.35, n.3, p.201-207, 1998. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-3774\(97\)00039-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-3774(97)00039-5)