

UFRRJ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

DISSERTAÇÃO

**Cultivo do tomate cereja utilizando biomassa vegetal
não compostada de grama batatais e água residuária
de bovinocultura de leite**

Evandro Francisco Ferreira da Silva Souza

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**CULTIVO DO TOMATE CEREJA UTILIZANDO BIOMASSA
VEGETAL NÃO COMPOSTADA DE GRAMA BATATAIS E ÁGUA
RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE**

EVANDRO FRANCISCO FERREIRA DA SILVA SOUZA

Sob a orientação do Professor
Leonardo Duarte Batista da Silva

e Coorientação do Professor
Leonardo Oliveira Medici

Dissertação submetida ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola e Ambiental –
PGEAAmb, como requisito parcial
para obtenção do título de **Mestre
em Engenharia Agrícola e
Ambiental**, tendo como Área de
Concentração Sistemas Agrícolas

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2020

“É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte.”

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

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

S719 c Souza , Evandro Francisco Ferreira da Silva , 1991-
Cultivo do tomate cereja utilizando biomassa
vegetal não compostada de grama batatais e água
residuária de bovinocultura de leite / Evandro
Francisco Ferreira da Silva Souza . - Seropédica ,
2020.
29 f. : il.

Orientador: Leonardo Duarte Batista da Silva.
Coorientador: Leonardo Oliveira Medici.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola e Ambiental, 2020.

1. Tomate. 2. Verdeponia. 3. Água residuária. 4.
Irrigação agrícola. 5. Agricultura orgânica. I. Silva,
Leonardo Duarte Batista da , 1971-, orient. II.
Medici, Leonardo Oliveira, -, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e
Ambiental. IV. Título.

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

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E
AMBIENTAL**

EVANDRO FRANCISCO FERREIRA DA SILVA SOUZA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental – PGEAAmb, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental**, tendo como Área de Concentração Sistemas Agrícolas

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 19/02/2020

Leonardo Duarte Batista da Silva. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Margarida Gorete Ferreira do Carmo. Dra. UFRRJ

Marcos Filgueiras Jorge. Dr. Fiocruz

Carlos Rodrigues Pereira. Dr. UFF



Emitido em 12/08/2020

HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 14/2020 - IT (12.28.01.27)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 12/08/2020 19:04)
LEONARDO DUARTE BATISTA DA SILVA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DEPTOENG (12.28.01.00.00.00.44)
Matrícula: 2353141

(Assinado digitalmente em 13/08/2020 08:40)
MARGARIDA GORETE FERREIRA DO CARMO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
PPGF (12.28.01.00.00.00.26)
Matrícula: 1213072

(Assinado digitalmente em 13/08/2020 08:29)
MARCOS FILGUEIRAS JORGE
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 110.411.857-23

(Assinado digitalmente em 12/08/2020 21:43)
CARLOS RODRIGUES PEREIRA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 655.031.126-87

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número:
14, ano: **2020**, tipo: **HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**, data de emissão: **12/08/2020** e o
código de verificação: **58917df094**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria Ferreira de Sousa, ao meu pai, Elias da Silva Souza e ao meu padrinho Elinaldo da Silva Souza (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, criador do céu e da terra, pela sabedoria, saúde e virtude.

À minha mãe, Maria Ferreira de Sousa, e ao meu pai, Elias da Silva Souza pelo amor, carinho, incentivo e dedicação ao longo desses anos. Por terem me permitido estudar e buscar uma formação superior.

Aos meus irmãos: Ewerton Ferreira da Silva Souza e Elias da Silva Souza Júnior pela amizade, companheirismo e carinho.

Aos meus filhos, Heitor, Arthur e Maitê pelo amor, carinho, incentivo e ajuda.

A minha companheira Jacqueline Gonçalves pelo amor, carinho, paciência e ajuda.

As minhas tias Francinete, Antônia, Alessandra e Francimeire. Aos meus tios Elinaldo, Francisco, Eliezo, Elineudo e Souza.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela qualidade e excelência de ensino.

Ao meu orientador professor Leonardo Duarte pelo incentivo, paciência, ajuda e dedicação ao longo desse trabalho.

Ao meu coorientador professor Leonardo Médici pelo incentivo, entusiasmo e ajuda.

Ao professor Daniel Carvalho pela ajuda e suporte na realização deste trabalho.

Aos meus professores ao longo da pós-graduação que sempre se mostram dispostos a ajudar e auxiliar.

Ao engenheiro agrônomo Marcello Gentile e aos estagiários Bruna, Isabela e Pascoal pela ajuda na realização deste trabalho.

À CAPES e FAPERJ.

A todos que de alguma forma me ajudaram na realização deste trabalho.

RESUMO

SOUZA, Evandro Francisco Ferreira da Silva. **Cultivo do tomate cereja utilizando biomassa vegetal não compostada de grama batatais e água residuária de bovinocultura de leite.** 2020. 29p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

Em cultivos agrícolas a biomassa vegetal geralmente é misturada com esterco e compostada para ser usada como adubo orgânico. Também é comum que o composto obtido seja usado em conjunto com adubos minerais. Neste trabalho foi estudada uma nova alternativa, denominada de Verdeponia, caracterizada pelo cultivo protegido com vasos preenchidos com biomassa vegetal não compostada como fonte adubo. A cultivar de tomate cereja Perinha Água Branca foi cultivada em vasos de 8 L preenchidos inicialmente com 600 g de grama batatais (*Paspalum notatum*) recém colhida e seca ao ar. Além da grama, foi colocado no centro do vaso 750 g de solo para receber as mudas. Uma camada de 1250 g de solo foi colocada na superfície do vaso para manter a umidade da grama. Aos 63 dias após o transplântio foram aplicados mais 300 g de grama seca e uma camada superficial de areia por vaso. Os tratamentos do experimento foram o controle (água de abastecimento) e dois tipos de água residuária de curral bovino, bruta e tratada, com o objetivo de aumentar a carga microbiana e a mineralização da biomassa vegetal. A irrigação foi automática com sensor de tensão da água no substrato, para evitar seca e lixiviação nos vasos. Foram avaliadas semanalmente: número, massa e diâmetros equatorial e longitudinal dos frutos, do início da fase de colheitas ao final do experimento e a eficiência no uso da água. Os resultados foram analisados por meio de análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5 % de significância. O controle e o tratamento utilizando água residuária bruta tiveram produções de 937,06 e 913,04 g por planta, respectivamente, as quais são similares às reportadas na literatura para a mesma cultivar em cultivo orgânico. O tratamento realizado com água residuária tratada teve produção inferior (811,32 g por planta), indicando que as aparas de grama dispensa adição de inoculante para fornecer nutrientes para o tomateiro. Os maiores valores de EUA (8,6 e 8,4 kg m⁻³) foram encontrados no controle e no tratamento com água residuária bruta respectivamente. Essa técnica demonstrou ser uma alternativa potencial no cultivo orgânico de tomate Perinha em ambiente protegido.

Palavras-chave: adubo orgânico, irrigação automatizada e verdeponia

ABSTRACT

SOUZA, Evandro Francisco Ferreira da Silva. **Cultivation of cherry tomatoes using non-composted vegetable biomass from batatais-grass and wastewater from dairy cattle.** 2020. 29p. Dissertation (Master in Agricultural and Environmental Engineering). Institute of Technology, Engineering Department, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

In agricultural crops the vegetable biomass is usually mixed with manure and composted to be used as organic fertilizer. It is also common for the compound obtained to be used in conjunction with mineral fertilizers. In this work, a new alternative was studied, called Verdeponia, characterized by protected cultivation with pots filled with non-composted vegetable biomass as a fertilizer source. The cherry tomato cultivar Perinha Água Branca was grown in 8 L pots initially filled with 600 g of batatais-grass (*Paspalum notatum*) freshly harvested and air dried. In addition to the grass, 750 g of soil was placed in the center of the pots to receive the seedlings. A 1250 g layer of soil was placed on the surface of the pot to keep the grass moist. At 63 days after transplanting, another 300 g of dry grass and a superficial layer of sand per pot were applied. The treatments of the experiment were the control (water supply) and two types of wastewater from bovine corral, raw and treated, with the objective of increasing the microbial load and the mineralization of vegetable biomass. Irrigation was automatic with a water tension sensor on the substrate, to prevent drought and leaching in the pots. Were evaluated weekly: number, mass, equatorial and longitudinal diameters of the fruits, from the beginning of the harvest phase to the end of the experiment and the water use efficiency. The results were analyzed using analysis of variance and the averages compared using the Tukey test at 5% significance. The control and treatment using raw wastewater had yields of 937.06 and 913.04 g per plant, respectively, which are similar to those reported in the literature for the same cultivar in organic cultivation. The treatment carried out with treated wastewater had a lower production (811.32 g per plant), indicating that grass clippings does not require the addition of inoculant to provide nutrients to the tomato. The highest values of WUE (8,6 and 8,4 kg m⁻³) were found in the control and treatment with raw wastewater, respectively. This technique proved to be a potential alternative in the organic cultivation of Perinha tomatoes in a protected environment.

Keyword: organic fertilizer, automated irrigation and verdeponia

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Registro fotográfico da montagem dos vasos: a) vaso com biomassa vegetal não compostada de grama batatais; b) vaso com a biomassa e o núcleo de solo; c) vaso com a biomassa, o núcleo de solo e a camada de solo sobre a biomassa.

Figura 2: Registro fotográfico da disposição dos vasos, linhas laterais do sistema de irrigação e biomassa vegetal não compostada de grama batatais, utilizada na adubação de cobertura.

Figura 3: Unidade piloto de tratamento (UPT) instalada no SIPA, composta por: esterqueira, tanque séptico, filtro de brita 1, filtro de conduíte picado e SAC cultivado com capim vetiver.

Figura 4: Temperaturas máximas, médias e mínimas registradas durante o período de realização do ensaio inverno-primavera.

Figura 5: Registro fotográfico da disposição dos vasos, sistema de condução das plantas, hidrômetro, solenoides, linha principal e linhas laterais do sistema de irrigação.

Figura 6: Produção de frutos por planta aos 76, 83, 90, 97, 104, 111, 118, 125, 132, 139, 146, 153 e 160 DAT no ensaio de inverno-primavera. Seropédica, UFRRJ 2018.

Figura 7: Registro fotográfico dos frutos de tomate obtidos no ensaio do período inverno-primavera

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores médios dos parâmetros obtidos da água residuária da bovinocultura de leite (Adaptado de SILVA 2012) e (Adaptado de JORGE 2013).

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros obtidos da água residuária da bovinocultura de leite obtida ao final de um sistema de alagado construído cultivado com capim vetiver (Adaptado de MELO 2017),

Tabela 3: Caracterização química do solo utilizado como suporte físico e sustentação das mudas e como cobertura da biomassa vegetal não compostada. no ensaio do período inverno – primavera.

Tabela 4: Caracterização química dos macronutrientes presentes na biomassa vegetal não compostada de grama batatais, utilizada no preenchimento dos vasos do ensaio inverno – primavera.

Tabela 5: Caracterização química dos micronutrientes presentes na biomassa vegetal não compostada de grama batatais, utilizada no preenchimento dos vasos do ensaio inverno – primavera.

Tabela 6: Caracterização da água residuária da bovinocultura de leite, sob manejo orgânico do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) da Embrapa-Agrobiologia, Seropédica-RJ. Concentração dos parâmetros analisados (potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, sólidos suspensos totais, turbidez, cor, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, fósforo) na saída do sistema piloto de tratamento de efluente cultivado com capim vetiver.

Tabela 7: Valores médios do número de frutos, massa dos frutos e produção de frutos do tomateiro no ensaio realizado no período de inverno-primavera. Seropédica, UFRRJ, 2018.

Tabela 8: Valores médios do diâmetro longitudinal e diâmetro equatorial dos frutos de tomateiro no ensaio realizado no período de inverno-primavera. Seropédica, UFRRJ, 2018.

Tabela 9: Produtividade estimada de frutos do tomateiro e eficiência no uso da água no cultivo do tomateiro no ensaio de inverno-primavera. Seropédica, UFRRJ, 2018.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Sistema Orgânico de Produção	2
2.2. A Cultura do tomateiro	2
2.3. Cultivo em substratos	3
2.4. O uso de biomassa vegetal não compostada como fonte de nutrientes.....	4
2.5. Sistemas de produção e manejo	4
2.5.1. Espaçamento.....	4
2.5.2. Sistemas de Condução	5
2.6. Irrigação do tomateiro	5
2.7. Irrigação por microtubos automatizada	6
2.8. Nutrição e adubação do tomateiro	6
2.9. Manejo ecológico de doenças e pragas.....	7
2.10. Cultivo protegido de tomate	8
2.11. Importância econômica	8
2.12. Águas Residuárias proveniente da bovinocultura de leite	9
2.12.1. Caracterização de águas residuárias de bovinocultura de leite bruta (ARBB)	9
2.12.2. Caracterização de águas residuárias de bovinocultura de leite tratada (ARBT)	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Caracterização da área experimental	11
3.2. Caracterização da biomassa vegetal não compostada.....	11
3.3. Condução do experimento	12
3.4. Sistema de irrigação e manejo da água de irrigação	12
3.5. Caracterização da água residuária	14
3.5.1. Água residuária de bovinocultura de leite bruta	14
3.5.2. Água residuária de bovinocultura de leite tratada.....	14
3.6. Delineamento experimental e tratamentos.....	15
3.7. Variáveis de produção avaliadas	15
3.8. Eficiência no uso da água (EUA)	15
3.9. Análises estatísticas	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Caracterização do clima	16
4.2. Caracterização do substrato	16
4.3. Caracterização da água residuária de bovinocultura de leite tratada (ARBT)	17
4.4. Características da cultura.....	18
4.4.1. Número de frutos, massa do fruto e produção de frutos	18
4.4.2. Classificação dos frutos.....	20
4.4.3. Produtividade e eficiência no uso da água (EUA)	22
5 CONCLUSÃO	23
6 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	24

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é a segunda hortaliça mais cultivada e difundida no mundo, com produção voltada para diferentes públicos e mercados (COSTA et al., 2018). Sua utilização é muito variada e com grande número de tipos de frutos existentes. O cultivo do tomate cereja no Estado do Rio de Janeiro está associado a pequenos agricultores e à agricultura familiar, onde predomina o manejo orgânico (ROCHA et al., 2009), que cresce no mundo todo em função dos benefícios para a saúde e para o meio ambiente, além de remunerar melhor o produtor.

Este grupo de pesquisa desenvolveu um cultivo alternativo de plantas, denominado Vasoponia Orgânica, no qual os adubos sólidos permitidos na agricultura orgânica são aplicados diretamente ao solo presente nos vasos, e o manejo da irrigação é automatizado, utilizando sensor de tensão da água no substrato (VALENÇA et al., 2018). Os resultados do cultivo de tomate com torta de mamona (GOMES, 2016), motivaram a pesquisa com a utilização de biomassa vegetal de fontes mais abundantes, como as gramíneas. Essa nova abordagem, denominada Verdeponia, se caracteriza pelo uso de biomassa não compostada como fonte de adubo no cultivo em vasos, sem a necessidade de compostagem prévia.

A compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana da matéria orgânica, que produz um composto orgânico simples e estável (COTTA et al., 2015). É importante destacar que a compostagem requer um tempo elevado para mineralização da matéria orgânica, para posterior aproveitamento no sistema agropecuário.

A água residuária de bovinocultura de leite pode ser usada na adubação do tomateiro em cultivos agroecológicos (JORGE, 2013), mas no presente trabalho o seu uso é em pequenas quantidades, com o objetivo de fornecer principalmente microrganismos para a mineralização da biomassa vegetal nos vasos.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a produção do tomateiro do tipo cereja em Verdeponia, utilizando aparas de grama batatais (*Paspalum notatum*) e água residuária de bovinocultura de leite na forma tratada e bruta.

Os objetivos específicos deste trabalho foram avaliar: (a) a produção e a produtividade da cultura do tomateiro em cultivo orgânico; e (b) avaliar a eficiência no uso da água (EUA) na produtividade do tomateiro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistema Orgânico de Produção

Diante da necessidade de se proteger a saúde dos produtores, consumidores e preservar o ambiente, a produção de hortaliças em sistema orgânico é uma atividade que está em constante crescimento pelo mundo (SEDIYAMA et al., 2014). O sistema de produção orgânico é utilizado principalmente pelos agricultores familiares, por sua adaptação às características das pequenas propriedades, pela diversidade de produtos por cultivos, menor necessidade de capital, pela menor dependência de recursos externos e com maior utilização de mão de obra familiar (SEDIYAMA et al., 2014). A qualidade de qualquer tipo de alimento (processado ou frescos), sua produção em quantidade suficiente, acesso garantido e a promoção da saúde dos consumidores, passou a ser considerado fator de segurança alimentar e nutricional (NASCIMENTO et al., 2013).

O mercado de produtos orgânicos é impulsionado pela demanda de consumidores preocupados com as questões ambientais, saúde e qualidade dos produtos (NASCIMENTO et al., 2013). Para os agricultores o maior atrativo da produção orgânica está relacionado aos preços mais elevados alcançados no mercado, quando comparado com um produto similar produzido por via convencional (MELO et al., 2009). Os preços dos produtos orgânicos possuem pouca variação, tendo o custo de produção menor, diversas propriedades de cultivo convencional estão se transformando em orgânicas, se tornando menos produtivas (LUZ et al., 2007).

A produção de tomate em sistemas orgânicos, gera benefícios ambientais e sociais, sendo uma forma de agregar valor ao produto e ingressar em um mercado cuja oferta é muito inferior à demanda na maior parte do Brasil (SILVA et al., 2011). O tomate cultivado em sistema orgânico tende a apresentar maior taxa de frutos pequenos em comparação com o sistema convencional. É preciso diversificar os sistemas produtivos e as variedades plantadas, introduzindo frutos não convencionais e diferenciados, para expansão da produção e oferta de tomates orgânicos (COSTA et al., 2018).

2.2. A Cultura do tomateiro

O tomateiro (*Solanum lycopersicum L.*) é originário da América do Sul, mais especificamente da região localizada entre o Equador e o norte do Chile, podem ser encontradas diversas espécies desde o litoral do Pacífico até a região dos Andes (FILGUEIRA, 2008). O tomateiro é uma planta de clima tropical de altitude que se adapta a quase todos os tipos de clima. Sua ampla domesticação ocorreu no México, por tribos indígenas primitivas que lá habitavam, sendo considerado o centro de origem secundário (FILGUEIRA, 2008). O tomateiro passou a ser cultivado no Brasil a partir de 1940, provavelmente trazido por imigrantes europeus (PRADO et al., 2011). Faz parte da família Solanaceae, juntamente com muitas plantas de importância econômica, incluindo a berinjela, a pimenta e a batata.

O tomateiro é uma planta herbácea, de caule flexível, piloso, cuja arquitetura natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral (FILGUEIRA, 2008). A planta pode se desenvolver de forma rasteira, semi-ereta ou ereta. Pode apresentar crescimento ilimitado nas variedades de crescimento indeterminado e crescimento limitado nas de crescimento determinado.

No tomateiro a raiz principal, pivotante, destaca-se na planta jovem, e as raízes laterais e adventícias ao caule desenvolvem-se mais que a principal (FILGUEIRA, 2008). Em culturas transplantada, as raízes tornam-se mais ramificadas, ocorrendo maior desenvolvimento lateral e a profundidade atingida é menor. O caule da planta jovem de tomateiro é ereto, herbáceo,

suculento e coberto de pelos glandulares e, à medida que a planta cresce vai se tornando lenhoso e fino, não suportando o peso da planta em posição ereta (FILGUEIRA, 2008). As folhas são alternadas, compostas de números ímpar de folíolos e pilosas. As flores são hermafroditas com predomínio de autofecundação, sendo a frequência de cruzamento muito baixa. Os frutos são carnosos e suculentos, do tipo baga, com peso médio variando de 5 a 500 g (FILGUEIRA, 2008).

Os frutos de tomateiro são classificados em cinco grupos distintos: Italiano, Salada, Santa Cruz, Agroindustrial e Cereja, em função do seu número de lóculos, tamanho, destino do produto entre outros (FILGUEIRA, 2008). Os frutos de tomate cereja possuem excelente sabor e atrativa coloração vermelha, devido ao elevado teor de licopeno (SILVA et al., 2011). O tomate cereja é considerado como uma hortaliça exótica, incorporada em cardápios de restaurantes por serem pequenos e delicados, trazendo novos sabores e enfeites aos pratos e aperitivos.

Os principais atributos utilizados no processo de seleção de cultivares de tomate são: potencial produtivo, amplitude de adaptação, tolerância ou resistência a doenças e pragas e características organolépticas superiores, que definem a viabilidade ou não de cultivo em escala comercial (MELO et al., 2009).

2.3. Cultivo em substratos

No cultivo do tomateiro em solo, as plantas dispõem de um volume ilimitado para o crescimento de suas raízes além de boa drenagem quando comparado com o cultivo em recipientes. Em cultivos sem solo as plantas completam seu ciclo vegetativo fora do solo, em recipientes, onde suas necessidades nutricionais e hídricas são supridas através de uma solução nutritiva (MIRANDA et al., 2011).

Substrato agrícola é todo material, artificial ou natural, colocado em recipientes, puro ou misturado, que permite a fixação do sistema radicular e serve de suporte e sustentação para as plantas (ANDRIOLO, 1999). Diversos materiais são utilizados como substratos para plantas, tais como: espuma fenólica, argila expandida, turfa, isopor, areia, vermiculita, composto de lixo urbano, casca de amendoim, bagaço de cana de açúcar, casca de arroz, casca de pínus, fibra da casca de coco, serragem, entre outros (FONTES et al., 2004; FERNANDES et al., 2006). O substrato deve ser de fácil manejo, baixo custo, ter longa durabilidade e alta disponibilidade (FERNANDES et al., 2006). A reutilização de substratos é uma possibilidade de reduzir os custos de produção e diminuir o impacto ambiental, uma vez que reduz o volume de substrato descartado após o cultivo (FERNANDES et al., 2006). A avaliação da qualidade de um substrato baseia-se na sua caracterização física e química. A questão ambiental deve ser considerada na escolha dessas matérias primas para produção de substratos agrícolas.

O cultivo de hortaliças utilizando substratos como suporte das raízes é uma técnica que vem substituindo o cultivo tradicional em solos (SOARES et al., 2005). O substrato serve como suporte físico para as plantas, podendo reter nutrientes e água para as raízes. Diversos requisitos são importantes para o uso de um substrato associado a fertirrigação tais como, decomposição lenta, baixa salinidade, ausência de patógenos, baixo custo, disponibilidade no mercado, estrutura estável, aeração satisfatória, baixa relação C/N, baixa condutividade elétrica, alta capacidade de troca catiônica (CTC), inerte com os fertilizantes, alta porosidade e boa capacidade de retenção de água (MIRANDA et al., 2011). As práticas de nutrição e irrigação das plantas, devem ser otimizadas para se obter sucesso no cultivo em substrato (SOARES et al., 2005).

O cultivo em substratos sem solo surgiu na tentativa de maximizar o uso das áreas e devido aos problemas de aumento da incidência de patógenos e salinização do solo. O uso de

substratos tem proporcionado melhor estado fitossanitário das plantas, maior eficiência no uso da irrigação e eliminação dos custos com o manejo do solo.

A vasoponia orgânica é um sistema de cultivo em vasos que utiliza materiais residuários como fonte de nutrientes, associado a um manejo adequado da irrigação realizada por um acionador automático de baixo custo (GOMES, 2016). A vasoponia visa aplicar nutrientes e água de maneira independente, ao contrário de sistemas fertirrigados e hidroponia, onde é necessário descartar parte da solução nutriente e aplicar lâminas de lixiviação, para evitar desbalanço de nutrientes e salinização do substrato.

2.4. O uso de biomassa vegetal não compostada como fonte de nutrientes

O uso de biomassa vegetal não compostada como fonte de nutrientes tem se mostrado eficiente no cultivo de hortaliças em vasos, em experimentos prévios não publicados. Considerada componentes dominantes de pastagens naturais e cultivadas, as gramíneas representam o tipo de vegetação mais abundante da Terra (GIBSON, 2009). O gênero *Paspalum*, compreende o maior número de espécies de gramíneas nativas no Brasil (ALMEIDA et al., 2006). Diversos experimentos de cunho agrônomico têm sido desenvolvidos com os inúmeros acessos de *Paspalum*, devido a rapidez no estabelecimento de densa cobertura do solo e bom valor forrageiro (LOPEZ et al., 2011).

A maioria dos gramados no Brasil é formado pela espécie *Paspalum notatum*, conhecida como grama-batatais, grama-bahia, grama forquilha, grama-mato-grosso entre outras denominações. A grama batatais é uma planta tropical, perene e bastante resistente, reproduzida por semente e multiplicada vegetativamente onde as folhas são concentradas na parte basal da planta, bastante utilizada como cobertura vegetal sendo indicada para áreas verdes, parques públicos e campos desportivos (LIMA et al., 2011). Adaptada as condições de déficit hídrico, bastante resistente ao pisoteio e ao plantio em solos com baixa fertilidade, sendo necessário o controle período por meio de cortes frequentes, para a manutenção da qualidade do gramado.

2.5. Sistemas de produção e manejo

Sistema de produção e manejo é o conjunto de medidas que devem ser tomadas em uma determinada cultura, com o objetivo de se alcançarem melhores produtividades e menor custo de produção.

2.5.1. Espaçamento

No sistema orgânico de produção, a quantidade de plantas por unidade de área deve ser observada de maneira diferenciada dos sistemas convencionais. O manejo da densidade de plantas e da poda apical influenciam na produtividade, na duração do período de colheita e na qualidade dos frutos de tomateiro de crescimento indeterminado (BOGIANI et al., 2008).

Na cultura do tomateiro, a densidade pode ser aumentada tanto pelo plantio em espaçamentos menores como pelo aumento do número de hastes a serem produzidos por planta. O espaçamento entre plantas deve aumentar com o aumento do número de hastes que se pretende produzir por planta. O controle de doenças e pragas é dificultado ao se adensar o espaçamento entre plantas. Fato que ocorre em virtude da menor circulação de ventos, que contribui para uma maior conservação de umidade na superfície das folhas, criando o ambiente propício para o estabelecimento de fitopatógenos. Maiores densidades dificultam a aplicação de defensivos e contribuem para disseminação de doenças.

Para produção de tomate cereja o espaçamento entre plantas mais recomendado em sistema orgânico é 0,6 m, por proporcionar produtividade equivalente à obtida no espaçamento

0,4 m, entretando com um menor número de plantas por área (AZEVEDO, 2006). Em casas de vegetação, Alvarenga (2013) recomenda os espaçamentos de 1,00 a 1,10 m entre fileiras e de 0,50 a 0,70 m entre plantas.

2.5.2. Sistemas de Condução

O tomateiro pode ser conduzido de forma tutorada ou rasteira. O uso de tutores é utilizado quando o tomate é destinado para o consumo *in natura*, sendo a forma de condução rasteira frequentemente empregada quando a produção se destina à indústria. O tutoramento mais comum é a “cerca cruzada”, que deve ser instalada antes que as plantas tombem.

No Brasil a maioria das cultivares de tomateiros apresenta hábito de crescimento indeterminado, quando tutoradas, são submetidas a diversos tipos de poda, destinada a equilibrar e regular o desenvolvimento vegetativo e a frutificação, aumentando o tamanho e melhorando a qualidade dos frutos. A poda no tomateiro pode ser realizada pela eliminação das ramificações laterais (prática popularmente conhecida como desbrota), eliminação da gema apical (desponte ou capaço), remoção de folhas e desbastes de frutos (FILGUEIRA, 2008). Na cultura tutorada, a amontoa alta quando efetuada em conjunto com a primeira adubação em cobertura, favorece a emissão de raízes adventícias ao caule

Uma alta produção de tomate, pode ser obtida a partir de um elevado número de frutos por área de crescimento (SANDRI et al., 2002). Avaliando a influência do hábito de crescimento da cultivar e do número de hastes na produtividade de tomateiro cultivado em sistema orgânico, Leal & Araújo (2004) obteve maior produção de frutos da cultivar Santa Clara conduzida com duas hastes quando comparado com a condução com uma única haste.

Avaliando o tomate cereja em Seropédica Azevedo (2006), concluiu que o sistema de condução afeta diretamente a classificação dos frutos, no que diz respeito ao quesito calibre e classe, onde no sistema rasteiro ou frutos produzidos são, em geral, em maior número, porém podem apresentar menor diâmetro e peso médio. A escolha do sistema de produção, rasteiro ou conduzido verticalmente com eliminação dos brotos laterais (desbrota) e limitação do número de hastes por planta, deve-se considerar as condições climáticas da região e o custo da mão de obra (AZEVEDO, 2006). Para tomate do tipo cereja, o tamanho do fruto é caracteristicamente pequeno. A cultura pode ser conduzida em maiores densidades com maiores números de hastes, sem que a diminuição do fruto comprometa a qualidade comercial.

2.6. Irrigação do tomateiro

A cultura do tomateiro tem o potencial de produzir acima de 200 t/ha de frutos, em cultura tutorada, e pouco mais de 100 t/ha, em cultura rasteira, é elevada a exigência de água (FILGUEIRA, 2008). A irrigação influencia na produtividade e na qualidade dos frutos. O tomateiro necessita de um aporte adequado de água em todas as fases do seu desenvolvimento. A cultura do tomateiro apresenta maior sensibilidade a deficiência de água no início da frutificação e no início do desenvolvimento dos frutos (MONTE et al., 2009). No fruto maduro de tomate, a água participa com 93% a 95% de sua constituição.

As condições de umidade podem influenciar o número de flores por planta, a porcentagem de pegamento dos frutos e o tamanho dos frutos, afetando a produtividade. O excesso de umidade no solo pode causar o apodrecimento e o aparecimento de rachaduras nos frutos, além do surgimento de fungos causadores de doenças no tomateiro (MONTE et al., 2009; SILVA et al., 2013). A água proporciona a solubilização e a disponibilização dos nutrientes do solo para as plantas (MAROUELLI et al., 2009).

As plantas necessitam de água de qualidade, para expressar seu máximo desenvolvimento e potencial produtivo (GUEDES et al., 2015). Em cultivos protegidos a importância da qualidade da água se torna maior, por não haver lavagem dos sais pelas águas da chuva, como ocorre em cultivos a céu aberto (GUEDES et al., 2015). As plantas cultivadas em recipientes possuem um volume restrito para o desenvolvimento do sistema radicular, sendo necessário irrigações frequentes e em pequenas quantidades para maximizar a produtividade. O híbrido de tomateiro Sahel cultivado em ambiente protegido com substrato de fibra de coco, teve seu crescimento e produtividade influenciado pela frequência de irrigações diária (PIRES et al., 2009).

2.7. Irrigação por microtubos automatizada

Uma boa alternativa para os pequenos agricultores é a utilização de sistemas de microirrigação com microtubos devido a elevada uniformidade de aplicação de água e baixo custo de aquisição (ALVES et al., 2015). Os microtubos são gotejadores de longo percurso cujos diâmetros variam de 0,5 a 1,5 mm. A obstrução é o principal problema em microirrigação, afetando a taxa de aplicação e a uniformidade de distribuição de água.

Em comunidades carentes no meio rural, a irrigação localizada por gravidade é feita com baldes, tonéis ou caixas de água elevado a um metro de altura para o fornecimento de água, sendo o sistema composto por linhas laterais e emissores do tipo microtubos (SOUZA et al., 2006).

O Acionador Simplificado para Irrigação (ASI) é um dispositivo que controla o acionamento, duração e a paralisação da irrigação automaticamente, tendo como base a tensão da água no solo. Este dispositivo foi desenvolvido pelo Professor Leonardo Oliveira Médici (UFRRJ), utilizando peças largamente produzidas na indústria e que possuem baixo custo de aquisição.

Este dispositivo é composto por uma cápsula cerâmica usada em filtros residenciais de água conectada por um tubo plástico flexível a um pressostato de máquina de lavar roupas. O sistema é totalmente preenchido com água e após a montagem a cápsula é instalada no solo, na profundidade de exploração do sistema radicular da cultura. Quando o conteúdo de água no perfil do solo diminui, ocorre à formação de uma tensão dentro da cápsula que é transmitida pelo tubo flexível até o pressostato. Com esta tensão o pressostato aciona um comutador que estabelece o circuito elétrico entre o sistema de irrigação, com uma válvula solenoide através de condutores. Estabelecida a corrente elétrica, a válvula solenoide permite a passagem da água para a tubulação do sistema de irrigação.

Avaliando o cultivo do tomate em vasos e em ambiente protegido, utilizando principalmente materiais residuais como fonte de nutrientes e irrigação automática de baixo custo Gomes (2016), obteve produtividades comerciais de frutos de tomate variando de 0,83 a 1,99 kg planta⁻¹ (16,6 a 39,8 t ha⁻¹). De acordo com o referido autor as lâminas aplicadas pelo acionador automático para o cultivo do tomate foram menores que as encontradas na literatura, demonstrando uma economia de água com o cultivo em vasos em comparação aos cultivos em condições de campo.

2.8. Nutrição e adubação do tomateiro

O desenvolvimento da planta de tomateiro depende de vários fatores, entre os quais se pode citar o material genético, temperatura, iluminação, nutrição, abastecimento de água e a concentração de CO₂, que atuam simultaneamente em complexa interação (NETO et al., 2012).

O tomateiro é altamente exigente em nutrientes minerais. Avaliando a marcha de absorção dos elementos nutritivos essenciais pelo tomateiro em experimento conduzido em

vasos em ambiente protegido com a cultivar Santa Cruz-1639 Gargantini & Blanco (1963), concluíram que os nutrientes essenciais absorvidos em maiores quantidades pela cultura do tomate foram o potássio e o nitrogênio. Em seguida pela ordem decrescente o cálcio, enxofre, fósforo e magnésio. Houve intensa translocação dos nutrientes fósforo, nitrogênio, potássio, magnésio dos órgãos vegetativos para os frutos, enquanto o cálcio e o enxofre apresentaram pequena translocação para os frutos (GARGANTINI & BLANCO, 1963).

Analisando o crescimento e a marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raíssa cultivado em sistema hidropônico Prado et al. (2011), obteve incremento com ajuste linear ao longo do cultivo para o acúmulo de macronutrientes e de micronutrientes pelo tomateiro, exceto o manganês que foi quadrático. As maiores exigências nutricionais do tomateiro cultivar Raíssa foram potássio, nitrogênio e cálcio para os macronutrientes e de ferro, zinco e manganês para os micronutrientes (PADRO et al., 2011).

Ao determinar o efeito de três concentrações de N da solução nutritiva sobre o crescimento e a produtividade do tomateiro cultivado em substrato, Andriolo et al. (2004) observou que concentrações de N na solução nutritiva abaixo ou acima da recomendada para o cultivo do tomateiro afetam a produtividade e o crescimento da cultura. O nitrogênio aumenta o crescimento vegetativo e a parte área fotossintetizante, preparando a planta à alta produtividade, em excesso pode ocasionar anomalias, como frutos ocos e com podridão apical (FILGUEIRA, 2008).

Em experimento realizado em condições de campo Mueller et al. (2013), obteve as maiores produtividades de tomate utilizando aplicação somente da adubação mineral ou com aplicação de adubo orgânico complementado com o mineral. A adubação orgânica propicia a atividade de microrganismos que se encontram no composto, contribuindo com o fornecimento de elementos minerais que as plantas necessitam para completar seu desenvolvimento (MAIA et al., 2013).

2.9. Manejo ecológico de doenças e pragas

No cultivo em sistemas orgânicos, o controle de doenças e pragas deve ser realizado apenas quando houver possibilidade de danos consideráveis à produção (SEDIYAMA et al., 2014). O monitoramento sistemático de doenças e pragas é quem vai determinar a necessidade ou não de intervenção que somente poderá ser realizada com produtos permitidos pela legislação em vigor e aceitos pelas certificadoras. Na agricultura orgânica os princípios e legislação, impedem o uso de fungicidas químicos, devendo ser priorizado o uso de cultivares resistentes e medidas de caráter preventivo (SANTOS et al., 2017).

O cultivo em sistema orgânico necessita de cuidados extras, em comparação com o sistema convencional, principalmente se conduzido em campo aberto. O crescimento da produção de tomate orgânico tem como fator limitante principal os problemas fitossanitários (MELO et al., 2009). Podem ser considerados como inseto praga no tomateiro: pulgões, ácaros, tripses, moscas brancas e minadoras, traças e brocas pequenas e grandes dos frutos. Por apresentar boa produtividade e poucos problemas com doenças e pragas, o tomate cereja é uma espécie bem adaptada ao cultivo em sistema agroecológico (AMBROSANO et al., 2014).

Os principais insumos utilizados no cultivo do tomateiro sob o manejo orgânico para controlar doenças fúngicas são as caldas bordalesa e a sulfocálcica (NETO, 2016). A calda bordalesa, permitida pela legislação, tem uso limitado e restrito à aplicação de apenas 6,0 kg ha⁻¹ de cobre por ano (SANTOS et al., 2017). A utilização de biofertilizantes pode aumentar a resistência das plantas às pragas, por via de fornecimento de nutrientes (SEDIYAMA et al., 2014).

A agricultura orgânica está fundamentada na diversificação do agroecossistema, com consórcios e/ou rotações de cultura, conservação e otimização da capacidade produtiva do solo

e aproveitamento das funções ecológicas para a regulação das populações de inseto (SEDIYAMA et al., 2014).

2.10. Cultivo protegido de tomate

O cultivo protegido do tomateiro utiliza técnicas que buscam minimizar as perdas ocasionadas pelas adversidades ambientais e climáticas podendo otimizar o uso de insumos (GENUNCIO et al., 2010; MELO et al., 2014). As casas de vegetação são estruturas cobertas com material transparente ou translúcido, com dimensões suficientes para comportar o cultivo e podem ter suas condições ambientais totalmente ou parcialmente controladas, para se obter máxima produtividade e qualidade dos produtos (MAHAJAN & SINGH, 2006).

O cultivo do tomateiro em campo aberto se torna mais susceptível as intempéries climáticas, pragas e doenças quando comparada com o cultivo protegido, afetando negativamente a produção e qualidade dos frutos colhidos. O cultivo protegido pode ser uma alternativa para produção de tomate, aumentando a segurança do produtor quanto a qualidade e produção de frutos. Em cultivos protegidos e bastante comum o acúmulo de sais no solo, devido às altas doses de fertilizantes aplicados e a falta de lixiviação dos sais acumulados após um cultivo (MEDEIROS et al., 2012). A cultura do tomateiro geralmente é implantada em áreas novas ou em locais onde se teve a rotação de cultivo com outras espécies, em ambiente protegido tanto a rotação quanto a mudança de área são dificultados (FONTES et al., 2004).

2.11. Importância econômica

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil, podendo ser comercializado *in natura* ou de forma industrializada (CHARLO et al., 2009; MENEZES et al., 2011). Importante economicamente no Brasil, o tomate contribui para o desenvolvimento social gerando emprego e renda no campo. Para se alcançar lucratividade econômica e bons rendimentos, com o tomateiro é necessário que os fatores inerentes ao uso correto da água de irrigação, nutrição, genética e à sanidade dos frutos estejam em níveis adequados (SILVA et al., 2012).

A produção brasileira de tomate em 2019 foi estimada em 4,3 milhões de toneladas, com crescimento de 6,1 % em comparação com o ano anterior (IBGE, 2019). A estimativa de área plantada deve alcançar 61,5 mil hectares, com aumento de 2,9 %, enquanto que o rendimento médio terá aumento 3,1% (IBGE, 2019). A produção se encontra dividida em “tomate estaqueado” utilizado de forma *in natura* e em “tomate rasteiro” mas utilizado no processamento industrial (IBGE, 2019). Os maiores produtores são os estados de Goiás com 36,6 % do total a ser produzido em 2019, São Paulo com 19,8 %, Minas Gerais com 12,6 %, Bahia com 6,4 %, Santa Catarina com 4,3 % e o Rio de Janeiro com 3,8 % (IBGE, 2019). Não existem números oficiais sobre o volume da produção de tomate orgânicos no Brasil.

No mercado prevalecem os frutos graúdos e vermelhos, produzidos por cultivares híbridas e com frutos longa vida (COSTA et al., 2018). Nos últimos anos, observa-se um crescimento significativo na oferta e busca de frutos do grupo cereja (COSTA et al., 2018). O tomate do tipo cereja vem sendo bastante encontrado em grandes centros comerciais, onde alcançam preços bastante atrativos (NETO et al., 2012; COSTA et al., 2018). O tomate pode ser industrializado na forma de inúmeros subprodutos, como polpa, pasta, extrato e tomate seco, sendo uma das culturas nacionais de maior importância econômica (NASCIMENTO et al., 2013). A cultura do tomateiro apresenta um elevado custo quando conduzida em sistema convencional.

2.12. Águas Residuárias proveniente da bovinocultura de leite

Águas residuárias são aquelas que apresentam em sua constituição resíduos de alguma atividade antrópica, podendo trazer prejuízo ao meio ambiente e ao homem se despejada de maneira inadequada. O confinamento de vacas leiteiras produz efluentes orgânicos que variam de 9 a 12 % do peso vivo dos animais por dia (CAMPOS et al., 2002). A quantidade total de efluentes orgânicos depende do volume de água utilizado na limpeza e desinfecção de equipamentos e instalações (CAMPOS et al., 2002). As características químicas e físicas das águas residuárias proveniente do confinamento de vacas leiteiras são altamente variáveis. Podem variar de acordo com a idade dos animais, digestibilidade, composição da ração, uso de medicamentos entre outros.

As águas residuárias apresentam um aporte significativo de macro e micronutrientes e grande parte desses nutrientes é disponibilizado apenas com a mineralização do material orgânico, exceção feita ao sódio e potássio, pois se considera que não estejam associados ao material orgânico e, portanto, não dependem da mineralização para serem disponibilizados no meio (MATOS, 2008).

A disposição de águas residuárias no sistema solo-planta, realizada sem critérios agrônômicos e ambientais, pode causar contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas e toxicidade às plantas, por outro lado, se bem planejada está aplicação pode trazer benéficos, tais como fonte de macro e micronutrientes é água para as plantas e diminuição do uso de fertilizantes (ERTHAL et al., 2010).

2.12.1. Caracterização de águas residuárias de bovinocultura de leite bruta (ARBB)

Na Tabela 1, se encontra os valores obtidos por Silva (2012), em um experimento de fertirrigação com ARBB em cultivo orgânico da Figueira e Jorge (2013) em ensaio de fertirrigação com ARBB em cultivo orgânico do tomateiro.

Tabela 1: Valores médios dos parâmetros obtidos da água residuária da bovinocultura de leite (Adaptado de SILVA 2012) e (Adaptado de JORGE 2013).

Parâmetros de qualidade	Jorge	Silva
pH	7,12	6,48
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹)	2,10	2,91
Sólidos Totais (mg L ⁻¹)	22.100,00	24.179,00
DQO (mg L ⁻¹)	7.620,00	26.875,00
DBO (mg L ⁻¹)	1.676,00	3.522,00
Nitrogênio Total (mg L ⁻¹)	370,60	696,00
Fósforo (mg L ⁻¹)	80,00	81,00
Potássio (mg L ⁻¹)	120,00	123,00
Sódio (mg L ⁻¹)	85,00	75,00
Cálcio + Magnésio (mg L ⁻¹)	357,00	347,00
Carbono Total (mg L ⁻¹)	-	-
Zinco (mg L ⁻¹)	5,70	1,0
Cobre (mg L ⁻¹)	1,30	6,2

De acordo com Jorge (2013), a ARB pode ser utilizada na adubação do tomateiro em cultivo orgânico, sendo necessário complementação com vistas a fornecer a quantidade adequada de potássio e fósforo.

2.12.2. Caracterização de águas residuárias de bovinocultura de leite tratada (ARBT)

Os Sistemas Alagados Construídos (SACs) são reservatórios preenchidos com materiais porosos, de alta condutividade hidráulica, em geral constituídos por britas que servem de suporte para o cultivo de macrófitas, no meio suporte desenvolve-se um biofilme entremeado pelas raízes das plantas que permite a degradação da matéria orgânica presente na água residuária e remoção de sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos por meio de processos físicos (MATOS et al., 2012). Os SACs removem poluentes da água através de mecanismos físicos, biológicos e químicos podendo torná-la adequada para disposição final no ambiente ou utilização em fertirrigação de culturas.

O SAC de fluxo horizontal subsuperficial cultivado com capim vetiver apresenta bom desempenho no tratamento de água residuária de bovinocultura de leite, sendo indicado para pequenas e médias unidades de sistemas agrícolas, por apresentar baixo custo de instalação, baixo custo de manutenção e ser isento de consumo de energia elétrica (MELO, 2017). A Tabela 2 apresenta os valores médios dos parâmetros obtidos da água residuária de bovinocultura de leite obtida ao final de um SAC cultivado com capim vetiver.

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros obtidos da água residuária da bovinocultura de leite obtida ao final de um sistema de alagado construído cultivado com capim vetiver (Adaptado de MELO 2017),

Parâmetros de qualidade	Melo
pH	7,03
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹)	2,87
Sólidos Suspensos Totais (mg L ⁻¹)	42,15
Turbidez (FTU)	85,19
Cor (PtCo)	2346,64
Nitrato (mg L ⁻¹)	2,79
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,19
Nitrogênio amoniacal (mg L ⁻¹)	108,84
Fósforo (mg L ⁻¹)	42,47

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia pertencente ao Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica – Rio de Janeiro, Brasil (latitude 22°48'S, longitude 43°41'W, altitude 33 m), no ano de 2018. O clima da região é classificado como Aw segundo a classificação de Köppen-Geiger com verão quente e chuvoso e inverno frio e seco (CARVALHO et al., 2006).

O experimento com o tomate cultivar Perinha Água Branca (PAB), cultivado em vasos de 8 L, foi realizado em casa de vegetação (estufa de baixo custo / modelo PESAGRO-RIO), que possui estrutura construída em madeira, coberta com plástico agrícola e envolta totalmente com sombrite, com largura de 8 m e comprimento de 30 m, tendo uma área total de 240 m² (LEAL et al., 2006).

As mudas de tomate foram produzidas na Fazendinha Agroecológica km 47 (Convênio da EMBRAPA-Agrobiologia, UFRRJ e PESAGRO-RIO), em bandejas de isopor de 128 células com substrato orgânico composto por 83% de húmus, 15 % de carvão e 2% de torta de mamona (OLIVEIRA et al., 2011). As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas diariamente.

3.2. Caracterização da biomassa vegetal não compostada

A biomassa vegetal não compostada foi obtida no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro situado no Município de Seropédica – RJ, que possui extensas áreas cultivadas com grama batatais, tendo a função de cobertura do solo. A manutenção da qualidade dos gramados é feita, por meio de cortes frequentes, para melhor apresentação das instalações presente nesta instituição. Geralmente o material cortado, permanece espalhado pelos gramados, não sendo aproveitado no sistema agropecuário.

Após recolhidas, as aparas de grama batatais foram secas dentro da casa de vegetação, até o preenchimento dos vasos, quando estavam com 10% de umidade, a qual foi estimada por secagem em estufa de circulação forçada a 60°C. A análise química do material foi realizada no laboratório de análise de solo, tecido vegetal e fertilizantes pertencente ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

O solo utilizado foi obtido próximo à casa de vegetação em uma localidade onde não se teve cultivo de tomate. Este solo foi retirado de sua área de origem e transportado para casa de vegetação onde foi espalhado, seco ao ar e, posteriormente, peneirado, com o auxílio de uma peneira malha 5 mm. A análise química do solo foi realizada na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO)

O cultivo foi conduzido em vasos de 8 L, preenchidos manualmente com 600 g de aparas de grama seca ao ar, que foi padronizada para os demais vasos de todos os tratamentos. A quantidade de biomassa vegetal utilizada foi definida arbitrariamente, em função da capacidade máxima do vaso após compactação manual do material. As aparas de grama foram utilizadas como fonte de nutrientes e como sustentação para a cultura do tomateiro. No centro do vaso foi adicionado um núcleo de material de solo com aproximadamente 750 g, com o objetivo de receber a muda do tomateiro e auxiliar na sustentação inicial da planta. Uma camada de solo de aproximadamente 1250 g foi adicionada acima da biomassa vegetal com a função de manter a umidade no interior dos vasos e auxiliar na distribuição da água fornecida pelo sistema de irrigação, evitando a formação de canais preferências para água. A Figura 1, ilustra a montagem dos vasos utilizados no experimento.



Figura 1: Registro fotográfico da montagem dos vasos: a) vaso com biomassa vegetal não compostada de grama batatais; b) vaso com a biomassa e o núcleo de solo; c) vaso com a biomassa, o núcleo de solo e a camada de solo sobre a biomassa.

3.3. Condução do experimento

O transplântio das mudas para os vasos foi realizado no dia 29 de junho de 2018 (30 dias após a sementeira). O controle de plantas invasoras foi realizado manualmente entre os vasos e dentro dos vasos, uma vez por semana. O controle de pragas e/ou doenças foi feito pela retirada manual das folhas comprometidas. A poda dos ramos laterais (desbrota convencional) foi realizada manualmente, uma vez por semana. As plantas de tomate foram conduzidas com duas hastes, por meio de fitilhos em ambas as hastes dispostos sobre um arame liso instalado. As plantas foram submetidas a capação da haste principal acima do décimo cacho e da haste secundária acima do oitavo cacho, quando as plantas apresentaram a formação de três folhas acima dos respectivos cachos.

Os vasos foram dispostos no interior da casa de vegetação, sendo o espaçamento entre linhas de 1,0 m e o espaçamento entre vasos de 0,5 m, totalizando 6 linhas de cultivo, com 5 vasos por linha, totalizando 30 vasos. A parcela experimental foi composta por um vaso com uma planta conduzida com duas hastes por meio de fitilhos dispostos sobre um arame liso instalado na altura de 2,0 m.

Realizaram-se ao longo do experimento duas compactações manuais da biomassa vegetal não compostada nos vasos de todos os tratamentos (aos 40 e 83 dias após o transplântio - DAT), com o objetivo de uniformizar o acamamento decorrente da decomposição das aparas de grama e evitar o excesso de aeração. Aos 63 DAT foi realizada uma reposição do material, com aproximadamente 300 g de aparas de grama em todos os tratamentos. Esse material tinha a função de repor o volume de biomassa que sofreu decomposição e acamamento, mantendo o material no limite superior do vaso. Acima da biomassa adicionada foi colocada uma camada de areia, com a função de facilitar a distribuição da água e evitar a evaporação.

3.4. Sistema de irrigação e manejo da água de irrigação

O manejo da água de irrigação foi realizado por meio de um Acionador Simplificado para Irrigação (ASI), que conforme a regulagem, aciona o sistema de irrigação quando uma determinada tensão da água na biomassa vegetal não compostada é atingida. Neste trabalho a regulagem foi de 6 kPa.

O ASI é composto por uma cápsula cerâmica usada em filtros de água (Vela Cerâmica Tradicional, Stéfani, Jaboticabal, Brasil), pressostato de máquina de lavar roupas (EPR 05 –

Emicol, Itú, Brasil) e um tubo plástico (Cristal, MRF, Nova Petrópolis, Brasil) (MEDICI et al., 2010). A cápsula cerâmica foi saturada com água e acoplada ao pressostato por meio do tubo plástico, ambos preenchidos com água. Depois de montado o sistema, a cápsula foi colocada abaixo do núcleo de solo, em contato com a biomassa vegetal na posição horizontal, a 5 cm do fundo do vaso. A regulagem desse dispositivo é realizada a partir do desnível entre a cápsula porosa e o pressostato. É criada uma tensão dentro da cápsula à medida que a quantidade de água no substrato diminui. Essa tensão na cápsula é transmitida ao pressostato pelo tubo plástico, o diafragma do pressostato aciona o comutador que estabelece o circuito elétrico entre o sistema de irrigação (válvula solenoide) e a fonte de energia por meio dos condutores (fio de 4 mm). Estabelecida a corrente elétrica, a válvula solenoide permite a passagem da água para a mangueira do sistema de irrigação.

A água de irrigação que chega ao substrato, umedece o sistema radicular da planta e atinge a cápsula cerâmica, propiciando um alívio na tensão, estabelecendo uma pressão positiva no pressostato, que vai cortar a corrente elétrica da válvula solenoide, interrompendo a irrigação. A disponibilidade de água no substrato controla o processo de fornecimento de água as plantas.

O ASI foi instalado em dois vasos e acionava duas válvulas solenoides de máquina de lavar roupa (EVA 06, Emicol, Itú, Brasil) em paralelo, liberando a passagem de água entre o reservatório, instalado a 3,0 m de altura ao lado da casa de vegetação, e o sistema de microirrigação composto por 2 microtubos por vaso/planta (PDAEXT001000378, Plasnova, Louveira, Brasil). Os emissores tinham 30 cm de comprimento e 0,7 mm de diâmetro. Os tratamentos foram irrigados ao mesmo tempo recebendo a mesma quantidade de água. O coeficiente de uniformidade de distribuição avaliado conforme Mantovani et al. (2009) foi de 93,9%, e a vazão média dos emissores de $4,56 \text{ L h}^{-1}$. A quantidade de água aplicada pelo sistema de irrigação foi avaliada por meio de leituras de volume em um hidrômetro (Alpha mnf, FAE, Fortaleza, Brasil) instalado no início da linha. A Figura 2, apresenta disposição dos vasos e a posição dos acionadores no experimento.



Figura 2: Registro fotográfico da disposição dos vasos, linhas laterais do sistema de irrigação e biomassa vegetal não compostada de grama batatais, utilizada na adubação de cobertura.

3.5. Caracterização da água residuária

3.5.1. Água residuária de bovinocultura de leite bruta

A água residuária de bovinocultura de leite bruta (ARBB) foi preparada a partir da mistura entre 85% de água limpa de poço e 15% de esterco bovino fresco. Essa mistura proporciona uma água residuária com as características apresentadas por Silva (2012) e Jorge (2013). O esterco foi obtido no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), mais conhecido como Fazendinha Agroecológica km 47, que está localizado no município de Seropédica no Estado do Rio de Janeiro – Brasil.

3.5.2. Água residuária de bovinocultura de leite tratada

A água residuária de bovinocultura de leite tratada (ARBT) foi obtida ao final de um sistema de alagado construído presente na Fazendinha Agroecológica km 47. A água residuária proveniente do estábulo da bovinocultura de leite é captada por tubos que conduzem por gravidade até a esterqueira responsável pela separação de sólidos grosseiros e flutuantes. Na esterqueira a água residuária é bombeada para o tanque séptico onde fica armazenada para controlar o volume de água residuária que passa pelas etapas seguintes. O filtro de brita 1 e de fluxo ascendente, a brita é utilizada de meio suporte para microrganismos. No filtro de conduíte picado o fluxo é descendente, a corrugosidade do conduíte picado permite a fixação de microrganismos. O alagado construído e cultivado com o capim Vetiver é o material filtrante e a brita 1. Na Figura 3, é apresentado o fluxograma com suas respectivas etapas da Unidade piloto de tratamento instalada no SIPA.

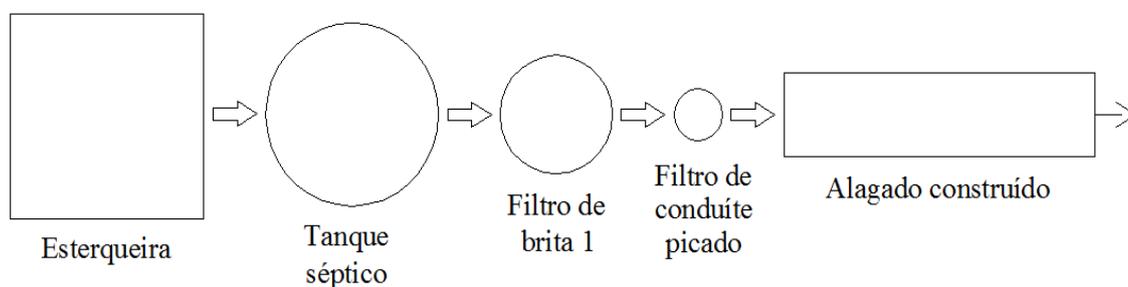


Figura 3: Unidade piloto de tratamento (UPT) instalada no SIPA, composta por: esterqueira, tanque séptico, filtro de brita 1, filtro de conduíte picado e SAC cultivado com capim vetiver.

O sistema de alagado construído remove poluentes da água através de mecanismos físicos, biológicos e químicos podendo torná-la adequada para disposição final no ambiente ou utilização em fertirrigação de culturas. De acordo com Melo (2017), ocorre um decaimento na cor média quando comparado a água de entrada e saída do sistema de alagado construído. A cor é um parâmetro físico de qualidade da água indicando a quantidade de sólidos dissolvidos.

A caracterização da ARBT foi realizada no Laboratório de Monitoramento Ambiental I – Água e Efluentes do Departamento de Engenharia da UFRRJ, conforme métodos recomendados pela Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995).

3.6. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, considerando três tratamentos e 10 repetições.

Os tratamentos aplicados são descritos abaixo:

T1- Controle - feito com água de abastecimento;

T2 - água residuária de bovinocultura de leite tratada (ARBT); e

T3 - água residuária bovinocultura de leite bruta (ARBB).

3.7. Variáveis de produção avaliadas

As colheitas foram realizadas aos 76, 83, 90, 97, 104, 111, 118, 125, 132, 139, 146, 153, 160 DAT, quando os frutos estavam nos estádios de maturação verde-maduro e maduro. Durante as treze colheitas foram realizadas a pesagem, contagem e a medição dos diâmetros longitudinal e equatorial dos frutos, com o auxílio de um paquímetro digital.

As variáveis analisadas foram: número de frutos por planta, massa média dos frutos por planta, produção de frutos, diâmetro longitudinal e equatorial dos frutos e produtividade estimada.

3.8. Eficiência no uso da água (EUA)

A eficiência no uso da água (EUA) (kg m^{-3}) foi obtida pelo cálculo da massa de fruto comercial (MFC) produzida por lâmina de água aplicada, de acordo com a equação 1 (LOVELLI et al., 2007):

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

em que:

Y = produtividade comercial da cultura, em kg ha^{-1} ; e

I = lâmina aplicada pela irrigação, em mm

3.9. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5 % de significância pelo programa Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o melhor entendimento destes, os dados coletados durante o experimento foram trabalhados e apresentados em forma de tabelas e gráficos. Os resultados obtidos serão descritos em etapas.

4.1. Caracterização do clima

A temperatura é a variável climática que mais afeta a produtividade e a qualidade dos frutos de tomate (SILVA et al., 2011). A Figura 4, apresenta os valores de temperatura máxima, mínima e média obtidas durante o período em que foi conduzido o ensaio, registrados pela estação Ecologia Agrícola do INMET.

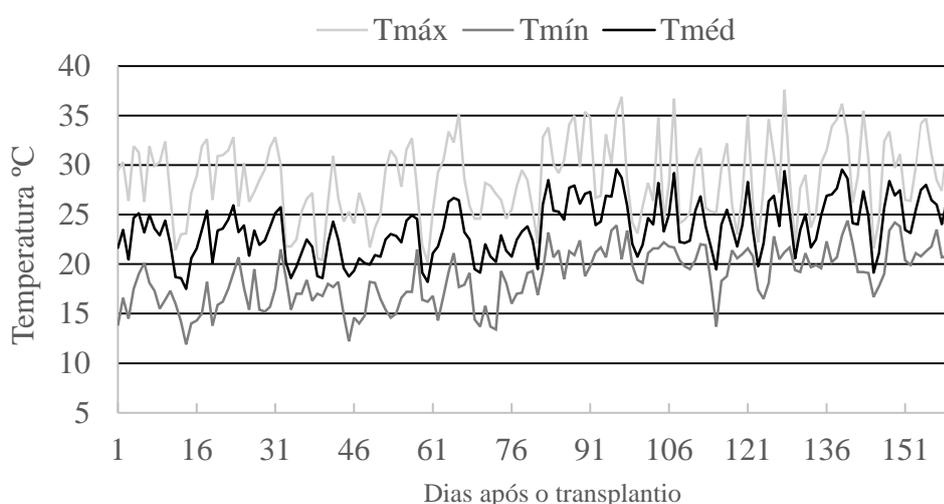


Figura 4: Temperaturas máximas, médias e mínimas registradas durante o período de realização do ensaio inverno-primavera.

Os valores médios de temperatura no início do experimento estão na faixa de temperatura ótima para o desenvolvimento da cultura do tomateiro, que é de 21 - 28°C durante o dia e de 15 - 20°C, à noite (FILGUEIRA, 2008). A partir da primeira colheita (76 DAT) até o final do ciclo, houve aumento expressivo na temperatura média do ar. Temperaturas excessivas diurnas ou noturnas, constituem fator limitante da tomaticultura, podendo prejudicar a frutificação e o pegamento das flores e frutos (FILGUEIRA, 2008). No presente trabalho não foram observados abortos de flor ou fruto, mas é possível que o aumento da temperatura tenha prejudicado o desempenho geral da planta. O experimento foi realizado em cultivo protegido, apresentando temperaturas maiores que temperaturas do ar registradas pela estação Ecologia Agrícola do INMET.

4.2. Caracterização do substrato

Na Tabela 3, é apresentado o resultado da análise química do solo utilizado no ensaio do período inverno - primavera.

Tabela 3: Caracterização química do solo utilizado como suporte físico e sustentação das mudas e como cobertura da biomassa vegetal não compostada. no ensaio do período inverno – primavera.

Características	Valores
pH em água	6,4
H+AL (cmol _c dm ⁻³)	1,5
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	3,7
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	1,4
Sódio (cmol _c dm ⁻³)	0,09
Fósforo (mg dm ⁻³)	80,0
Potássio (mg dm ⁻³)	72,00
Textura (Expedita)	Arenosa

Na Tabela 4, é apresentado o resultado da análise química de macronutrientes das aparas de grama batatais, utilizada no ensaio do período inverno-primavera.

Tabela 4: Caracterização química dos macronutrientes presentes na biomassa vegetal não compostada de grama batatais, utilizada no preenchimento dos vasos do ensaio inverno – primavera.

Macronutrientes	Valores
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	22,26
Fósforo (g kg ⁻¹)	1,7
Potássio (g kg ⁻¹)	11,68
Cálcio (g kg ⁻¹)	4,27
Magnésio (g kg ⁻¹)	4,13
Enxofre (g kg ⁻¹)	2,03

Resultados semelhantes foram obtido por Lima et al. (2011), onde foi determinado a matéria seca e os teores foliares de macronutrientes da grama batatais pelos métodos de secagem em forno de micro-ondas.

Na Tabela 5, é apresentado o resultado da análise química de micronutrientes das aparas de grama batatais, utilizada no ensaio do período inverno-primavera.

Tabela 5: Caracterização química dos micronutrientes presentes na biomassa vegetal não compostada de grama batatais, utilizada no preenchimento dos vasos do ensaio inverno – primavera.

Micronutrientes	Valores
Cobre (mg kg ⁻¹)	10,605
Ferro (mg kg ⁻¹)	721,040
Zinco (mg kg ⁻¹)	37,570
Manganês (mg kg ⁻¹)	310,995
Boro (mg kg ⁻¹)	4,280

4.3. Caracterização da água residuária de bovinocultura de leite tratada (ARBT)

Na Tabela 6, segue apresentado a caracterização da ART utilizada no período de inverno primavera. Verificou-se que a ART utilizada nesse ensaio apresentou características semelhantes às apresentadas por Melo (2017), o referido autor utilizou o mesmo SAC.

Tabela 6: Caracterização da água residuária da bovinocultura de leite, sob manejo orgânico do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) da Embrapa-Agrobiologia, Seropédica-RJ. Concentração dos parâmetros analisados (potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, sólidos suspensos totais, turbidez, cor, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, fósforo) na saída do sistema piloto de tratamento de efluente cultivado com capim vetiver.

Características	Valores
pH	6,8
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹)	2,73
Sólidos Suspensos Totais (mg L ⁻¹)	56,48
Turbidez (FTU)	85,1
Cor (PtCo)	2305,7
Nitrato (mg L ⁻¹)	5,12
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,55
Nitrogênio amoniacal (mg L ⁻¹)	82,72
Fósforo (mg L ⁻¹)	132,16

A aplicação da água residuária foi realizada manualmente com o auxílio de béquer graduado, assim como no tratamento controle que recebia na mesma quantidade água de abastecimento. Cada planta recebeu 150 mL aos 47, 54, 61, 68, 75, 82, 96, 110, 124 DAT totalizando 1350 mL por planta ao final do experimento. Foi observado no T3, ao decorrer do ensaio, selamento superficial do solo acima da biomassa vegetal, sendo realizado uma escarificação para facilitar a infiltração da água residuária bruta.

4.4. Características da cultura

Os frutos submetidos a avaliação foram classificados como produção comercial, uma vez que não foram encontrados defeitos por doenças ou anomalias fisiológicas, como se espera em cultivo protegido.

4.4.1. Número de frutos, massa do fruto e produção de frutos

Na Tabela 7, encontra-se os valores médios do número de frutos, massa média do fruto e produção de frutos do tomateiro no ensaio realizado no período de inverno-primavera.

Tabela 7: Valores médios do número de frutos, massa dos frutos e produção de frutos do tomateiro no ensaio realizado no período de inverno-primavera. Seropédica, UFRRJ, 2018.

Tratamentos	Número de Frutos (frutos planta ⁻¹)	Massa Média (g fruto ⁻¹)	Produção de frutos (g planta ⁻¹)
T1 (Controle)	90,00 a	10,45 a	937,06 a
T2 (ARBT)	82,50 a	9,91 a	811,32 b
T3 (ARBB)	89,90 a	10,17 a	913,04 a
CV %	9,41	6,41	8,19

Médias com a mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância

O número médio de frutos por planta não apresentou diferença significativa entre os tratamentos que apresentaram 90,00; 82,50 e 89,90 frutos planta⁻¹, respectivamente, para T1, T2 e T3 (Tabela 7). Avaliando o tomate PAB em condições de campo com o espaçamento 1,50 m entre linhas e 0,40 m entre plantas, Silva et al. (2008) obtiveram 58,38 frutos comerciais por plantas. Também em condições de campo com a mesma cultivar, Santos et al. (2017) obtiveram 53,90 frutos por planta, após realizaram o preparo inicial do solo com posterior adubação de plantio com aplicação de cinza (50g cova⁻¹) e esterco bovino curtido (2L cova⁻¹). Resultados semelhantes foram obtidos por Azevedo (2006), no período de primavera-verão para cultivar PAB e Super-sweet que apresentaram os valores de 88,10 e 102,0 frutos por planta,

respectivamente. A partir dos resultados da análise química do solo, Azevedo (2006) realizaram aração da área após a aplicação de 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, com posterior adubação de plantio com 800 g de esterco de curral e 15 g de termofosfato por cova. Observa-se, portanto, a diferença entre o presente trabalho e a literatura com relação aos insumos para adubação e a semelhança no resultado das plantas.

A massa média dos frutos de todos os tratamentos não diferiu estatisticamente entre si, sendo que a massa dos frutos variou de 5 a 15 g durante o período de colheitas. Em ensaio realizado no campo Santos et al. (2017), observaram um significativo maior número de frutos e menor massa média unitária para cultivar PAB que apresentou massa fresca de 10 g fruto⁻¹. Os autores realizaram aos 57 DAT uma adubação de cobertura com os mesmos adubos. No presente trabalho a adubação de cobertura foi realizada aos 63 DAT com aplicação de 300 g de aparas de grama seca em todos os tratamentos. Rocha (2008) obteve massa média de 15,11 g fruto⁻¹ para cultivar PAB em Seropédica no período de março a agosto. Os resultados encontrados para massa média dos frutos são similares aos reportados pela literatura para mesma cultivar. O tomate cultivado em sistema orgânico tende a apresentar maior taxa de frutos pequenos em comparação com o sistema de cultivo convencional. A Figura 5, ilustra a distribuição dos vasos, sistema de condução das plantas, hidrômetro, solenoides, linha principal e linhas laterais do sistema de irrigação.



Figura 5: Registro fotográfico da disposição dos vasos, sistema de condução das plantas, hidrômetro, solenoides, linha principal e linhas laterais do sistema de irrigação.

O rendimento de uma hortaliça é determinado pela combinação do número com a massa média dos frutos colhidos por planta, cuja associação resulta na produção por planta (ROCHA et al. 2010). Não houve diferença significativa entre os valores médios de produção de frutos obtidos entre os tratamentos, T1 e T3. O tratamento T2 apresentou média (811,32 g planta⁻¹) inferior aos demais tratamentos. Azevedo (2006), Rocha (2008) e Santos et al. (2017), obtiveram média de produção total de 850, 840 e 690 g planta⁻¹ de tomate cultivar PAB, respectivamente. Observa-se, portanto que a Verdeponia resultou em produção de frutos similar ou superior à reportada na literatura.

Conforme Rosolem et al. (2012), o T2 pode ter sofrido deficiência de nitrogênio por causa da imobilização, uma vez que recebeu ARBT, que possui uma menor carga microbiana e menos N que a ARBB. Os autores compensaram a imobilização de nutrientes com aplicação de adubo mineral nitrogenado, para que as plantas apresentassem crescimento normal. Essa imobilização de nutrientes poderia ser compensada com aplicação de adubo na forma mineral, como recomenda Jorge (2013), ao avaliar o cultivo orgânico do tomateiro realizado por meio de fertirrigação com ARBB.

Ao caracterizar a ARBB preparada com esterco fresco do SIPA Jorge (2013) obteve os seguintes valores: pH= 7,4; condutividade elétrica (dS m⁻¹) = 2,55; nitrogênio total e sólidos totais = 486,5 e 22.100,00 (mg L⁻¹), respectivamente. Esses valores são superiores à ARBT que passa por um SAC, removendo poluentes da água através de mecanismos físicos, químicos e biológicos. A ARBB possui maior carga microbiana e maior teor de N, que pode ter compensado a imobilização em T3.

Em tomateiros do tipo cereja, a avaliação da produção no tempo, permite uma melhor visualização do rendimento em razão do elevado custo por área, sobretudo em ambiente protegido. As maiores produções de frutos por planta foram obtidas entre 104 e 132 DAT, como observado na Figura 6.

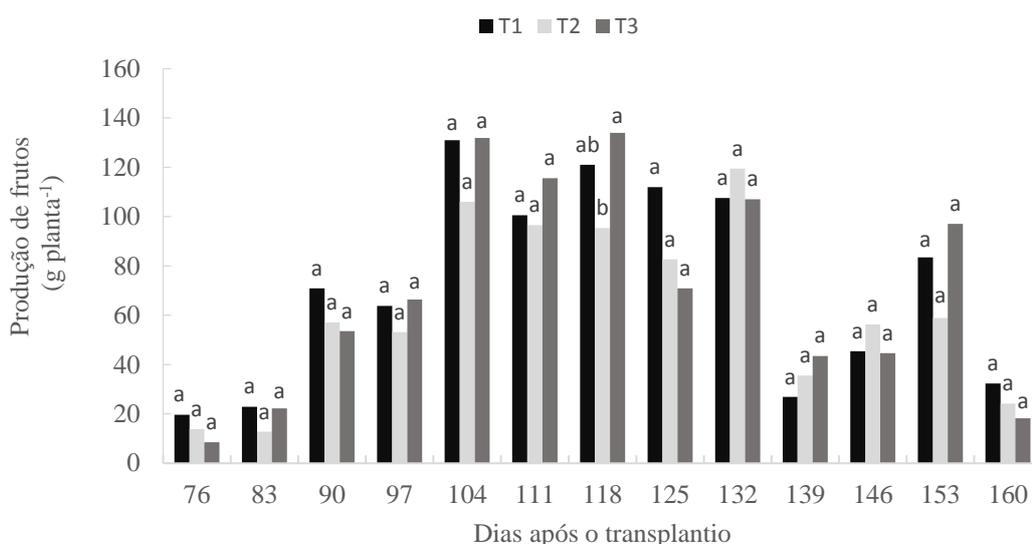


Figura 6: Produção de frutos por planta aos 76, 83, 90, 97, 104, 111, 118, 125, 132, 139, 146, 153 e 160 DAT no ensaio de inverno-primavera. Seropédica, UFRRJ 2018.

A redução da produção ao final do ciclo pode ser explicada, pelo menos parcialmente, pelo aumento da temperatura do ar ao longo do experimento e também pela deficiência de N. A única colheita semanal que apresentou diferença significativa, entre os tratamentos T3 e T2, ocorreu aos 118 DAT. O acúmulo dessa diferença significativa com outras não significativas ao longo do experimento levou à inferioridade do T2 em comparação aos demais tratamentos.

Avaliando a fertirrigação do tomateiro com ARBB em sistema orgânico de produção, Jorge (2013) observou valores máximos de produção, produtividade e acúmulo dos nutrientes nas folhas do tomateiro no tratamento com 400 % da dose de N recomendada para cultura. No presente trabalho, o tratamento feito com inoculante de ARBB (T3) não diferiu estatisticamente do controle para produção de frutos, e poderá ter sua utilização testada em doses maiores, na tentativa de elevar a produção de frutos.

4.4.2. Classificação dos frutos

Na Tabela 8, apresentam-se os valores médios dos parâmetros de classificação, diâmetro longitudinal e equatorial dos frutos obtidos ao longo do período de inverno-primavera.

Tabela 8: Valores médios do diâmetro longitudinal e diâmetro equatorial dos frutos de tomateiro no ensaio realizado no período de inverno-primavera. Seropédica, UFRRJ, 2018.

Tratamento	Diâmetro Longitudinal (mm)	Diâmetro Equatorial (mm)
T1 (Controle)	29,44 a	22,11 a
T2 (ARBT)	28,94 a	21,76 a
T3 (ARBB)	29,10 a	21,94 a
CV %	2,66	3,01

Médias com a mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância

Não houve diferença significativa para os valores médios do diâmetro longitudinal e diâmetro equatorial dos frutos entre os tratamentos (Tabela 8). Em cultivo realizado em campo, Costa et al. (2018) obtiveram diâmetro longitudinal de 34,0 mm e diâmetro equatorial de 24,3 mm para cultivar PAB, utilizando adubação de plantio de 30g cova⁻¹ de termofosfato, 3 L cova⁻¹ de esterco bovino e 150 g cova⁻¹ de cinza, conforme a recomendação de Leal (2006) para produção de tomate orgânico. Observa-se, portanto que Costa et al. (2018) usaram adubos com custo mais elevado do que o presente trabalho, e obtiveram diâmetros de fruto cerca de 10 % superiores ao obtidos no presente trabalho. Para mesma cultivar Azevedo (2006) e Rocha (2008), obtiveram diâmetro longitudinal de 38,70 e 28,70 mm e diâmetro equatorial de 26,90 e 25,80 mm, respectivamente. O T1 não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos e recebeu apenas aparas de grama seca, demonstrando simplificação na adubação do tomateiro. A maioria dos adubos utilizados na agricultura orgânica não é produzida na propriedade rural, sendo necessária uma aquisição prévia que pode acabar encarecendo o produto final.

Os frutos apresentaram formato oblongo, onde o diâmetro longitudinal é maior que o diâmetro equatorial, semelhante ao encontrado por Azevedo (2006) e Rocha (2008), ao testarem a cultivar PAB em condições de campo, sob diferentes sistemas de manejo de produção. A Figura 7, apresenta diversos cachos com frutos do experimento em diferentes estágios de maturação com coloração variada.



Figura 7: Registro fotográfico dos frutos de tomate obtidos no ensaio do período inverno-primavera

De acordo com a classificação do tomate cereja em classes proposta por Fernandes et al. (2007), cuja classificação é baseada no diâmetro transversal (gigante > 35 mm; grandes > 30 e < 35 mm, médios > 25 e < 30 mm; e pequenos > 20 e < 25 mm) e peso dos frutos (gigantes

> 20 g; grandes >15 e < 20 g; médios > 10 e < 15 g; e pequenos > 5 e < 10 g), os frutos de todos os tratamentos foram classificados como médios em relação ao diâmetro transversal, em relação ao peso dos frutos T1 e T3 foram classificados como médios e o T2 como pequeno.

4.4.3. Produtividade e eficiência no uso da água (EUA)

Os valores de produtividade de todos os tratamentos (Tabela 9) se encontram acima dos valores reportados pela literatura para produção comercial do tomate cultivar PAB em sistema orgânico de produção 7,37 t ha⁻¹ (AZEVEDO, 2006), 12,56 t ha⁻¹ (SILVA et al., 2008) e 12,0 t ha⁻¹ (JORGE, 2013).

Tabela 9: Produtividade estimada de frutos do tomateiro e eficiência no uso da água no cultivo do tomateiro no ensaio de inverno-primavera. Seropédica, UFRRJ, 2018.

Tratamentos	Produtividade Estimada (t ha ⁻¹)	EUA (kg m ⁻³)
T1 (Controle)	18,7 a	8,6 a
T2 (ARBT)	16,2 b	7,5 b
T3(ARBB)	18,3 a	8,4 a
CV %	6,08	8,19

Médias com a mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância

A eficiência no uso da água (EUA) é a relação entre a produtividade do tomateiro e o consumo de água, quanto maior o valor desta relação menos água será consumida pela planta. Os maiores valores de EUA (8,6 e 8,4 kg m⁻³) foram correspondente às plantas do tratamento controle e no tratamento com ARBB (Tabela 9), devido principalmente à maior produtividade dos mesmos, pois a aplicação de água foi a mesma em todos os tratamentos. Os valores de EUA podem variar em função de grupos ou cultivares de tomate, tipo de irrigação, qualidade da água e condições climáticas (MALHEIROS et al., 2012).

Não existe dados na literatura que mostrem valores médios ideias para a cultivar avaliada no presente estudo. A EUA para cultura do tomateiro está entre 10 e 12 kg m⁻³ (DOOREMBOS & KASSAM, 1994). Soares & Faria (1983), observaram valores médios de 12,7 kg m⁻³ para o cultivo do tomate industrial com irrigação por aspersão. Kalungu et al. (2008), obteve 13,4 kg m⁻³ para cultivar Débora Plus. Abrahão et al. (2014), verificaram diferentes eficiências de uso da água nas cultivares de tomate cereja Swett Million (29,1 kg m⁻³) e Swett Grape (22,3 kg m⁻³). Esse último trabalho foi realizado em ambiente protegido com controle de temperatura, o qual garantiu temperaturas menores e umidade relativa do ar maior do que o presente estudo

As plantas cultivadas em Verdeponia possuem um volume restrito para o desenvolvimento radicular, sendo necessária irrigações frequentes e em pequenas quantidades para maximizar a produtividade, exigindo sistemas como o ASI que controla a irrigação automaticamente, tendo como base a tensão da água no substrato. A utilização de aparas de grama batatais é uma forma eficiente e sustentável de adubação do tomate cereja. Desta forma, novos estudos com maiores quantidades de grama nos vasos são importantes para desenvolver ainda mais o potencial da Verdeponia para a cultivar PAB e outras

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam potencial agronômico no cultivo do tomate cereja em Verdeponia com aparas de grama batatais sem a necessidade de utilização de inoculante de água residuária de bovinocultura de leite.

O controle e o tratamento com ARBB tiveram produções de 937,06 e 913,04 g por planta, respectivamente. O tratamento realizado com ARBT teve produção inferior (811,32 g por planta), indicando que a grama não compostada dispensa adição de inoculante para fornecer nutrientes para o tomateiro.

Os maiores valores de EUA (8,6 e 8,4 kg m⁻³) foram corresponde às plantas do tratamento controle e no tratamento com ARBB, devido principalmente à maior produtividade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABRAHÃO, C.; BÔAS, R..L.V.; BULL, L.T. Relação K:Ca:Mg na solução nutritiva para a produção de minitomate cultivado em substrato. Irriga, Botucatu, v.19, n.2, p. 214-224, abril-junho, 2014.

ALMEIDA, J.C.C.; PÁDUA, F.T.; ROCHA, N.S.; SILVA, T.O.; CHAVES, I.P.L.; NEPOMUCENO, D.D. Produção e composição químico-bromatológica da grama-batatais (*Paspalum notatum* Flugge) dos gramados do campus da UFRRJ. Rev. Univ. Rural, EDUR, v.26, n.2, julho-dezembro, p. 48-53, 2006.

ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. Lavras: UFLA, 2013.

ALVES, D.G.; PINTO, M.F.; DAMASCENO, A.P.A.B.; SALVADOR, C.A.; BOTREL, T.A.; SILVA, L.D.B. Análise dos modelos matemáticos utilizados no dimensionamento de emissores do tipo microtubos na microirrigação. Irriga, Botucatu, Edição Especial, IRRIGA & INOVAGRI, p. 21-29, 2015.

AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; DIAS, F.L.F. Cultivo agroecológico de tomate cereja com adubação verde intercalar. Pesquisa e Tecnologia, vol. 11, n.1, janeiro-junho 2014.

ANDRIOLO, J.L.; ROSS, T.D.; WITTER, M. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro cultivado em substrato com três concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.5, p.1451-1457, setembro-outubro, 2004.

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia das Culturas Protegidas. Editora UFSM, 1999.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. New York. APHA, WWA, WPCR, 19^o ed., 1995.

AZEVEDO, V.F. Produção orgânica do tomateiro tipo “cereja”: comparação entre cultivares, espaçamentos e sistemas de condução da cultura. Seropédica, 2006. 79p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Agronomia, UFRRJ.

BOGIANI, J.C.; ANTON, C.S.; SELEGUINI, A.; JÚNIOR, M.J.A.F.; SENO, S. Poda apical, densidade de plantas e cobertura plástica do solo na produtividade do tomateiro em cultivo protegido. Bragantia, Campinas, v.67, n.1, p.145-151, 2008.

CAMPOS, A.T.de; FERREIRA, W.A.; PACCOLA, A.A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ULBANERE, R.C.; CARDOSO, R.M.; CAMPOS, A.T. Tratamento biológico aeróbio e reciclagem de dejetos de bovinos em sistema intensivo de produção de leite. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.26, n.2, p.426-438, 2002.

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.

CHARLO, H.C.O.; SOUZA, S.C; CASTOLDI, R.; BRAZ, L.T. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. *Horticultura Brasileira.*, v.27, n.2, abril-junho. 2009.

COSTA, E.S.P.; SANTOS, C.A.; ROCHA, M.C.; CARMO, M.G.F. Caracterização física, físico-química e morfoagronômica de acessos de tomate cereja sob cultivo orgânico. *Revista de Ciências Agrárias.* v.61, 2018.

COTTA, J.A.O.; CARVALHO, N.L.C.; BRUM, T.S.; REZENDE, M.O.O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.20, n.1, p.65-78, janeiro-março, 2015.

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

ERTHAL, V.J.T.; FERREIRA, P.A.; MATOS, A.T.; PEREIRA, O.G. Alterações físicas e químicas de um argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. *Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n.5, p.467 -477, 2010.

FERNANDES, C; CORÁ, J.E; BRAZ, L.T. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. *Horticultura Brasileira* 25: 275-278, 2007.

FERNANDES C.; CORÁ J.E.; BRAZ L.T. Desempenho de substratos no cultivo do tomateiro do grupo cereja. *Horticultura Brasileira*, v.24, n.1 p.42-46, janeiro-março, 2006.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna da produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008.

FONTES, P.C.R.; LOURES, J.L.; GALVÃO, J.C.C.; CARDOSO, A.A.; MANTOVANI, E.C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.3, p. 614-619, jul-set 2004.

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

GENUNCIO, G.C.; SILVA, R.A.C.; SÁ, N.M.; ZONTA, E.; ARAÚJO, A.P. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. *Horticultura Brasileira.*, v. 28, n.4, out - dez. 2010

GIBSON, D.A. Grasses and grassland ecology. New York: Oxford University Press, 2009. 305 p.

GOMES, D.P. Cultivo orgânico de tomate em vasoponia e ambiente protegido com manejo da irrigação por acionador automático. Tese de doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2016.

GUEDES, R.A.A.; OLIVEIRA, F.A.; ALVES, R.C.; MEDEIROS, A.S.; GOMES, L.P.; COSTA, L.P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* v.19, n.10, p.913-919, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estatística da Produção Agrícola. Indicadores IBGE. 2019.

JORGE, M.F. Fertirrigação do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) sob manejo orgânico, utilizando água residuária de bovinocultura de leite. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2013.

KALUNGU, J.W. Repostas do tomateiro a diferentes lâminas de irrigação, doses de potássio e cobertura do solo em ambiente protegido. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2008.

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

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.; ARAÚJO, M.L. Influência do hábito de crescimento da cultivar e do número de hastes na produtividade de tomateiro cultivado em sistema orgânico. Horticultura brasileira V.22, n.2, julho 2004 – Suplemento CD – ROM.

LIMA, A.A.; SILVA, D.V.; MAIA, A.G.; SILVA, I.H.L.; BEBER, P.M.; PRADO, R.M.; WADT, P.G.S. Determinação da matéria seca e dos teores de macronutrientes da grama batatais pelos métodos de secagem em forno de microondas e estufa. Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário da FEB. v.7, n.2, novembro/2011.

LOPEZ, R.R.; FRANKE, L.B. Produção de sementes de quatro ecótipos de *Paspalum* nativos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia., v.40, n.1, p.20-30,2011.

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.

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, Abril-junho, 2007.

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.

MAIA, J.T.L.S.; CLEMENTE, J.M.; SOUZA, N.H.; SILVA, J.O.; MARTINEZ, H.E.P. Adubação orgânica em tomateiro do grupo cereja. Biotemas, 26 (1): p. 37-44, março de 2013.

MALHEIROS, S.M.M.; SILVA, E.F.F.; MEDEIROS, P.R.F.; PEDROSA, E.M.R.; ROLIM, M.M.; SANTOS, A.N. Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se efluente tratado de uma indústria de sorvete. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.16, n.10, p.1085-1092, 2012.

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

MAROUELLI, W.A.; CALBO, A.G. Manejo de irrigação em Hortaliças com Sistema Irrigas. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. (Circular Técnica 69).

MATOS, A. T.; ABRAHÃO S. S.; LO MONACO, P.A.V. Eficiência de sistemas alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias de indústria de laticínios. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.32, n.6, p.1144-1155, nov./dez.2012.

MATOS, A. T. Tratamento de resíduos na pós-colheita do café. In: Borém, F. M. (Org.). Pós-colheita do café. 1.ed. Lavras-MG: UFLA, 2008. Cap. 6, p.159-201.

MEDEIROS, P.R.F.; DUARTE, S.N.; UYEDA, C.A.; SILVA, E.F.F.; MEDEIROS, J.F. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.16, n.1, p.51-55, 2012.

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

MELO, A.C.F. Tratamento de água residuária de bovinocultura de leite, utilizando sistema de alagado construído cultivado com Capim Vetiver. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017.

MELO, N. C.; SOUZA, L. C. DE; SILVA, V. F.A.; GOMES, R. F.; OLIVEIRA NETO, C. F. DE; COSTA, D. L. P. Cultura de tomate (*Solanum lycopersicum*) hidropônica bajo diferentes niveles de fósforo y potasio en solución nutritiva. Agroecosistemas, v. 6, n. 1, p. 10-16, 2014.

MELO, P.C.T.; TAMISO, L.C.; AMBROSANO, E.J.; SCHAMMASS, E.A.; INOMOTO, M.M.; SASAKI, M.EM.; ROSSI, F. Desempenho de cultivares de tomateiro em sistema orgânico sob cultivo protegido. Horticultura Brasileira, v.27, n.4, out – dez. 2009.

MENEZES, J.B.C.; BARRETO, K.Z.O.; COSTA, C.A.; CATAO, H.C.R.M.; FLAVIO, N.S.D.S.; SILVA, T.C.S.R. Produtividade de genótipos de tomate cereja sob diferentes espaçamentos cultivados em sistema orgânico. Horticultura Brasileira, v.29, n.2, julho 2011.

MIRANDA, F.R.; MESQUITA, A.L.M.; MARTINS, M.V.V.; FERNANDES, C.M.; EVANGELISTA, M.I.P.; SOUSA, A.A.P. Produção de tomate em substrato de fibra de coco. Circular Técnica 33. Outubro, 2011.

MONTE, J.A.; PACHECO, A.S.; CARVALHO, D.F.; PIMENTEL, C. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. Horticultura Brasileira v.27, n.2, p. 222-227, abril-junho.2009.

MUELLER, S.; WAMSER, A.F.; SUZUKI, A.; BECKER, W. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. Hortic. bras. v.31, n.1, janeiro-março.2013

NASCIMENTO, A.R.; JUNIOR, M.S.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 v.31, n.4, outubro-dezembro. 2013.

NETO, S.E.A. Rentabilidade da produção de tomate orgânico cultivado em diferentes ambientes e níveis de insumos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.12, n.3, p.242'-250, julho-setembro, 2016.

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

OLIVEIRA, E.A.G.; RIBEIRO, R.L.D.; GUERRA, J.G.M.; LEAL, M.A.A.; ESPÍNDOLA, J.A.A.; ARAÚJO, E.S. Substrato produzido a partir de fonte renováveis para a produção orgânica de mudas e hortaliças. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 2011. (Comunicado Técnico, 134).

PIRES, R.C.M; FURLANI, P.R; SAKAI, E; LOURENÇÃO, A.L; SILVA, E.A; NETO, A.T; MELO, A.M.T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. *Horticultura Brasileira*, v.27, n.2, p. 228-234, abril-junho, 2009.

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

ROCHA, M.Q.; PEIL, R.M.N.; COGO, C.M. Rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentração de nutrientes em hidroponia. *Horticultura Brasileira*. v.28, n.4, p.466-47, outubro-dezembro 2010.

ROCHA, M.C.; GONÇALVES, L.S.A.; CORRÊA, F.M.; RODRIGUES. R.; SILVA, S.L.; ABOUD, A.C.S.; CARMO, M.G.F. Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.3, p.664-670, maio-junho, 2009.

ROCHA, M.C. Variabilidade fenotípica de acessos de tomate cereja sob manejo orgânico: características agrônômicas, físico-químicas e sensoriais. 2008. 213p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica, RJ.

ROSOLEM, C.A.; STEINER, F.; ZOCCA, S.M.; DUCATTI, C. Nitrogen Immobilization by Congo Grass Roots Impairs Cotton Initial Growth. *Journal of Agricultural Science*. v.4, n.9 , 2012.

SANTOS, C.A; COSTA, E.S.P; CARMO, M.G.F. Requeima do tomateiro: Severidade e perdas em diferentes cultivares em sistema orgânico de produção. *Revista Verde*. V.12, n.1, p.156-160, jan-mar, 2017.

SANDRI, M.A.; ANDRIOLO, J.L.; WITTER, M.; DAL ROSS, T. High density of defoliated tomato plants in protected cultivation and its effects on development of trusses and fruits. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 3, p. 485-489, setembro 2002.

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, novembro-dezembro, 2014.

SILVA, J.M.; FERREIRA, R.S.; MELO, A.S.; SUASSUNA, J.F.; DUTRA, A.F.; GOMES, J.P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.17, n.1, p.40-46, 2013.

SILVA, J.B.G. Cultivo orgânico da figueira (*ficus carica* L.) fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite: efeitos no solo e na cultura. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2012.

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, julho-setembro, 2011.

SILVA, P.R.A.; LIMA, S.S.; ROCHA, M.C.; CARVALHO, A.O.; CARMO, M.G.F. 2008. Avaliação de acessos de tomate cereja para cultivo em sistema orgânico de produção. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 2 (Suplemento - CD Rom), jul-ago. 2008

SOARES, I.; SOUZA, V.S.; CRISÓSTOMO, L.A.; SILVA, L.A. Efeito do volume de solução nutritiva na produção e nutrição do tomateiro tipo cereja cultivado em substrato. *Revista Ciência Agronômica*, v.36, n.2, maio-agosto, 2005.

SOARES, J.M.; FARIA, C.M.B. Métodos de irrigação e adubação na cultura do tomate industrial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 18(3): 281-286, março, 1983.

SOUZA, R.O.R.M.; PÉREZ, G.F.E.; BOTREL, T.A. Irrigação localizada por gravidade com microtubos. *Irriga*, Botucatu, v.11, n.2, p. 266-279, abril-junho, 2006.

VALENÇA, D.C.; CARVALHO, D.F.; REINERT, F.; AZEVEDO, R.A.; PINHO, C.F.; MEDICI, L.O. Automatically controlled deficit irrigation of lettuce in “organic potponics”. *Scientia Agricola*. v. 75, n.1, p.52-59, January/ February 2018.