



Programa de Pós-Graduação

**AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO
TERRITORIAL**



UNEB
UNIVERSIDADE DO
ESTADO DA BAHIA

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL - PPGADT**

ERIVALDO ERBO ALVES DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS TRATAMENTOS COM HÚMUS DE
MINHOCAS E EFLUENTES DE VERMICOMPOSTAGEM NA
PRODUÇÃO E QUALIDADE DO TOMATE CEREJA**

TESE

2023

ERIVALDO ERBO ALVES DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DOS TRATAMENTOS COM HÚMUS DE
MINHOCAS E EFLUENTES DE VERMICOMPOSTAGEM NA
PRODUÇÃO E QUALIDADE DO TOMATE CEREJA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial, na linha de pesquisa Convivência com o Semiárido, Inovações Sociotécnicas e Desenvolvimento.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Domingos da Paz.

Coorientadora: Profa. Dra. Gertrudes Macario de Oliveira

**Juazeiro, BA
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
por Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

S237a

Santos, Erivaldo Erbo Alves dos

Avaliação dos tratamentos com húmus de minhocas e efluentes de vermicompostagem na produção e qualidade do tomate cereja / Erivaldo Erbo Alves dos Santos. Juazeiro-BA, 2023.

133 fls.: il.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Cristiane Domingos da Paz.

Co orientador (a): Prof^a. Dr^a. Gertrudes Macário de Oliveira.

Inclui Referências

Tese (Doutorado Profissional) – Universidade do Estado da Bahia.

Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT, Campus III. 2023.

1. *Solanum pimpinellifolium* – Tomate cereja. 2. Chorume – Poluição ambiental. 3. Agroecologia. 4. Fertirrigação. I. Paz, Cristiane Domingos da. II. Oliveira, Gertrudes Macário de. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. VI. Título.

CDD: 664.001579



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL - PPGADT

FOLHA DE APROVAÇÃO

ERIVALDO ERBO ALVES DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DOS TRATAMENTOS COM HÚMUS DE MINHOCAS E EFLUENTES DE VERMICOMPOSTAGEM NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO TOMATE CEREJA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial, na linha de pesquisa Convivência com o Semiárido, Inovações Sociotécnicas e Desenvolvimento.

Juazeiro-BA, 23 de Outubro de 2023.

Documento assinado digitalmente
gov.br **CRISTIANE DOMINGOS DA PAZ**
Data: 24/10/2023 22:11:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. **CRISTIANE DOMINGOS DA PAZ**
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Orientadora - Presidente

Documento assinado digitalmente
gov.br **FELIPE RODRIGUES BOMFIM**
Data: 25/10/2023 09:35:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. **FELIPE RODRIGUES BOMFIM**
Universidade do Estado da Bahia
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
gov.br **ANTONIA ELIENE DUARTE**
Data: 26/10/2023 11:07:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. **ANTÔNIA ELIENE DUARTE**
Universidade Regional do Cariri - URCA
Examinadora Externa

Documento assinado digitalmente
gov.br **FABIO DEL MONTE COCOZZA**
Data: 25/10/2023 04:18:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. **FÁBIO DEL MONTE COCOZZA**
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
gov.br **FRANCISCO GAUBERTO BARROS DOS SANTOS**
Data: 26/10/2023 06:36:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. **FRANCISCO GAUBERTO BARROS DOS SANTOS**
IFCE/Campus Crato
Examinador Externo

Documento assinado digitalmente
gov.br **ERIVALDO ERBO ALVES DOS SANTOS**
Data: 27/10/2023 14:00:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

ERIVALDO ERBO ALVES DOS SANTOS
Discente

A beleza não está nem na luz da manhã nem na sombra da noite, está no crepúsculo, nesse meio tom, nessa incerteza.

Lygia Fagundes Telles

AGRADECIMENTOS

A trajetória escolhida de ser pensante e atuante em uma sociedade pragmática e dinâmica perpassa pelo querer muito além do ser, pois é através da força do querer que as possibilidades mais remotas podem acontecer mediante a intensa vontade. E as pessoas que também sofrem nesse mesmo querer, sabem como é difícil construir uma trajetória de intenso desejo do saber. Porque além do saber ser, o saber querer é um ato de escolha, que apostando no amor se pode ter ao seu redor as pessoas certas no momento certo para a construção dessa missão.

Vivenciar a agroecologia nos momentos de introspecção intelectual entre os colegas de sala, nos remete a pensar numa ideia de convivência coletiva capaz de construir o saber muito além da teoria, pois mesmo em sala as práticas coletivas também fazem parte da dinâmica de aprendizado, com suas relações e convivência adequada. É neste sentido que sou grato a todos os colegas que participaram da construção coletiva do conhecimento agroecológico e do desenvolvimento mútuo do saber fazer a partir do saber conhecer.

A convivência acadêmica que ultrapassa os muros da universidade e vai além dos territórios interdisciplinares e transdisciplinares por meio dos quais docentes e discentes se consolidaram e se remodelaram em suas ações no antes, durante e após a pandemia do Coronavírus., fazendo com que todos tivessem a oportunidade de se reinventar nas suas práticas do ensinar e do aprender. Gratidão a equipe (coordenação, professores e professoras) que fizeram com que o doutorado em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial acontecesse no âmbito da Universidade do Estado da Bahia.

Gratidão ao professor **Francisco Gauberto Barros dos Santos**, pela terrível humildade que em um só ser apresenta de forma tão intensa. Pela paciência e fé nos seus colegas de trabalho no qual compartilho de estima e consideração. Pela didática e pela capacidade intelectual construída com toda certeza pelo pesar da árdua caminhada acadêmica. Por aceitar construir conosco esse projeto não só acadêmico, mas também de vida como coorientador.

Gratidão ao professor **Jairton Fraga Araújo** por acreditar na capacidade dos seus pares e dos discentes que foram selecionados com maestria pelo mesmo para compor o quadro de alunos do PPGADT-UNEB e a sua capacidade de formatar o primeiro doutorado de Agroecologia e Desenvolvimento Territorial dando mais um impulso em seu gabarito intelectual.

À minha coorientadora **Gertrudes Macario de Oliveira**, gratidão, que por meio de seus conhecimentos suplantados em artigos científicos, deu forte contribuição para a construção e a qualidade desse trabalho.

Por fim, a minha orientadora **Professora Cristiane Domingos da Paz**, que pelo exemplo e pela força de sua personalidade de mulher forte e capaz, possibilitou a construção não só do saber fazer, mas também do saber ser. O ser que respeita, mas também que tem total capacidade de pensar, agir e transformar.

A minha Mãe **Lindaura Alves dos Santos** (*in memoriam*);
Ao meu pai que não cheguei a conhecer;
À minha irmã Maria Aparecida e irmãos: Elenilson, Senilson e Eliano;
Ao meu esposo: Lucas Souza Mateus;
Aos meus filhos: Victor Juan, Felipe Gabriel e Mateus Erbo.

DEDICO

RESUMO

O crescente estímulo ao consumo de produtos orgânicos tem desencadeado o desenvolvimento de técnicas que proporcionam maior produtividade, como a vermicompostagem com a produção de húmus e efluentes por meio de kits *Minhobuckets*. Paralelamente, a procura de frutos de tomate menores, adocicados e livres de agrotóxicos tem aumentado. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta do tomate tipo cereja (*Solanum pimpinellifolium*) cultivar Wanda ao uso de adubação (húmus de minhoca) e fertirrigação com efluentes da vermicompostagem (chorume) produzidos em kits *Minhobuckets*. Para a produção de húmus e efluentes da vermicompostagem (chorume), esterco bovino e capim-colonião foram compostados na proporção de 3 para 1. Após a semiestabilização, os materiais utilizados na compostagem foram acondicionados em 40 kits *Minhobuckets* (6dm³/kit), totalizando 240 dm³ de semicomposto e adicionados 400 gramas de minhocas da espécie *Estenia andrei* (vermelha da Califórnia), totalizando 16 kg. Os materiais coletados nos kits *Minhobuckets* (húmus e chorume) foram submetidos a análise de laboratório para a determinação de parâmetros físicos, químicos e os níveis de matéria orgânica: solo e do húmus (separados e misturados); água e chorume (separados e misturados). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial duplo com dois níveis de adubação (25% e 50% de húmus) e quatro níveis de fertirrigação (Condutividades elétricas – CE de 450µS, 900 µS, 1350 µS e 1800 µS). Para a obtenção das mudas foram semeadas sementes de tomate cereja em bandejas com capacidade para 200 células e transplantadas após 30 dias, onde foram colocadas em vasos com capacidade para 8 litros e tratos culturais foram realizados de acordo com as regras agrônômicas e a legislação de orgânicos. Foram avaliados: (a) análise da primeira inflorescência; (b) análise produtiva; (c) análise da qualidade dos frutos: colorimetria dos frutos; sólidos solúveis totais – SST (°Brix); dureza dos frutos para transporte (DFT) e dureza dos frutos para consumo (DFC); Acidez Total Titulável, pH, Sólidos Solúveis Totais e suas relações. Os dados foram submetidos à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade pelos testes de Levene's, de Bartlett's, de Brow-forsythe e Fligner. Para análise dos pressupostos de variância, regressão e teste de médias (Tukey HSD) foram utilizados os pacotes programa estatístico R (ver 4.2.2) no RStudio (ver 2023.06.0+421), Sisvar, Prism e excel. Os resultados obtidos na análise da primeira inflorescência indicaram que a produção adquirida foi determinada pela quantidade de folhas destacadas até o início da floração, sugerindo que esse quantitativo contribuiu para uma adequada produção em todos os níveis de adubação. Na análise da produção os resultados mostraram que os tratamentos a base de húmus de minhocas com 50%, independentemente da fertirrigação obtiveram resultados elevados para todas as variáveis estudadas nessa análise e na de qualidade dos frutos. Este resultado pioneiro e promissor que os substratos com 50% de húmus potencializaram os efluentes de vermicompostagem.

Palavras-chave: *Solanum pimpinellifolium*, chorume, agroecologia, fertirrigação.

ABSTRACT

The growing stimulus for the consumption of organic products has triggered the development of techniques that provide greater productivity, such as vermicomposting with the production of humus and effluents through Minhobuckets kits. At the same time, the demand for smaller, sweeter, and pesticide-free tomato fruits has increased. The objective of the work was to evaluate the response of the cherry tomato (*Solanum pimpinellifolium*) cultivar Wanda to the use of fertilization (earthworm humus) and fertigation with vermicomposting effluents (vermicompost tea) produced in Minhobuckets kits. To produce humus and vermicomposting effluents (vermicompost tea), cattle manure and guinea grass were composted in a ratio of 3 to 1. After semi-stabilization, the materials used in composting were packaged in 40 Minhobuckets kits (6dm³/kit), totaling 240 dm³ of semi-compost and added 400 grams of earthworms of the species *Eisenia andrei* (California red), totaling 16 kg. The materials collected in the Minhobuckets kits (humus and vermicompost tea) were subjected to laboratory analysis to determine physical and chemical parameters and levels of organic matter: soil and humus (separated and mixed); water and vermicompost tea (separate and mixed). The design used was randomized blocks in a double factorial scheme with two levels of fertilizer (25% and 50% humus) and four levels of fertigation (Electrical conductivities – EC of 450µS, 900 µS, 1350 µS and 1800 µS). To obtain seedlings, cherry tomato seeds were sown in trays with a capacity of 200 cells and transplanted after 30 days, where they were placed in pots with a capacity of 8 liters and cultural treatments were carried out in accordance with agronomic rules and organic legislation. The following were evaluated: (a) analysis of the first inflorescence; (b) productive analysis; (c) fruit quality analysis: fruit colorimetry; total soluble solids – TSS (°Brix); fruit hardness for transport (DFT) and fruit hardness for consumption (DFC); Total Titratable Acidity, pH, Total Soluble Solids, and their relationships. The data were subjected to normality using the Shapiro-Wilk test and homogeneity using the Levene's, Bartlett's, Brown-Forsythe and Fligner tests. To analyze the assumptions of variance, regression, and test of means (Tukey HSD), the statistical program packages R (see 4.2.2) in RStudio (see 2023.06.0+421), Sisvar, Prism and excel were used. The results obtained from the analysis of the first inflorescence indicated that the production acquired was determined by the number of leaves detached until the beginning of flowering, suggesting that this quantity contributed to adequate production at all fertilization levels. In the production analysis, the results showed that treatments based on earthworm humus with 50%, regardless of fertigation, obtained high results for all variables studied in this analysis and for fruit quality. This pioneering and promising result shows that substrates with 50% humus enhanced vermicomposting effluents.

Keywords: *Solanum pimpinellifolium*, vermicomposting tea, agroecology, fertirrigacion.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Localização geográfica da RMC (A) e Localização do Experimento (B)..... | 40 |
| Figura 2 - Corte e transporte do Capim-Colonião (<i>Panicum maximum</i>)..... | 41 |
| Figura 3 - Montagem das pilhas: A - medindo o esterco, B - medindo o capim, C - colocando na pilha, D - montagem da pilha, E e F - Pilhas concluídas..... | 42 |
| Figura 4. Esquema do Kit Minhobucket. | 42 |
| Figura 5. Esquema de leira de compostagem (A), composto 1 e 2 (B), termohigrômetro (C). | 44 |
| Figura 6 - Coleta das minhocas (A e B), distribuição dos kits (C), acondicionamento do composto e das minhocas (D), cócons (E), peneiramento (F), coleta do húmus (G) e coleta do chorume (H). | 45 |
| Figura 7 - Localização do experimento com tomate cereja. | 46 |
| Figura 8 - Mudas de tomate cereja híbrido Wanda prontas para transplantar. Destaque para iscas naturais. | 49 |
| Figura 9 - Preparo dos substratos: A - destorroamento, B - peneiramento, C – mistura e D - preenchimento dos vasos..... | 50 |
| Figura 10 - Transplante de tomate híbrido cereja Wanda para vasos. | 50 |
| Figura 11 - Detalhe do tutoramento com fita de nylon..... | 51 |
| Figura 12 - Detalhe da distribuição dos vasos, das fitas suspensas e do sistema de irrigação em processo de montagem. | 52 |
| Figura 13 - Distribuição das mangueiras para irrigação..... | 53 |
| Figura 14 - Perfil tomate cereja (A), Seção circular (B), Seção Ampliada (C)..... | 53 |
| Figura 15 - Perfil de placas retangulares de cartolina com cola entomológica e bandejas identificadas com plaquinhas com sementes de tomate cereja em diversos substratos..... | 55 |
| Figura 16 - Placas com cola entomológica com vários insetos capturados em plantio de mudas de tomate cereja híbrido Wanda..... | 55 |
| Figura 17 - Primeiros sintomas de ataque de microácaro na folha do tomate cereja. | 57 |
| Figura 18 - Início de infestação nas folhas com microácaro. | 58 |
| Figura 19 - Lagarta-militar (<i>Spodoptera cosmioides</i>). | 58 |
| Figura 20 - Água oxigenada (A), proveta de vidro (B), vinagre (C), detergente neutro (D), pulverizador manual (E)..... | 59 |
| Figura 21 - Pulverizador manual de 5 litros de pressão com válvula de segurança e bico ajustável..... | 59 |
| Figura 22 - Predador natural de insetos diversos (A). Formato da teia de aranha (B). | 60 |
| Figura 23 - Distribuição de cola entomológica de cor amarelo em garrafas PETs e placas de cartolinas..... | 60 |
| Figura 24 - Resultado da captura de insetos pela cola entomológica aplicadas em garrafas PETs. | 61 |
| Figura 25 - Fenologia do tomate cereja x ocorrência de pragas | 61 |
| Figura 26 - Variação climática na formação das mudas, A - interno (casa de vegetação), B - externa. | 62 |
| Figura 27 - Variação climática. A - Interno, B - Externo. Durante o desenvolvimento e | |

| | |
|--|----|
| a produção do tomate cereja híbrido Wanda | 63 |
| Figura 28 - Obtenção do teor de sólidos solúveis totais (SST). A - Fruto, B - Refratômetro, C - Estilete, D - Água destilada, E - Papel higiênico | 65 |
| Figura 29 - Análise de dureza e ponto de colheita de frutos. A - Penetrômetro: instrumento analógico para. B – Detalhe da forma de utilização. | 66 |
| Figura 30 - Peagômetro..... | 66 |
| Figura 31 - Frutas escolhidas para obtenção dos sólidos solúveis totais (SST), análise de dureza, pH e acidez total titulável (ATT)..... | 67 |
| Figura 32 - Quantidade de folhas apresentadas pela cultura do tomate cereja híbrido até a primeira inflorescência. | 70 |
| Figura 33 – Número de frutos por planta comerciais (NFPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – NFPC e tratamentos..... | 72 |
| Figura 34 - Número de frutos por planta não comerciais (NFPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – NFPNC e tratamentos. * Significativo..... | 74 |
| Figura 35 - Número de frutos por planta total (NFPT). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – NFPT e tratamentos. * Significativo..... | 75 |
| Figura 36 - Número de frutos comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica. | 76 |
| Figura 37 - Massa de frutos por planta comerciais (MFPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MFPC e tratamentos..... | 78 |
| Figura 38 - Massa de frutos por planta não comerciais (MFPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MFPNC e tratamentos..... | 80 |
| Figura 39 - Massa de frutos por planta totais (MFPT). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MFPT e tratamentos..... | 81 |
| Figura 40 - Massa de frutos comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica..... | 82 |
| Figura 41- Diâmetro médio de frutos por planta comercial (DMFPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – DMFPC e tratamentos..... | 85 |
| Figura 42 - Diâmetro médio de frutos por planta não comercial (DMFPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – DMFPNC e tratamentos..... | 86 |
| Figura 43 - Diâmetro médio de frutos por planta total (DMFPT). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – DMFPT e tratamentos. | 87 |
| Figura 44 – Diâmetro médio de frutos comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica..... | 88 |
| Figura 45 - Massa média de frutos por planta comercial (MMFPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MMFPC e tratamentos. | 89 |
| Figura 46 - Massa média de frutos por planta não comercial (MMFPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MMFPNC e tratamentos..... | 91 |
| Figura 47 - Massa média de frutos por planta total (MMFPT). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MMFPT e tratamentos..... | 92 |
| Figura 48 – Massa média de frutos comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica. | 93 |
| Figura 49 - Formatos de cachos encontrados com manchas de calda bordalesa. A – Cachos recorrentes, B – Cachos raros..... | 94 |
| Figura 50 – Número de cachos por planta comercial (NCPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – NCPC e tratamentos. | 95 |
| Figura 51 - Número de cachos por planta não comercial (NCPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – NCPNC e tratamentos..... | 96 |
| Figura 52 - Número de cachos por planta total (NCPT). A - Intervalo de confiança de | |

| | |
|---|-----|
| 95% (Tukey). B – NFPT e tratamentos. | 97 |
| Figura 53 – Número de cachos por plantas comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica..... | 98 |
| Figura 54 - Colorimetria dos frutos de tomate cereja. | 99 |
| Figura 55 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 1..... | 100 |
| Figura 56 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 2..... | 101 |
| Figura 57 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 3..... | 102 |
| Figura 58 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 4..... | 103 |
| Figura 59 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 5..... | 104 |
| Figura 60 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 6..... | 105 |
| Figura 61 – Teores de sólidos solúveis totais por planta (SST). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – SST e tratamentos. | 106 |
| Figura 62 - Dureza dos frutos para consumo e transporte. | 108 |
| Figura 63 - – Acidez total titulável (A); Sólidos solúveis totais (SST) (B); pH (C) e Relação SST/ATT (D), em função dos efeitos da adubação e fertirrigação orgânica. | 110 |
| Figura 64 - Relação de níveis de ácido titulável com o pH..... | 111 |
| Figura 65 - Relação de níveis de acidez com grau de açúcar. | 112 |
| Figura 66 - Relação de níveis de acidez com a dureza dos frutos para transporte. | 112 |
| Figura 67 - Relação dos níveis de acidez com a dureza dos frutos para consumo. | 113 |
| Figura 68 - Relação dos níveis de sólidos solúveis totais com o pH. | 113 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1. Teores médios de macronutrientes em diversos adubos orgânicos. Minas Gerais, 1999. | 34 |
| Tabela 2 - Proporções de carbono para nitrogênio de microrganismos e alguns resíduos orgânicos. Pisa, Itália, 1983. | 37 |
| Tabela 3 - Atributos físicos e químicos dos líquidos utilizados na fertirrigação para a produção de tomate cereja. Crato (CE), 2023. | 47 |
| Tabela 4 - Atributos físicos e químicos dos substratos utilizados na adubação para a produção de tomate cereja. Crato (CE), 2023. | 48 |
| Tabela 5 - Variáveis analisadas na produção. Crato (CE), 2023. | 64 |
| Tabela 6 - Número de folhas que precedem a primeira inflorescência (NFPPI) do tomate cereja híbrido [(11 DAT) e (35 DAE)] em diferentes níveis de substratos (percentual de húmus) e efluentes de vermicompostagem (condutividade elétrica), Crato (CE), 2023. | 69 |
| Tabela 7 - Número médio de frutos comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja Wanda cultivado com diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica. Crato (CE), 2023. | 76 |
| Tabela 8 - Total de frutos em diversas colheitas. Crato (CE), 2023. | 77 |
| Tabela 9 – Massa média comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja Wanda cultivado com diferentes adubos e fertirrigação orgânicos. Crato (CE), 2023. | 82 |
| Tabela 10 – Produção de tomate cereja híbrido Wanda realizadas em diversas colheitas (massa em gramas). Crato (CE), 2023. | 83 |
| Tabela 11 – Diâmetro médio comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja cv. Wanda cultivado com diferentes adubos e fertirrigação orgânicos. Crato (CE), 2023. | 88 |
| Tabela 12 – Massa média comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja cv. Wanda cultivado com diferentes adubos e fertirrigação orgânicos. | 93 |
| Tabela 13 – Número de cachos comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja cv. Wanda cultivado com diferentes adubos e fertirrigação orgânicos. Crato (CE), 2023. | 98 |
| Tabela 14 - Cores RGB e hexadecimais utilizadas para determinação dos frutos maduros, semimaduros, verdes e semiverdes. Crato (CE), 2023. | 99 |
| Tabela 15 - Resumo estatístico com dados referentes a qualidade dos frutos. Crato (CE), 2023. | 114 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Teores mínimos de nutrientes e outros parâmetros para os fertilizantes orgânicos simples sólidos. Brasil, 2020. | 35 |
| Quadro 2 - Mapa da distribuição das unidades experimentais conforme sorteio em blocos casualizados dentro do viveiro. Crato, CE, 2023..... | 51 |
| Quadro 3 - Fontes de produtos para combate orgânico a pragas e doenças. Crato (CE), 2023..... | 56 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 18 |
| 2.1. Breve caracterização do Semiárido Brasileiro - SAB..... | 18 |
| 2.2. A Cultura do Tomate (<i>Solanum lycopersicum L.</i>)..... | 20 |
| 2.2.1. Origem | 20 |
| 2.2.2. Morfogênese do tomate..... | 20 |
| 2.2.3. Importância econômica do tomate..... | 22 |
| 2.2.4. Minitomate..... | 23 |
| 2.3. Segurança Alimentar, Agroecologia, Sustentabilidade e suas interdisciplinaridades..... | 24 |
| 2.4. Agricultura Orgânica..... | 29 |
| 2.4.1. Adubação Orgânica..... | 32 |
| 2.4.2. Esterco Bovino | 32 |
| 2.4.3. Compostagem (Bioconversão)..... | 35 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 40 |
| 3.1. Compostagem e Vermicompostagem | 40 |
| 3.1.1. Localização experimental | 40 |
| 3.1.2. Minhocas, estrutura e materiais | 41 |
| 3.1.3. A condução da compostagem e da vermicompostagem..... | 43 |
| 3.2. Semeadura e crescimento do tomate cereja..... | 46 |
| 3.2.1. Localização experimental e sua caracterização | 46 |
| 3.2.2. Materiais, instrumentos e laboratórios | 47 |
| 3.2.3. Condução do experimento | 49 |
| 3.2.4. Variáveis avaliadas | 63 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 68 |
| 4.1. | Análise da Primeira Inflorescência (A) | 68 |
| 4.2. | Análise da Produção (B)..... | 71 |
| 4.2.1. | Número de frutos por planta (Comercial, não comercial e total) | 71 |
| 4.2.2. | Massa dos frutos por planta (Comercial, não comercial e total)..... | 77 |
| 4.2.3. | Diâmetro dos Frutos (Comercial, não comercial e total)..... | 83 |
| 4.2.4. | Massa média por frutos (comercial, não comercial e total) | 89 |
| 4.2.5. | Número de cachos por planta (comercial, não comercial e total)..... | 94 |
| 4.3. | Análise da qualidade dos frutos (C)..... | 99 |
| 4.3.1. | Colorimetria dos frutos | 99 |
| 4.3.2. | Sólidos Solúveis Totais (SST) – Geral..... | 106 |
| 4.3.3. | Dureza dos frutos para transporte (DFT) e consumo (DFC) | 107 |
| 4.3.4. | ATT, pH, SST, DFT, DFC e suas relações | 109 |
| 5. | CONCLUSÕES | 115 |
| 6. | REFERÊNCIAS..... | 118 |

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum L.*) é uma eudicotiledônea cultivada em várias regiões do Brasil, se destacando principalmente nos estados de Goiás (1,14 milhões toneladas) e São Paulo (892 mil toneladas) em 2022 e apresentando uma produção nacional próxima a 4 milhões de toneladas a cada ano em mais de 54 mil hectares, se tornando assim, a hortaliça de grande importância econômica, social e agroambiental (Franca *et al.*, 2017; Almeida Roque *et al.*, 2022; IBGE, 2023).

Importância agroambiental, por se tratar de uma das hortaliças que tem emprego acentuado de agroquímicos com o intuito de maximizar sua produtividade (Khan *et al.*, 2022; Saeed *et al.*, 2022; Silva, A. D. S. D., 2022; Hussain *et al.*, 2024), porém a demanda por frutas frescas e livres de resíduos de contaminantes agroquímicos tem impulsionado à escolha por produtos ecologicamente corretos, possibilitando maior destaque na dinâmica da produção desses tomates, pois para Altieri and Nicholls (2021) a saúde vegetal, animal, humana e ecológica estão entrelaçadas.

Para Santiago *et al.* (2018), essa visibilidade e aceitação do consumidor vem se destacando ainda mais quando sua origem produtiva é conhecida, dando margem a maior confiabilidade. A importância econômica está representada por Kist *et al.* (2018) no Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2019, onde menciona movimentos financeiros na ordem de sessenta bilhões de Reais na olericultura, enfatizando em estudo realizado em 2018, uma elevada produtividade relativa a outras culturas em pequenas áreas, como também alto valor agregado por área e muitos empregos.

Com a grande procura por essa olerícola para consumo in natura, muitos órgãos de pesquisa como a Embrapa e empresas privadas têm realizado pesquisas tanto com relação à genética para produção de sementes híbridas, conforme os autores Seleguini (2005); Vieira *et al.* (2018), resistentes às doenças e nematoides, como para elevar o teor de açúcares e licopenos, além de promover a firmeza nos frutos de forma que eles resistam com maior desempenho às colheitas mecânicas e/ou manuais. Essa busca por características que aumentam a produção e a atração dos consumidores, salienta Wu *et al.* (2023), têm se destacado nos últimos anos, surgindo interesse por frutos menores que os tradicionais conhecidos como

minitomates, tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) com suas diversas variedades de cores e aromas.

Para Sousa *et al.* (2008), nesta corrida pela maior produtividade e qualidade dos frutos, resistência às doenças e nematoides, aumento de teor de açúcar e licopenos, e maior firmeza nos frutos, têm se buscado também trabalhos intensos com o uso de fertilizantes orgânicos, sólidos e líquidos, para o fornecimento de nutrientes às plantas do tomateiro. Francilino *et al.* (2014) e Bezerra *et al.* (2018), argumentam que essa alternativa está relacionada ao desejo urgente dos consumidores em questionar a necessidade de uma alimentação saudável e conhecida. Isso porque o consumidor também quer saber a origem desses tomates, o que é definido como rastreabilidade.

Uma alternativa viável, é a utilização de vermicomposto, que é a utilização de minhocas para tratamento de compostos orgânicos e a partir daí são produzidos húmus, que é um material diferenciado do esterco e do composto por terem sido trabalhados biologicamente, quimicamente e fisicamente no trato intestinal das minhocas, agregando assim maior valor nutritivo para as plantas (Dores-Silva *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2020; Garau *et al.*, 2022; Winck *et al.*, 2022; Da Silva *et al.*, 2023).

No entanto, muitos relatos de fertilização e fertirrigação tem se estruturado em alta escala de produção de tomates, que geralmente são direcionados para o agronegócio e não para a agricultura familiar que é preponderante para a soberania alimentar dos nossos territórios.

Assim, objetivou-se com este estudo, analisar o crescimento e a produção do tomate cereja híbrido Wanda, adubados com húmus de minhocas e irrigados com chorume (efluente da vermicompostagem) em vários níveis, produzidos a partir de kits *Minhobuckets*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Breve caracterização do Semiárido Brasileiro - SAB

Com uma área de aproximadamente 982.563,3 km², o semiárido brasileiro (SAB) abrange cerca de 18,2% da área total do Brasil e está localizado no norte do

Estado de Minas Gerais, os sertões da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí, abarcando 1.262 municípios. Nova Resolução CONDEL/SUDENE Nº 150, de 13 de dezembro de 2021, revoga a Resolução de nº 107 e 115 de 2017 e aprova uma nova configuração dos municípios do semiárido com um total de 1427, com a inclusão de um novo Estado o Espírito Santo, totalizando uma área 1.322.680,27 Km² e 31,7 milhões de pessoas (Brasil, 2021). Para determinar que certa localização pertença a SAB, são necessários que o município alcance pelo menos um dos critérios: a) que às médias anuais de precipitações pluviométricas sejam iguais ou inferiores a 800mm (oitocentos milímetros; b) índice de Aridez de Thornthwaite (1948), igual ou inferior a 0,50 (cinco décimos de inteiro); c) percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% (sessenta inteiros por cento) considerando todos os dias do ano (Santos *et al.*, 2015; Brasil, 2017; Marcos Junior *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2022; De Oliveira Aparecido *et al.*, 2023).

A disponibilidade hídrica reduzida na região Semiárida e no Nordeste Setentrional¹ se justifica pelos baixos índices de precipitação, a irregularidade do seu regime, a baixa capacidade de armazenamento de água no solo, temperaturas elevadas durante todo o ano, entre outros, por outro lado, estima-se que atualmente, exista 8,2 milhões de hectares fertirrigados (2,9Mha) e irrigados (5,3Mha) no Brasil e desse total o Nordeste, irriga apenas 1,2 milhões de hectares, o que representa apenas 16% da área total irrigada no país (Brasil, 2023).

Esta região semiárida, tem uma população de quase 24 milhões de habitantes e se estende por quase um milhão de quilômetros quadrados, abrange 70% da área do Nordeste e apresenta na sua maioria solos rasos, com baixa fertilidade, sendo caracterizada pela vegetação da caatinga, mas também com florestas estacionais, campos rupestres e o cerrado. Com predominância da vegetação de caatinga que ocupa uma área de 734.478km², recobre quase 80% da região semiárida e é um bioma exclusivo do Brasil, porém esta região tem forte irregularidades de chuvas e estiagens de longos prazos, acarretando assim, danos à economia e altos custos sociais para seus habitantes (Silva *et al.*, 2003; Garfi *et al.*, 2011; Filho, 2014).

Essa variação de temperatura, ventos e chuvas, condições estas

¹ O Nordeste Setentrional corresponde aos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, onde tem 88% do seu território no Semiárido.

conhecidas como adversas, terminam prejudicando as diversas atividades agropecuárias, porém com a utilização de processos voltados à sustentabilidade desse ecossistema com práticas de manejos adequados, principalmente de solos e água, favorecem a utilização de culturas economicamente ativas. Como alternativas para essa diversidade do clima nordestino no quesito para o plantio de tomate cereja, é a utilização de adubos orgânicos e uma irrigação à base de biofertilizante líquido.

Essas duas intervenções podem propiciar o favorecimento do crescimento e produção dessa hortaliça, claro que com o condicionante muito utilizado que é o plantio protegido. Tais tecnologias apropriadas, justificam a realização de pesquisas que gerem alternativas de manejo, que visem a busca pela viabilização do desenvolvimento agropecuário desse território, com pouca ou nenhuma utilização de insumos externos, manejo simplificado e produtividade, dentro dos padrões requeridos para essa fruta hortícola (Serafim *et al.*, 2015).

2.2.A Cultura do Tomate (*Solanum lycopersicum L.*)

2.2.1. Origem

A região andina é o centro de origem da cultura do tomate, onde se localiza os países do Chile, Bolívia, Peru, Equador e Colômbia e sua domesticação foi realizada inicialmente por tribos indígenas no México, onde denominaram o fruto de “tomatl ou jitomati”. No século XVI o fruto foi introduzido na Europa pelos espanhóis e portugueses e no Brasil pelos imigrantes europeus (italianos, espanhóis e portugueses) a fruta veio somente no século XIX, mas somente depois da segunda guerra mundial foi que houve um aumento considerável do consumo da hortaliça pelos brasileiros (Dusi *et al.*, 1993; Togni, 2009; Saavedra *et al.*, 2017; Nick & Silva, 2018).

2.2.2. Morfogênese do tomate.

Com uma duração que varia de cento e vinte a duzentos e dez dias o seu ciclo, que vai desde a semeadura até a produção de novas sementes, a cultura do tomate é uma eudicotiledônea diplóide perene ($2n = 24$), cultivada como anual e

possui 3 fases, sendo a primeira correspondente ao transplante das mudas (aproximadamente trintas dias após a sementeira) até o seu florescimento (aproximadamente até sessenta e cinco dias), uma segunda fase corresponde ao florescimento (aproximadamente cento e quinze dias após a sementeira) e a terceira e última fase ao final da colheita. Essas fases têm maiores durações em plantios protegidos. Na cultivares de crescimento determinado a terceira fase pode chegar apenas a cinco semanas, enquanto nas cultivares de crescimento indeterminado superando as seis semanas (Costa & Heuvelink, 2005; Bezerra, 2015; Vieira *et al.*, 2018; Rodrigues, 2019).

Com o caule apical ilimitado e seus ramos laterais, podendo chegar a mais de um metro e meio no início das colheitas e a dez metros em aproximadamente um ano, sua inflorescência destacada sempre nas laterais, com separação por três folhas, esse tipo de tomateiro necessita sobremaneira de um tutoramento, essas características traduzem o hábito de crescimento indeterminado na cultura do tomate. Por outro lado, as plantas de tomateiro em que o crescimento da haste é limitado pela inflorescência apical de cada haste ou ramificação é considerado um hábito determinado, em que a floração e frutificação tem seu tempo limitado, concentrando a produção, se destacando para o processamento industrial com sua haste principal podendo atingir por volta de 2 metros de comprimento (Nick & Silva, 2018; Rodrigues, 2019).

O sistema radicular dessa hortaliça tem seu maior percentual nos primeiros 10 a 20 cm do perfil terrestre, com uma pivotante podendo alcançar mais de um metro e meio e introduzindo no solo. Em caso de interrupção desta pivotante, as raízes laterais rapidamente se desenvolvem tornando-se mais ramificadas e superficiais (Bezerra, 2015; Antonio & Almeida, 2018).

Com sua parte aérea como uma simeira ou simpoidal, com sua inflorescência definida, formada por seu crescimento simpodial do eixo floral. Sua haste principal com formação de seis a doze folhas crescendo em sua lateral. As hastes secundárias se formam semelhantes à haste principal, esta, por sua vez, tem dois a quatro centímetros de diâmetro na base e está coberto por pelos glandulares e não glandulares, onde as células da epiderme possuem clorofila e promovem a fotossíntese. Com caule ereto, lenhoso e fino no início do crescimento da planta, com isso seu peso se torna insuportável pela planta em sua posição ereta (Piotto & Pereira

Peres, 2012; Bezerra, 2015; Mello, 2018; Nick & Silva, 2018).

Com o a floração e a frutificação ocorrendo simultaneamente com o desenvolvimento vegetativo, fazendo com que a cultura requeira manejos intensos e direcionados para as duas situações, a cultura do tomate é caracterizada pela sua precocidade, onde seu rendimento e a qualidade dos frutos de tomate são influenciados pela diferenciação e desenvolvimento da flor, a qual é regular e hipógina, com cinco ou mais sépalas e pétalas, e com um ovário bi ou plurilocular (Nick & Silva, 2018).

O fruto do tomateiro tem formato e tamanhos variados a depender da cultivar, podendo ter menos de vinte e cinco gramas como o tomate cereja e até quinhentas gramas como outras cultivares. Também podem variar de cor, com frutos vermelhos, rosados e amarelos, quando maduros e logo no início da maturação é realizada a colheita por ser um fruto climatérico (Nick & Silva, 2018).

Conforme constatado por Nick & Silva (2018), um fruto do tomateiro pode conter até duzentas sementes, estas por sua vez, são pequenas e leves, onde uma grama pode conter cerca de duzentos e cinquenta a trezentos e cinquenta sementes, cada uma pode chegar a 3,0mm de diâmetro e entre 0,5 mm e 1,0 mm de espessura com coloração de amarelo ao marrom claro e com cobertura de pelos.

O tomateiro é uma planta de clima tropical de altitude que se adapta a quase todos os tipos de clima, não tolerando, porém, temperaturas muito elevadas. Por isso, esta cultura, pode ser cultivada em várias partes do mundo. O gênero *Solanum* apresenta grande variabilidade, o que possibilita o desenvolvimento de diferentes cultivares que atendem os mais diversos segmentos de mercado de tomate para processamento industrial e para consumo *in natura* (Lima *et al.*, 2012).

2.2.3. Importância econômica do tomate

O cultivo do tomateiro é praticado no mundo todo. Nas Américas e na Europa, assim como em muitos países da Ásia e África e em partes da Austrália, o tomate é a hortaliça com maior expressão econômica, sendo consumido ao natural ou industrializado de várias formas (Lima *et al.*, 2012).

Segundo a Companhia Nacional de abastecimento (Conab, 2016), o perfil

predominante do produtor é o familiar, com rendimento médio de 60 toneladas por hectare e podendo chegar a mais de 80 mil de reais seu custo de produção. Conforme Treichel *et al.* (2016), estima-se que cada hectare gere em até seis empregos diretos.

De acordo com dados apresentados pelo IBGE (2021), a área plantada em 2015 foi de mais de 63 mil ha, em 2016 mais de 64 mil ha, em 2017 mais de 61 mil ha, em 2018 mais de 57 mil ha e em 2019 mais de 54 mil ha. Esses valores foram diminuindo nos últimos anos pelo efeito da pandemia do coronavírus. Em 2019, ainda segundo o IBGE a produção nacional de tomate foi de 3.917.967 e 71,8 ton/ha.

2.2.4. Minitomate

Um dos maiores atrativos de qualquer produto frente ao consumidor é a sua diversidade. O tomate é uma hortaliça que tem alcançado uma grande variedade de tipos, dentre eles o minitomate. Devido à grande variedade de cores e formatos dos tomates de tamanho reduzido, convencionou-se, recentemente, agrupá-los em um único segmento chamado de minitomate. Nesse grupo estão incluídos os tomates cereja, *grape*, coquetel, mini-italiano e *tomatoberry*, todos são cultivares de tomate para mesa. (Lima *et al.*, 2012; Vieira *et al.*, 2018).

Segundo Vieira *et al.*, (2018), os minitomates são mais adocicados que aqueles dos demais grupos consumidos ao natural e são considerados como um produto *gourmet*. De uso culinário versátil, podem ser consumidos em saladas, conferindo-lhes apelo decorativo, assim como na composição de canapés, de molhos e assado. Ainda apresentam a vantagem de ter tamanho reduzido, o que evita o desperdício.

Nesse grupo, os mais populares são os tomates cereja, cujos frutos normalmente apresentam massa menor que trinta gramas e são predominantemente arredondados ou periforme (forma de pêra), dispostos geralmente em cachos compridos com grande quantidade de frutos. As plantas são, em geral, de hábito de crescimento indeterminado e de porte alto, necessitando de tutoramento (Lima *et al.*, 2012; Vieira *et al.*, 2018).

O cultivo desses tipos de tomate requer atenção especial e tem sido feito exclusivamente em ambiente protegido. Para explorar todo o potencial produtivo das

cultivares, é necessário manejo cuidadoso da irrigação normalmente por gotejamento e aplicação de fertilizantes no tempo certo e em quantidades corretas. A produtividade média alcançada por produtores de tomate *grape* durante o ciclo é de 10 kg planta⁻¹ de frutos com alto padrão de qualidade. Os frutos devem ser colhidos completamente maduros para ressaltar sua intensa cor vermelha e o excelente sabor. A vida de prateleira desses tomates pode se estender por até quinze dias sem perder a qualidade para o consumo (Lima *et al.*, 2012; Vieira *et al.*, 2018).

Nos últimos anos tem-se verificado um aumento na área plantada pelo segmento gourmet, por apresentarem variedades de cores, formatos e por serem mais adocicados, como é o caso dos tomates Cereja, Grape, Coquetel, Mini-italiano e o Tomato berry (Nick e Silva, 2018).

2.3. Segurança Alimentar, Agroecologia, Sustentabilidade e suas interdisciplinaridades

A questão alimentar perpassa por vários períodos da história, muito mais pela escassez de produtos alimentícios do que pela sua disponibilidade em escala suficiente. A fome assola as populações mais remotas e modernas mesmo com a alta tecnologia empregada na agricultura e os pacotes de insumos agroquímicos introduzidos pela Revolução Verde. Mas esse processo de insuficiência surgiu a séculos pela revolução industrial, no século XII com a peste negra, no século XVIII com a urbanização e atualmente com o desperdício e a pandemia da COVID 19 a partir de 2019 (Silva, 2010; Araújo & Calazans, 2020).

Com o advento da pandemia, percebeu-se que a segurança alimentar dos centros urbanos, em estado de lockdown, estariam comprometendo a alimentação de sua população, uma vez que a distribuição de produtos alimentícios estava lesada pela diminuição da locomoção das pessoas por motivo de ações estratégicas de mitigar a contaminação pelo vírus (Chen *et al.*, 2020; Croda *et al.*, 2020). Então mais uma vez, após a primeira guerra mundial, esse termo volta com força e a FAO – Organização da Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, criada em 1945 justamente para subsidiar o tema na área da produção de alimentos, adverte as nações para o problema da insegurança alimentar na atualidade pelo advento da

situação pandêmica pela SARS-COV-2. Não somente pela Covid 19, mas em seu relatório Fao *et al.* (2019), 65 países passaram pelo aumento da desnutrição por conta da desaceleração da economia entre 2011 e 2017.

Diante do exposto, além das metas estabelecidas pela Conferência Mundial sobre Alimentação de 1974, que eram erradicar a fome, a segurança alimentar e reduzir a desnutrição, surge um problema novo que é a distribuição destes alimentos de forma equânime. Então a FAO apresenta uma nova definição de segurança alimentar: oferta adequada de alimentos, estabilidade dessa oferta e desse mercado de alimentos com a segurança no acesso a esses alimentos (Silva, 2010).

Em 2004, surge uma definição mais ampla sobre Segurança Alimentar e Nutricional, na II Conferência Nacional sobre o assunto, realizado no Brasil: “realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis”(Silva, 2010).

Assim, as causas da insegurança alimentar estão mais ligada a forma como o alimento é distribuído e desperdiçado do que propriamente pela sua escassez, além de uma política de retrocessos institucionais e orçamentários como a extinção do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) que tinha como missão assegurar as diretrizes do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) (Galindo *et al.*, 2021).

Mesmo com uma série de inovações tecnológicas da segunda metade do século XX, que modernizaram maquinários, implementos e técnicas de manejo, não foi suficiente para alimentar as diversas populações em todo o mundo, além de trazer sérios problemas de cunho ecológico e saúde pública, pois esses pacotes tecnológicos contaminou o solo, a água e o ar, desequilibrando os habitats naturais. Os organoclorados foram o carro chefe da revolução verde, proibido por diversos países a sua utilização. Para Buainain *et al.* (2016), afirmam que o homem ainda não conseguiu resolver o problema básico da vida que é a alimentação e que esse problema não é da incapacidade tecnológica, nem da falta de recursos financeiros (muito dinheiro em poucas mãos) e nem da falta de mão-de-obra nem de recursos naturais, mas sim de uma ação de natureza política, econômica e institucional.

A agroecologia surge como um potencial campo de conhecimento científico, que tem como enfoque holístico e sistêmico, a capacidade de redirecionar o curso alterado da co-evolução social e ecológica, nas diferentes inter-relações e mútua influência, para contribuir no processo de mudança paradigmática, em que os saberes históricos dos “agroecólogos naturais”² já possuem em sua lida com a terra e a vida em sociedade (Caporal, 2008). Insiste ainda que, o conhecimento agroecológico, requer uma abordagem para além da interdisciplinaridade, como a multi e a transdisciplinaridade, em que a Física, a Economia Solidária, Ecologia Política, a Agronomia, Educação, Comunicação, História, Antropologia e Sociologia, são disciplinas que para além de outras, os atores sociais precisam se emponderar para adentrar ao mundo agroecológico.

Cenários como as mudanças climáticas, crises econômicas e energéticas, pacotes tecnológicos da revolução verde (depreciativo e tóxicos), insegurança alimentar, entre outros, fizeram com que sistemas de produção de base agroecológica ganhassem atenção redobrada nos últimos anos, uma vez que, redirecionar o sistema de produção de alimentos para agroecologia pode garantir o aumento da produção (Altieri *et al.*, 2012). O mesmo autor afirma que, uma nova revolução agrária está sendo posta em curso, com a agroecologia fornecendo a base científica, metodológica e tecnológica, pois nestes sistemas de produção se baseiam na biodiversidade, na resiliência, nas energias eficientes, na justiça social e na soberania alimentar.

Altieri & Nicholls (2017), sugerem que, diante das evidências sobre a ameaça de mudanças climáticas global, os sistemas tradicionais de manejo combinados com a estratégias de base agroecológicas pode ser a alternativa viável para aumentar, de forma robusta, a produtividade, sustentabilidade e resiliência da produção agrícola por meio da biodiversificação, do manejo do solo e da captação de água. Infelizmente, essas mudanças no clima têm relação, em sua grande maioria, com as atividades do monocultivo em larga escala, prejudicando assim, até a quem não tem parte com essas atividades do grande agronegócio que são as populações da agricultura tradicional.

Para (Gliessman, 2014), a agroecologia é uma ciência, uma prática e parte

² Agroecólogos naturais remete aos pequenos produtores e produtoras rurais e aos agricultores e agricultoras familiares, que de geração em geração, possuem conhecimentos agroecológicos adquiridos com a lida e a vivência no e do campo (agricultura tradicional).

de um movimento social voltado para transformação dos sistemas alimentares em sustentabilidade, de forma integrada na transdisciplinaridade, participativa e orientada para a ação. Então é um movimento que vai de encontro à Revolução Verde, que têm seu foco nas monoculturas em larga escala, nos enormes quantitativos de insumos de fertilizantes químicos sintéticos e pesticidas e em programas de ensino, pesquisa e extensão de cima para baixo.

Partindo desse descontrole do que adentra no sistema produtivo, a ameaça a sustentabilidade do sistema com uma variedade de impactos, como custo de mão-de-obra, acesso aos mercados consumidores, as restrições de acesso à água por leis que determinam a quantidade de água que se pode utilizar, como se deve manejar adequadamente os animais, entre outros o clima que não se pode controlar totalmente, assim diz Gliessman *et al.* (2006), que a agricultura não é meramente uma atividade econômica, mas interações complexas e o equilíbrio é a agroecologia que pode realizar a conversão para a sustentabilidade. Segundo Rodriguez & Silva (2002), a sustentabilidade é considerada um paradigma para reavaliar as interações entre a sociedade e a natureza, e serve como guia para a implementação de processos de planejamento e gestão ambiental e territorial. Isso requer a aplicação de sólidos fundamentos teóricos e metodológicos, baseados em visões holísticas, integradoras e sistêmicas das unidades ambientais naturais e sociais.

Para que haja a sustentabilidade, onde o processo produtivo não é de base tradicional, é preciso realizar um processo de transformação lenta que a transição agroecológica preconiza, em que esse sistema de produção é observado pelo seu todo, holisticamente, batizado como um agroecossistema em que quando bem desenvolvido e maduro é relativamente estável (sustentável). Para tanto, o agroecossistema precisa manter seu fluxo de energia equilibrado com a maximização da utilização de fontes renováveis de energia, a reciclagem de nutrientes por processos hidrogeoquímicos ligados à matéria orgânica, os mecanismos de regulação populacional, com a reintrodução de várias estruturas e relações entre a espécie para o controle natural e o funcionamento dos mecanismos de regulação e por fim o equilíbrio dinâmico, com o desenho e manejo do agroecossistema, isso tudo vai de encontro com a sustentabilidade (Gliessman *et al.*, 2006).

Sistemas agroalimentares produtivos e sustentáveis exigem cargas de aplicações tecnológicas e transformação agroecológica, pois a gama de informações

agrícolas, como índices meteorológicos, topográficos, e de vegetação disponíveis em diversos equipamentos estão impulsionando a adoção de análise de big data na agricultura. E os agroecossistemas precisam dessas ferramentas para reduzir impactos de cunho econômico, ambiental e social. Essa compatibilidade entre a agricultura de precisão e agroecologia pode ser mais uma alternativa para a uma saída para os sistemas agroalimentares sustentáveis (Duff *et al.*, 2021). Por ter um conceito interdisciplinar e transdisciplinar com dimensões sociais, econômicas e ambientais, perpassando pelos princípios ecológicos que está perpetrado com a agricultura orgânica, a sustentabilidade e a interdisciplinaridade.

Portanto para transitar de uma agricultura convencional para uma agricultura orgânica, faz se necessário aderir paulatinamente aos serviços ecossistêmicos (SE), defendido por (Tilzey, 2021), a começar pela valorização das cercas vivas, pois contribuem na conservação da biodiversidade local, conservação e melhoria do solo, sequestro de carbono, retenção de água e alívio de enchentes, além de mitigar as mudanças climáticas.

De acordo com Guzmán (2014), a agroecologia além de preconizar sustentabilidade, também preconiza o desenvolvimento dos territórios, com suas nuances dos saberes locais que contribuem para a formação de políticas públicas voltadas para o coletivo que demonstre o modelo hegemônico agroindustrial como predatório e aponte para novos horizontes para um agricultura socialmente mais justa, economicamente viável e ecologicamente apropriada.

A agroecologia é por natureza, uma ciência multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar, que permitiu a integração das teorias de sistemas, o conceito filosófico do holismo, além do materialismo dialético de Karl Marx e Engels, com conceitos de particularidade, singularidade e universalidades que podem integrar o estudo das partes com o todo. Esses conceitos foram adaptados por Altieri (1999b); (Altieri, 1999a) e Gliessman *et al.* (1981), aglutinando as palavras agricultura – ecologia – sistemas, formando assim o agroecossistemas (Feiden, 2012).

Coimbra (2000), afirma, que pela etimologia da palavra a interdisciplinaridade, traduz um vínculo entre saberes, saber com o outro e saberes entre si, numa complementaridade e cumplicidade solidária em função da realidade estudada ou conhecida. Que uma forma de entender o interdisciplinar é mais fácil com uma alegoria de uma orquestra em que são muitos músicos com diferentes

instrumentos que compõem uma mesma orquestra, com papéis e formações diferentes em que a unidade é criada pelo compositor e interpretada pelo regente. O autor supracitado afirma que o interdisciplinar “consiste num tema, objeto ou abordagem em que duas ou mais disciplinas intencionalmente estabelecem nexos e vínculos entre si para alcançar um conhecimento mais abrangente, ao mesmo tempo diversificado e unificado”.

Por isso, que essa pesquisa se caracteriza como interdisciplinar, porque em sua essência vários compositores (profissionais) se alinham com o propósito de que com suas expertises desenvolverem uma música (pesquisa) em que o maestro (pesquisador principal) em que com os objetivos alinhados se propõe chegar a uma construção coletiva de conhecimento apurada, abrangente, diversificada e ao mesmo tempo unificada.

2.4. Agricultura Orgânica

A Agricultura Orgânica é um sistema produtivo que se propõe excluir totalmente ou em partes, potenciais de fertilizantes e pesticidas sintéticos da produção agrícola, além de minimizar ou extinguir o uso de recursos externos e fortalecer a utilização de todo o aparato interno como a utilização de energias renováveis, o controle biológico de pragas, a captação de nitrogênio por meio biológico, entre outros nutrientes fornecidos a partir da matéria orgânica (Altieri, 1999a).

A máxima utilização de rotação de culturas, restos vegetais, esterco animal, adubação verde, cercas vivas, entre outros, são opções específicas que fundamentam a agricultura orgânica. Neste molde orgânico, se permite a combinação de técnicas conservacionistas tradicionais com as tecnologias modernas, pois permite o uso de equipamentos modernos, sementes certificadas, práticas de conservação do solo e da água, além de inovações relacionadas a criação e alimentação de bovinos (Gliessman, 2014).

O solo é um sistema vivo, na visão de uma agricultura orgânica, em que o deve ser nutrido, que permita a ação de organismos vivos de toda e qualquer forma de importunação benéfica ou maléfica e a produção de húmus. Ou seja, a base para uma agricultura oportunamente orgânica são: a acumulação gradual de matéria

orgânica, a eliminação dos químicos de toda ordem, o uso de leguminosas como principal fontes de nitrogênio, a rotação de cultivos, a integração de árvores com a exploração de bovinos, o armazenamento de água (Gliessman *et al.*, 1981; Gliessman *et al.*, 2006).

Com a mudança de todo sistema alimentar para uma base sustentável a agricultura orgânica ganha força dentro da agroecologia. Pois permite enxergar o processo de produção sustentável como um potencial para solucionar os problemas relacionados a escassez e má distribuição de alimentos. Então movidos pela preocupação com o meio ambiente e com a saúde, tanto os produtores, quanto os consumidores estão em alerta máximo, em que os primeiros precisam atender as exigências do segundo (Altieri & Nicholls, 2021).

No Brasil a agricultura orgânica é regulamentada pela Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003 e considera um sistema orgânico de produção agropecuária (SOPA) os que adotam técnicas específicas, otimizam os recursos naturais e socioeconômicos com o respeito a integridade cultural das comunidades rurais, com o objetivo da sustentabilidade econômica e ecológica, entre outros. A agricultura orgânica é regulamentada pelo Decreto nº 6.323 de 27 de dezembro de 2007, onde disciplina todo o processo de credenciamento dos estabelecimentos e sua devida certificação (Brasil, 2003; 2007).

O arcabouço de leis, decretos, portarias que regulamentam as atividades ligados ao sistema orgânico de produção agropecuária no Brasil está bem delineado, porém alguns fatores deixam essas atividades a passos lentos de uma promissora atividade, como é o caso do processo de cadastramento do produtor, a opção de fornecedor de produtos orgânicos, além do mercado consumidor, que ainda é tímido, uma vez que os produtos têm maior valor agregado que os produtos da agricultura industrial. Mesmo assim, o interesse por produtos livres de agroquímicos tem se elevado nos últimos anos, além do interesse pelos produtos que são produzidos comprovadamente sem a interferência acentuada aos recursos naturais.

A agricultura orgânica é a mais difundida dentro das linhas da agroecologia e a principal motivação para produzir e comprar produtos orgânicos está ligada à saúde humana, dos animais e ao meio ambiente. Em trabalho realizado pelos autores Wollni & Andersson (2014), em que investigaram os padrões espaciais de adoção de agricultura orgânica entre agricultores nas encostas hondurenhas, averiguaram que,

apesar de que a área pesquisada ter características de baixo potencial agrícola, como níveis alto de erosão e degradação, ainda assim, no contexto de uma agricultura de baixo consumo externo, a agricultura orgânica desponta como promissora para quebrar esse ciclo erosivo e de degradação e melhorar as condições do solo, os meio de subsistência rural e a produção agrícola.

Bolwig *et al.* (2009), em estudo realizado na África tropical relacionada ao orçamento agrícola, estimam que cada técnica orgânica adicional utilizada gere um ganho equivalente a cerca de 9% da receita líquida na produção de café, justificado pela associação positiva entre as práticas de cunho orgânico com a produtividade da árvore, evidenciando assim, os efeitos positivos das receitas decorrentes não só do regime (certificação orgânica) em si, mas também da aplicação específica de técnicas biológicas, como conservação do solo, adubação orgânica para manter e restaurar as funções do solo.

Estudo realizado na Suécia, Basnet *et al.* (2023), para avaliar o papel da agricultura orgânica no contexto mais amplo dos sistemas suecos, criaram dois cenários: base e Sust, em que o primeiro descreve um futuro onde a agricultura orgânica é implementada juntamente com padrões atuais de consumo, produção e resíduos, e o segundo (Sust.) descreve um futuro onde a agricultura orgânica é implementada juntamente com uma série de iniciativas de sistema alimentar sustentável. Chegaram à conclusão de que a expansão da agricultura orgânica nos cenários de base aumenta o uso de terras agrícolas e as emissões agrícolas até 2050, enquanto no cenário Sust as emissões são reduzidas, devido a mudanças na dieta, redução do desperdício de alimentos e a melhoria na produtividade agrícola.

Portanto, combinando estratégias transformadoras para promover a sustentabilidade com a agricultura orgânica, é altamente vantajosa, uma vez que práticas como mudança de consumo, de produção e desperdício de alimentos fazem toda a diferença no processo de transição para uma agricultura sustentável e eficiente.

2.4.1. Adubação Orgânica

Região assolada por eventos climáticos de estiagem, o Nordeste Semiárido Brasileiro, nas intenções de atividade agrícolas, sempre foi um espaço geográfico com potenciais e fracassos. A ocupação com rebanhos bovinos, com áreas transformadas em pasto a campo, promoveu uma pauperização do solo com a retirada dos materiais orgânicos na forma de restos culturais (Silva & Silva, 2016). Por outro lado, esses resíduos gerados pela atividade agropecuária podem voltar na forma de adubo orgânico para o solo ou ser tratado na forma de composto orgânico em misturas adequadas de relação C/N.

Esses resíduos orgânicos gerados nas propriedades rurais podem ser utilizados na adubação de solos para plantios de diversas culturas. Uma das atividades do campo que mais geram resíduos orgânicos sólidos e líquidos são as criações de animais de pequeno, médio e grande porte. Muitos dos aviários, apriscos e estábulos não tem destino adequados para os resíduos produzidos e por vezes esses materiais são adquiridos gratuitamente. Mas, o tratamento desses resíduos pode ser realizado na própria propriedade onde são produzidos, e por vezes, ajudar na potencialização da produção de alimentos para os animais que os produzem.

Os adubos podem ser produzidos a partir dos vegetais ou dos animais e estes fornecem nutrientes a planta e enriquece o solo. Mas para que seja realizada a assimilação pelas plantas esses materiais são reduzidos em pequenos tamanhos pela microfauna presente no sistema solo-planta-animal. Além dos resíduos orgânicos animais, os próprios animais podem servir como componente orgânico para adubação por meio da sua decomposição. Portanto, a adubação orgânica é uma técnica de fundamental importância para a fertilização dos solos, como também sua recuperação, proteção e seu acondicionamento físico e químico (Linhares *et al.*, 2016); Ferreira *et al.*, 2018).

2.4.2. Esterco Bovino

Com uma demanda social emergente com relação as práticas ambientais, a utilização do esterco bovino na adubação orgânica, tornou-se novamente uma

prática recorrente nas últimas décadas, pois é uma prática milenar e tem como premissa a melhoria das estruturas físicas, biológicas e químicas do solo, enriquecendo a matéria orgânica (Sampaio *et al.*, 2007; Quiroz & Flores, 2018).

Vários materiais podem ser utilizados para o enriquecimento da matéria orgânica no solo, Tabora Nordi *et al.* (2022) utilizaram para enriquecer a adubação por cobertura na cultura de jambu (*Acmella oleracea* (L.) RK Jansen) produtos mais utilizados pelos agricultores como: Ferticel® (Adubo Orgânico Simples Classe A), Provaso® (Adubo Orgânico Classe A), torta de mamona (Nutrisafra®), bokashi (Nutrisafra®), pó de casco e chifre e a torta de mamona deram o melhor desempenho agrônômico para a cultura do jambu.

Batista *et al.* (2021), avaliando o efeito da adubação orgânica com esterco bovino na composição química de hortaliças não convencionais (plantas que possuem uma ou mais partes que podem ser consumidas, de crescimento espontâneo (confundidas como ervas daninhas), entre outras características), chegaram a conclusão que o esterco bovino aumentou a produção e o acúmulo de nutrientes e o maior acúmulo foi para a *Rumex acetosa* L. do que para *Stachys byzantina* K. Koch.

A preocupação com a alimentação saudável e a destinação dos resíduos sólidos produzidos no campo estão sendo colocados em evidência e as populações tem procurado por produtos à base de sistemas de produção orgânica advindos de propriedades que tem responsabilidades ambiental, social e econômica (Sampaio *et al.*, 2007).

Por ser rico em nitrogênio, o esterco animal é o mais importante, sendo o esterco bovino o mais utilizado por ter maior disponibilidade nos currais nordestinos, em segundo lugar o esterco de caprinovinocultura advindos dos apriscos rústicos e um possível terceiro lugar o esterco de frango, galinha e/ou codornas) dos aviários, segundo Vieira (2017), esses materiais ricos em matéria orgânica quando nativos no solo geram carbono e energia para os organismos heterotróficos desnitrificadores, por isso, principalmente o esterco de aves não são muito utilizados em adubação porque a emissão de amônia pode influenciar de forma negativa tanto o ambiente animal quanto às comunidades próximas, por isso, o mais indicado para adubação ser o esterco bovino.

As variações na composição dos estercos ocorrem em função da espécie, e da sua alimentação. Quando o esterco provém de terrenos batidos e de retiros na

sua composição entra apenas fezes, visto que a urina se perde por infiltração no solo. Por outro lado, quando provem de estábulo inclui-se quantidades de palha que retém parte da urina, nesse caso tanto a urina quanto as fezes são aproveitadas. (Khatounian, 2001). Na (Tabela 1) é apresentado a composição química de adubos de diferentes espécies animais de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais.

Tabela 1. Teores médios de macronutrientes em diversos adubos orgânicos. Minas Gerais, 1999.

| Tipo | Umidade | N | P₂O₅ | K₂O |
|---|----------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | | % | | |
| <i>Esterco bovino</i> | 65,3 | 3,1 | 1,8 | 2,1 |
| Esterco equino | 70,5 | 1,8 | 1,0 | 1,4 |
| Esterco ovino | 65,4 | 2,8 | 1,7 | 2,0 |
| Esterco suíno | 78,0 | 3,2 | 2,4 | 2,7 |
| Esterco galinha | 55,3 | 4,0 | 4,7 | 2,0 |
| Efluente de biodigestor (bovinos) | - | 2,3 | 1,2 | 2,2 |
| Bagaço de cana-de-açúcar | - | 1,1 | 0,2 | 0,9 |
| Torta de mamona | - | 5,4 | 1,9 | 1,5 |
| Torta de filtro (cana) | 72,0 | 1,2 | 2,2 | 0,5 |
| Turfa | - | 3,1 | 0,2 | 0,4 |
| <i>Composto de esterco + restos vegetais</i> | - | 0,8 | 0,2 | 0,4 |
| Composto de lixo urbano | - | 3,4 | 1,2 | 0,3 |
| | | kg/m ³ | | |
| Vinhaça de mosto de melão* | - | 0,8 | 0,2 | 6,0 |
| Vinhaça de mosto misto* | - | 0,5 | 0,2 | 3,1 |
| Vinhaça de mosto de caldo* | - | 0,3 | 0,2 | 1,5 |
| <i>Chorume*</i> | - | 4,0 | 4,0 | 2,5 |

*Com exceção da vinhaça e do chorume, teores são apresentados com base na matéria seca.

Fonte: Adaptação de Cfsemg (1999). Pág. 81.

A grande variedade de adubos orgânicos quanto a origem, grau de umidade e percentagem de conversão são as maiores dificuldades para caracterizá-los quanto a composição química, sendo assim, só existem aproximações, levando em consideração que a procedências dos materiais utilizados para as análises físico-química como os apresentados na (Tabela 1), uma vez que a depender de onde foi coletado, tem teores diferenciados nos resultados das análises. Para a utilização

desses materiais é necessário que se passe por um processo de cura (fermentação), para que haja a uniformização da estrutura, com homogeneidade do material, a retirada do cheiro desagradável, a morte dos possíveis organismos vivos (sementes, pragas e agentes causadores de doenças) com o aumento da temperatura no processo, com boa mineralização dos compostos orgânicos e a ideal relação de C/N (Cfsemg, 1999).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento legislou as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, entre outros, com relação aos fertilizantes orgânicos e biofertilizantes destinados à agricultura, estabelecendo os parâmetros mínimos de nutrientes dos fertilizantes orgânicos simples para aplicação no solo, conforme (Quadro 1).

Quadro 1 - Teores mínimos de nutrientes e outros parâmetros para os fertilizantes orgânicos simples sólidos. Brasil, 2020.

| Orgânico simples processado | Umid. | pH | C | N total | CTC | CTC/C |
|--|---------|--------------------|---------|---------|--------------------|-------|
| | (%máx.) | | (%máx.) | (%máx.) | (máx.) | |
| Húmus de minhoca | 50 | ≥ 6 | 10 | 0,5 | Conforme Declarado | |
| Estercos e camas | 40 | Conforme Declarado | 20 | 1 | | |
| Tortas e farelos vegetais | | | 35 | 5 | | |
| Turfa | | | 15 | 0,5 | | |
| Linhita | | | 20 | 0,5 | | |
| Leonardita | | | 25 | 0,5 | | |
| Vinhaça | | | 3 | - | | |
| Parâmetros de referência para outros fertilizantes orgânicos simples | | | 15 | 0,5 | | |

Fonte: Adaptação de Mapa (2020). Pág. 7.

2.4.3. Compostagem (Bioconversão)

A compostagem para Bertoldi *et al.* (1983), é a transformação em substância húmica do material orgânico biodegradável de várias fontes, acrescenta que a compostagem é uma forma de obtenção de uma produto estável a partir da transformação oxidativa biológica. O processo de compostagem é considerada por Zhang & Sun (2018), um método natural, sustentável e altamente benéfico para a disposição de resíduos sólidos e para Ayilara *et al.* (2020), a compostagem é a conversão controlada de produtos orgânicos degradáveis e resíduos em produtos

estáveis com o auxílio de microrganismos (Vasconcelos *et al.*, 2023).

Acrescenta (Siqueira & Assad, 2015), que o processo de decomposição biológica da matéria orgânica de uma compostagem, precisa de condições controladas de aerobiose, temperatura e umidade. Para Pires *et al.* (2020), o processo de compostagem resulta em um composto húmico e rico em nutrientes que serve para ser utilizado na agricultura, fortalecendo as culturas. Almeida & Rosas (2020), defendem que os produtos desperdiçados nos grandes centros de abastecimento de alimentos, quando não podem ser reutilizados, que sejam compostados para recuperar a energia e os nutrientes por meio da adubação.

Souza *et al.* (2020), define compostagem como um processo de decomposição biológica de matéria orgânica de diversos tipos, que podem ser encontrados em restos de animais e vegetais e tem como resultado o adubo orgânico que pode ser um condicionante do solo e melhorar suas características químicas, físicas e biológicas sem prejudicar o meio ambiente (Toledo *et al.*, 2018; Soobhany, 2019).

A compostagem é uma oxidação biológica, sendo o oxigênio fundamental para a respiração aeróbica pelos microrganismos na acepção final de elétrons e na oxidação de vários tipos de substâncias orgânicas da massa, por isso, da importância do revolvimento contínuo das pilhas de compostagem para manter o nível de oxigenação favorável, por consequência essa ventilação controla os níveis de temperatura e umidade. Esse revolvimento do sistema de compostagem diminui o tempo e resulta em um produto de maior qualidade, como em temperaturas entre 30 e 55° aumenta a atividade microbiana, o consumo de oxigênio é maior nesse intervalo de variação de temperatura (Bertoldi *et al.*, 1983; Paredes *et al.*, 2005; Siqueira & Assad, 2015).

A elevação da temperatura se dar por conta da alta atividade microbiana na pilha, isso tem demonstrado que esse aumento favorece a eliminação de patógenos e o suicídio de microrganismos benéficos, por isso, da necessidade de se promover a aeração constante e o fornecimento de umidade por meio de regas para manter a microfauna abundante e assim promover a humificação do material da compostagem, por outro lado, esse aumento de temperatura a compostagem entra no estágio termofílico, onde há o aumento de população e diversidade de termófilos e/ou bactérias termotolerantes, actinomicetos e fungos. Ao promover o umedecimento do

sistema de pilhas, o oxigênio é retirado e substituído pela água, para amenizar esse efeito se faz necessário o revolvimento da pilha para alocar O₂ novamente ao sistema, por outro lado, valores baixos de umidade interrompe o processo biológico, resultando em um composto biologicamente instável (Bertoldi *et al.*, 1983; Ayilara *et al.*, 2020).

A relação C/N (Tabela 2), para o sistema é de fundamental importância, uma vez que razões baixas retardarão a decomposição e aumentarão a perda de nitrogênio, por sua vez, um material de partida com relação C/N de 25 seria o ideal, para isso, a escolha dos materiais devem seguir a razões que deixariam a relação nesse patamar (Bertoldi *et al.*, 1983; Ndegwa & Thompson, 2000).

Tabela 2 - Proporções de carbono para nitrogênio de microrganismos e alguns resíduos orgânicos. Pisa, Itália, 1983.

| Discriminação | C/N |
|---------------------------------------|------------|
| Microrganismos | 9-12 |
| Lodo de esgoto bruto | 7-12 |
| Lodo ativado | 6-8 |
| Estrume de vaca | 17-19 |
| Fração orgânica de sólido lixo urbano | 26-45 |
| Resíduo de milho | 80-90 |
| Palha, trigo | 120-150 |
| Serragem fresca | 50-520 |

Fonte: Adaptado de Bertoldi *et al.* (1983). Pág. 9.

Em trabalho realizado por Pinto *et al.* (2022) com compostagem de resíduos provenientes de kiwi, averiguo que estilha da pode dessa cultura se decompõe muito lentamente, aumentando assim o tempo necessário para a compostagem, isso devido ao alto valor da razão C/N que supera 60.

Com relação ao pH, qualquer material com uma faixa entre 3 e 11 pode ser compostado, mas o ideal é na faixa entre 5,5 e 8. Para uma maior rapidez na compostagem o material utilizado precisa sofrer uma redução de tamanho com o objetivo de aumentar a área de superfície, porque na medida for menor a partícula, maior é a razão da área de superfície para massa e a velocidade de oxidação depende da quantidade de superfície expostos ao agente reativo (Bertoldi *et al.*, 1983).

A compostagem mais utilizada é em forma de pilhas ou leiras, em formato trapezoidal para facilitar o manejo e a caída da água de chuva pelos seus lados. Um composto para ficar pronto pode levar de 3 a 4 meses. Porém para a sua utilização

em vermicompostagem o ideal é que seja por volta de 22 dias para garantir nutrientes suficientes para as minhocas (Bertoldi *et al.*, 1983; Souza *et al.*, 2020).

Dentre os vários métodos de compostagem: compostagem indiana de Bangalore, compostagem de navios, compostagem de leiras, compostagem de folhas, compostagem indiana Indore, compostagem rápida Berkley e a vermicompostagem (Ayilara *et al.*, 2020). Esta última, a vermicompostagem ou vermitecnologia, entra como uma alternativa positiva de biotratamento, por ser um processo biológico que converte e estabiliza material orgânico usando a interação entre minhocas epigeicas (habitantes de superfície) e microorganismos (mesófilos) na decomposição de matéria orgânica fazendo com que esses resíduos se tornem favoráveis à sua utilização como adubos, pois elas ingerem solo e várias formas de biomassa, produzindo assim, o que chamamos de húmus (coprólitos), com características homogêneas, baixo teor de contaminantes, minerais mais solúveis, além de possuir enzimas do solo e hormônios de crescimento de plantas (Khatounian, 2001; Feller *et al.*, 2003; Abbasi *et al.*, 2015; Soobhany, 2019; Zhang *et al.*, 2023).

Em trabalho realizado por Feller *et al.* (2003), sobre o livro publicado por Charles Darwin em 10 de outubro de 1881, intitulado “The formation of vegetable mould through the action of worms with observations on their habits”, destaca a importância sobre as minhocas, de como esses seres que foram responsáveis pelas mudanças da superfície terrestre: como a erosão substancial, soterramento da matéria depositada na superfície (orgânica e inorgânica), conservação de vestígios arqueológicos, formação de solo superficial e seu enriquecimento com nutrientes.

Em uma abordagem verde para a biodesintoxicação do cobre em dejetos suínos, aplicando a vermicompostagem, Zhou *et al.* (2023), verificaram que as atividades das minhocas no esterco aumentaram o mecanismo de recuperação de nutrientes de fósforo, inferindo assim, que a vermicompostagem é uma tecnologia de gestão verde e sustentável para aplicação agrícola.

As fezes das minhocas contêm hormônios e enzimas que estimulam o crescimento das plantas, desencorajam patógenos e durante o trânsito do material pelo intestino nos anelídeos, alguns metabólitos importantes para a planta como o nitrogênio, fósforo, potássio (N, P, K e Ca), são convertidos em formas químicas mais disponíveis para elas. O húmus é um material semelhante a turfa, finamente dividido com alta porosidade, bom condicionador de solo, melhorando a retenção de água e

facilitam o estabelecimento das raízes das plantas (Khatounian, 2001; Soobhany *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2019; Soobhany, 2019; Wang *et al.*, 2021).

As espécies mais utilizadas em pesquisas, para demonstração de suas capacidades de transformar variados resíduos sólidos orgânicos (RSO), são elas: *Eisenia fetida* (Savigny) e *Eisenia andrei* (confundida com anterior), *Eudrilus eugeniae* (Kinberg) e *Perionyx excavatus* (Perrier). Essas minhocas aceleram a mineralização, misturam substratos e estabilizam RSO em toda a fase de bio-oxidação, além de manter as condições aeróbias, aumentando a área de superfície para atuação dos organismos microbianos, liberam fluidos celômicos que eliminam bactérias dos resíduos (Albanell *et al.*, 1988; Ndegwa & Thompson, 2000; Atiyeh *et al.*, 2002; Suthar, 2007; Soobhany *et al.*, 2015; Silva, E. M. D., 2022).

As minhocas estão sendo utilizadas para além da vermicompostagem, conforme Paniago *et al.* (2016), como bioindicadores ambientais em diversos tipos de ensaios ecotoxicológicos do solo e constatou que a água residual de biodigestor, esterqueira ou de pocilga não induz um impacto ambiental negativo sobre as minhocas em doses até 300 m³ há⁻¹. Para Zhang *et al.* (2023), a redução de fertilizantes químicos com o uso dos fertilizantes orgânicos e melhor manejo agrícola, podem reduzir as emissões de óxido nitroso (N₂O).

(Dume *et al.*, 2023), analisaram a compostagem e a vermicompostagem de lodo de esgoto e palha de trigo peletizada sob diferentes relações C/N (6:1; 18:1; 28:1 e 38:1). Identificaram que na relação 18:1 superou a composto e favoreceu a multiplicação de minhocas da espécie *E. andrei*, sugerindo que a vermicompostagem nessa proporção da relação de C/N é fortemente recomendada como uma tecnologia sustentável para produção de vermicomposto de alta qualidade. Os autores constataram que a vermicompostagem em relação a compostagem, elevou os níveis C/N, K, Mg, P, (N-NO₃⁻), B, Cu e reduziu os níveis de pH, de Carbono Total (CT), Nitrogênio Total (NT), de ferro disponível (Fe), de Manganês (Mn), de zinco (Zn) e de amônia (NH₄⁺).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT), Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), município de Juazeiro, estado da Bahia, no período de 2019 a 2023.

A pesquisa elegeu como *lócus* experimental, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Crato, localizado no município de Crato, estado do Ceará. O Campus possui área total de 146,64 ha e coordenadas geográficas de 07°12'18" de latitude Sul e 39°26'52" de longitude Oeste do Meridiano de Greenwich, referente a Sede (Ifce, 2013; 2018; Google, 2022).

3.1. Compostagem e Vermicompostagem

3.1.1. Localização experimental

O processo de compostagem e vermicompostagem se iniciou no mês de setembro de 2021, no Setor de Vermicompostagem, nas dependências do Departamento de Pesquisa, Extensão e Produção (DPEP) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato* – CE, localizado na Rodovia CE 292, km 15, no Bairro Gizélia Pinheiro, (coordenadas 7°12'44.1" latitude sul e 39°26'39.2" longitude oeste de Greenwich) e uma altitude de 542m, no município do Crato, Região Metropolitana do Cariri (RMC) no Sul do estado do Ceará, Brasil (Figura 1).

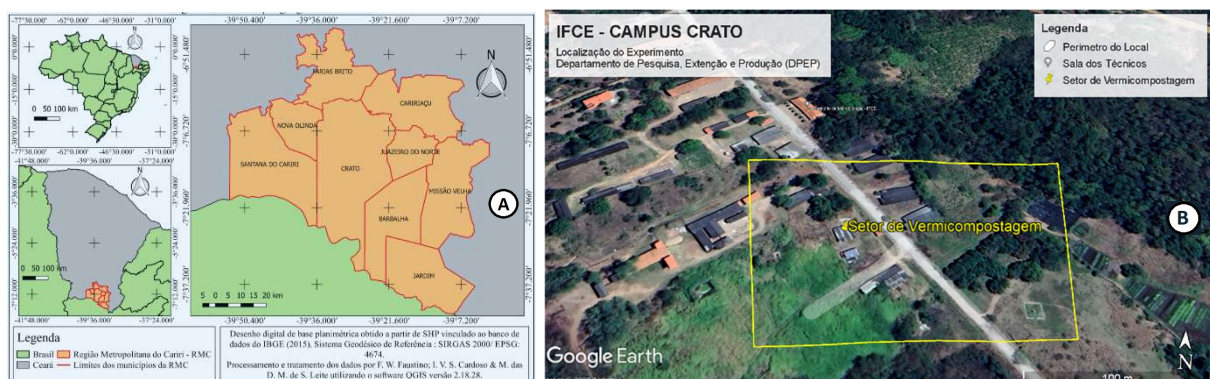


Figura 1. Localização geográfica da RMC (A) e Localização do Experimento (B)

Fonte: figura (A) por Leite *et al.* (2020) e figura (B) elaborado pelo autor no Earth Pro Google (2022)

3.1.2. Minhocas, estrutura e materiais

As minhocas foram adquiridas em comércio eletrônico da Empresa de Tecnologia em minhocultura Minhobox (2021), da espécie *E. andrei Bouché*, adultas e cliteladas (Silva, E. M. D., 2022), acondicionadas em substratos semissintético em sacos tecido não tecido (TNT) e caixa tipo papelão identificada com a logomarca da empresa.

O Setor de Vermicompostagem, é uma área com espaço aberto para realização de compostagem e outro espaço construído para a realização da vermicompostagem, esse espaço construído, coberto, possui calhas de alvenaria suspenso com fundo em laje, paredes em blocos com altura aproximada de 20cm, largura do fundo de aproximadamente 1,20m e comprimento próximo a 10m, sendo utilizados apenas 2 metros desse total de comprimento e a cada 1m um cano de ½” para escoamento do excesso de água.

O esterco bovino (EB) foi coletado fresco, em estábulo nas dependências do Departamento de Pesquisa, Extensão e Produção. O capim-colonião (*Panicum maximum*) foi cortado e transportado para a realização de trituração em tamanhos próximos a 4 cm em máquina forrageira (Figura 2).



Figura 2 - Corte e transporte do Capim-Colonião (*Panicum maximum*)

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Realizou-se a compostagem com os materiais citados acima (EB e CC) na proporção de 3:1 (Figura 3).



Figura 3 - Montagem das pilhas: A - medindo o esterco, B - medindo o capim, C - colocando na pilha, D - montagem da pilha, E e F - Pilhas concluídas

Fonte: Autor (2023). Departamento de Pesquisa, Extensão e Produção. IFCE.

Os kits *Minhobuckets* foram montados com a utilização de oitenta baldes de plásticos vazios de margarina (reutilizáveis) adquiridos de comércio local (Figura 4).



Figura 4. Esquema do Kit *Minhobucket*.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

A montagem dos kits *Minhobuckets*³ constaram dos seguintes materiais: 80 baldes, 40 torneiras de filtro, 80 tampas) totalizando 40 kits.

Para o processo de compostagem e vermicompostagem, foram utilizados os seguintes materiais, além dos já citados: foice para o corte do capim, máquina forrageira para picotar o capim, mangueira para a irrigação das pilhas, pás e enxadas para a coleta do esterco bovino e revolvimento das pilhas de compostos, carro utilitário para o transporte de materiais, trator e carreta também para transporte de material.

3.1.3. A condução da compostagem e da vermicompostagem

A condução do composto se deu com o processo de revolvimento e irrigação de duas a três vezes por semana, ou sempre que a temperatura ultrapassasse seu limite máximo, averiguado com termo-higrômetro, com o objetivo de estabilizar os resíduos utilizados (EB+CC). Com formato trapezoidal (Figura 5), as leiras (2) foram em área aberta. A temperatura das duas leiras foi aferida a cada 2 dias, sempre o mesmo horário com auxílio de um cano de $\frac{3}{4}$, introduzindo-o na parte central da leira com a extremidade sensorial do termômetro.

A umidade foi analisada por meio de toque manual com o aperto do substrato para averiguar o excesso ou a falta dessa água. Antes de promover a irrigação das leiras, elas eram revolvidas para a introdução no interior das leiras o oxigênio. Este procedimento confere com a observação feita por Cotta *et al.* (2015), salientando não ser aconselhável a utilização de matéria orgânica fresca devido ao excesso de componentes orgânicos tóxicos e aos altos valores da relação C/N (Carbono/Nitrogênio). Segue abaixo um demonstrativo do formato da pilha e suas devidas camadas quando da utilização da mistura do capim-colômbio e esterco de

³ Confeção dos kits *Minhobucket*: Dimensões de cada balde – altura total 338 mm, externo base 263 mm, externo boca 301mm, capacidade total 19,4 litros (obs. Os baldes têm fabricação com produto atóxico em material termoplástico conforme norma ABNT NR 14952. Matéria prima utilizado o polipropileno. No balde superior foram realizados furos em sua base inferior para ao irrigar o substrato para manter temperatura e umidade o excesso escorra para o balde inferior. Estes furos foram aleatórios, com a utilização de ferro de solda (potência de 50W, com resistência de mica, ponta tratada com ferro e alumínio e suporte metal) numa abertura capaz de não permitir a passagem das minhocas por eles. No balde inferior, colocou-se uma torneira filtro 3/8” parede plástica 1361 bem próximo à base do balde. O furo para colocar a torneira foi com o ferro de solda furadeira aproximando a abertura total na dimensão de 3/8”, de forma que a torneira foi colocada com certa dificuldade para que assim não houvesse vazamento do chorume acondicionado no mesmo. Em sua tampa, também, fez-se furos para que o líquido do balde superior passasse, como também, a tampa teve sua importância para que o balde superior não adentrasse no inferior.

bovino.



Figura 5. Esquema de leira de compostagem (A), composto 1 e 2 (B), termohigrômetro (C).

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

A compostagem se iniciou em 01 de setembro de 2021 com a coleta do material, transporte e alocação no Setor de Vermicompostagem do IFCE – Campus Crato e a confecção de duas leiras em forma trapezoidal, sendo aferidos a temperatura a cada três dias e revolvidas a cada semana, finalizando em dezembro de 2021.

A vermicompostagem se iniciou no início de dezembro de 2021, com a finalização da compostagem e a chegada das minhocas, onde foram realizadas as disposições dos kits Minhobuckets na base suspensa dentro do Setor de Vermicompostagem, com as torneiras direcionadas para fora, facilitando a manuseio e a coleta do chorume. O substrato advindo do composto (estabilizado) à base de misturas compostas de capim-colonião (CC) e esterco bovino (EB) foi acondicionado o volume de 6dm^3 em cada kit e em torno de 400 g de minhocas foram acondicionadas em cada kit (Figura 6).



Figura 6 - Coleta das minhocas (A e B), distribuição dos kits (C), acondicionamento do composto e das minhocas (D), cócans (E), peneiramento (F), coleta do húmus (G) e coleta do chorume (H).

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

O húmus produzido foi separado das minhocas por meio de peneira malha 2mm e acondicionados em baldes com capacidade para 18 dm³ e devidamente fechados. O chorume coletado, por meio de garrafas tipo PET com capacidade para 2 litros, foi colocado em refrigerador e homogeneizado periodicamente.

Os materiais dentro dos kits passaram por irrigação diária ou quando estavam muito úmidas a cada 3 dias e o chorume produzido foram coletados semanalmente. O chorume e o húmus produzidos e coletados foram encaminhadas amostras para análise conforme resultados apresentados na (Tabela 3.pág 47) e (Tabela 4.pág 48).

3.2. Semeadura e crescimento do tomate cereja

3.2.1. Localização experimental e sua caracterização

O experimento relativo à semeadura, o crescimento e a produção do tomate cereja foram realizados no Setor de Produção de Mudas (Viveiro de mudas) do DPEP do IFCE *Campus Crato*, localizado na microrregião do Cariri Cearense, cujas coordenadas geográficas são: latitude 7° 12' 38" S e longitude 39° 26' 41" W e altitude de 442m. De acordo com Alvares *et al.* (2013), a classificação climática de Köppen-Geiger (As), caracterizando a região de clima tropical com chuvas de inverno, precipitação média anual entre 850 e 1600 mm, seco e quente, estiagem expressiva entre 4 e 6 meses. A temperatura média anual de 27 °C (Rodriguez & Silva, 2002; Peulvast *et al.*, 2011; Brandão & Freitas, 2014; Google, 2022).



Figura 7 - Localização do experimento com tomate cereja.

Fonte: Elaborado pelo autor em Earth Pro (Google, 2022)

A estrutura da casa de vegetação (viveiro de mudas) é de madeira com 13,25 m de comprimento; 6,17 m de largura e 3,05 m de altura. Com uma meia parede com 63 cm de altura, coberto com tela tipo sombrite a 50% de sombreamento colocada da altura da meia parede, cobrindo todo o viveiro. Ao redor do viveiro por baixo da tela de sombrite possui uma tela de aviário com \pm 4cm de abertura, como forma de maior segurança.

3.2.2. Materiais, instrumentos e laboratórios

O solo foi coletado da camada arável (0 - 20 cm) no chamado terreno novo, pertencente ao IFCE – *Campus Crato*, cujas coordenadas geográficas são: latitude 7°12'47.5"S e longitude 39°27'08.5"W. O húmus foi produzido durante o experimento, bem como o chorume. Esses materiais: húmus, solo, chorume e água foram amostrados e colocados em recipientes apropriados para serem enviados para laboratório de análises. A água foi proveniente de poço artesiano e o efluente de vermicompostagem foi derivado dos kits *Minhobuckets*. O ensaio físico-químico da água e das soluções (água + chorume), foram determinadas pela Qualitec – Laboratório Ambiental e de Alimentos em Juazeiro do Norte – CE (Tabela 3).

Tabela 3 - Atributos físicos e químicos dos líquidos utilizados na fertirrigação para a produção de tomate cereja. Crato (CE), 2023.

| A - Água de Poço Artesiano (torneira) | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|-------|-------------------|----------|--------------------|---------------|---------|--------------|
| Fontes | CE | pH | CaCO ₃ | Cloretos | RAS | RAS Corrigida | Enxofre | Dureza Total |
| | dS m ⁻¹ | - | ----- | | mmol/L | ----- | | mg/L |
| | 0,82 | 6,5 | 0,00 | 0,41 | 0,50 | 0,22 | <LQ | 19,1 |
| Fontes | B | Cu | Mn | Zn | Ca | Mg | K | Na |
| | ----- mg/L ----- | | | | ----- mmol/L ----- | | | |
| | 0,016 | 0,009 | 0,0025 | 0,002 | 0,24 | 0,14 | 0,34 | 0,22 |

| B – Chorume a 100% - Efluente de Vermicompostagem (EV) | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------|-------------------|----------|--------------------|---------------|---------|--------------|
| Fontes | CE | pH | CaCO ₃ | Cloretos | RAS | RAS Corrigida | Enxofre | Dureza Total |
| | dS m ⁻¹ | - | ----- | | mmol/L | ----- | | mg/L |
| | 25,7 | 8,7 | 0,00 | 2,28 | 5,38 | - | 10,13 | 674,2 |
| Fontes | B | Cu | Mn | Zn | Ca | Mg | K | Na |
| | ----- mg/L ----- | | | | ----- mmol/L ----- | | | |
| | 0,258 | 0,389 | 0,262 | 0,302 | 6,16 | 7,31 | 33,094 | 13,98 |

Os métodos utilizados de acordo com AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT ASSOCIATION – WEF. Standart Methods for the Examination of Water e Wastwater. 23st. Washington, 2017.

A amostra analisada atende aos parâmetros exigidos na norma.

OBS: O chorume (efluente de vermicompostagem foi misturado com água em quatro proporções de condutividade elétrica, detalhado mais à frente.

Fonte: Adaptado pelo autor de (A) por Qualitec (2022a) e (B) por Qualitec (2022b)

Os atributos físico-químicos dos substratos (húmus, solo e suas misturas) foram determinados pela Campo Análises (Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental) em Paracatu (MG), conforme (Tabela 4).

Tabela 4 - Atributos físicos e químicos dos substratos utilizados na adubação para a produção de tomate cereja. Crato (CE), 2023.

| A - Solo | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-------------------------------|----------------|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|-------|--------|
| Fontes | pH | P | K ⁺ | Na ⁺ | H+Al | Al ⁺³ | Ca ⁺³ | Mg ⁺² | SB | CTC | M.O. |
| | H ₂ O | -----mg/dm ³ ----- | | -----cmol _c /dm ³ ----- | | | | | | | dag/Kg |
| | 5,17 | 9,00 | 92,04 | 0,00 | 1,82 | <0,1 | 5,42 | 3,23 | SR | 8,99 | 1,61 |
| Fontes | V | CE | m | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Classificação textural | | |
| | -----%----- | -----mg/dm ³ ----- | | -----mg/dm ³ ----- | | | | | Franco-arenoso | | |
| | 96 | SR | 0 | 0,26 | 0,34 | 17,31 | 40,79 | 3,58 | Franco-arenoso | | |
| B - Solo + 25% de húmus | | | | | | | | | | | |
| Fontes | pH | P | K ⁺ | Na ⁺ | H+Al | Al ⁺³ | Ca ⁺³ | Mg ⁺² | SB | CTC | M.O. |
| | H ₂ O | -----mg/dm ³ ----- | | -----cmol _c /dm ³ ----- | | | | | | | dag/Kg |
| | 6,55 | 401,32 | 2913,63 | 0,00 | 0,74 | <0,1 | 5,46 | 3,40 | SR | 16,41 | 3,07 |
| Fontes | V | CE | m | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Classificação textural | | |
| | -----%----- | -----mg/dm ³ ----- | | -----mg/dm ³ ----- | | | | | Franco-arenoso | | |
| | 96 | SR | 0 | 1,54 | 0,35 | 7,39 | 45,58 | 19,06 | Franco-arenoso | | |
| C - Solo + 50% de húmus | | | | | | | | | | | |
| Fontes | pH | P | K ⁺ | Na ⁺ | H+Al | Al ⁺³ | Ca ⁺³ | Mg ⁺² | SB | CTC | M.O. |
| | H ₂ O | -----mg/dm ³ ----- | | -----cmol _c /dm ³ ----- | | | | | | | dag/Kg |
| | 6,91 | 845,65 | 4431,91 | 0,00 | 1,24 | <0,1 | 5,42 | 3,23 | SR | 14,91 | 3,05 |
| Fontes | V | CE | m | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Classificação textural | | |
| | -----%----- | -----mg/dm ³ ----- | | -----mg/dm ³ ----- | | | | | Franco-arenoso | | |
| | 92 | SR | 0 | 2,08 | 0,41 | 6,87 | 44,47 | 32,23 | Franco-arenoso | | |
| D - Húmus (Fertilizante Organo Mineral) | | | | | | | | | | | |
| Fontes | Matéria Orgânica | | CTC | | Ácidos Fúlvicos | | | Ácidos Húmicos | | | |
| | % | | mmol/Kg | | % (C. Org) | | | % (C. Org) | | | |
| | 51,7 | | 1000,00 | | 1 | | | 1,04 | | | |

pH (H₂O); P: fósforo (Mellich); SB: Soma de bases trocáveis; CTC: Capacidade de troca Catiônica efetiva; MO: Matéria Orgânica; V%; Saturação de Bases; CE: Condutividade Elétrica do Extrato de saturação; m%: Saturação por Al⁺³; SR: sem resposta; P = fósforo disponível, K⁺ = potássio disponível, Na⁺ = sódio trocável, H+Al⁺³ = acidez potencial, Al⁺³ = acidez trocável, Ca⁺ = cálcio trocável, Mg⁺² = magnésio trocável.

Fonte: Adaptado pelo autor de (A) por Campo (2022d); (B) por Campo (2022a); (C) por Campo (2022c) e (D) por Campo (2022b).

As sementes utilizadas foram adquiridas em comércio eletrônico da empresa ISLA, tomate híbrido cereja Wanda, com as seguintes especialidades: frutos do segmento cereja de coloração vermelho brilhante no ponto de colheita; excelente pacote de resistências, que inclui ao Vírus do Mosaico do Tomateiro (ToMV), Vira Cabeça (TSWV), Fúlvia (Ff 1-5), Murcha do Fusário Raça 1 e 2 (Fol 0-1), *Verticillium albo-atrum* (Va) e *Verticillium dahliae* (Vd). Segundo a Isla (2022), as sementes importadas híbridas são uma oportunidade de investimento para os horticultores que buscam produtos diferenciados; plantas altamente produtivas, com ótima resistência das folhas; indicado tanto para cultivo protegido quanto para campo aberto.

3.2.3. Condução do experimento

A semeadura ocorreu no dia 11 de agosto de 2022. Foram utilizadas 500 sementes em 3 bandejas de 200 células com substratos comerciais e húmus em diversas variações. Em cada célula foi colocada apenas uma semente, onde a emergência total se deu em 12 DAS. A irrigação se deu diariamente, com a utilização de regador manual com leque em forma de chuva e duas vezes ao dia (Figura 8).



Figura 8 - Mudanças de tomate cereja híbrido Wanda prontas para transplantar. Destaque para iscas naturais.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

O solo foi coletado no terreno novo do IFCE – Campus Crato, transportado para próximo do viveiro, onde se procedeu o destorroamento por meio de pá e enxada, e o peneiramento por meio de peneira com malha de 2mm. O húmus foi produzido em kits *Minhobuckets*, coletado e transportado para dentro do viveiro (Figura 9).



Figura 9 - Preparo dos substratos: A - destorroamento, B - peneiramento, C - mistura e D - preenchimento dos vasos.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Os substratos foram misturados e colocados em vasos⁴. Foram escolhidas plantas altamente vigorosas (Figura 10) para serem transplantadas, sendo colocada apenas uma muda por vaso, totalizando 48 plantas. O transplante aconteceu a 28 dias após a semeadura (DAS).



Figura 10 - Transplante de tomate híbrido cerejeja Wanda para vasos.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

⁴ Os vasos com diâmetro superior de 24cm, diâmetro inferior de 20,5cm e altura de 20cm.

As plantas remanescentes foram doadas para a comunidade acadêmica e parceiros. Os vasos foram identificados (Quadro 2). colocados em cima de bloco de 8 furos (perfurado), conforme sorteio, para facilitar o escoamento da água da irrigação pelos furos do fundo do vaso, com espaçamento entre linhas (blocos) de um metro e 0,40 metros entre plantas. Na altura do pé direito do viveiro foi esticado arame liso e colocados fitas de nylon para suspender o ramo principal do tomateiro de cada vaso. Foi utilizado trena starret de 5 metros para as medições. A irrigação se deu uma vez ao dia nos primeiros dias do transplântio, ainda com água pura.

Quadro 2 - Mapa da distribuição das unidades experimentais conforme sorteio em blocos casualizados dentro do viveiro. Crato, CE, 2023.

| BLOCO 1 | BLOCO 2 | BLOCO 3 | BLOCO 4 | BLOCO 5 | BLOCO 6 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| S2E3 | S2E2 | S1E1 | S1E2 | S2E4 | S2E1 |
| S1E3 | S1E4 | S1E3 | S2E4 | S1E2 | S2E2 |
| S2E4 | S1E2 | S2E1 | S1E1 | S1E3 | S1E4 |
| S1E2 | S1E1 | S2E4 | S2E1 | S1E4 | S1E1 |
| S1E4 | S2E1 | S2E3 | S2E3 | S2E1 | S1E2 |
| S2E2 | S2E3 | S1E2 | S1E3 | S1E1 | S2E4 |
| S2E1 | S1E3 | S2E2 | S1E4 | S2E3 | S1E3 |
| S1E1 | S2E4 | S1E4 | S2E2 | S2E2 | S2E3 |

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

O desenho experimental foi de blocos ao acaso com duas fatoriais, sendo o primeiro com relação ao substrato, em dois níveis: S1 - solo + húmus (1:3) e S2 - solo + húmus (1:1) e o segundo, referente a irrigação com chorume (Efluentes de Vermicompostagem), determinados pelos níveis de CE (Condutividade Elétrica) na solução, sendo; E1 - 450 μ S, E2 - 900 μ S, E3 - 1350 μ S, E4 - 1800 μ S.

A 2,33m de altura foi estendido na horizontal arames tamanho 12 sobre as fileiras de vasos e as plantas foram conduzidas por meio de fita de nylon (Figura 11), assim que foram transplantadas. Segundo (Almeida *et al.*, 2018), o tutoramento garante a sustentação às plantas, reduz o contato ao solo, garante frutos de melhor qualidade e



Figura 11 - Detalhe do tutoramento com fita de nylon.

Fonte: Autor.

aparência, possibilita maior ventilação em torno do dossel das plantas, maior captação da radiação solar, aumento da concentração de gás carbônica e diminuição da umidade relativa do ar, além de facilitar a aplicação de repelentes naturais contra insetos. Para esticar os arames, foram utilizados em uma das pontas catracas (06), as quais permitem realizar o esticamento constante do arame. Utilizamos furadeira para fazer os furos na madeira e uma turquoise para fazer o corte do arame, além de uma escada para facilitar os procedimentos na altura estabelecida (Figura 12).



Figura 12 - Detalhe da distribuição dos vasos, das fitas suspensas e do sistema de irrigação em processo de montagem.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

A montagem do sistema de irrigação teve início com a utilização de 5 vasos com capacidade para 100 litros, onde foram suspensos por meio de andaimes e base de linha de madeira. Foram utilizados canos de 40 para fazer a distribuição, onde em cada vaso se faria a mistura do chorume com a água. Dos canos saíam mangueiras de meia, saindo para cada linha 4 mangueiras com as misturas e uma mangueira sem a mistura, com água pura. Em cada vaso, a depender do sorteio, passaria mangueiras com gotejadores com sistema de pressão preestabelecido. Como a pressão não se adequou as necessidades de irrigação, optamos em fazer a irrigação manualmente com a utilização de recipientes com as quantidades de água adequada para cada vaso.



Figura 13 - Distribuição das mangueiras para irrigação.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Os brotos laterais foram eliminados sempre que apareciam nas axilas das folhas. Para (Almeida *et al.*, 2018), a desbrota é a retirada dos ramos laterais (brotos), tem como função limitar o número de hastes e cachos por planta, e devem ser retirados ainda jovens (2 a 3 cm), na (Figura 14 – B ampliado em C), onde tem o “S” é o indicativo do tamanho ideal para se retirar o broto e onde tem o “N” é onde já passou do prazo correto para se fazer o procedimento, mas para que não ocorra um adensamento de floração foram também retirados. Porém tem que ter cuidado na hora do corte. Foi utilizado tesoura comum com ponta fina e assepsiada com álcool 70 a cada planta. Mãos também foram assepsiadas juntamente com a tesoura.

Após cada desbrota, os materiais retirados das plantas foram retirados do viveiro para evitar a disseminação de doenças e infestação de insetos-pragas.

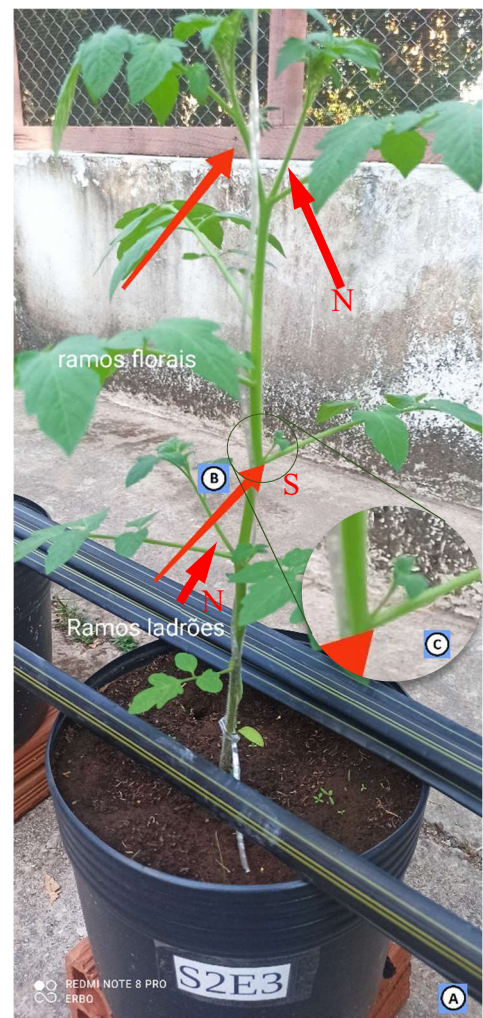


Figura 14 - Perfil tomate cereja (A), Seção circular (B), Seção Ampliada (C).

Fonte: Autor.

Assim que a gema apical de cada planta fosse ultrapassando o arame, rebaixávamos o seu caule para manter sempre o ponteiro no limite do arame ou

quando chegou no nível máximo de rebaixamento, conduzíamos a planta na horizontal, pois a manutenção da gema apical, ponto de produção de ácido indolacético (AIA) que contribui para o atraso da abscisão foliar e mantém por mais tempo o crescimento das raízes laterais e adventícias (Almeida *et al.*, 2018). Quando havia excesso de adensamento, em que uma planta se sobrepunha a outra retirávamos o ponteiro com a poda apical e ao lado desse processo, também se retirava as folhas baixas.

Com relação ao raleamento dos cachos para a retirada do excesso de frutos com o objetivo de aumentar o tamanho e a qualidade, não se fez necessário, porque utilizamos sementes híbridas, pois o abortamento acontecia naturalmente.

A polinização foi realizada com o processo *buzz-pollination* (polinização por vibração, e aconteceu com a utilização de parte de tesoura, batendo nos cachos, uma vez que bater no ramo não estava dando o resultado adequado e com esse procedimento cacho por cacho resultou em maior polinização. Essa vibração é importante, segundo (Almeida *et al.*, 2018), porque a flor do tomateiro tem formato de cone com cinco anteras poricidas e para que os grãos de pólen sejam liberados precisa da ação vibrante do vento, ou da ação mecânica da abelha. Como o plantio era em ambiente protegido, a vibração artificial foi necessária, ora por meio do balançar do ramo principal, que não teve muito sucesso, ora com a vibração do cacho por meio da ponta da tesoura, com cuidado para não cair os cones nem danificar a parte da fluorescência com o bater da ponta da tesoura. Pode-se utilizar também alguns utensílios para realizar a vibração artificial, como soprador de ar ou escova elétrica de dente.

A deficiência de alguns micronutrientes como o cobre e o boro, pode prejudicar a fecundação do óvulo, ocorrendo o abortamento da flor. Esses micronutrientes são responsáveis pela viabilidade do grão de pólen e crescimento do tubo polínico (Almeida *et al.*, 2018).

A tela de sombreamento e proteção do viveiro não coibiu 100% da entrada de insetos, então outros mecanismos de combate foram necessários. Podemos começar pela utilização de cola entomológica, um produto adesivo preparado para capturar insetos voadores. Primeiramente, utilizamos em placas retangulares, confeccionadas com cartolinas coloridas recobertas com adesivos transparentes, indicadas para colas entomológicas incolores, minimizando assim o custo, uma vez

que pode ser utilizada em cartolinas amarelas e azuis. Aplicando em superfícies amarelas, ou utilizando a cola amarela, essa cor atrai mosca minadora, coleópteros, lepidópteros, hemípteros, entre outros. Aplicando em superfícies azuis, ou utilizando a cola na cor azul, atrai trips e mosca de estábulo.

Então, na formação das mudas, conforme (Figura 15), foi utilizado cartolinas coloridas, recobertas por plástico transparente autoadesivos e aplicado na superfície do retângulo de cor amarela a cola amarela (no retângulo central) e nos outros retângulos, 2 amarelos e 2 azuis foi aplicado breu. A cartolina com cola foi mais eficiente que o breu utilizado.



Figura 15 - Perfil de placas retangulares de cartolina com cola entomológica e bandejas identificadas com plaquinhas com sementes de tomate cereja em diversos substratos.

Placas colocadas em 17 de agosto de 2022.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Como identificamos que o breu não teve muita eficiência no decorrer do crescimento das mudas de tomate, optou-se em utilizar a cola nas outras placas de cartolinas de cor amarela. E observou-se que a cola entomológica realmente tem um potencial enorme na captura de insetos voadores conforme (Figura 16).



Figura 16 - Placas com cola entomológica com vários insetos capturados em plantio de mudas de tomate cereja híbrido Wanda.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Para complementar o controle de pragas dentro do viveiro também se utilizou de alguns produtos dias após o transplante demonstrados no (Quadro 3) abaixo:

Quadro 3 - Fontes de produtos para combate orgânico a pragas e doenças. Crato (CE), 2023.

| Aplicação | DAT | Ingredientes | Quantidade aplicada | Nome | Princípio Ativo | Função |
|-----------|-----|---|------------------------|---------------------|--|--|
| 1ª | 15 | 1L de água 2ml de detergente 40 ml de água oxigenada a 10 volume 20 ml de vinagre de álcool | 1 litro | Acigatox* | H ₂ O + H ₂ O ₂ + CH ₃ COOH + SLES | Combate pragas |
| 2ª | 25 | 1L de água 2ml de detergente 40 ml de água oxigenada a 10 volume 20 ml de vinagre de álcool | 2 litros | Acigatox | H ₂ O + H ₂ O ₂ + CH ₃ COOH + SLES | Combate pragas |
| 3ª | 28 | 1 colher de sopa de cal 4 colheres de sopa de cinzas 200 ml de água fervente 5 litros de água fria | 10 ml/litro - 4 LITROS | Água de Vidro | Solução de silicato de sódio | Sílicio nutre e fortalece as paredes celulares |
| 4ª | 32 | 1L de água 2ml de detergente 40 ml de água oxigenada a 10 volume 20 ml de vinagre de álcool | 2 litros | Acigatox | H ₂ O + H ₂ O ₂ + CH ₃ COOH + SLES | Combate pragas |
| 5ª | 34 | 1L de água 2ml de detergente 40 ml de água oxigenada a 10 volume 20 ml de vinagre de álcool | 2 litros | Acigatox | H ₂ O + H ₂ O ₂ + CH ₃ COOH + SLES | Combate pragas |
| 6ª | 35 | 1L de água 10 ml Óleo de nim | 1 litro | Azadirachta indica | Azadiractina (C35H44O16) | Combate pragas |
| 7ª | 36 | 1L de água 10 ml Óleo de nim | 1 litro | Azadirachta indica | Azadiractina (C35H44O16) | Combate pragas |
| 8ª | 37 | 1L de água 10 ml Óleo de nim | 1 litro | Azadirachta indica | Azadiractina (C35H44O16) | Combate pragas |
| 9ª | 38 | 1L de água 10 ml Óleo de nim | 1 litro | Azadirachta indica | Azadiractina (C35H44O16) | Combate pragas |
| 10ª | 39 | 1L de água 4 ml de óleo essencial de casca de laranja | 2 litros | Essência de Laranja | D-Limoneno (C10H16) | Combate pragas |
| 11ª | 43 | 1L de água 10 ml Óleo de nim | 1 litro | Azadirachta indica | Azadiractina (C35H44O16) | Combate pragas |
| 12ª | 47 | 1L de água 4 ml de óleo essencial de casca de laranja | 4 litros | Essência de Laranja | D-Limoneno (C10H16) | Combate pragas |
| 13ª | 48 | 1 colher de sopa de cal 4 colheres de sopa de cinzas 200 ml de água fervente 5 litros de água fria | 10 ml/litro - 4 LITROS | Água de Vidro | Solução de silicato de sódio | Sílicio nutre e fortalece as paredes celulares |
| 14ª | 51 | 1L de água 2ml de detergente 40 ml de água oxigenada a 10 volume 20 ml de vinagre de álcool | 4 litros | Acigatox | H ₂ O + H ₂ O ₂ + CH ₃ COOH + SLES | Combate pragas |
| 15ª | 54 | 1L de água 1ml de derruba | 4 litros | Derruba | ramos e folhas verdes picadas e colocadas de molho por 12 h | Pulgão, Cochonilha mosca branca lagarta |
| 16ª | 60 | 1L de água 1ml de derruba | 4 litros | Derruba | ramos e folhas verdes picadas e colocadas de molho por 12 h | Pulgão cochonilha mosca branca lagarta |
| 17ª | 61 | 1L de água 2ml de detergente 40 ml de água oxigenada a 10 volume 20 ml de vinagre de álcool | 4 litros | Acigatox | H ₂ O + H ₂ O ₂ + CH ₃ COOH + SLES | Combate pragas |
| 18ª | 61 | 100 gramas do sulfato de cobre 150 gramas de cal virgem 10 litros de água | 4 litros | Calda Bordalesa | H ₂ O + CuSO ₄ + CaO | Fungicida e repelente |
| 19ª | 66 | 1L de água 2ml de detergente 40 ml de água oxigenada a 10 volume 20 ml de vinagre de álcool | 2 litros | Acigatox | H ₂ O + H ₂ O ₂ + CH ₃ COOH + SLES | Combate pragas |

Fonte: Dados da pesquisa laborado pelo autor. Calda Bordalesa em Motta (2008). Os outros produtos foram elaborados e utilizados a partir de experiências de outros que já utilizaram. A palavra Acigatox foi criada pelo autor.

Os produtos exibidos no (Quadro 3), tiveram importância significativa para o processo, amenizando a infestação de pragas. Porém, para além dos produtos,

foram utilizados mecanismos manuais para diminuir a ação de algumas pragas, a exemplo da mosca-minadora (*L. trifolii*), que faz a ovoposição endofítica e de forma aleatória, as larvas abrem galerias serpenteadas entre a epiderme superior e a inferior das folhas e quando a população está alta a área de fotossíntese é reduzida significativamente, chegando a murchar e queda prematura das folhas (Fernandes *et al.*, 2018; Filho *et al.*, 2019). Diariamente se percorria as linhas e realizava a retirada de folhas atacadas pela lagarta-minadora com tesoura de ponta fina assepsiada com álcool 70°. Lima *et al.* (2011), avaliando extrato de vegetais no controle de mosca branca em tomate, encontrou eficiência de 67,67% no controle de ninfas com o óleo de nim. As aplicações com óleo de nim foram preponderantes no controle das moscas em questão.

Um ataque intenso na lavoura protegida do tomate cereja foi pela mosca-branca (*Bemisia tabaci*), que por volta das 16 horas aumentava a infestação, por isso, da utilização do Acigatox, do nim e outros para combater ou afastar esses insetos, o que acontecia no dia posterior a aplicação desses produtos. O modo de aplicação para controle dessa praga era primordial, uma vez que os ovos são depositados na face inferior das folhas, pois as colônias de adultos e ninfas se alimentam de forma gregária na face inferior das folhas com seus aparelhos bucal picador-sugador (Fernandes *et al.*, 2018; Filho *et al.*, 2019).

O que fez uma tremenda perturbação no decorrer da cultura do tomate cereja foram os ácaros, mais precisamente o microácaro do bronzeamento (*Aculops lycopersici*) (Acari: Eriophyidae) que chegou a deixar quase morta 3 plantas, cada uma em fileiras diferentes (Figura 17). O monitoramento da infestação se fez com o isolamento das plantas infestadas na forma de não tocar nelas antes de tocar nas outras. Outro cuidado foi o afastamento dos galhos e folhas das infestadas das que não estavam tomadas por microácaros.



Figura 17 - Primeiros sintomas de ataque de microácaro na folha do tomate cereja.

Fonte: Autor.

Então todo trato cultural para as culturas infestadas sempre foram por

último. As pulverizações com os produtos orgânicos citados no (Quadro 3) foram direcionadas para todas as partes das plantas infestadas, desde o colo, passando pelo ramo principal, partes inferiores das folhas e ramo apical.

Segundo Savi & Andrade (2020), os primeiros sintomas são um escurecimento leve característico decorrentes da alimentação dos ácaros das folhas e ramos, depois com um aumento da população vem o escurecimento total, conhecido por bronzeamento, semelhante a cor de “café com leite”. Ocorre a morte do tricoma nos ramos de tomateiro infestados, onde adquirem uma coloração semelhante à palha. É típico a infestação ser maior em períodos secos e quentes, como a irrigação não atingia a parte superior da planta os insetos aumentaram vertiginosamente. Infelizmente os produtos utilizados não tiveram tanta eficiência no combate ao microácaro, (Figura 18).



Figura 18 - Início de infestação nas folhas com microácaro..

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Outros insetos como pulgões e lagartas (Figura 19), estiveram presentes no plantio, mas não foram determinantes para uma queda de produção ou ataque severo nas partes das plantas.



Figura 19 - Lagarta-militar (*Spodoptera cosmioides*).

Fonte: Autor.

Os materiais utilizados para a mistura do Acigatox⁵ estão representados na (Figura 20), onde as misturas eram medidas com uma proveta de vidro e aplicada nas plantas de tomate cereja por meio de um pulverizador manual pequeno (2 litros). Porém, à medida que as plantas foram aumentando de tamanho, em que o pulverizador pequeno precisava de mais de duas aplicações, optou-se por utilizar um pulverizador manual maior com capacidade para 5 litros (Figura 21).



Figura 20 - Água oxigenada (A), proveta de vidro (B), vinagre (C), detergente neutro (D), pulverizador manual (E)

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.



Figura 21 - Pulverizador manual de 5 litros de pressão com válvula de segurança e bico ajustável.

Fonte: Autor.

⁵ Acigatox foi nome fictício criado pelo autor para não ter que repetir todos os ingredientes utilizados na mistura como: água oxigenada, vinagre, água e detergente neutro.

Também foi encontrado insetos com capacidade de controlar infestações de outros insetos-pragas como é o caso da aranha espinhosa (*Gasteracantha cancriformis*), também conhecida como aranha caranguejo ou aranha joia. É uma aranha que constrói sua teia em espiral com um círculo no meio por onde elas capturam suas presas, são solitárias e se alimentam de moscas, mariposas e besouros. Tem uma carapaça de tartaruga e cores variadas, até sua teia muda de cor em conformidade com a luminosidade (Figura 22). Segundo (Gawryszewski, 2007), essa aranha consome sua teia todo final de tarde, indicando que a cada dia uma nova teia tem que ser tecida e assim se renova a atratividade dos insetos pela teia e por conseguinte é capturado.

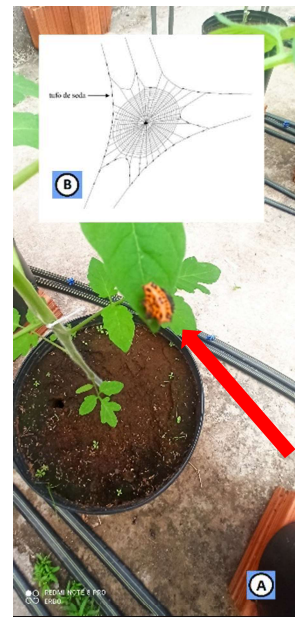


Figura 22 - Predador natural de insetos diversos (A). Formato da teia de aranha (B).
Fonte: Autor (2022)
Adaptado de Gawryszewski, 2007

Após o transplântio, expandimos a quantidade de cola entomológica em garrafas PETs com volume de 2 litros (Figura 23), aplicando a cola em toda a sua extremidade externa de cor amarela em quantidade suficiente que seja eficiente e ao mesmo tempo não escorra ao ser pendurada. Para o sustento da garrafa, colocamos varas e/ou cabo de vassoura, enfiando uma das suas extremidades na boca da garrafa e a outra extremidade nos furos de blocos de alvenaria. Foram distribuídas duas garrafas em cada extremidade do plantio onde as placas de cartolinas não estavam presentes.



Figura 23 - Distribuição de cola entomológica de cor amarelo em garrafas PETs e placas de cartolinas.
Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Na (Figura 23), se percebe que as iscas foram colocadas em um tempo recente, pois pela visão na imagem da fotografia, ainda tem poucos insetos capturados. Na (Figura 24), estão representadas as garrafas PETs com a cola entomológica quase toda tomada por insetos, mostrando assim, a capacidade que a cor e a cola têm para a captura de tais seres.



Figura 24 - Resultado da captura de insetos pela cola entomológica aplicadas em garrafas PETs.
Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Para acompanhar a ocorrência de pragas pode ser observada na (Figura 25) de acordo com a fenologia da planta e assim adequar o monitoramento no viveiro.

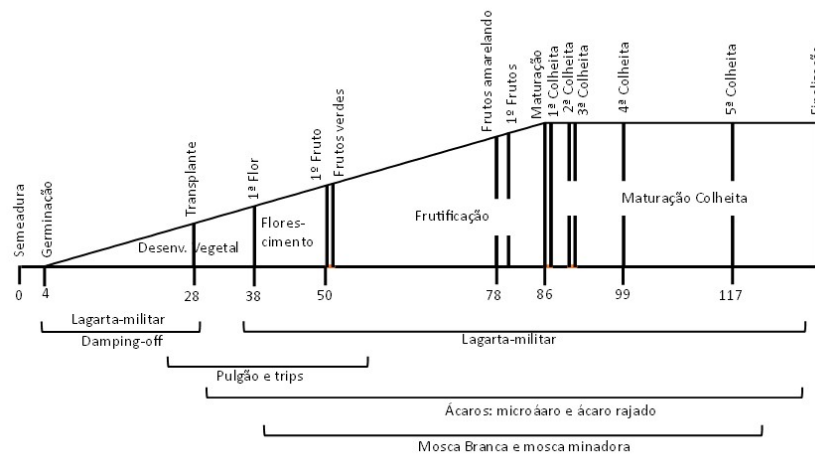


Figura 25 - Fenologia do tomate cereja x ocorrência de pragas
Fonte: Adaptado de Zucchi *et al.* (1993) em Moura *et al.* (2014).

Para o procedimento de irrigação se estabeleceu que a irrigação com água pura se daria por 3 dias e no quarto dia com a mistura da água com o chorume nas proporções estabelecidas no (Quadro 2), em que a letra “E” corresponde a efluente e o número 1 ao 4 correspondem ao quantitativo medido pela concentração de condutividade elétrica preestabelecida. Se iniciou com o padrão de 200 ml na irrigação inicial de manhã e à tarde e quando a planta foi se aproximando da produção aumentou-se os volumes para 1,2 litros a 1,8 litros de manhã e à tarde.

Diariamente, entre a emergência e a última colheita, foram coletados a temperatura e a umidade relativa do ar dentro do viveiro de mudas (Figura 26-A) e (Figura 27- A), também foi coletado a variação climática externa (Figura 26- B) e (Figura 27-B):

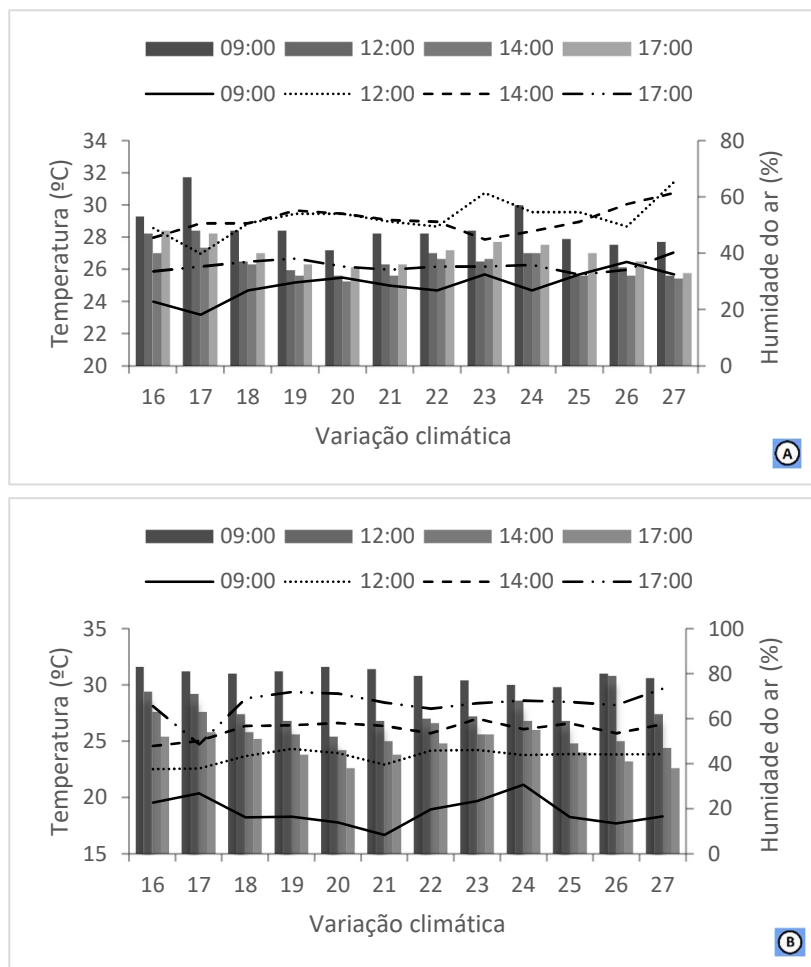


Figura 26 - Variação climática na formação das mudas, A - interno (casa de vegetação), B - externa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022), onde: A – foi por meio de termohigrômetro e B – foi por meio de Estação Agrometeorológica da FUNCEME/IFCE ID: 35853 Localização: Long: -39.4436 Lat: -7.2122 -7.2122, (Funceme, 2022).

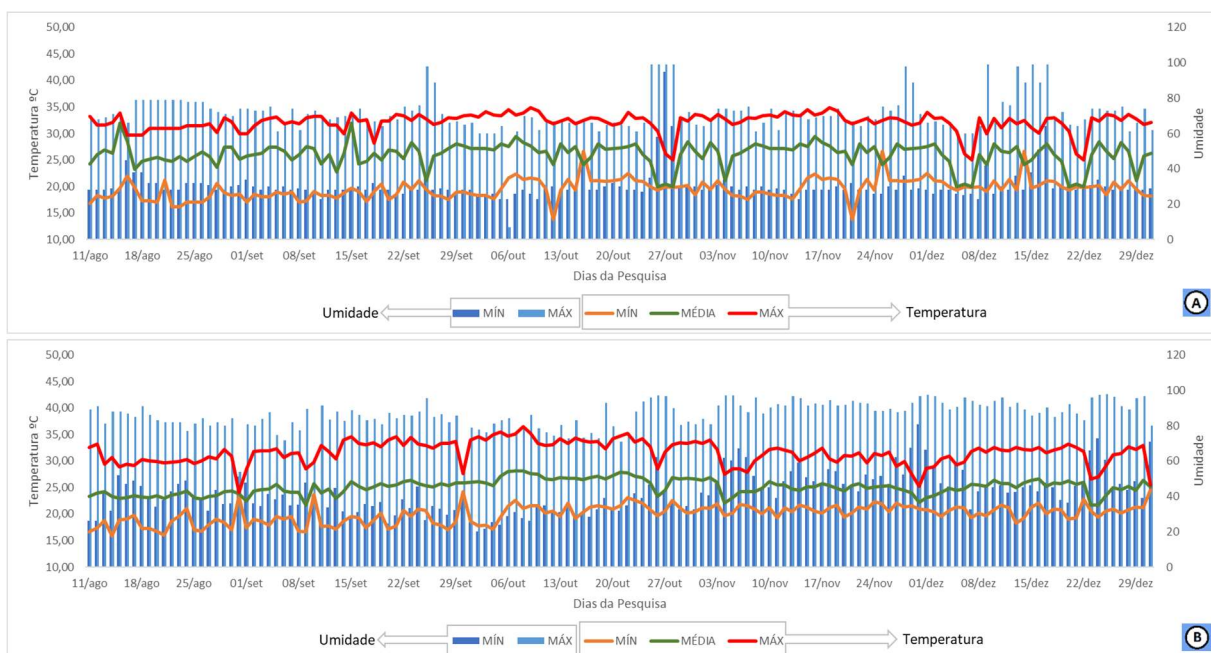


Figura 27 - Variação climática. A - Interno, B - Externo. Durante o desenvolvimento e a produção do tomate cereja híbrido Wanda.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022). A – por meio de termo-higrômetro e B – por meio de Estação Agrometeorológica da FUNCEME/IFCE ID: 35853 Localização: Long: -39.4436 Lat: -7.2122, (Funceme, 2022)

3.2.4. Variáveis avaliadas

Foram realizadas as seguintes avaliações: (a) análise da primeira inflorescência; (b) análise produtiva; (c) análise da qualidade dos frutos: colorimetria dos frutos; sólidos solúveis totais – SST ($^{\circ}$ Brix); dureza dos frutos para transporte (DFT) e dureza dos frutos para consumo (DFC); Acidez Total Titulável, pH, Sólidos Solúveis Totais e suas relações. Para o processo de colheita utilizamos tesoura com ponta fina, tratada a cada corte com álcool 70, sacos com identificação para facilitar a identificação dos frutos por unidade experimental ao laboratório.

Os dados foram submetidos à normalidade (Shapiro & Wilk, 1965) e homogeneidade pelos testes de Levene's, de Bartlett's, de Brown-Forsythe e Fligner. Para análise dos pressupostos de variância, regressão e teste de médias (Tukey HSD) foram utilizados os pacotes: `library(dplyr)`; `library(RVAideMemoire)`; `library(car)`; `library(carData)`; `library(psych)`; `library(rstatix)` `library(DescTools)`; `library(onewaytests)` do programa estatístico R (ver 4.2.2) no RStudio (ver 2023.06.0+421). Para além desses softwares, com o objetivo de se obter mais detalhes sobre as análises

realizadas, também foram utilizados o Sisvar , Prism e Excel – Pacote Microsoft 365 (Ferreira, 2011; 2019; 2023; Microsoft, 2023; Prism, 2023).

a) Análise da primeira inflorescência

Para a análise da inflorescência, foram computados o número de folhas que precedem a primeira inflorescência (NFPPI).

b) Análise produtiva

A produção foi avaliada em 5 colheitas, iniciada aos 60 DAT e finalizada aos 90 DAT. Os frutos foram colhidos no ponto de maturidade comercial, separados os frutos de qualidade duvidosa, danificados, com fundo preto, entre outros. Os frutos foram tratados de 3 formas de mensuração: 1) Mensuração total. 2) Mensuração dos frutos comerciais. 3) Mensuração dos frutos não comerciais. Em todos foram realizadas as seguintes medidas (Tabela 5):

Tabela 5 - Variáveis analisadas na produção. Crato (CE), 2023.

| ITEM | SIGLA | SIGNIFICADO |
|------|-------|-----------------------------|
| 1 | NFP | NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA |
| 2 | MFP | MASSA DO FRUTO POR PLANTA |
| 3 | DMF | DIÂMETRO MÉDIO DO FRUTO |
| 4 | MMF | MASSA MÉDIA DOS FRUTOS |
| 5 | NCP | NÚMERO DE CACHOS POR PLANTA |

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Para determinar os frutos comerciais e não comerciais foram utilizados os parâmetros estabelecidos na Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Embalagem do Tomate (Mapa, 2018). PMC – produção média comercial, não comercial e total. A produtividade comercial, não comercial e total.

A colheita tratada conforme estabelecido acima foi apenas uma datada do dia 18 de novembro de 2022, onde foram colhidas as frutas entre 50 e 90 cm de altura da planta, na parte mediana, referente a 4ª colheita.

Outras colheitas ocorreram nos dias 05 de novembro (1ª colheita), 09 de novembro (2ª colheita), 10 de novembro (3ª colheita) e 06 de dezembro (5ª colheita – última). O total de frutos colhidos e da massa dos frutos estão na (Tabela 8 e 9)

respectivamente.

c) Análise qualitativa

Após a mensuração da análise produtiva os frutos foram encaminhados ao laboratório, onde foram selecionados quanto a aparência, ausência de injúrias, podridões e em seguida lavados manualmente para remoção de impurezas superficiais, enxaguados em água corrente.

O grau de maturidade de um fruto pode ser medido de várias maneiras. Uma delas é a relação Brix/acidez, porém antes de apresentar essas relações, se utilizou de cores em html traduzidas em RGB e hexadecimais para a divisão de frutos verdes, semiverdes, maduros e semimaduros, nos frutos da 4ª colheita, conforme resultados (Tabela 14) da página 100.

Após essa sistematização por cor, foram separados 6 frutos (blocos) de cada tratamento no ponto de maturação comercial. Estes, por meio de um estilete, foram feitos um leve corte para obtenção de 2 gotas da amostra homogeneizada para o prisma do refratômetro, e para cada fruto, limpou-se e calibrou-se com água destilada, para obtenção do teor de sólidos solúveis totais (SST) e os resultados obtidos foram expressos em °Brix (Figura 28).



Figura 28 - Obtenção do teor de sólidos solúveis totais (SST). A - Fruto, B - Refratômetro, C - Estilete, D - Água destilada, E - Papel higiênico.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor (2023). Créditos: Laboratório de solos do IFCE – Campus Crato.

Para análise de dureza e ponto de colheita, foi utilizado um penetrômetro analógico modelo PTR-100 da Instrutherm (Figura 29), onde foram aferidos dois tipos de frutos, um para transporte e outro para consumo (3 aferições de cada).



Figura 29 - Análise de dureza e ponto de colheita de frutos. A - Penetrômetro: instrumento analógico para. B – Detalhe da forma de utilização.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor . Créditos: Laboratório de solos do IFCE – *Campus Crato*.

Para determinação do pH, foi utilizando um medidor de pH de bancada conforme (Figura 30).

A acidez total titulável (ATT) foi obtida por titulação com solução de NaOH a 0,1 N. Todas estas análises foram realizadas segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2008).

Os dados foram submetidos à verificação de normalidade dos erros (Shapiro & Wilk, 1965), para verificação das pressuposições da análise de variância, utilizando o software RStudio, bem como de homogeneidade das variâncias em cada ambiente, pelo



Figura 30 - Peagômetro.

Fonte: autor.

teste de Bartlett's e Levene. Constatados as homogeneidades das variâncias em cada

ambiente e para cada variável analisada, seguiu-se com a análise conjunta dos experimentos aplicando-se inicialmente a análise de variância a 5% de probabilidade, por meio do software RStudio e SISVAR. Aos efeitos significativos das fontes de variação, isoladas ou em interação, para os fatores quantitativos foram realizadas análises de regressão linear; e para os fatores qualitativos, análise de comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As amostras para obtenção do pH e titulação estão demonstradas (Figura 31).



Figura 31 - Frutas escolhidas para obtenção dos sólidos solúveis totais (SST), análise de dureza, pH e acidez total titulável (ATT).

Fonte: Autor (2023).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise da Primeira Inflorescência (A)

A primeira inflorescência surgiu em 11 DAT (dias após o transplante). Considerando que a fase juvenil de uma planta é o período que vai desde a emergência até o início da floração, então a fase juvenil apresentada neste experimento do tomate cereja híbrido Wanda foi de 35 DAE (dias após a emergência). Nesta fase, a planta passa por um processo de crescimento e desenvolvimento, na qual ocorrem mudanças morfológicas e fisiológicas importantes. É nessa fase que a planta se torna capaz de realizar a fotossíntese e produzir sua própria energia.

Para Dieleman & Heuvelink (1992), o número de folhas que precedem a primeira inflorescência (NFPPI), sofrem efeitos de vários fatores ambientais e reguladores de crescimento vegetal, e esse fator determina a precocidade da colheita do tomate e para Wang *et al.* (2023) a floração na época apropriada, garante ótima aptidão e reprodução das plantas. Neste caso, sem passar por um processo de resfriamento como estímulo de vernalização, verificou-se que em temperatura ambiente, dentro da casa de vegetação, a menor quantidade de folhas iniciada imediatamente antes do início da floração foi cinco (5) no tratamento que recebeu maior concentração de húmus de minhocas (50%) e maior concentração de efluente de vermicompostagem (1800 μ S) e a temperatura média do dia da contagem estava em torno de 25,38°C. A linha em que essa planta estava era o do bloco 1 no lado do nascer do sol. Por outro lado, a maior quantidade de folhas contadas antes do início da floração foi de 12 no bloco 6, localizado no sol poente e que logo ao horário de 14h o sol não mais se apresentava pela quantidade de interrupções existentes, seja por árvores, seja por construções ao redor. Nessa unidade experimental estava o solo com 25% de húmus e o efluente de vermicompostagem de 1800 μ S (Tabela 6).

Pela análise de variância não foi encontrado efeito significativo dos tratamentos sobre a média da quantidade de folhas apresentadas pelo tomate cereja híbrido Wanda, destacando sua juvenilidade, com relação a primeira inflorescência [F(7, 40) = 1,513; p = 0,191]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não há diferenças entre os grupos estudados (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4).

Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,1685$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,1685$). Abaixo, (Tabela 6), com a demonstração das médias de folhas, representando a juvenilidade do tomate cereja até a primeira inflorescência.

Tabela 6 - Número de folhas que precedem a primeira inflorescência (NFPPI) do tomate cereja híbrido [(11 DAT) e (35 DAE)] em diferentes níveis de substratos (percentual de húmus) e efluentes de vermicompostagem (condutividade elétrica), Crato (CE), 2023.

| Tratamentos | Percentual de húmus (%) | Efluentes de vermicompostagem CE de chorume + água em μS | Número de folhas antes da primeira inflorescência |
|-----------------------------|-------------------------|---|---|
| S1E1 | Húmus (25) | 450 | 8,00 a |
| S1E2 | Húmus (25) | 900 | 7,50 a |
| S1E3 | Húmus (25) | 1350 | 7,66 a |
| S1E4 | Húmus (25) | 1800 | 8,83 a |
| S2E1 | Húmus (50) | 450 | 8,66 a |
| S2E2 | Húmus (50) | 900 | 8,83 a |
| S2E3 | Húmus (50) | 1350 | 8,16 a |
| S2E4 | Húmus (50) | 1800 | 7,50 a |
| Coeficiente de variação (%) | | | 13,93 |
| DMS | | | 2,11 |

Médias seguidas de letras minúsculas não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

DAT – dias após o transplante, DAE – dias após a emergência, μS – micro Siemens, CE – Condutividade Elétrica.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

É importante frisar alguns fatores que influenciaram no NFPPI nesta pesquisa. Primeiro, porque foi realizada em um ambiente protegido por uma tela de sombreamento (casa de vegetação). Segundo, porque a temperatura e a umidade dentro deste ambiente não se comportam da mesma forma que fora e terceiro, porque o sol não estava presente por volta das 15 horas (3 da tarde) devido a vários obstáculos, como árvores altas, que impediam sua incidência. Segundo Dieleman & Heuvelink (1992), quando as plantas de tomate crescem sob baixa luminosidade (ambiente protegido promove essa baixa luminosidade) e fotoperíodo curto (as árvores que mesmo estando distantes no lado do pôr do sol, elas interrompem o sol antes do seu se pôr, durante mais de 2 horas), o NFPPI é super importante, uma vez que é um fator que determina a precocidade da colheita. Por outro lado, caso o NFPPI for muito baixo, vai dificultar a planta interceptar a luz necessária para a produção de assimilados suficientes por não haver área foliar suficiente e isso é um pré-requisito

para o desenvolvimento de flores e frutos de boa qualidade no primeiro cacho, o que aconteceu pode ter ocorrido em nossa pesquisa, quando do abortamento de várias flores no primeiro cacho.

De acordo com a (Figura 32), podemos observar que o tomate cultivado esteve dentro dos padrões quantitativos de folhas antes da primeira inflorescência, conforme apresentado pelo autor anterior.

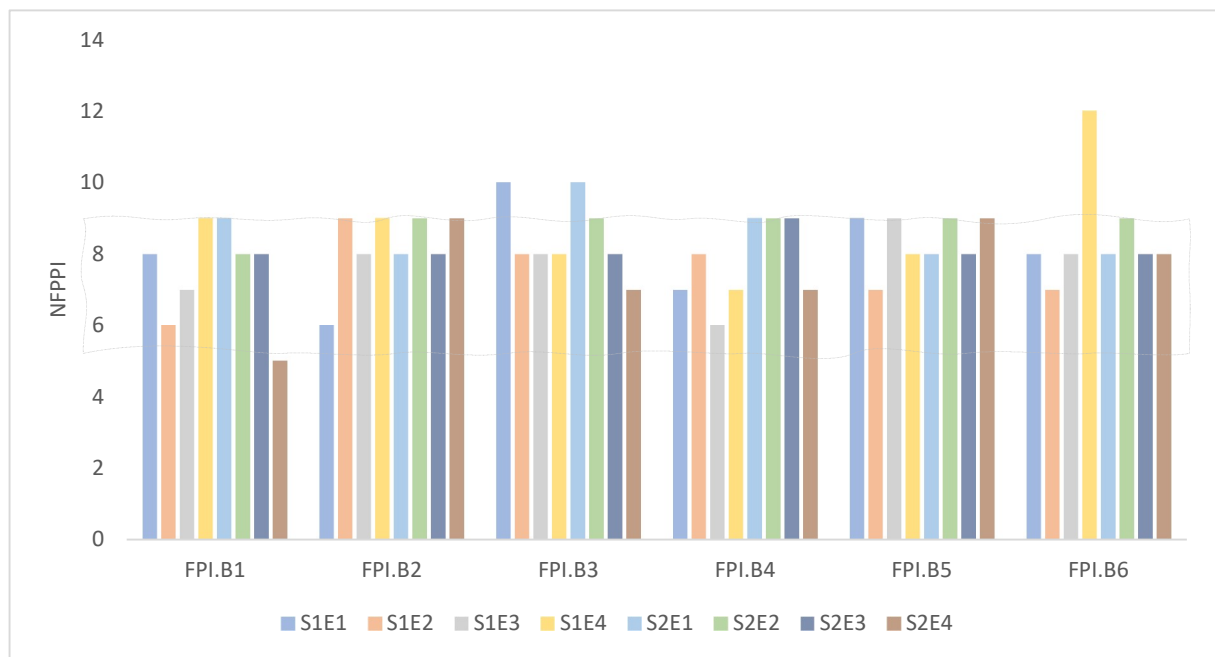


Figura 32 - Quantidade de folhas apresentadas pela cultura do tomate cereja híbrido até a primeira inflorescência.

NFPP – Número de folhas que precedem a primeira inflorescência, B1 – bloco 1 e sucessivamente, S1 – 25% e S2 50% de húmus, E1 – 450 μ S, E2 – 900 μ S, E3 – 1350 μ S, E4 – 1800 μ S de Condutividade Elétrica.

Fonte: Autor (2023)

Os fatores ambientais como luz, temperatura, umidade, nutrição, dióxido de carbono e reguladores de crescimento não podem ser considerados críticos de forma isolada para controle da floração do tomateiro. Isso sugere que o conjunto de todos os fatores devem ser levados em consideração para se determinar a influência do florescimento no tomateiro cultivado. O NFPP é o resultado de dois processos: um pela iniciação foliar que determina a fase vegetativa e outra pelo tempo para o início da primeira inflorescência, determinando assim, o fim fase vegetativa (Atherton *et al.*, 1990; Costa & Heuvelink, 2018).

Estudo realizado por Nakano *et al.* (2016), sugere que análises de traço

quantitativo dos dias para o início floral desempenham papel importante na determinação da quantidade de dias para a floração e assim, para a cultivar *S. lycopersicum* (SL) em torno de 50 DPF (dias para o florescimento) na primavera e 47 DPF no outono, para a cultivar *S. pimpinellifolium* (SP) uma média de 44 DPF na primavera e 38 DPF no outono, já para a cultivar BIL - linhas endogâmicas de retrocruzamento uma média de 48 DPF na primavera e 45 DPF no outono. Neste estudo os dias para o florescimento (DPF) foram contados como o número de dias entre a semeadura e a antese da primeira flor da primeira inflorescência.

Em comparação a esse trabalho, a cultivar de tomate cereja híbrida Wanda, a DPF foi de 38 DAS, igual resposta apresentada por Nakano *et al.* (2016) para o SP no período de outono das condições climáticas do Japão. Para o NFPPI, os autores encontraram uma média entre 8-9 corroborando com esta pesquisa e para os dias desde a antese até o estágio de quebra do primeiro fruto encontraram quantidades entre 38 e 68 DAS, enquanto neste trabalho o primeiro fruto se apresentou aos 50 DAS, abaixo dos dados apresentados pelos autores citados com relação a cultivar SP no outono do Japão que é uma estação do ano que coincide com os meses do ano pelos quais foram realizadas esta pesquisa (Brasil).

4.2. Análise da Produção (B)

4.2.1. Número de frutos por planta (Comercial, não comercial e total)

Não foi encontrado efeito significativo nos tratamentos referentes a variável número de frutos por planta comerciais (NFPC) pela análise de variância (Figura 33, Tabela 7 e Figura 36), relativo a colheita específica dos frutos comercializáveis [F(7, 40) = 2,141; p = 0,0611]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não houve diferenças entre os grupos estudados (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,8035$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,2456$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett's} = 0,3592$).

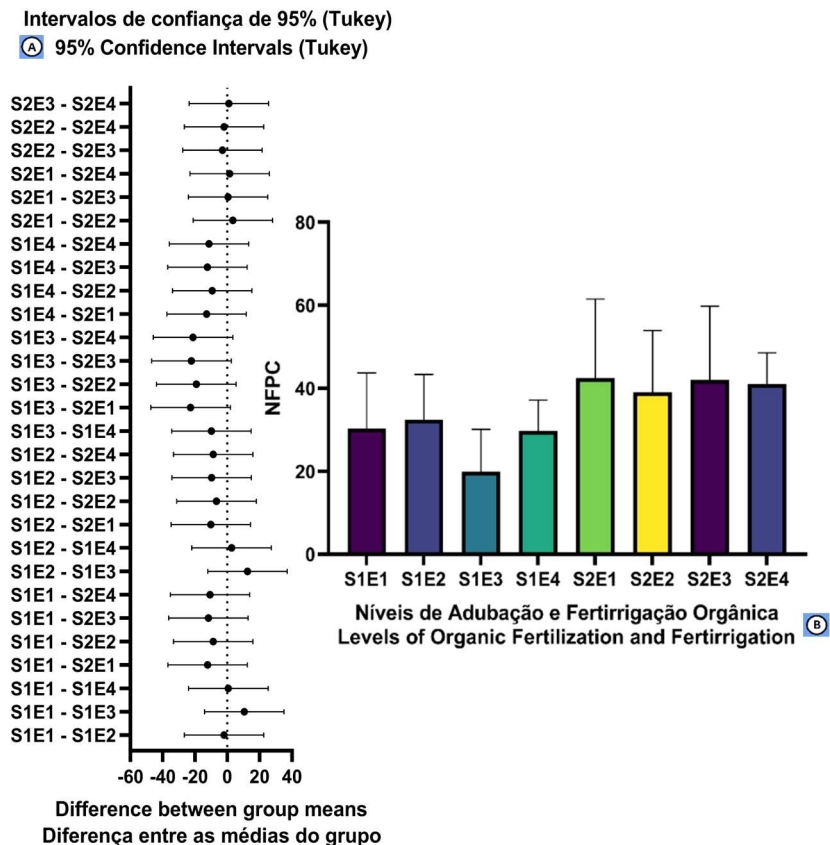


Figura 33 – Número de frutos por planta comerciais (NFPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – NFPC e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

O número de frutos por planta, os tratamentos com 50% de húmus de minhoca se destacaram nas três determinações: número de frutos comerciais (sem efeito significativo), número de frutos não comerciais (com efeito significativo) e número total de frutos (com efeito significativo); apresentando as maiores médias. Com relação aos níveis de CE na composição dos efluentes de vermicompostagem (chorume), ficou claro que a $450\mu\text{S}$ (E1) as médias se comportaram melhor nos frutos comerciais que nos frutos não comerciais, então podemos concluir que os efluentes de vermicompostagem atuaram no processo de amadurecimento dos frutos, neste caso. E que à medida que o nível de CE aumentava menor era a quantidade de frutos maduros e maior a quantidade de frutos verdes para os solos com 25% de húmus de minhocas (S1). Isso ocorrendo com o mesmo efeito para os solos com 50% de húmus de minhocas. Por outro lado, a interação entre os níveis de CE e de húmus de minhocas foram melhores S2E1 para todas as determinações (frutos comerciais, frutos não comerciais e frutos totais). Isso traduz que os vários níveis de CE do solo

com 25% para o solo com 50% contribuíram para o aumento do número de frutos em todas as determinações.

Analisando as unidades experimentais S1E2 e S2E2, houve um incremento na produção com média 6,67 frutos comerciais; 14,67 em frutos não comerciais e de 23,83 nos frutos totais. Como também em outros do solo com 25% de húmus para o solo com 50% de húmus. Carneiro (2022), encontrou médias de 38,2 frutos comerciais por planta em substratos a base de esterco bovino (EB), se aproximando do S2E2 (50% de húmus + CE de 900 μ S de efluente de vermicompostagem) desta pesquisa que apresentou um valor médio de 19 frutos comerciais por planta. Naquela o EB se sobressaiu em todas as comparações com solo a 25% de húmus desta pesquisa, por outro lado, os tratamentos com solo a 50% de húmus superaram os valores de quantidades média de frutos comerciais do tratamento a base de esterco bovino daquela pesquisa.

Ohta (2017), estudando várias espécies de tomate cereja de vários anos, encontrou o menor número de frutos por planta entre 33,8-34,6 [(Mini Carol (1987) e Sun Cherry 250 (2000)] corroborando com a espécie Wanda nos tratamentos com solo a 25% de húmus e variados níveis de CE nos efluentes de vermicompostagem em frutos comerciais, superando aos frutos não comerciais e abaixo do total de frutos desta pesquisa (67f/p). O mesmo autor encontrou o maior número de frutos com 44,8 por planta na cultivar Pinky (2009), que supera a quantidade de frutos comerciais, frutos não comerciais, porém fica abaixo do total de frutos apresentados nesta pesquisa. Ohta (2017), constatou que o aumento da produção de frutos e do número de frutos por planta, diminuiu a incidência de rachaduras nos frutos, mesmo afetando a capacidade de absorção de água. O que pode se inferir, que neste estudo, com a incidência de chuvas os tratamentos a base de 50% de húmus contribuíram para o não acúmulo do excesso de lâmina de água nos vasos, enquanto o de 25% acumularam e dificultaram a infiltração da água no solo e que esse aumento de água pelos momentos de chuvas alguns frutos maduros chegaram a rachar.

A análise de variância reportou efeito significativo sobre a variável número de frutos por plantas não comerciais (NFPNC), (Figura 34, Tabela 7 e Figura 36), isto com referência às colheitas de frutos por planta que não tinham valor comercial por estarem no momento da colheita verdes, mas que foram colhidas de acordo com o estabelecido em se fazer na parte mediana da planta acima 30 cm e abaixo também

30 cm $F(7, 40) = 3,375$; $p = 0,00635$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que houve diferença entre os grupos estudados S1E3 e S2E2 [0,012], já para os outros não (S1E1; S1E2; S1E4; S1E1; S1E2; S2E1; S2E3; S2E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,06769$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,5231$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett's} = 0,3216$).

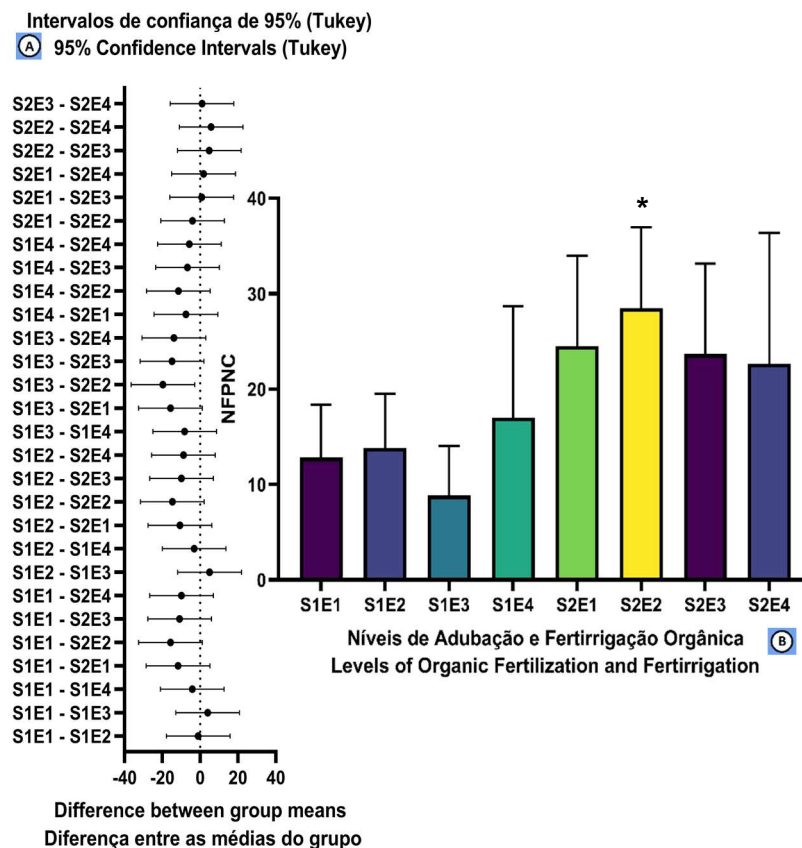


Figura 34 - Número de frutos por planta não comerciais (NFPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B - NFPNC e tratamentos. * Significativo.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

Silva *et al.* (2021), estudando a produção de tomate cereja cultivar Samambaia, que tem frutos com tamanho médio de 30 a 35mm e peso entre 10 - 15 g, coloração vermelha intensa, casca firme e boa conservação pós-colheita, apresentaram uma média de frutos por planta de 20,64 frutos em um tratamento com diversos estágios fenológicos e duas irrigações a base de efluentes da piscicultura (E) e uma a base de água de abastecimento público (A) em colheita realizada no ponto comercial. Esse dado corrobora com nosso estudo, enfatizando que a utilização

intermitente de irrigação de efluentes de vermicompostagem e irrigação com água (1x3) favoreceu o aumento da produção e que o número de frutos comerciais em nossa pesquisa superou os valores obtidos pelo autor citado.

Com relação ao total de número de frutos por planta (NFPT), pela análise de variância (Figura 35, Tabela 7 e Figura 36), foi encontrado efeito significativo dos tratamentos, destacando a produção total, com relação a colheita geral [$F(7, 40) = 6,407$; $p = 0,0001$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que houve diferenças entre os grupos estudados S1E3 e (S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Para as outras comparações não houve diferenças. Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,202$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,8601$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0,9140$).

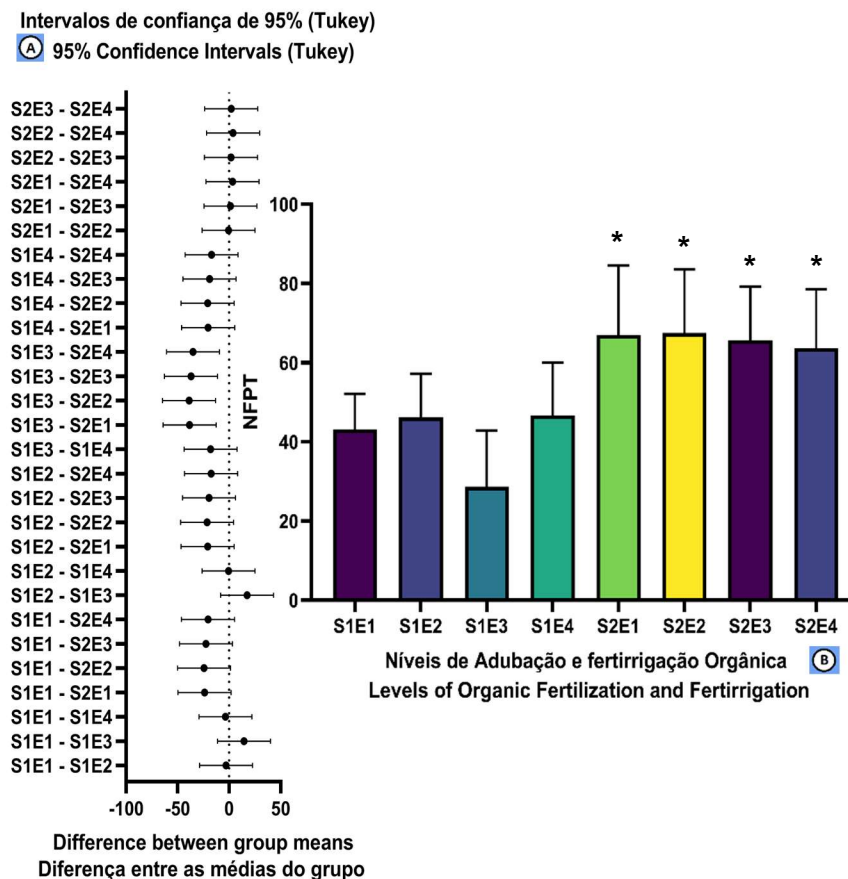


Figura 35 - Número de frutos por planta total (NFPT). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B - NFPT e tratamentos. * Significativo. Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

O número médio de frutos comerciais, não comerciais e total estão organizados na (Tabela 7).

Tabela 7 - Número médio de frutos comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja Wanda cultivado com diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica. Crato (CE), 2023.

| Níveis de CE | Frutos comerciais | | Frutos não comerciais | | Total de Frutos | |
|-----------------------------------|-------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|
| | S1 Húmus (25%) | S2 Húmus (50%) | S1 Húmus (25%) | S2 Húmus (50%) | S1 Húmus (25%) | S2 Húmus (50%) |
| E1 - 450μS | 30,33 ab | 42,50 a | 12,83 bc | 24,50 ab | 43,17 bc | 67,00 a |
| E2 - 900μS | 32,33 ab | 39,00 a | 13,83 abc | 28,50 a | 46,17 abc | 67,50 a |
| E3 - 1350μS | 19,83 b | 42,00 a | 8,83 c | 23,67 abc | 28,67 c | 65,67 ab |
| E4 - 1800μS | 29,67 ab | 41,00 a | 17,00 abc | 22,67 abc | 46,67 abc | 63,67 ab |
| CV (%) | 27,95 | | 43,68 | | 22,89 | |
| DMS | 17,98 | | 15,42 | | 22,80 | |

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. S1E1 (25% de húmus + 450 μ S de CE) e assim sucessivamente. CE – Condutividade Elétrica. CV – Coeficiente de Variação. DMS – Diferença Mínima Significativa. Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor. Por meio de pacotes do Rstudio (2023).

Para melhor visualização dos dados da (Tabela 7), a (Figura 36) abaixo facilita esse entendimento em blocos de tratamentos.

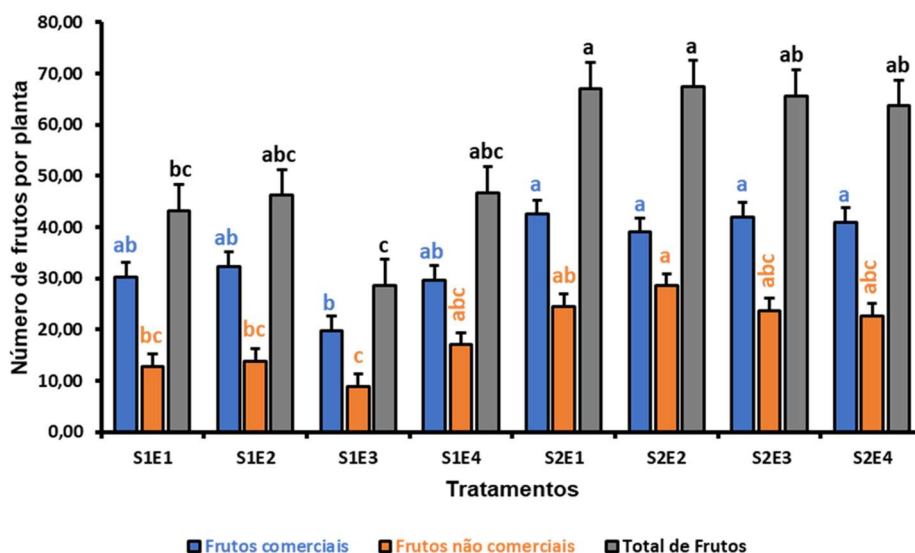


Figura 36 - Número de frutos comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas em cada cor não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autor (2023). Elaborado por meio do Excel do pacote Microsoft 365 (Microsoft, 2023).

O total de frutos colhidos estão apresentados na (Tabela 8) onde foram dimensionados para 19,2m² área onde os vasos foram distribuídos com espaçamento de 1,00m entre fileiras e 0,40m entre plantas.

Tabela 8 - Total de frutos em diversas colheitas. Crato (CE), 2023.

| Total Geral de Frutos por Tratamento | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| COLHEITAS | S1E1 | S1E2 | S1E3 | S1E4 | S2E1 | S2E2 | S2E3 | S2E4 | TOTAL |
| (A) | 259 | 277 | 172 | 280 | 402 | 405 | 394 | 382 | 2.571 |
| (B) | 114 | 129 | 137 | 146 | 196 | 223 | 297 | 335 | 1.577 |
| TOTAL | 373 | 406 | 309 | 426 | 598 | 628 | 691 | 717 | 4.148 |

(A) – Colheita realizada entre 50 e 90cm de altura da planta, parte mediana. (4^a colheita).

(B) – Várias colheitas (1^a, 2^a, 3^a e 5^a)

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Como observado na (Tabela 8), o tratamento com maior quantitativo de frutos foi S2E2 com 405 frutos em (A) e S234 com 335 frutos em (B).

4.2.2. Massa dos frutos por planta (Comercial, não comercial e total)

A massa dos frutos por planta seguiu o mesmo modelo do número de frutos por planta, porém neste caso, a massa dos frutos por planta comerciais apresentaram efeito significativo nos tratamentos referentes a esta variável MFPC pela análise de variância (Figura 37; Tabela 9; Figura 40), relativo a colheita específica dos frutos comercializáveis [$F(7, 40) = 2,483$; $p = 0,0324$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou diferenças entre os grupos S1E3 e (S2E1; S2E3), os demais não tiveram diferenças significativas (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E2; S2E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,7608$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,381$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0,5752$).

Seguindo as mesmas expressões apresentadas da variável anterior, a massa dos frutos por planta se destacou nos tratamentos com 50% de húmus de minhoca nas três determinações: número de frutos comerciais, número de frutos não comerciais e número total de frutos, todas apresentando efeito significativo e maiores médias. Todas as interações observadas na variável anterior se comportam nessa.

Da mesma forma que a variável anterior, analisando as unidades experimentais S1E2 com S2E2, podemos observar que houve um incremento na produção em massa dos frutos de 28,88g em frutos comerciais, 69,73g em frutos não comerciais e 98,94g no total. Esse incremento também pode ser observado em outros tratamentos com solo a 25% para 50% de húmus de minhocas.

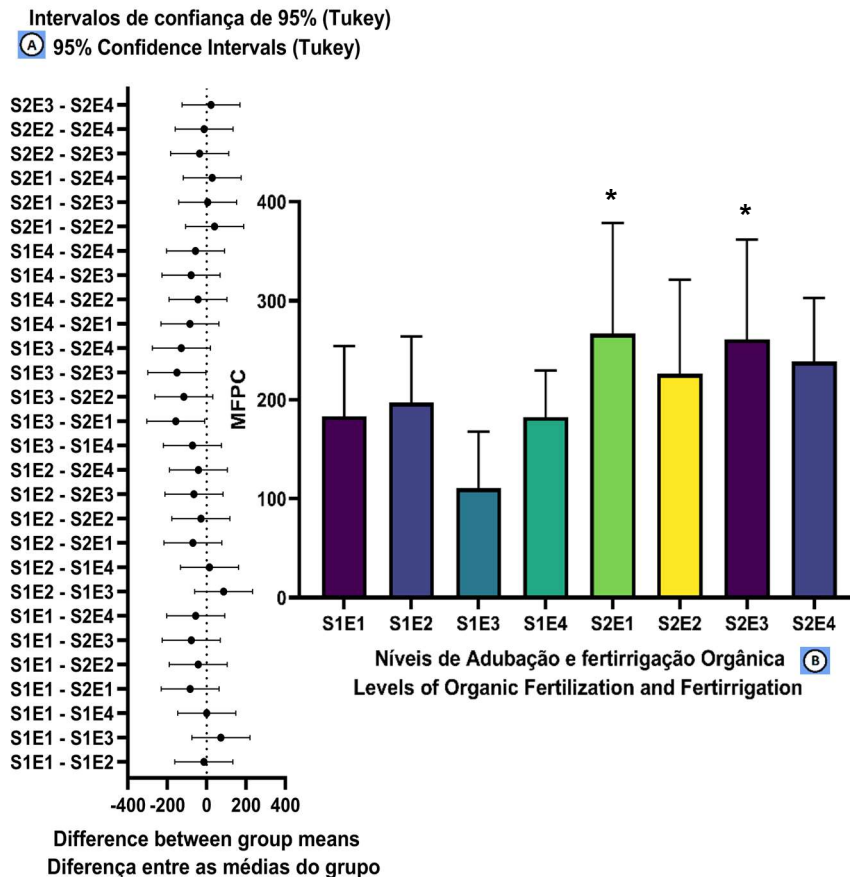


Figura 37 - Massa de frutos por planta comerciais (MFPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MFPC e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

A maior produção em massa foi no tratamento S2E1 com média igual a 266,7303g (0,27kg) para categoria frutos comerciais, no S2E2 com 131,1186g (0,13kg) para a categoria frutos não comerciais e na categoria total com 391,6294g (0,39kg) no mesmo tratamento da categoria de frutos comerciais. Comparando com (Carneiro, 2022), em que na categoria produção comercial encontrou 377,8g, seguindo 65,6g na categoria produção não comercial e na produção total 443,3 g com

adubo orgânico a base de esterco bovino. O plantio da autora citada foi em SAF's sem cobertura morta e com cobertura morta, sendo que a adubação orgânica com esterco bovino proporcionou maior produção no tomate cereja cultivado. É importante salientar que a autora também realizou várias colheitas, enquanto neste estudo, foi determinado uma altura mediana da planta para se realizar a colheita total e analisar fruto por fruto. As médias utilizadas nesta pesquisa também podem estar diferentes do que a autora apresentou, uma vez que nesta, as médias equivalem a 6 plantas totalizando 3m².

Em trabalho realizado por Ohta (2017), em oito colheitas conseguiu uma produção de 0,78kg/planta na cultivar 'Mini Carol (1987)' considerada a menor e a maior foi de 1,37kg/planta 'Aiko (2004)'. Traduzindo para a nossa pesquisa, a menor produção foi de 0,27kg/planta e a maior foi de 0,66kg/planta em 5 colheitas, aumentando a quantidade de colheitas para oito a menor seria entre 0,43-0,49kg/planta e a maior seria entre 0,85-1,06kg/planta ainda assim em menor quantidade que os apresentados por Ohta. O autor utilizou solução nutritiva por 15 minutos em intervalos de uma hora durante o dia entre 06:00 e 18:00h, o que justifica a produção obtida, diferente desse estudo que não foi utilizado nenhuma fonte extra de nutrientes, além do húmus e dos efluentes de vermicompostagem utilizados.

Em tratamento com efluentes de piscicultura na irrigação de tomate cereja Samambaia, a maior produção encontrada por Silva *et al.* (2021), no valor de 31,92 gramas. Enquanto neste estudo em todas as unidades experimentais a quantidade em gramas superou a do autor citado.

A análise de variância reportou efeito significativo sobre a variável massa de frutos por plantas não comerciais (MFPNC), (Figura 38; Tabela 9; Figura 40), frutas que foram colhidas ainda verdes $F(7, 40) = 2,675$; $p = 0,0227$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não houve diferença entre os grupos estudados (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Os dados apresentaram anormalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,0356$), mas como os dados apresentaram evidências para se rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,6253$), também pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0,2568$) e ainda pelo teste de Fligner (homoscedasticidade: $P_{Fligner} = 0,6544$), então se realizou a análise

de variância com os mesmos dados, uma vez que teve homoscedasticidade nos dados.

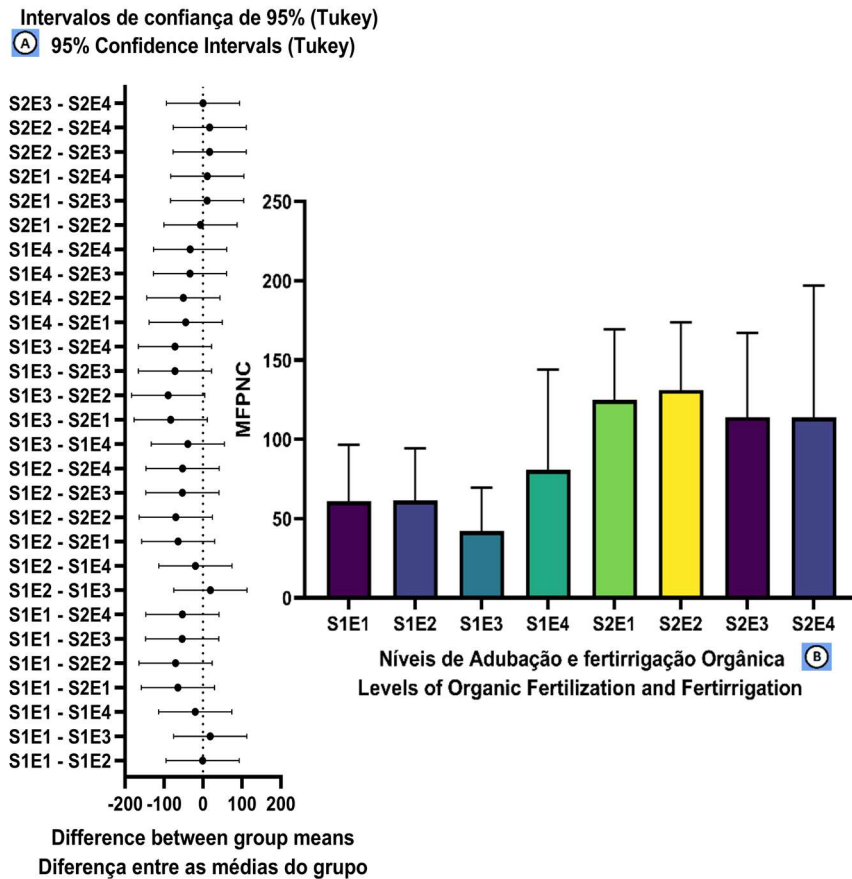


Figura 38 - Massa de frutos por planta não comerciais (MFPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MFPNC e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

Com relação ao total da massa de frutos por planta (MFPT), pela análise de variância (Figura 39; Tabela 9; Figura 40), foi encontrado efeito significativo dos tratamentos, destacando a produção total, com relação a colheita geral [$F(7, 40) = 5,375$; $p = 0.000215$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que houve diferenças entre os grupos estudados S1E3 e (S2E1; S2E2; S2E3; S2E4), igualmente aos dados sobre o número de frutos por planta. Para as outras comparações não houve diferenças. Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,2117$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} =$

0,4595) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0,4557$).

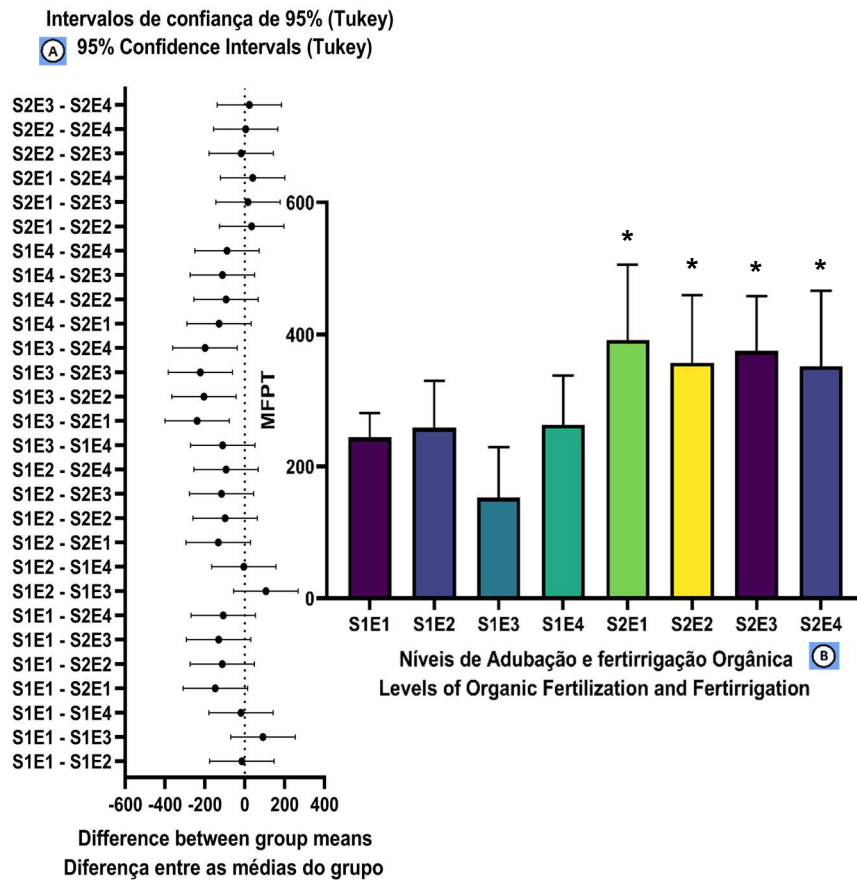


Figura 39 - Massa de frutos por planta totais (MFPT). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MFPT e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

Em todas as categorias o nível de adubação com 50% de húmus foram os melhores resultados na produção do tomate cereja, sugerindo que os efluentes da vermicompostagem teve melhor interação com a maior quantidade de húmus em cada vaso. Os dados estão bem detalhados em conjunto na (Tabela 9) e na (Figura 40) da página seguinte.

Em uma das unidades experimentais do tratamento S1E3, precisamente no bloco 2, teve um ataque intenso de ácaro levando assim, a perda total da produção dessa unidade experimental, chegando à parte principal dos ramos e folhas ao ressecamento, porém a planta não chegou a morrer, mas boa parte foi atingida pelos resultados da ação desses insetos.

Tabela 9 – Massa média comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja Wanda cultivado com diferentes adubos e fertirrigação orgânicos. Crato (CE), 2023.

| Níveis de CE | Frutos comerciais | | Frutos não comerciais | | Total de Frutos | |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) |
| E1 - 450μS | 183,2046 ab | 266,7307 a | 60,8113 ab | 124,8988 ab | 244,0159 bc | 391,6294 a |
| E2 - 900μS | 197,0582 ab | 225,9326 a | 61,3885 ab | 131,1186 a | 258,4467 abc | 357,0512 ab |
| E3 - 1350μS | 110,4372 b | 261,1846 a | 42,0596 b | 114,0131 ab | 152,4968 c | 375,1977 ab |
| E4 - 1800μS | 182,2543 ab | 238,4574 a | 80,7045 ab | 113,6318 ab | 262,9589 abc | 352,0892 ab |
| CV (%) | 23,10 | | 34,91 | | 25,89 | |
| DMS | 110,9872 | | 84,2757 | | 143,9400 | |

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. S1E1 (25% de húmus + 450 μ S de CE) e assim sucessivamente. CE – Condutividade Elétrica. CV – Coeficiente de Variação. DMS – Diferença Mínima Significativa. Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor. Por meio de pacotes do Rstudio (2023).

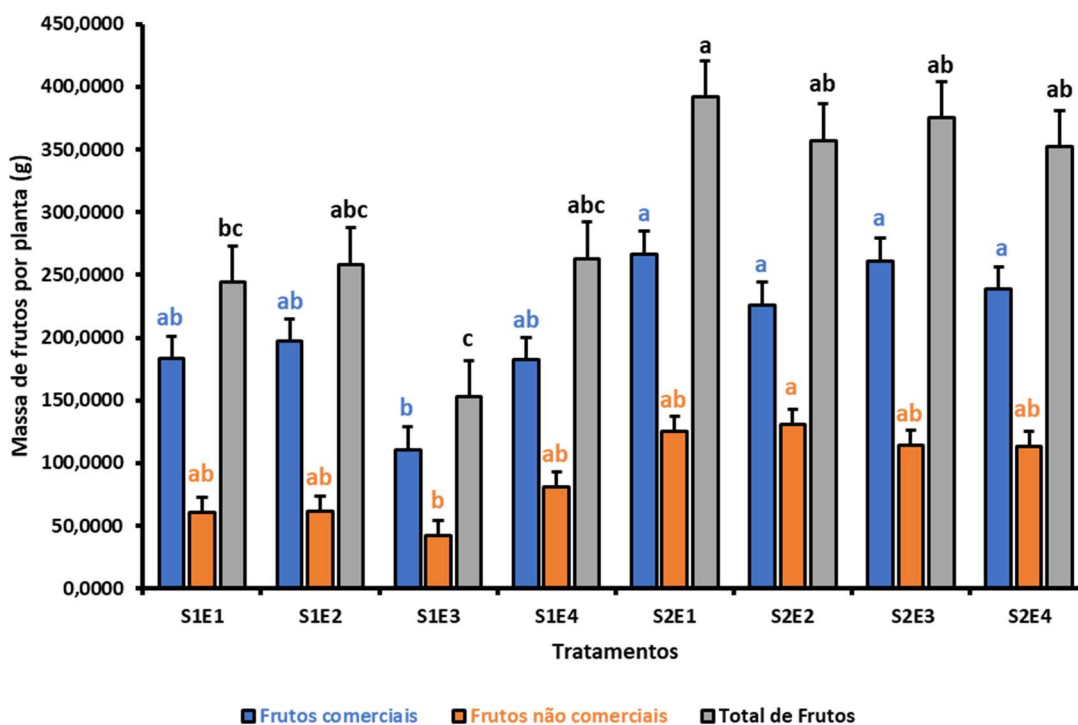


Figura 40 - Massa de frutos comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas em cada cor não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autor (2023). Elaborado por meio do Excel do pacote Microsoft 365 (Microsoft, 2023).

Em estudo realizado por Franca *et al.* (2017), a produtividade de tomate cereja (cv. *Sweet Million*) oscilou entre 0,48 kg.planta⁻¹ e 2,10 kg planta⁻¹, onde utilizou dois ambientes e 6 formas de irrigação, mas não ficou claro o modelo de adubação utilizado, no entanto superou a produção apresentada neste trabalho. Na (Tabela 10), está representado toda a produção de diversas colheitas.

Tabela 10 – Produção de tomate cereja híbrido Wanda realizadas em diversas colheitas (massa em gramas). Crato (CE), 2023.

| Massa de frutos por tratamento com 25% de húmus | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Colheitas | S1E1 | S1E2 | S1E3 | S1E4 | TOTAL |
| A | 1.464,10 | 1.550,68 | 914,98 | 1.577,75 | 5.507,51 |
| B | 635,87 | 719,54 | 764,16 | 814,36 | 2.933,92 |
| TOTAL | 2.099,96 | 2.270,22 | 1.679,14 | 2.392,11 | 8.441,43 |

| Massa de frutos por tratamento com 50% de húmus | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Colheitas | S2E1 | S2E2 | S2E3 | S2E4 | TOTAL |
| A | 2.349,78 | 2.142,31 | 2.251,19 | 2.112,53 | 8.855,80 |
| B | 1.093,25 | 1.243,85 | 1.656,61 | 1.868,56 | 5.862,27 |
| TOTAL | 3.443,03 | 3.386,16 | 3.907,79 | 3.981,10 | 14.718,07 |

| | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|------------------|
| TOTAL GERAL | | | | | 23.159,50 |
|--------------------|--|--|--|--|------------------|

(A) – Colheita realizada entre 50 e 90cm de altura da planta, parte mediana. (4^a colheita).

(B) – Várias colheitas (1^a, 2^a, 3^a e 5^a)

*Produção em 19,2m².

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

A produção de tomate cereja híbrido Wanda em nossa pesquisa teve uma produção acima de 12 ton.ha⁻¹. A maior produção em trabalho realizado por Carneiro (2022) foi de 7,8 ton.ha⁻¹, neste acrescentando 60% à produção; e por Costa *et al.* (2018) uma produção de 1,1 ton.ha⁻¹, todos em trabalhos realizados em sistemas agroflorestais.

4.2.3. Diâmetro dos Frutos (Comercial, não comercial e total)

Com relação ao diâmetro médio dos frutos por plantas comerciais a análise de variância não apresentou efeito significativo nos tratamentos referentes a esta variável DMFPC (Figura 41), relativo ao diâmetro médio específico dos frutos comercializáveis [F(7, 40) = 1,538; p = 0,183]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que as

médias não se diferenciaram entre os grupos estudados os (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,7467$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,7173$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0,6188$).

A maior média de diâmetro de frutos por planta comercial, não comercial e total foram de 21,77mm, 20,29mm e 21,07mm, respectivamente, todos no tratamento S2E1. Essas médias de diâmetro foram menores que os encontrados por Carneiro (2022), que variaram entre 23,9mm e 25,7mm. Todos os frutos da 4ª colheita foram sistematicamente mensurados, então não foi por amostra neste caso. Talvez isso tenha influenciado nesses valores encontrados em nossa pesquisa, como também o diâmetro, conforme na metodologia, foi obtido pela soma das extremidades do fruto e tirado sua média.

Em trabalho realizado por Bezerra *et al.* (2018), sobre a caracterização físico-química de tomate italiano produzidos na região oeste do Pará, apresentou os padrões do Centro de Qualidade em Horticultura com o tamanho de frutos de tomate cereja padronizado em menor que 39mm em seu comprimento ou diâmetro equatorial. Neste estudo, o diâmetro foi medido na horizontal (longitudinal) e na vertical (transversal) do fruto.

Em metodologia utilizada por Franca *et al.* (2017), em seu trabalho analisando a produtividade de tomate cereja em ambiente protegido e a céu aberto em função de lâminas e intermitências de irrigação, estabeleceu que frutos pequenos eram os com diâmetro transversal menores ou igual a 2,2mm e o grandes maiores que o valor anterior. Neste trabalho o menor diâmetro transversal encontrado foi o de 8mm, entrando na categoria de grande estabelecida pelo autor citado.

Em 06 acessos de tomate tipo cereja (*Lycopersicon var. cesariforme*) em estudo realizado por Sobreira *et al.* (2010), encontrou média de diâmetros entre 16,30mm e 30,70mm, sendo que a maior frequência de diâmetros foi entre 22,50mm e 27,70mm, valores maiores que os apresentando nesta pesquisa, em que o maior número foi de 21,76mm em frutos comerciais.

O maior diâmetro encontrado no trabalho de Galdino *et al.* (2017) foi de 21,00mm utilizando mulching e esterco bovino, próximo do encontrado neste trabalho

encontrado com a seguinte fórmula: $(a + b)/2$, em que a é o valor do comprimento e b o valor do diâmetro transversal.

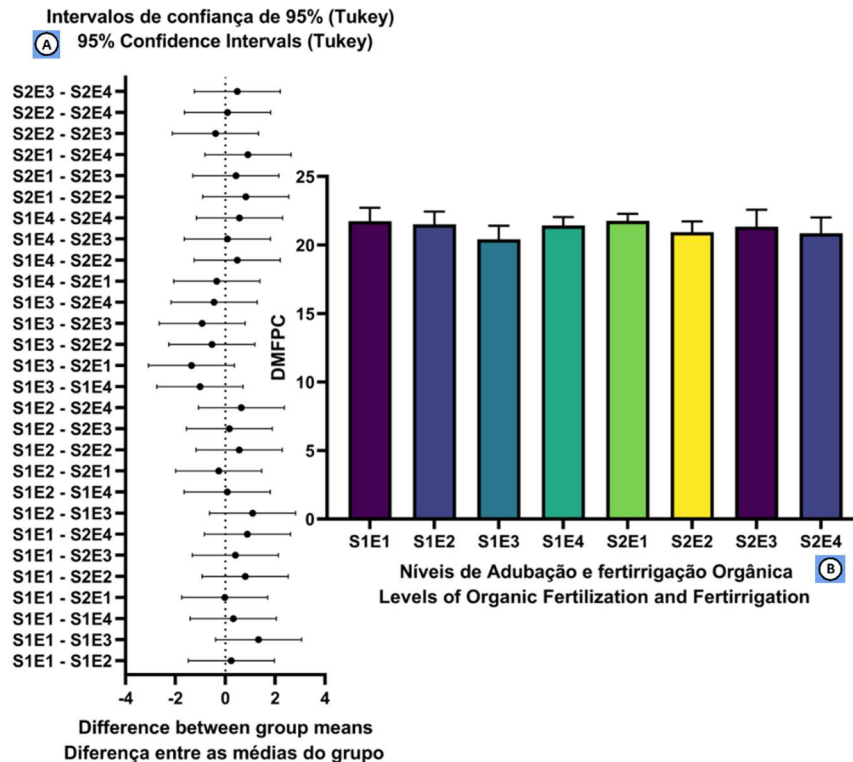


Figura 41- Diâmetro médio de frutos por planta comercial (DMFPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – DMFPC e tratamentos.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

A análise de variância não reportou efeito significativo sobre a variável diâmetro médio de frutos por plantas não comerciais (DMFPNC), (Figura 42), frutas que foram colhidas ainda verdes $F(7, 40) = 1,041$; $p = 0,418$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não houve diferença entre os grupos estudados (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Os dados apresentaram anormalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 6,343e - 12$), mas como os dados apresentaram evidências para não se rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,3241$) e pelo teste de Fligner (homoscedasticidade: $P_{Fligner} = 0,6368$), então se realizou a análise de variância com os mesmos dados, uma vez que teve homoscedasticidade nos dados, e assim, não ser necessário sua transformação. É importante salientar,

que apenas os S1E3 e S2E1 não passaram pelo teste da normalidade, enquanto os outros passaram.

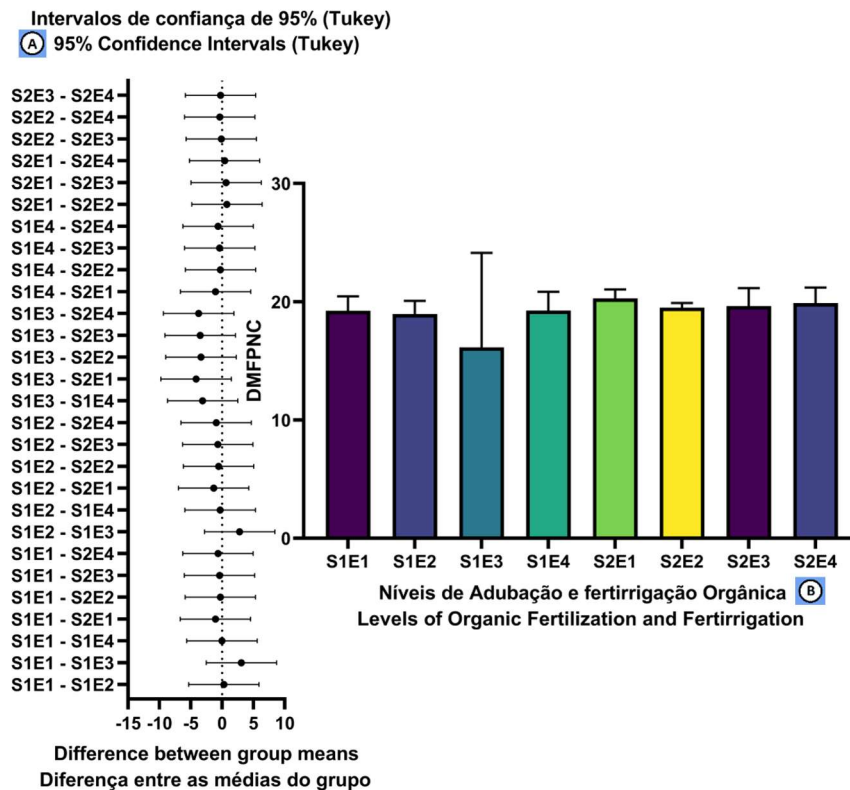


Figura 42 - Diâmetro médio de frutos por planta não comercial (DMFPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B - DMFPNC e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

Com relação ao total dos diâmetros médios dos frutos por planta (DMFPT), pela análise de variância (Figura 43; Tabela 11; Figura 44), não foi encontrado efeito significativo dos tratamentos, destacando os diâmetros dos frutos, com relação a colheita geral [$F(7, 40) = 0,6452$; $p = 0,422$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não houve diferenças entre os grupos estudados (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,358$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,5194$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0,59$).

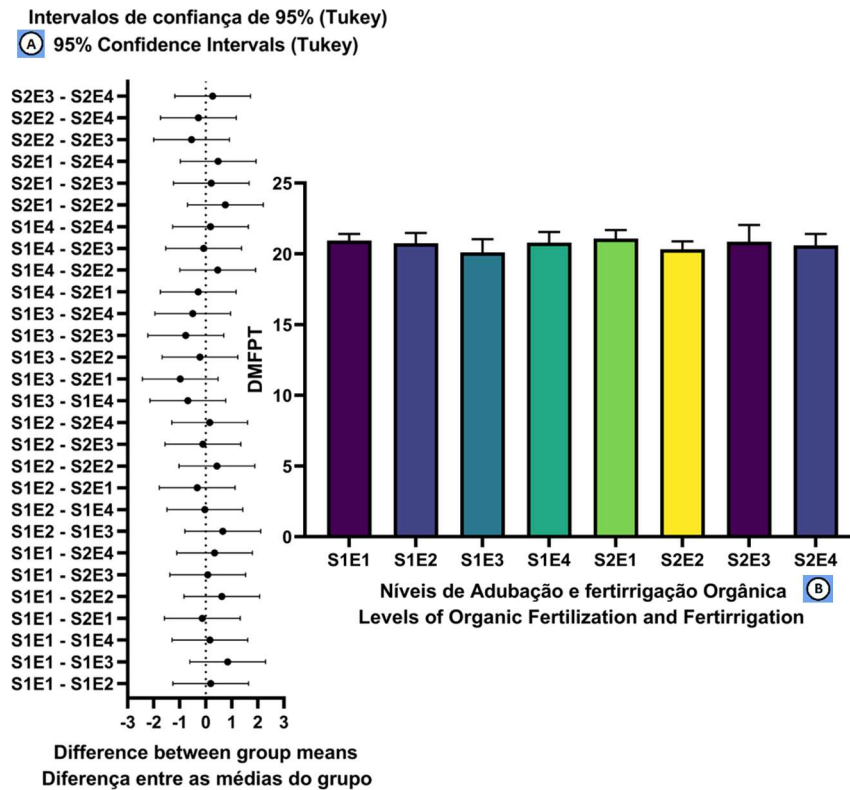


Figura 43 - Diâmetro médio de frutos por planta total (DMFPT). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – DMFPT e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

Como não houve diferença entre os tratamentos com relação a variável DMFPT, pode-se inferir que as unidades experimentais a base de húmus de minhocas e os diferentes níveis de fertirrigação com efluentes de vermicompostagem não tiveram influências diversas ao padrão de diâmetro dos frutos nesta pesquisa, porém no tratamento S2E1, tanto na categoria comerciais e total, apesar de não haver diferença estatística, teve um maior padrão de diâmetro dos frutos, sugerindo ser uma alternativa favorável para um maior tamanho de frutos. A (Tabela 11) e a (Figura 44) demonstram o resumo geral dos dados sobre o diâmetro dos frutos.

Tabela 11 – Diâmetro médio comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja cv. Wanda cultivado com diferentes adubos e fertirrigação orgânicos. Crato (CE), 2023.

| Níveis de CE | Frutos comerciais | | Frutos não comerciais | | Total de Frutos | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) |
| E1 - 450μS | 21,75 a | 21,77 a | 19,23 a | 20,29 a | 20,94 a | 21,07 a |
| E2 - 900μS | 21,50 a | 20,94 a | 18,95 a | 19,51 a | 20,75 a | 20,32 a |
| E3 - 1350μS | 20,41 a | 21,34 a | 16,15 a | 19,63 a | 20,09 a | 20,86 a |
| E4 - 1800μS | 21,42 a | 20,86 a | 19,25 a | 19,88 a | 20,78 a | 20,60 a |
| CV (%) | 2,09 | | 6,20 | | 1,48 | |
| DMS | 1,81 | | 5,70 | | 1,48 | |

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. S1E1 (25% de húmus + 450 μ S de CE) e assim sucessivamente. CE – Condutividade Elétrica. CV – Coeficiente de Variação. DMS – Diferença Mínima Significativa. Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor. Por meio de pacotes do Rstudio (2023).

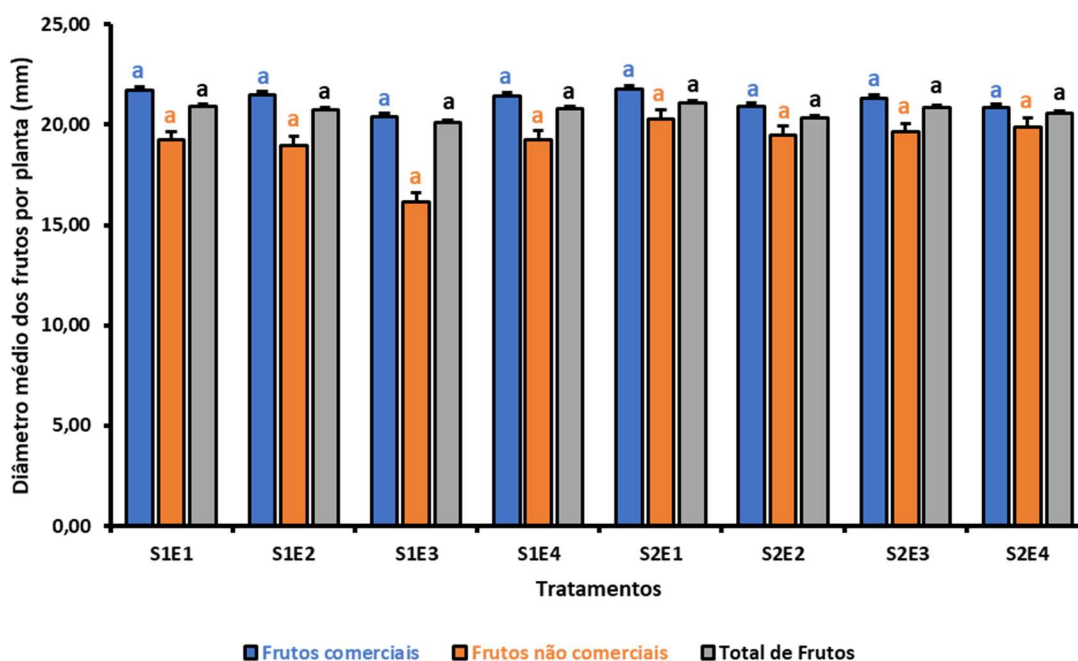


Figura 44 – Diâmetro médio de frutos comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas em cada cor não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autor (2023). Elaborado por meio do Excel do pacote Microsoft 365 (Microsoft, 2023)

4.2.4. Massa média por frutos (comercial, não comercial e total)

Analisando as variâncias dos tratamentos sobre a massa média encontrada em cada fruto por planta na categoria comercial, não se apresentou efeito significativo nos tratamentos desta variável MMFPC (Figura 45; Tabela 12; Figura 48), isto relativo a massa média encontrada em cada fruto [$F(7, 40) = 1,592$; $p = 0.166$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que as médias não se diferenciaram entre os grupos estudados os (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,6149$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,9024$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0,7155$).

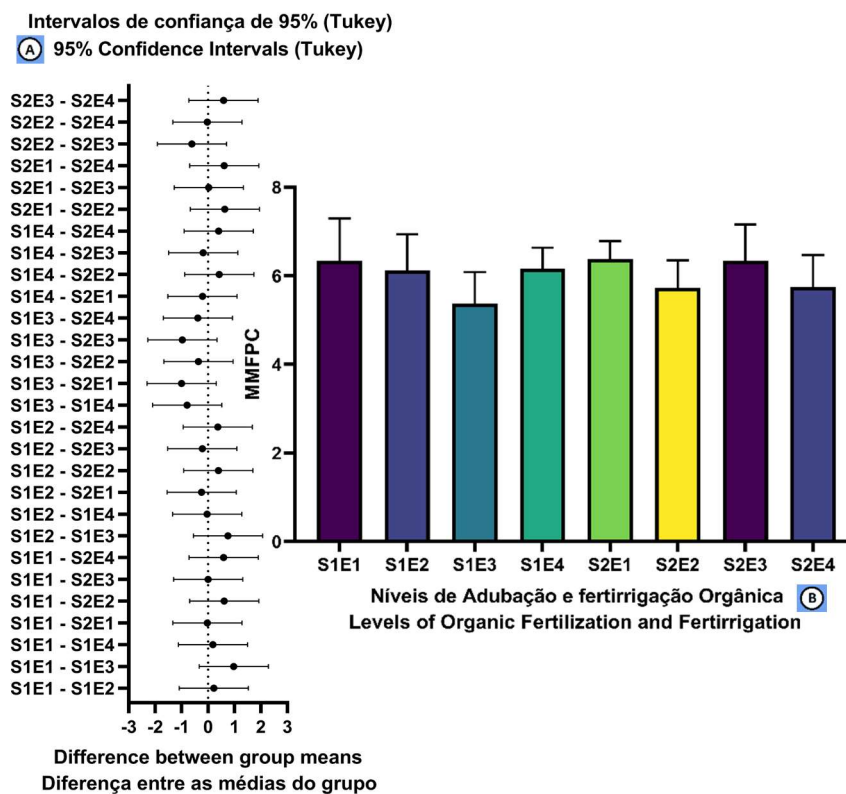


Figura 45 - Massa média de frutos por planta comercial (MMFPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MMFPC e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o (Prism, 2023).

A maior massa média por fruto foi no tratamento S2E1 (6,37g), constituído por húmus a 50% e CE de 450 μ S com efluente de vermicompostagem na categoria de frutos comerciais. Esse valor de massa por fruto foi próximo do encontrado por

Galdino *et al.* (2017), em seu trabalho sobre produtividade de tomate cereja em sistema orgânico em função do uso de calcário, esterco e mulching, sendo que essa aproximação foi no tratamento relativo ao mulching sem esterco, onde seu maior valor de massa por fruto encontrado foi no tratamento com calcário e esterco (7,19g), bem mais elevado que os valores encontrados neste trabalho.

A massa dos frutos não teve comportamento extremo de variação, como aconteceu no trabalho de Carneiro (2022), com média de 2,0g a 9,5g. neste trabalho a variação foi de 3,86g a 6,37 g. A autora apresentou maior massa por fruto em tratamento com composto de 9,5g, seguido de esterco bovino de 9,3g, superando as massas por fruto encontradas em nosso trabalho.

O resultados da massa por fruto foram menores que os trabalhos realizados por Coelho *et al.* (2018) e Roos *et al.* (2020), os quais estudaram os efeitos de adubação orgânica em tomate cereja. Os primeiros autores estudaram o desenvolvimento e características produtivas de tomate do tipo cereja em diferentes compostos orgânicos e os últimos estudaram a influência do esterco de aves na produção do tomate cereja.

A análise de variância não reportou efeito significativo sobre a variável massa média por frutos por planta na categoria não comercial (MMFPNC), (Figura 46; Tabela 12; Figura 48), frutas que foram colhidas ainda verdes [$F(7, 40) = 0,826$; $p = 0,572$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não houve diferença entre os grupos estudados (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Os dados apresentaram anormalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 7.202e - 05$), mas como os dados apresentaram evidências para não se rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,3154$) e pelo teste de Fligner (homoscedasticidade: $P_{Fligner} = 0,1629$), então se realizou a análise de variância com os mesmos dados, uma vez que teve homoscedasticidade nos dados, e assim, não foi necessário realizar a transformação.

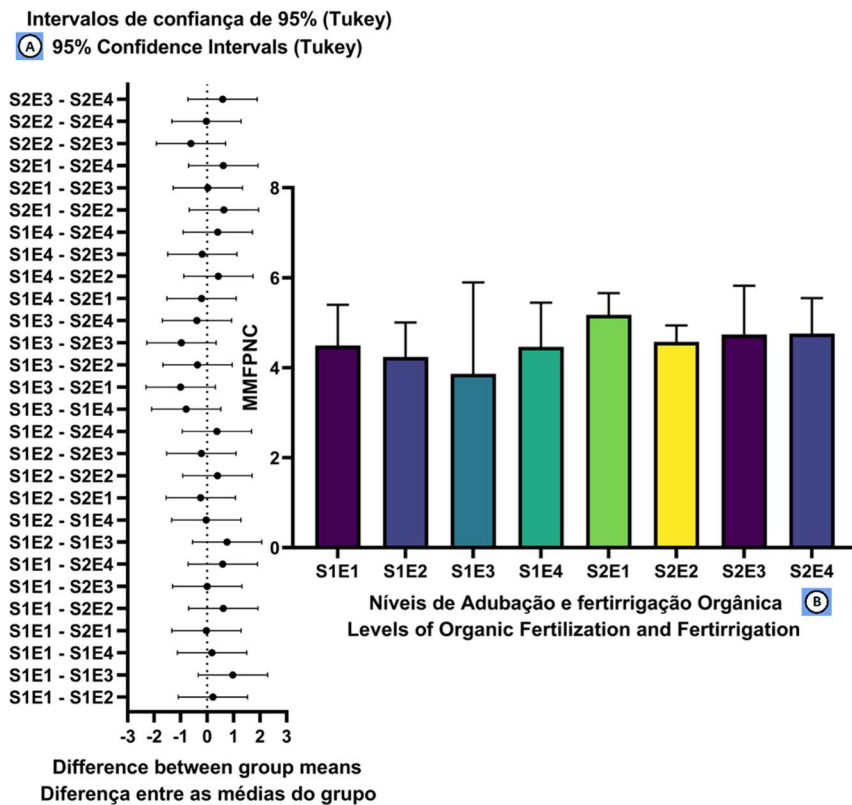


Figura 46 - Massa média de frutos por planta não comercial (MMFPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MMFPNC e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

Com relação ao total das massas médias de cada frutos por planta (MMFPT), pela análise de variância (Figura 47; Tabela 12; Figura 48), não foi encontrado efeito significativo dos tratamentos, destacando as massas médias de cada fruto, com relação a colheita geral [$F(7, 40) = 1,051$; $p = 0,412$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não houve diferenças entre os grupos estudados (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-wi} = 0,056$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,8211$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0.723$).

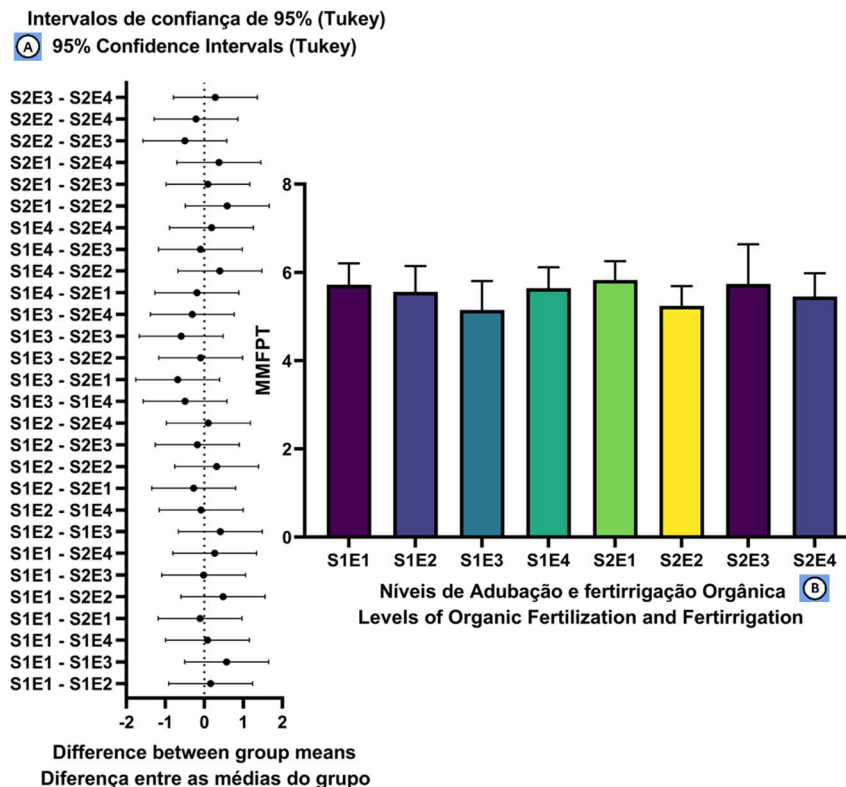


Figura 47 - Massa média de frutos por planta total (MMFPT). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – MMFPT e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

A menor massa média de frutos observadas na categoria não comercial se refere ao tratamento S1E3, justamente devido a perda total da produção de um exemplar de planta de tomate cereja cv. Wanda, devido ao ataque fulminante de ácaros. Por isso, que este estudo foi em blocos casualizados, para minimizar as diferenças do local e das possíveis perdas das unidades experimentais. No entanto, ainda assim, a massa média de frutos, nessa categoria, superou as massas de frutos encontradas por Carneiro (2022), em tratamentos sem adubo (SA), esterco de galinha (EG), esterco ovino (EO) e composto (CPT).

A (Tabela 12) e a (Figura 48) condensam as informações apresentadas em cada categoria e tratamento utilizados para demonstração da massa média de frutos e a (Figura 48) faz a representação desses dados de forma a facilitar o entendimento de forma visual.

Tabela 12 – Massa média comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja cv. Wanda cultivado com diferentes adubos e fertirrigação orgânicos.

| Níveis de CE | Frutos comerciais | | Frutos não comerciais | | Total de Frutos | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) |
| E1 - 450μS | 6,34 a | 6,37 a | 4,50 a | 5,17 a | 5,72 a | 5,83 a |
| E2 - 900μS | 6,12 a | 5,73 a | 4,24 a | 4,57 a | 5,56 a | 5,24 a |
| E3 - 1350μS | 5,37 a | 6,34 a | 3,86 a | 4,74 a | 5,15 a | 5,74 a |
| E4 - 1800μS | 6,16 a | 5,75 a | 4,47 a | 4,76 a | 5,64 a | 5,45 a |
| CV (%) | 5,67 | | 7,96 | | 4,12 | |
| DMS | 1,34 | | 1,90 | | 1,12 | |

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. S1E1 (25% de húmus + 450 μ S de CE) e assim sucessivamente. CE – Condutividade Elétrica. CV – Coeficiente de Variação. DMS – Diferença Mínima Significativa. Fonte: Autor 2023. Por meio de pacotes do Rstudio (2023).

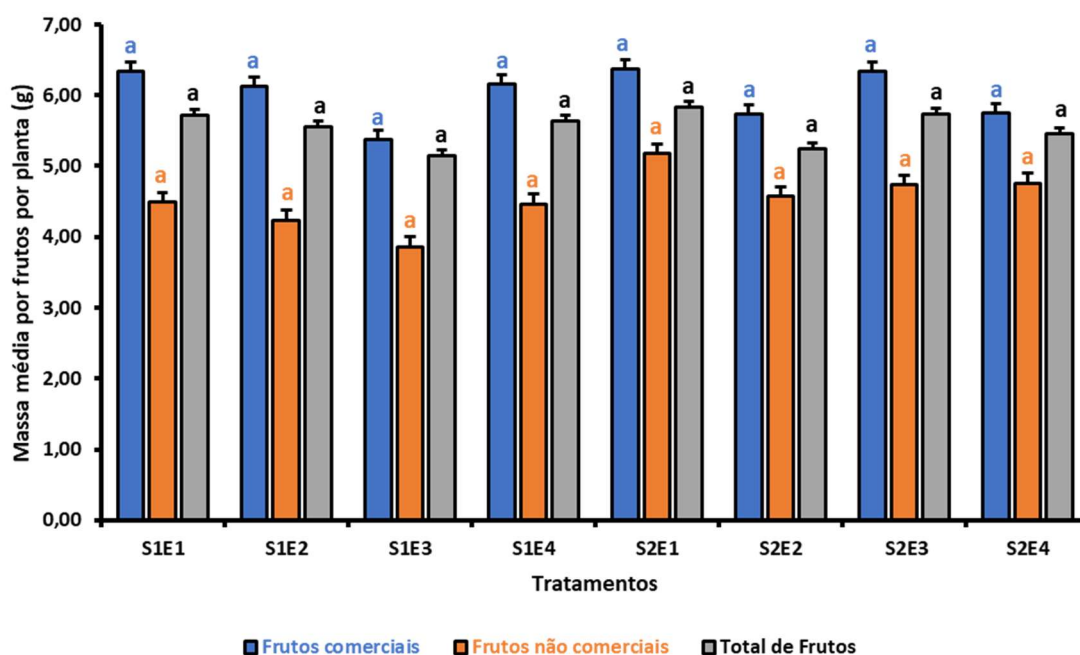


Figura 48 – Massa média de frutos comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas em cada cor não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autor (2023). Elaborado por meio do Excel do pacote Microsoft 365 (Microsoft, 2023)

4.2.5. Número de cachos por planta (comercial, não comercial e total)

Conforme outras variáveis estudadas, o número de cachos por planta comercial não apresentou também efeito significativo pela análise de variância NCP (Figura 50; Tabela 13; Figura 53), isto relativo a quantidade de cachos encontradas em cada planta [$F(7, 40) = 2,141$; $p = 0,0611$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que as médias não se diferenciaram entre os grupos estudados os (S1E1; S1E2; S1E3; S1E4; S2E1; S2E2; S2E3; S2E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,8035$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,2456$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett's} = 0,3592$).

Na categoria de frutos comerciais o maior número de cachos foi por média de 4,72 cachos por planta, e o menor foi de 2,20 cachos por planta. Na categoria frutos não comerciais foi de 3,17 cachos por planta foi o maior e o menor foi de 0,98 cachos por planta. Já na categoria que junta as duas categorias anteriores, foram 7,50 cachos por planta o maior e o menor 3,19 cachos por planta. Os maiores números de cachos por planta foram no tratamento S2E2, onde o substrato (solo) era composto por 50% de húmus e a fertirrigação por CE de 900 μ S. A (Figura 49) demonstra os formatos de cachos.



Figura 49 - Formatos de cachos encontrados com manchas de calda bordalesa. A – Cachos recorrentes, B – Cachos raros.

Fonte: Autor (2023).

Para comparar com outros autores, optamos em utilizar os números de cachos por planta total. Sendo assim, Carneiro (2022) apresentou maiores números de cachos nos tratamentos com esterco ovino com 8 cachos por planta, mas que os outros foram iguais ou próximos ao encontrados nesta pesquisa (7,6 cachos por planta em composto; 7,5 cachos por planta em esterco bovino). O número de cachos por planta não influencia muito na produção sem levar em conta quantos frutos cada cacho produziu. Rocha et al. (2010), estudando o rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentração de nutrientes em hidroponia, inferiu que a posição do cacho floral na planta não influenciou o rendimento do tomate cereja em número e peso do fruto.

O maior número de cachos por planta encontradas por Silva *et al.* (2021) foi de 4,8 no tratamento com irrigação intermitente de efluente de piscicultura e água (ep/ep/a), realizados em todos os estágios fenológicos das cultura do tomate cereja.

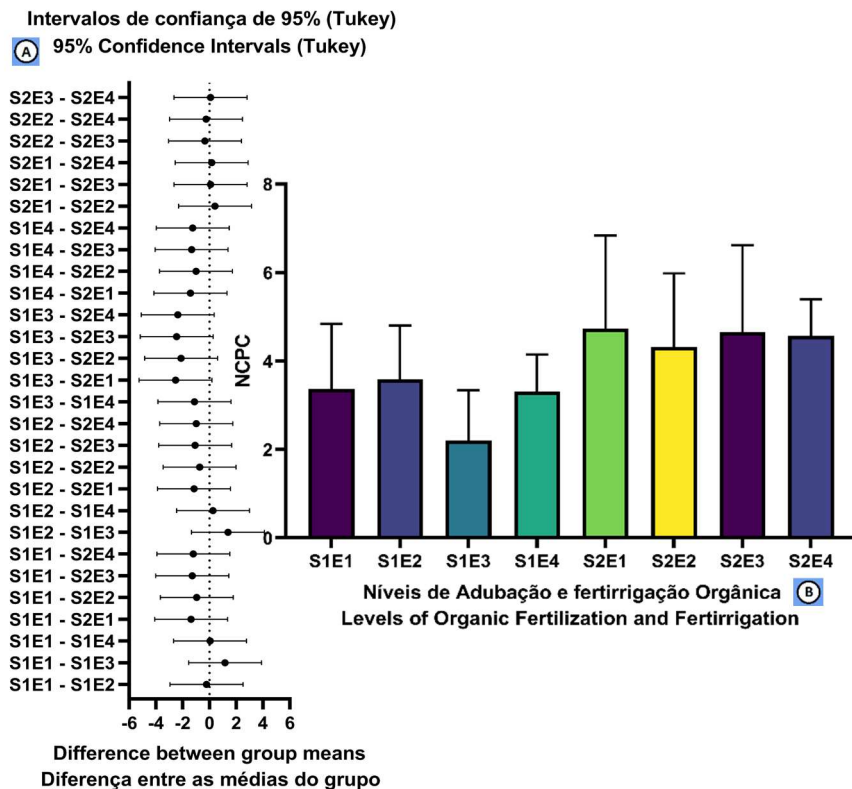


Figura 50 – Número de cachos por planta comercial (NCPC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – NCPC e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

A análise de variância reportou efeito significativo sobre a variável número de cachos por planta não comercial (NCPNC), (Figura 51; Tabela 13; Figura 53), frutas que foram colhidas ainda verdes $F(7, 40) = 3,375$; $p = 0.00635$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que houve diferença entre os grupos estudados S2E2-S1E3 [$p = 0.0124443$], já os outros grupos não se diferenciaram entre si (S1E1; S1E2; S1E4; S2E1; S2E3; S2E4). Os dados apresentaram normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,06769$), mas como os dados apresentaram evidências para não se rejeitar a homogeneidade de variâncias tanto pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,5231$) e pelo teste de Fligner (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0,3216$).

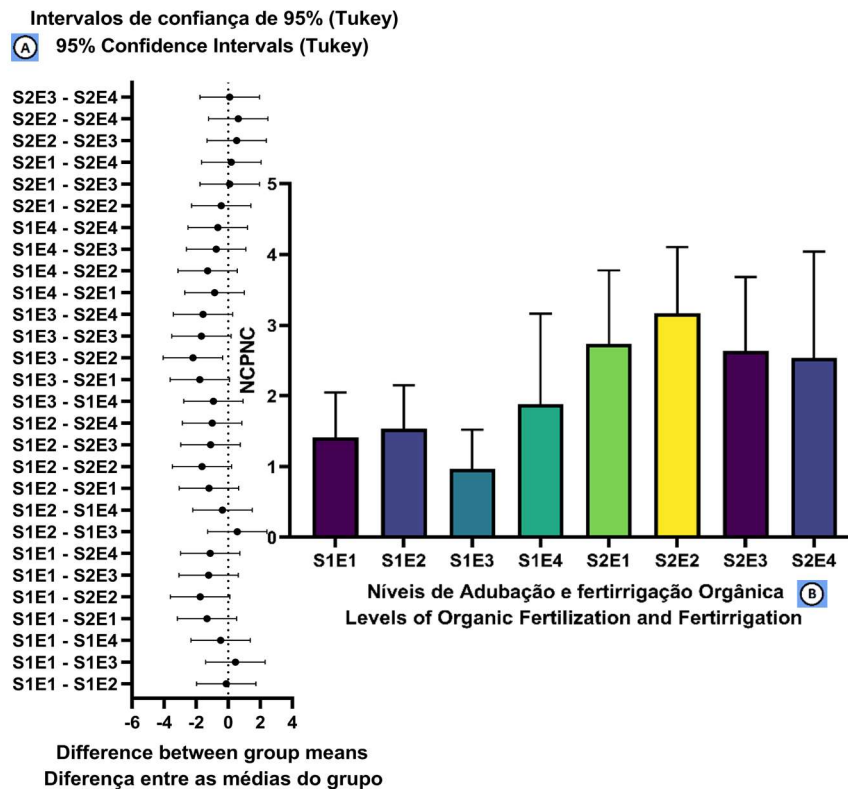


Figura 51 - Número de cachos por planta não comercial (NCPNC). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – NCPNC e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

Com relação ao total número de cachos por planta (NCPT), pela análise de variância (Figura 52; Tabela 13; Figura 53), foi encontrado efeito significativo dos tratamentos, destacando número de cachos por planta, com relação a colheita geral [F(7, 40) = 6,407; p = 4.41e-05]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que houve diferenças entre os grupos estudados S2E1-S1E3 [p = 0.0006155], S2E2-S1E3 [p = 0.0124443], S2E3-S1E3 [p = 0.0010203], S2E4-S1E3 [p = 0.0021504], os outros grupos não se diferenciaram (S1E1; S1E2; S1E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,202$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,8601$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett} = 0.914$).

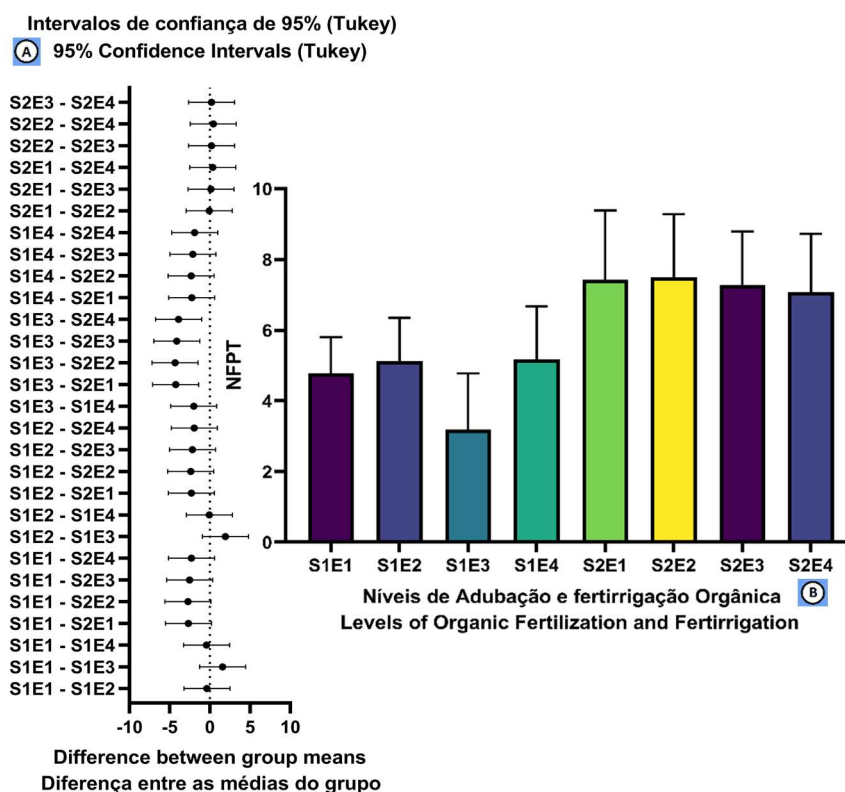


Figura 52 - Número de cachos por planta total (NCPT). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – NFPT e tratamentos.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

A seguir a (Tabela 13), resume todos os dados sobre o número de cachos e a (Figura 53) sistematiza em gráfico explicativo dos dados.

Tabela 13 – Número de cachos comerciais, não comerciais e total de frutos por planta de tomate híbrido cereja cv. Wanda cultivado com diferentes adubos e fertirrigação orgânicos. Crato (CE), 2023.

| Níveis de CE | Frutos comerciais | | Frutos não comerciais | | Total de Frutos | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) | S1- Húmus (25%) | S2 - Húmus (50%) |
| E1 - 450μS | 3,37 ab | 4,72 a | 1,43 bc | 2,72 ab | 4,80 bc | 7,44 a |
| E2 - 900μS | 3,59 ab | 4,33 a | 1,54 abc | 3,17 a | 5,13 abc | 7,50 a |
| E3 - 1350μS | 2,20 b | 4,67 a | 0,98 c | 2,63 abc | 3,19 c | 7,30 ab |
| E4 - 1800μS | 3,30 ab | 4,56 a | 1,89 abc | 2,52 abc | 5,19 abc | 7,07 ab |
| CV (%) | 21,52 | | 33,73 | | 25,17 | |
| DMS | 1,99 | | 1,71 | | 2,53 | |

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. S1E1 (25% de húmus + 450 μ S de CE) e assim sucessivamente. CE – Condutividade Elétrica. CV – Coeficiente de Variação. DMS – Diferença Mínima Significativa. Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor. Por meio de pacotes do Rstudio (2023).

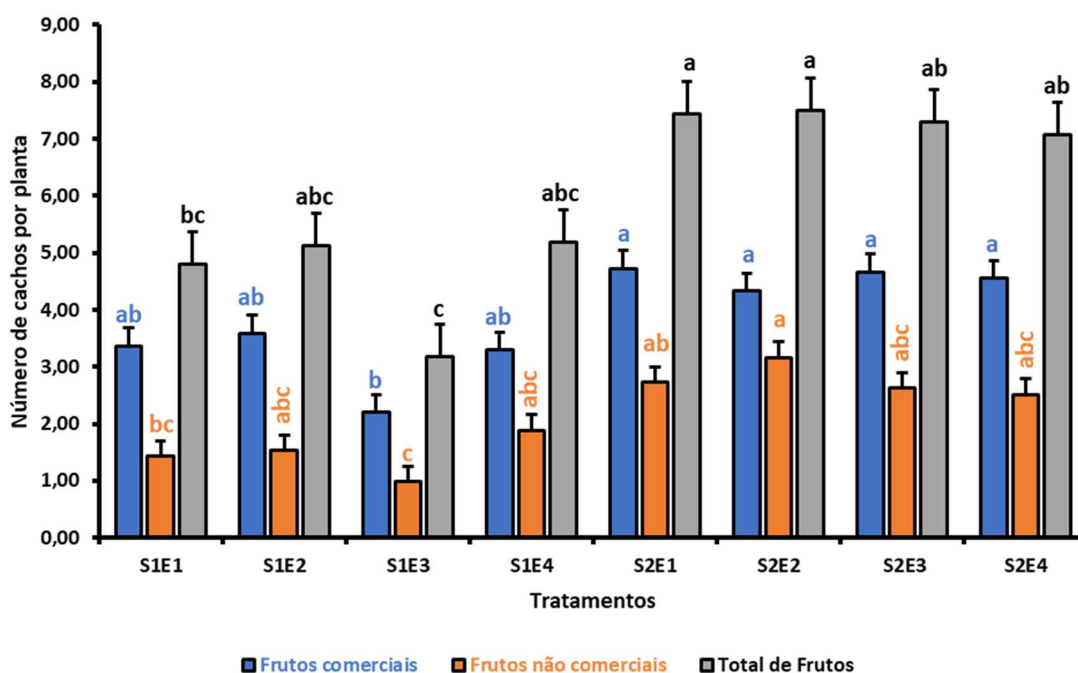


Figura 53 – Número de cachos por plantas comerciais, não comerciais e totais em diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas em cada cor não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autor (2023). Elaborado por meio do Excel do pacote Microsoft 365 (Microsoft, 2023)

4.3. Análise da qualidade dos frutos (C)

4.3.1. Colorimetria dos frutos

Foram analisados os frutos pelos valores colorimétricos por meio cores em html e identificadas por meio das cores hexadecimais e RGB, encontrando as seguintes respostas para o fator qualidade de frutos verdes e maduros (Tabela 14).

Tabela 14 - Cores RGB e hexadecimais utilizadas para determinação dos frutos maduros, semimaduros, verdes e semiverdes. Crato (CE), 2023.

| VALORES RGB | | | VALORES HEXADECIMAIS | |
|-------------|-----|-----|----------------------|-------------|
| R | G | B | | |
| 255 | 0 | 0 | FF0000 | Maduro |
| 255 | 52 | 0 | FF3400 | |
| 255 | 69 | 0 | FF4500 | |
| 255 | 99 | 71 | FF6347 | |
| 255 | 127 | 80 | FF7F50 | |
| 255 | 108 | 0 | FF6C00 | |
| 255 | 140 | 0 | FF8C00 | Semi-maduro |
| 255 | 165 | 0 | FFA500 | |
| 255 | 188 | 0 | FFBC00 | |
| 255 | 215 | 0 | FFD700 | Semi-verde |
| 253 | 230 | 140 | FDE68C | |
| 154 | 205 | 50 | 9ACD32 | Verde |
| 153 | 194 | 100 | 99C264 | |
| 143 | 188 | 143 | 8FBC8F | |

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor.

Para determinação das cores, os frutos foram colocados em folhas de ofício branco, e objetados com as cores em sites de cores htmls para serem contrastados e identificadas as cores dos frutos conforme (Figura 54).



Figura 54 - Colorimetria dos frutos de tomate cereja.

Fonte: Autor (2023).

Os frutos maduros no tratamento S1E3 avermelhados foram de 20,69%, o maior de todos os tratamentos do grupo 1, também o maior percentual de frutos na cor de tomate que foi de 31,03 no mesmo tratamento. No tratamento S1E1 teve o maior percentual de frutos verdes (63,33%) se apresentaram em maior percentual no tratamento S1E3 com 20% e o maior percentual de frutos verdes foi encontrado no tratamento S1E1 com 60% do grupo 1 conforme a (Figura 55). O maior percentual de frutos maduros está no tratamento S1E3. Analisando as médias de frutos maduros dos solos com 25% e 50% de húmus se aproximaram (31,59% o primeiro e 30,83 o segundo).

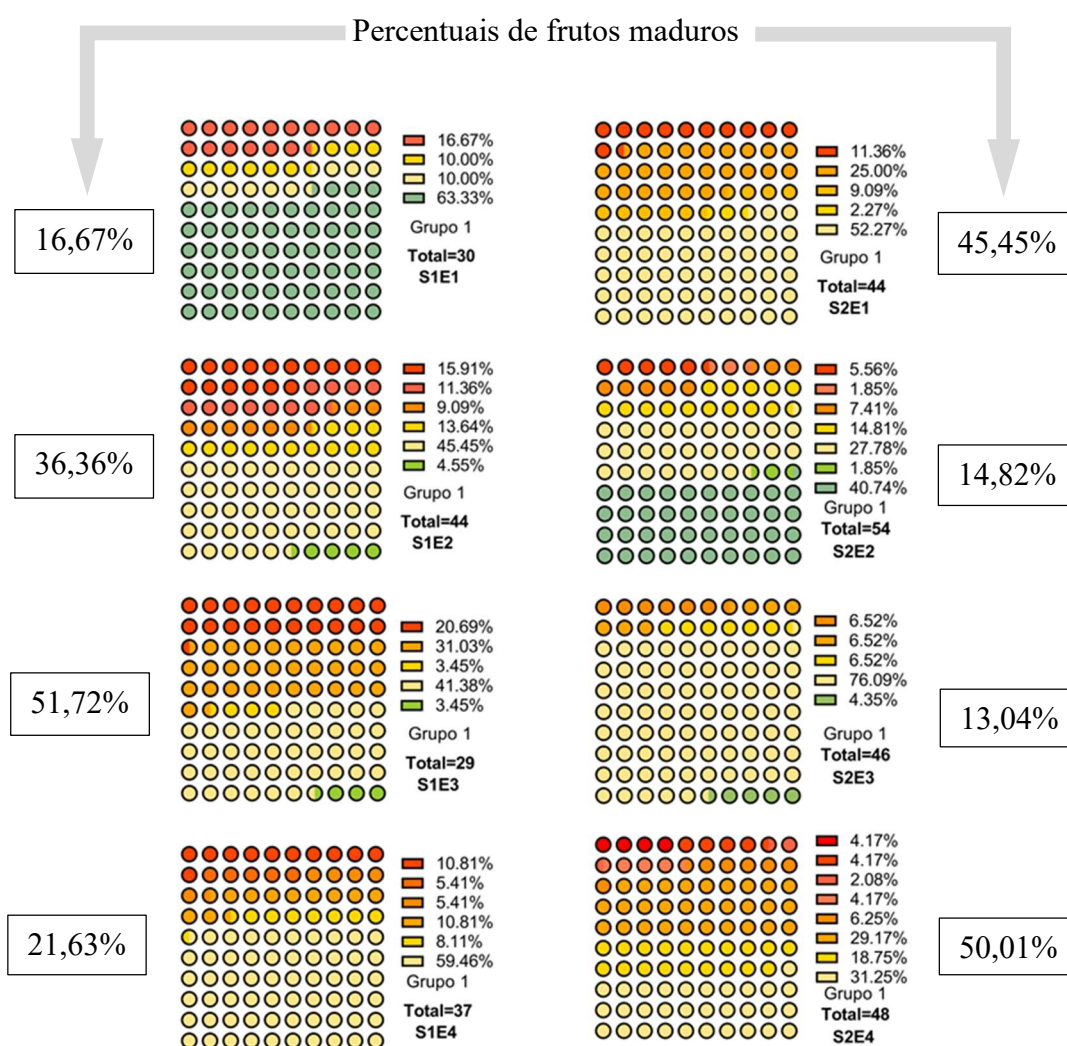


Figura 55 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 1.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

No grupo 2, o maior percentual de frutos maduros de cor avermelhada foi no tratamento S2E4 com 33,33%, no mesmo tratamento foi encontrado o maior percentual de frutos maduros no seu total em 70,17% e não apresentou nenhum fruto verde. Isto sugere que o tratamento acelerou o amadurecimento dos frutos por influência do húmus a 50% e CE a 1800 μ S. O único tratamento que apresentou frutos verdes foi o S1E4 passando de 50% (52,78%), por consequência foi o tratamento que apresentou menor número de frutos maduros (30,56%).

A planta identificada no grupo 2, como S1E3 foi severamente atacada por ácaro e a produção foi prejudicada, chegando a perdas de quase 100% em sua produção (Figura 56).

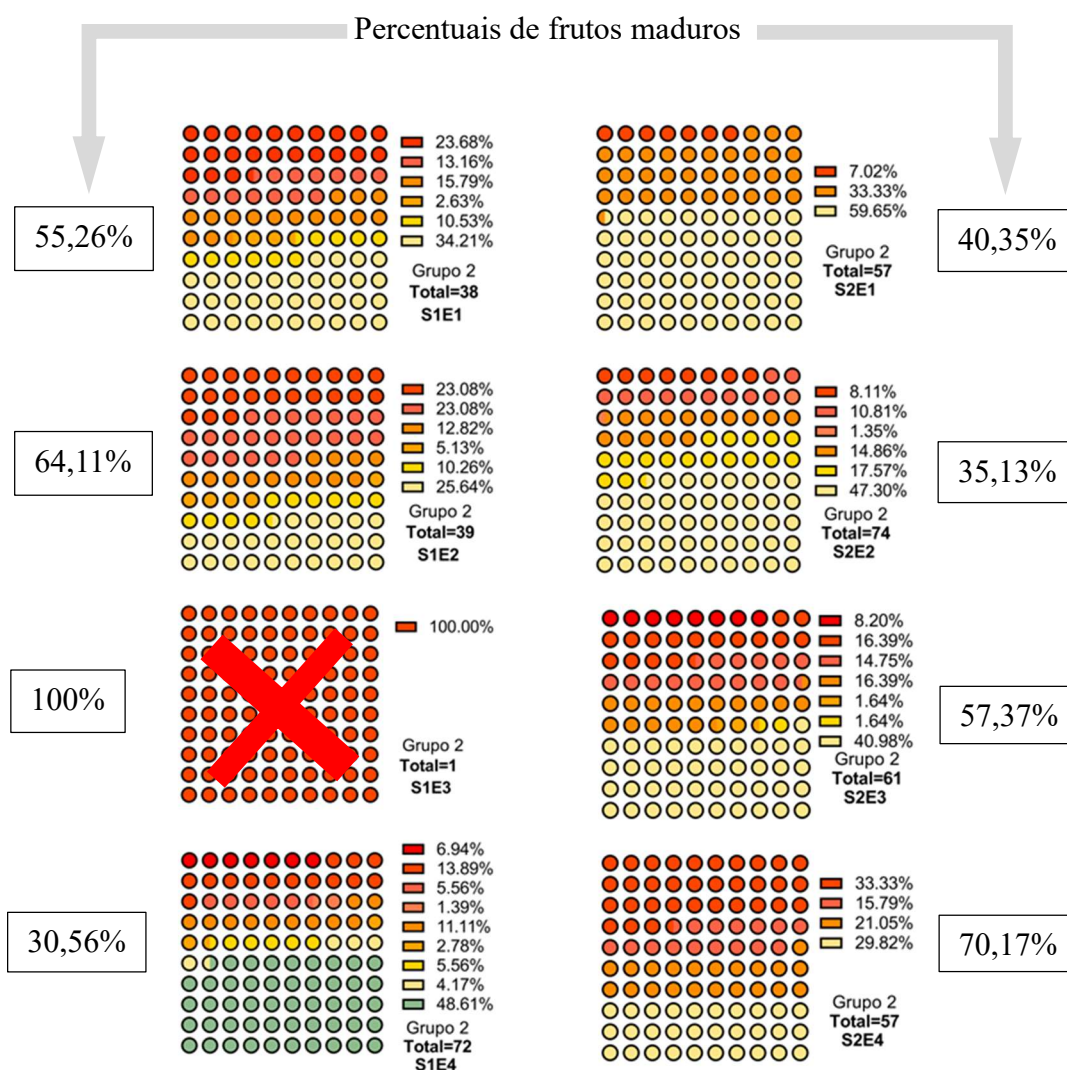


Figura 56 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 2.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

O grupo 3 ficou na intermediária, no meio do bloco distante 2 linhas do bloco 6 e 1 linha do bloco 1. Podemos observar poucos frutos verdes e a maioria dos tratamentos apresentaram valores acima de 20% de frutos maduros (vermelhos), chegando a 29,73% no tratamento S1E1. O primeiro tratamento com maior percentual de tomates maduros é o S2E3 com 60,28%, seguidos do S1E4 com 54,87% e S1E3 com 56,10%. A média de maiores percentuais de frutos maduros foi nos tratamentos a 25% de húmus (52,31), no entanto não diferenciou dos outros grupos que chegaram a média de 51,34%, com solos a 50% de húmus. O maior percentual de frutos maduros com a cor do tomate foi no tratamento S1E1 com 24,32%.

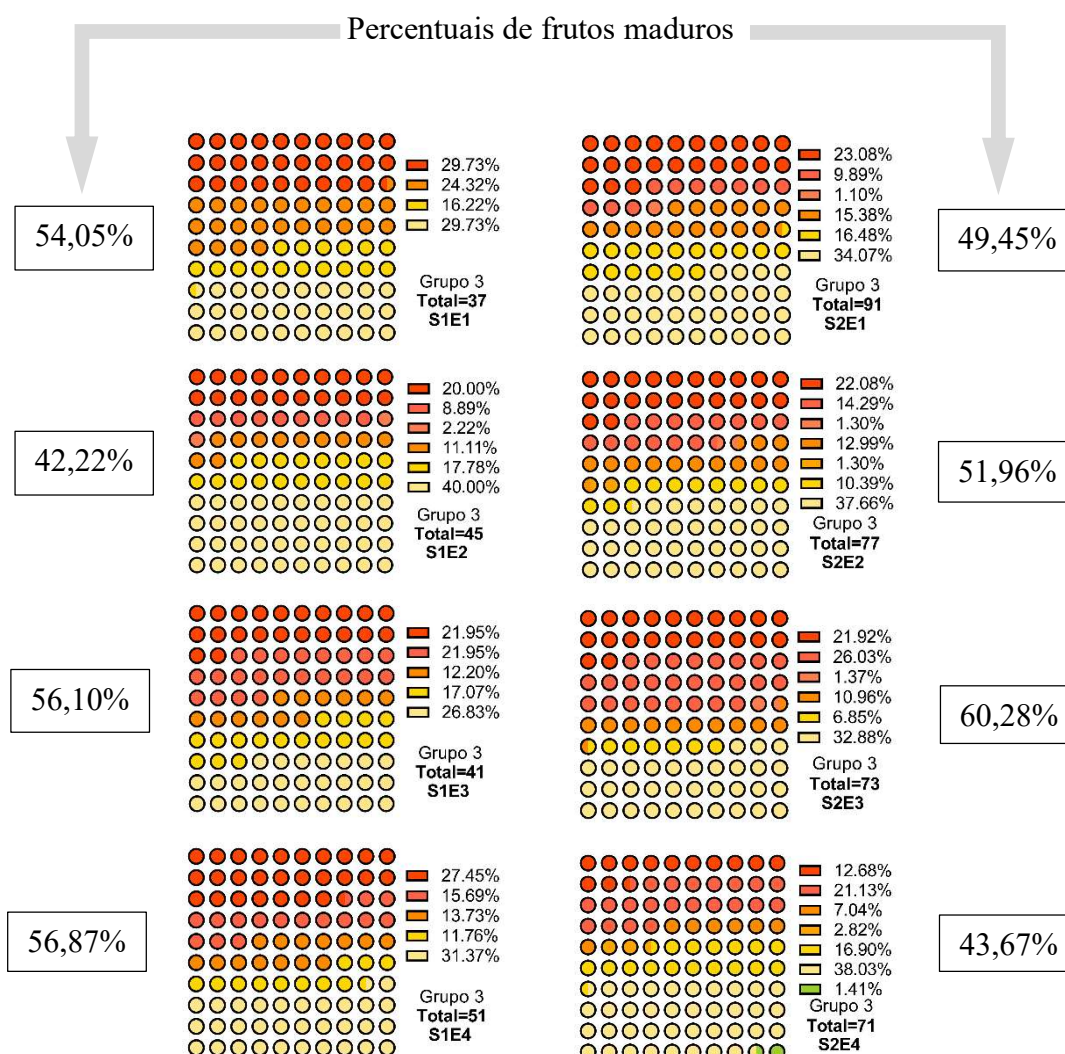


Figura 57 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 3.
Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

O grupo 4 ficou na intermediária (Figura 58), no meio do bloco distante 1 linha do bloco 6 e 2 linhas do bloco 1. Podemos observar poucos frutos verdes e a maioria dos tratamentos apresentaram valores acima de 20% de frutos maduros (vermelhos), chegando a 41,03% no tratamento S2E4. A cor de tomate chegou 26,92% no tratamento S2E2. O maior percentual de frutos verdes foi no tratamento S2E3 com 2,41%. Os maiores percentuais de frutos maduros, foram encontrados nos tratamentos S1E1 com 71,15% e no tratamento S1E4 com 66,68%. Porém os maiores quantitativos de frutos foram encontrados nos tratamentos com 50% de húmus. As médias dos maiores percentuais de frutos maduros foram encontrados nos tratamentos com húmus a 25% (63,80%), enquanto nos tratamentos com 50% de húmus não ultrapassaram os 50% de frutos maduros (41,21%).

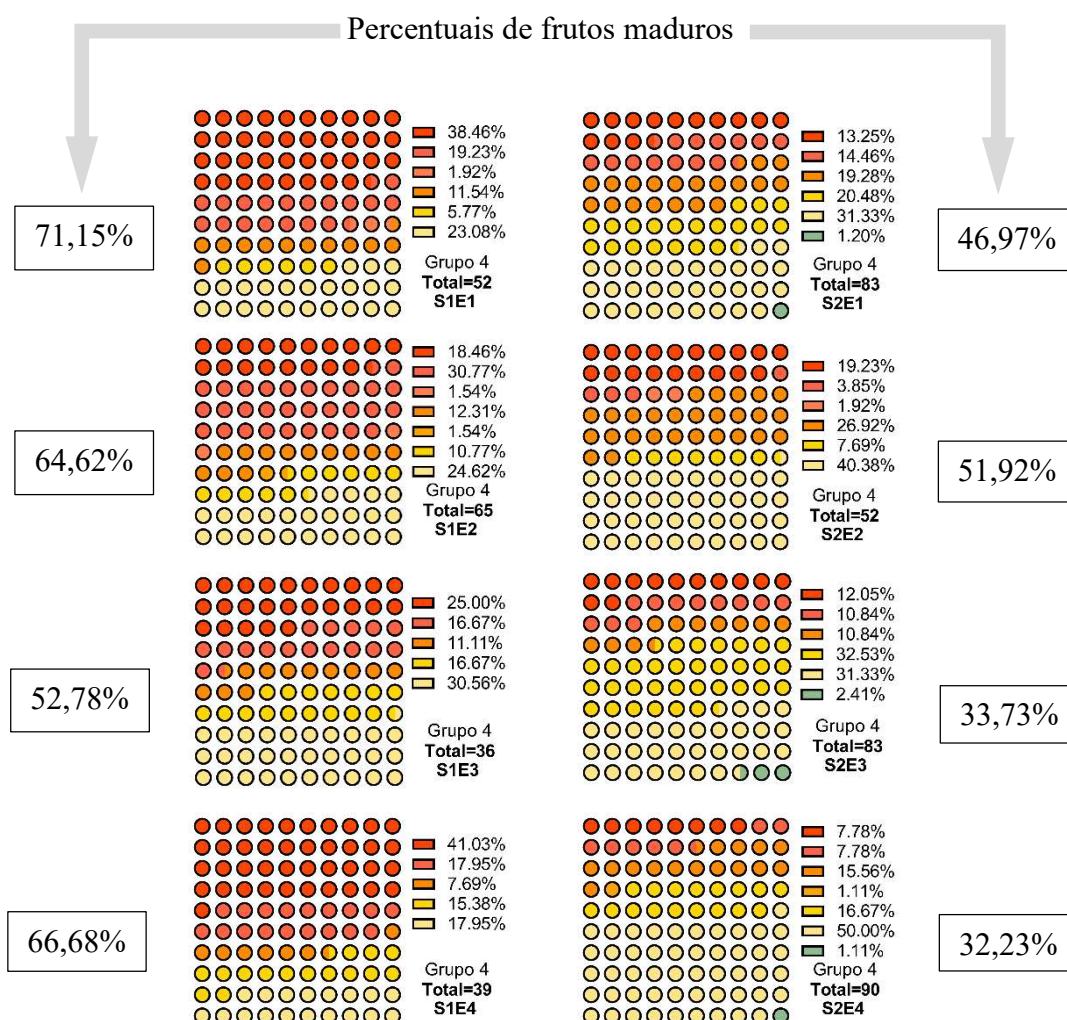


Figura 58 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 4.
Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

O grupo 5, no extremo próximo ao grupo 6 e próximo ao grupo 4 (Figura 59). Neste grupo os frutos maduros (vermelhos) chegaram a 34,69% no tratamento S1E1. Entre vermelho intensa e a cor de tomate, o tratamento S2E3 apresentou um percentual de 36,21%, onde neste tratamento também apresentou o maior percentual de frutos maduros 74,14%. Apenas dois tratamentos apresentaram percentuais de frutos verdes, S2E2 com 3,57% e S2E4 com 1,75%, neste apresentando o menor percentual de frutos maduros 42,11%. Neste grupo, a maior média de frutos maduros foi apresentada no solo com 50% de húmus (62,69%)

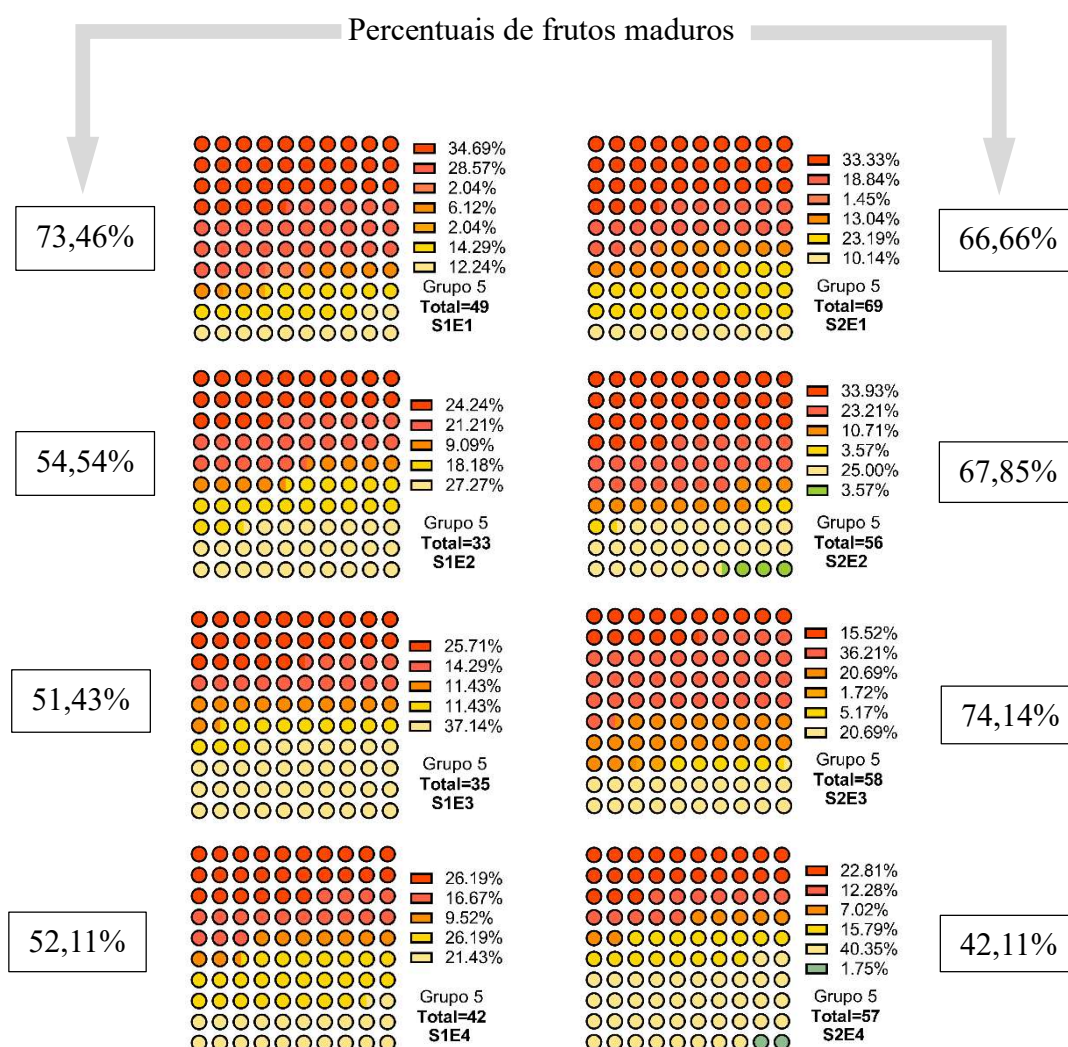


Figura 59 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 5.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

O grupo 6, localizado no outro extremo em relação ao grupo 1 (). Neste grupo os frutos maduros (vermelhos intensos) chegaram a 44,07% no tratamento S2E4, neste apresentou também o maior percentual de frutos maduros. Isto pode ser justificado pela maior radiação solar que atingiu esse grupo. Entre os frutos maduro de cor vermelho intenso e de cor de tomate, o tratamento S2E3 apresentou 32,39%. Já no tratamento S2E2 apresentou o maior percentual de frutos maduros com a cor de tomate. Os únicos tratamentos que apresentaram percentuais de frutos verdes foi o S2E2 (1,09%) e S2E3 (5,63%).

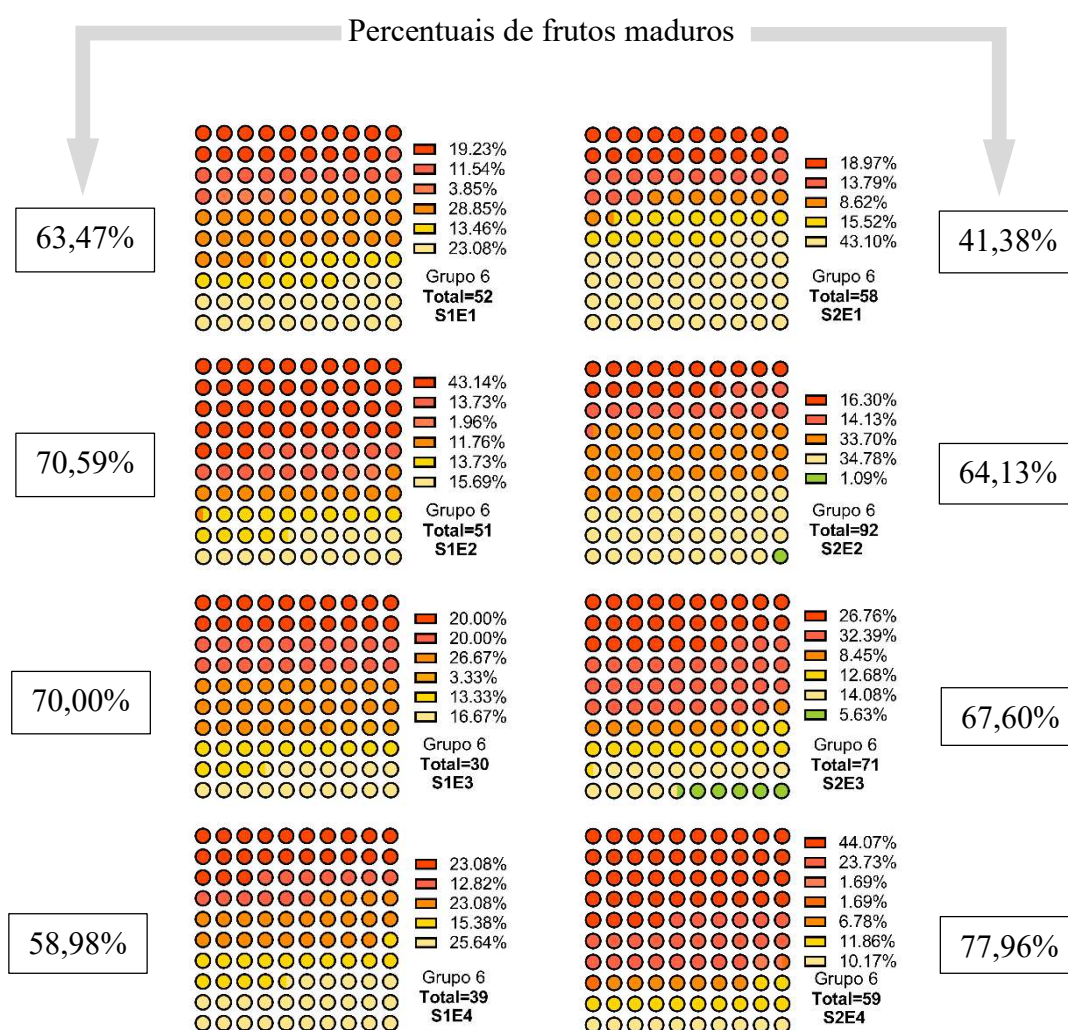


Figura 60 - Colorimetria aferida nos Tratamentos do Grupo 6.

Fonte: Autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

4.3.2. Sólidos Solúveis Totais (SST) – Geral

Na quarta colheita, foram retirados uma amostra geral para obter-se o teor de sólidos solúveis totais (Figura 61) onde foram retirados os frutos maduros a ponto de consumo. Os diferentes níveis de adubação e fertirrigação orgânica não teve repercussão negativa pelos dados obtidos nesse parâmetro e a análise de variância não reportou diferença estatística entre as médias analisadas [$F(7, 40) = 1,695$; $p = 0,138$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não houve diferenças entre os grupos estudados (S1E1, S1E2, S1E3, S1E4, S2E1, S2E2, S2E3, S2E4). Não há evidências para se rejeitar a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,6617$) e não há evidências para rejeitar a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,625$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett's} = 0,3205$).

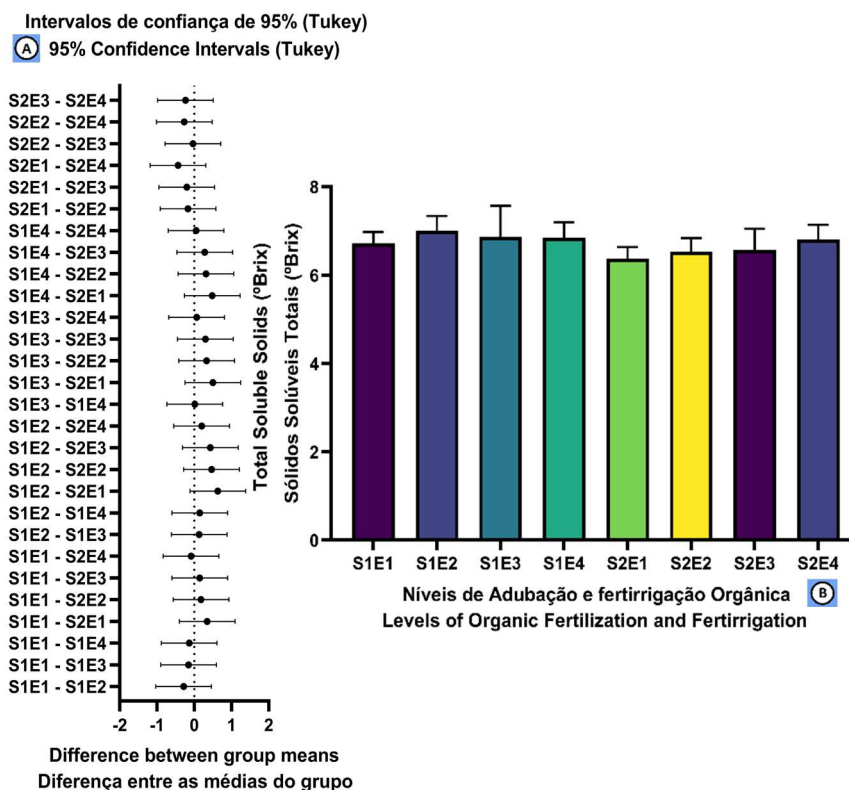


Figura 61 – Teores de sólidos solúveis totais por planta (SST). A - Intervalo de confiança de 95% (Tukey). B – SST e tratamentos.

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor (2023). Elaborado com o Prism (2023).

O tratamento que apresentou a maior média de sólidos solúveis foi o S1E2 com 7,02 e a menor média foi de 6,37 no S2E1. Em trabalho realizado por Silva *et al.* (2011), onde estudaram onze linhagens de tomate do grupo cereja, tolerantes ao calor e sob sistema orgânico, encontraram médias de sólidos solúveis totais abaixo de 5° Brix. Vários fatores são determinantes para o controle da qualidade das plantas, do sabor do fruto e do seu valor nutricional, como é o caso do fator genético. Para além desses, segundo Ferreira *et al.* (2006), os processos bioquímicos e fisiológicos exercidos pelos nutrientes minerais que contém em alguns compostos orgânicos favorecem a atividade fotossintética e a taxa de translocação de fotoassimilados.

Os percentuais de sólidos solúveis totais apresentadas neste estudo estão dentro dos padrões de frutos que são geralmente utilizados na indústria variando de 5,0 a 7,0 °Brix, esta é a representação utilizada para determinar esse percentual que tem relação direta, principalmente, com o sabor do fruto. Isto indica que as condições culturais e ambientais proporcionaram altos teores de SST. Nesses teores, afirma Ferreira *et al.* (2006), os açúcares predominantes são de glicose e frutoses (50%) e o ácido o cítrico (1/8). Para os autores, esses teores de sólidos solúveis totais são indicativos, nos níveis apresentados nesta pesquisa, de nitrogênio disponível para a planta, uma vez que esse mineral desempenha importante papel na biossíntese de açúcares nas folhas e por consequência são translocados para os frutos.

4.3.3. Dureza dos frutos para transporte (DFT) e consumo (DFC)

Na mesma seleção de frutos colhidos na quarta fase, foram retirados uma amostra para análise de dureza de frutos para transporte e 3 para análise de dureza de frutos para consumo.

Para a análise dos frutos para transporte (Figura 62), rejeitou-se a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,01197$), porém não se rejeitou a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,5383$) e nem pelo teste de Bartlett's (homoscedasticidade: $P_{Bartlett's} = 0,2572$). Por isso os dados passaram pela análise de variância, não apresentando diferença estatística entre as média submetidas a análise [$F(7, 40) = 1,695$; $p = 0,271$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não houve diferenças entre os grupos estudados (S1E1, S1E2, S1E3, S1E4, S2E1, S2E2, S2E3,

S2E4).

Com relação a análise dos frutos para consumo (Figura 62), rejeitou-se a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos: $P_{Shapiro-Wilk} = 0,002295$), porém não se rejeitou a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (homoscedasticidade: $P_{Levene} = 0,6052$). Por isso os dados passaram pela análise de variância, não apresentando diferença estatística entre as médias submetidas a análise [$F(7, 40) = 1,695$; $p = 0,119$]. O post-hoc Tukey HSD mostrou que não houve diferenças entre os grupos estudados (S1E1, S1E2, S1E3, S1E4, S2E1, S2E2, S2E3, S2E4).

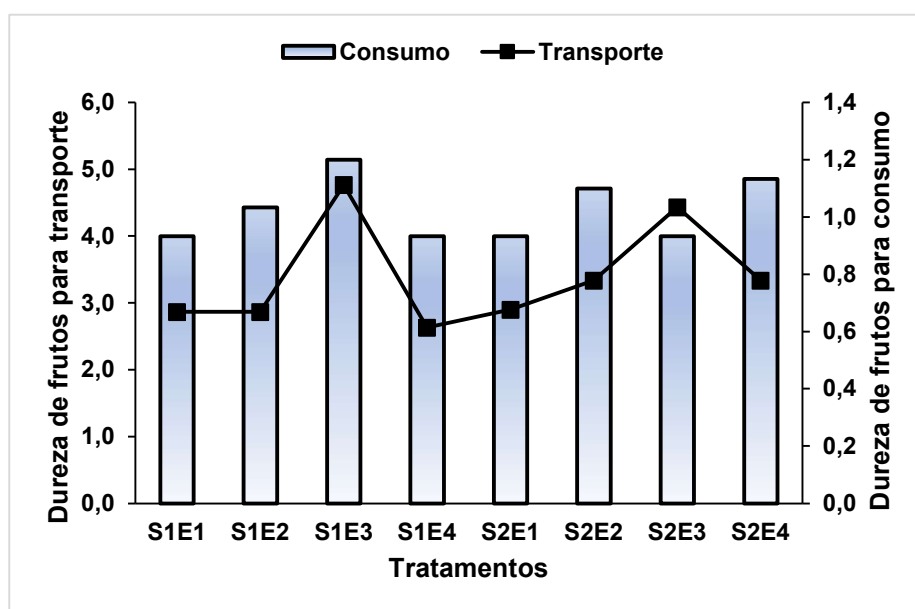


Figura 62 - Dureza dos frutos para consumo e transporte.

Fonte: Autor (2023)

Os níveis de resistência da casca junto com a massa geram um efeito capaz de promover a proteção dos frutos que são submetidos aos infortúnios da colheita e do transporte (pós-colheita). Estudos recentes vem se destacando na regulação da resistência pós-colheita dos frutos e da extensão da vida útil dos frutos por hormônios vegetais, os quais podem ativar a expressão de genes de defesa dos frutos, reprimir a sensibilidade das fitotropinas relacionadas à senescência, estimular enzimas antioxidantes e manter a integridade da membrana celular (Xiang *et al.*, 2021; Sun *et al.*, 2023).

Os frutos destinados ao transporte devem ter maior resistência que os frutos colhidos para o consumo imediato, por isso, estes devem ser colhidos com seu estágio terminal de maturidade, enquanto os outros devem ter seu estágio de maturidade não totalizado para que assim resistam ao deslocamento entre o ponto de colheita e o centro consumidor.

Observando a (Figura 62), nos tratamentos S1E3 e S2E3, com relação aos frutos para transporte, foram os que apresentaram maiores níveis de dureza, ultrapassando os 4 kg, enquanto nos tratamentos não ultrapassou esse valor. Para os níveis de dureza de frutos para consumo o tratamento S1E3 superou os 1,20 kg, seguindo do S2E4, S2E2 e S1E2 que ultrapassaram 1kg. Os outros tratamentos para esse parâmetro não ultrapassam o valor de 1kg.

Os melhores níveis de dureza dos frutos para transporte foram apresentados nos tratamentos com solo a 50% de húmus, independente dos níveis de efluentes de vermicompostagem utilizados. Já para os níveis de dureza dos frutos para o consumo não se teve um diferencial, uma vez que os dados apresentaram valores máximos próximo de 1kg.

Pelos valores médios encontrados nessa pesquisa, os padrões de dureza de frutos para transporte que estejam acima de 3,4 kg, possivelmente sejam os mais indicados para o transporte, apesar de que o menor valor encontrado foi de 2,4 kg bem superior aos níveis de dureza dos frutos para consumo e a média maior foi de 4,3 kg. Já para o nível de dureza dos frutos para consumo as médias se apresentaram entre 0,8 e 1,1kg, sugerindo que frutos com grau de dureza em torno de 1 kg são ideias para consumo imediato, com capacidade ainda de um programa de pós-colheita.

4.3.4. ATT, pH, SST, DFT, DFC e suas relações

Na quinta colheita foram selecionados frutos para essa análise, foram retirados uma amostra para análise da acidez total titulável (ATT), pH e sólidos solúveis totais – SST (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** – A, B, C, D). A acidez total titulável apresentou um comportamento crescente indicando que quanto maior a concentração de húmus e efluentes de vermicompostagem maior a acidez dos frutos de tomate cereja Wanda. No entanto, esse comportamento também foi

apresentado para os sólidos solúveis totais – SST (°Brix), sugerindo sabores peculiares nesse sistema de produção. pH se manteve num patamar considerado ideal para frutos de tomates entre 4,02 e 4,24.

O turno de rega diária foi igual para todos, então a diferença de acidez e de teores de açúcar está determinado pelos níveis de adubação orgânica utilizada neste trabalho. Possivelmente com o aumento do turno de rega diária essa acidez poderia ser controlada, porém também esse efeito atingiria os níveis de açúcar dos frutos.

A relação SST/ATT foi a única que apresentou efeito significativo dos dados estudados, mas que se comportou estável linearmente numa regressão individual.

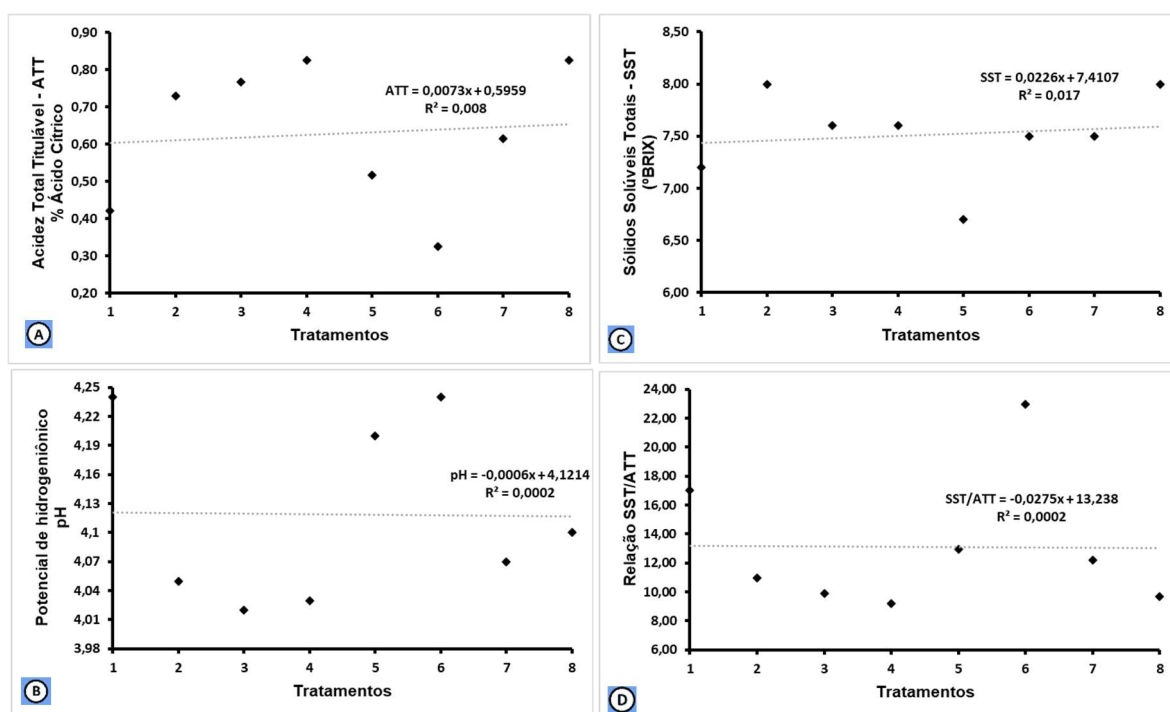


Figura 63 -- Acidez total titulável (A); Sólidos solúveis totais (SST) (B); pH (C) e Relação SST/ATT (D), em função dos efeitos da adubação e fertirrigação orgânica.

Fonte: Autor (2023).

Em trabalho realizado por Santiago *et al.* (2018), analisando a qualidade de tomate cereja cultivado sob lâminas de irrigação em ambiente protegido e campo aberto em sistema convencional, obtiveram percentuais de ATT com média de 1,14%, SST de 10,29 (°Brix) e relação SST/ATT de 9,18. Valores apresentados na mesma variedade estudada neste trabalho (Wanda) e maiores com relação ao ATT e SST, porém médias menores que o nosso na relação SST/SST. Para (Vieira *et al.*, 2014), o

grau de amadurecimento dos frutos e a doçura são determinadas pelos níveis de sólidos solúveis totais (° Brix), estes encontraram médias de pH 4,48, 6,95 de SST, 0,32% de ATT e relação SST/ATT de 21,7; valores estes próximos dos apresentados nesta pesquisa.

Domiciano *et al.* (2021), investigando tomate italiano em sistema orgânico e convencional, obtiveram valores de açúcares maiores nos frutos orgânicos (4,69°Brix) do que nos frutos produzidos convencionalmente (3,43°Brix). Já em estudo realizado por Araujo *et al.* (2017), analisaram a produção e a qualidade de tomates cereja fertirrigados com água residuária da piscicultura e apontaram que os sólidos solúveis totais tiveram melhor média na irrigação com água pura com (5,85° Brix), ainda assim menor que os apresentados nesta pesquisa (6,51°Brix). Porém o ATT, apresentado pelos autores citados foram menores (0,53%), enquanto nesta foi um percentual de 0,63%. A (Figura 64) demonstra que à medida que o nível de ácido se eleva o nível de pH diminui.

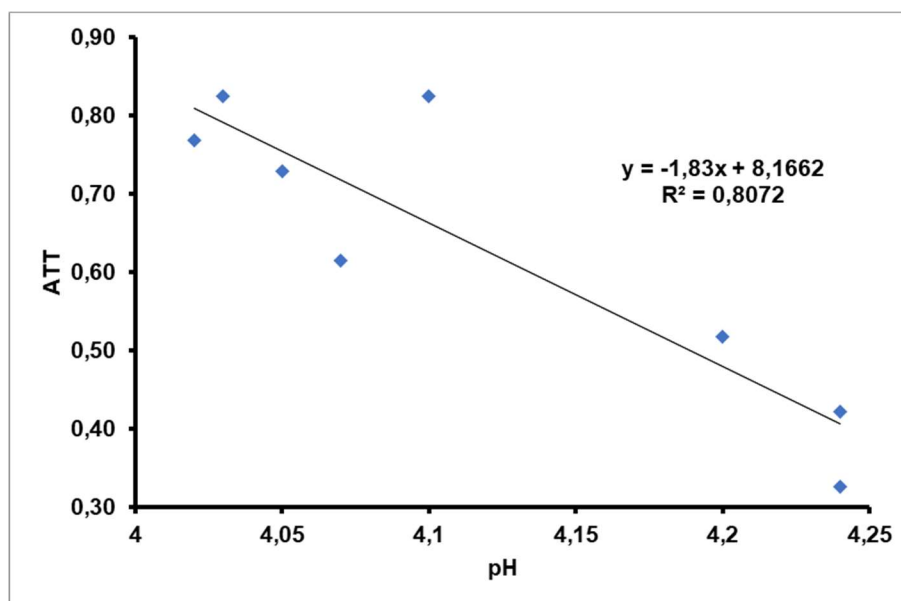


Figura 64 - Relação de níveis de ácido titulável com o pH.

Fonte: Autor (2023).

Quanto maior o grau de acidez do fruto, menor se apresentou o pH nesta amostra mesma amostra. A relação do nível de acidez com o nível de açúcar está na figura (Figura 65).

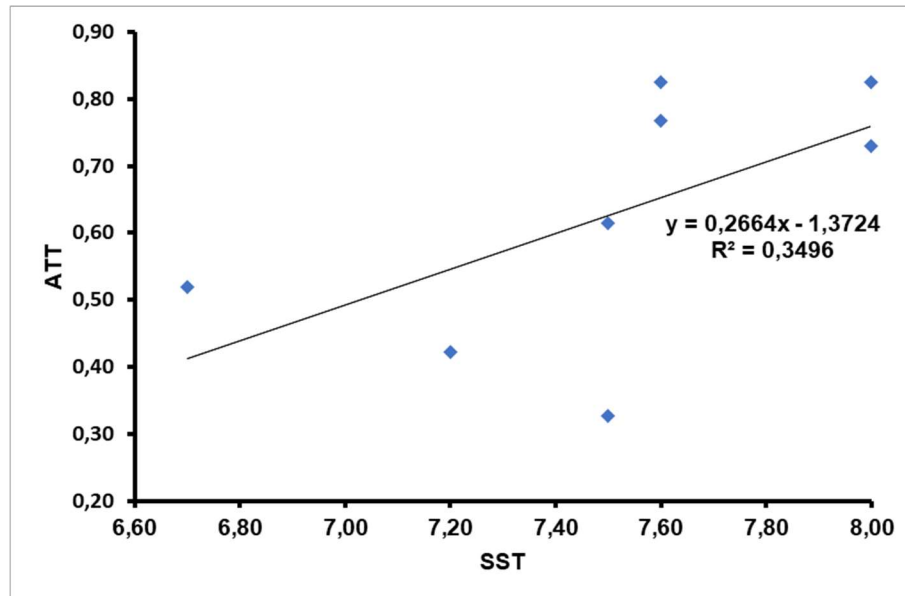


Figura 65 - Relação de níveis de acidez com grau de açúcar.

Fonte: Autor (2023).

Quanto maior o nível de acidez na amostra, maior o grau de açúcar. Também foram analisadas a relação de níveis de acidez com a dureza dos frutos para transporte (Figura 66).

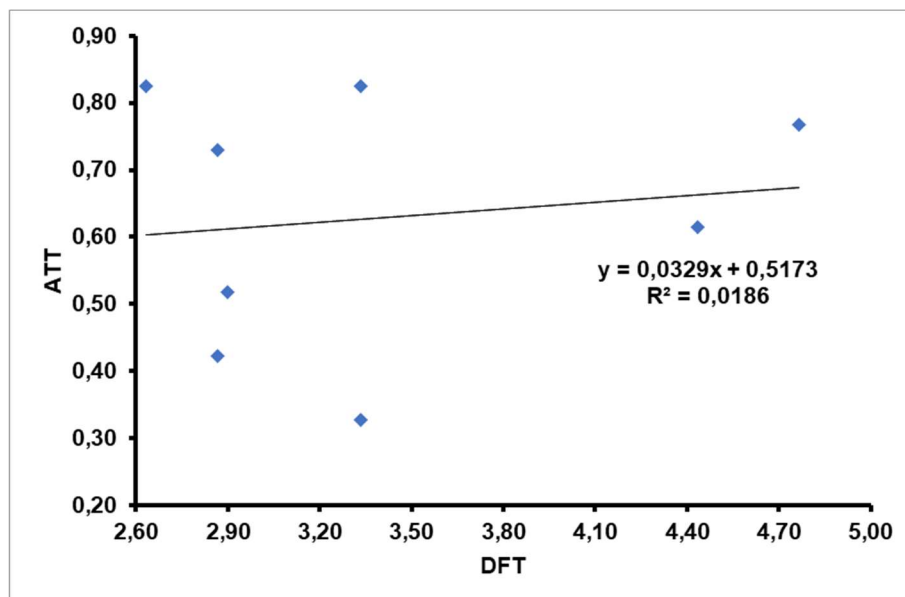


Figura 66 - Relação de níveis de acidez com a dureza dos frutos para transporte.

Fonte: Autor (2023)

Os níveis de acidez atuaram na dureza dos frutos, onde quanto maior a acidez titulável maior a dureza dos frutos para transporte. Na (Figura 67), está a relação dos níveis de acidez com relação à dureza dos frutos para consumo.

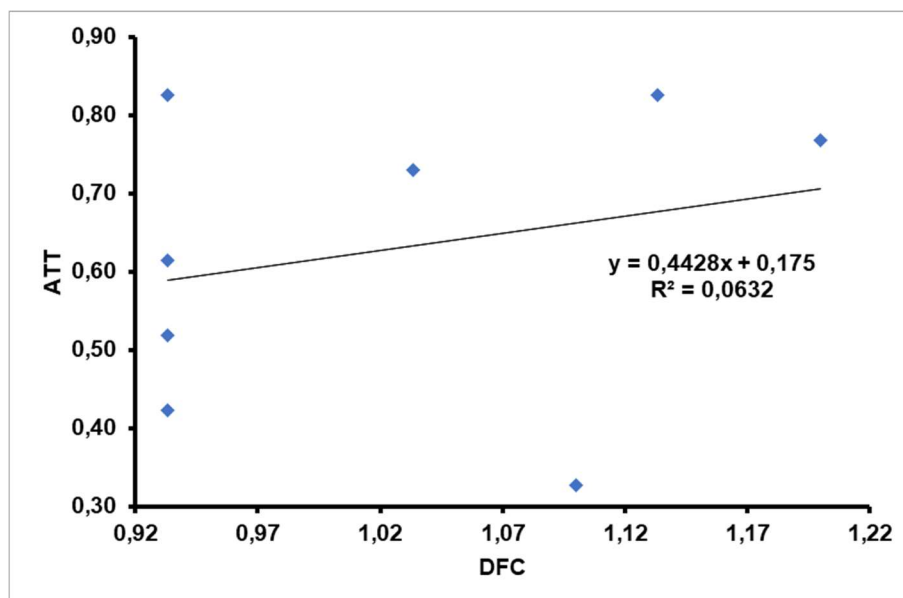


Figura 67 - Relação dos níveis de acidez com a dureza dos frutos para consumo.

Fonte: Autor (2023).

O efeito da acidez foi bem maior nos frutos para consumo com relação a sua dureza do que nos frutos para transporte, sugerindo que quando mais maduros os frutos, os níveis de acidez fortalecem a dureza dos frutos. (Figura 68) SST e pH.

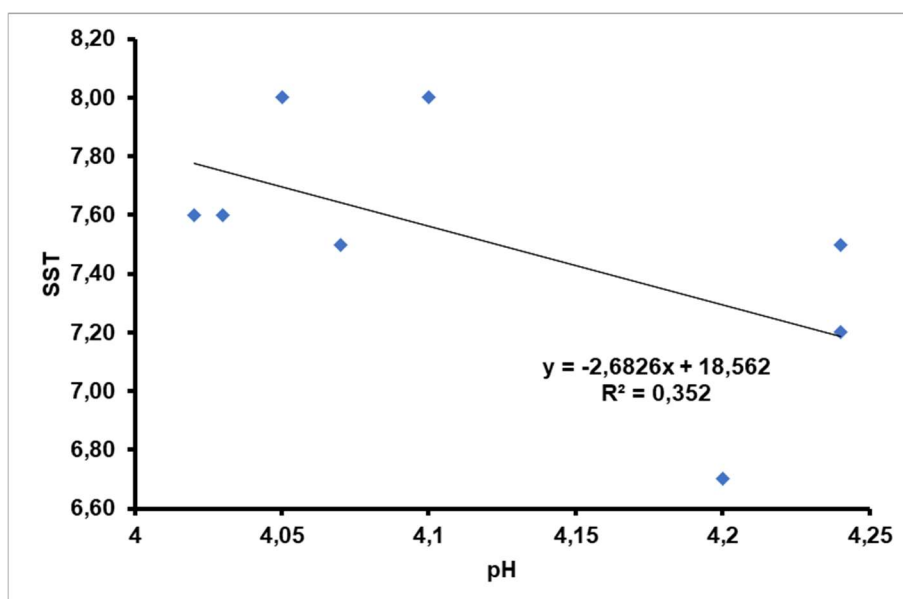


Figura 68 - Relação dos níveis de sólidos solúveis totais com o pH.

Fonte: Autor (2023).

Quanto menor o pH maior o nível de sólidos solúveis totais e com relação a dureza dos frutos as relações foram muito parecidas com as apresentadas pela acidez dos frutos. Na (Tabela 15), está o resumo estatístico utilizado para analisar os dados.

Tabela 15 - Resumo estatístico com dados referentes a qualidade dos frutos. Crato (CE), 2023.

| <i>Resumo Estatístico</i> | <i>ATT</i> | <i>pH</i> | <i>SST</i> | <i>SST/ATT</i> | <i>DFT</i> | <i>DFC</i> |
|------------------------------|------------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| Shapiro-Wilk | 0,35 | 0,08 | 0,31 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| Kolmogorov-Smirnov | 0,86 | 0,84 | 0,69 | 0,55 | 0,04 | 0,39 |
| Média | 0,6288 | 4,1188 | 7,5125 | 13,1139 | 3,3917 | 1,0250 |
| Erro padrão | 0,0673 | 0,0330 | 0,1493 | 1,6668 | 0,2787 | 0,0382 |
| Desvio padrão | 0,1903 | 0,0934 | 0,4224 | 4,7145 | 0,7884 | 0,1080 |
| Variância da amostra | 0,0362 | 0,0087 | 0,1784 | 22,2269 | 0,6215 | 0,0117 |
| Curtose | -1,2894 | -1,9237 | 1,1162 | 2,1830 | -0,2020 | -1,3994 |
| Assimetria | -0,5206 | 0,4654 | -0,8440 | 1,5936 | 1,1216 | 0,6004 |
| Intervalo | 0,4992 | 0,2200 | 1,3000 | 13,7725 | 2,1333 | 0,2667 |
| Mínimo | 0,3264 | 4,0200 | 6,7000 | 9,2054 | 2,6333 | 0,9333 |
| Máximo | 0,8256 | 4,2400 | 8,0000 | 22,9779 | 4,7667 | 1,2000 |
| Soma | 5,0304 | 32,9500 | 60,1000 | 104,9109 | 27,1333 | 8,2000 |
| Contagem | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Coefficiente de Variação (%) | 30,36 | 2,27 | 5,62 | 35,95 | 23,34 | 10,67 |
| Nível de confiança (95,0%) | 0,1591 | 0,0781 | 0,3531 | 3,9415 | 0,6591 | 0,0903 |

ATT – acidez titulável total; pH – Potencial hidrogeniônico; SST – sólidos solúveis totais; SST/ATT – Relação; DFT – dureza dos frutos para transporte; DFC – dureza dos frutos para consumo

Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo autor (2023) com software Sisvar (Ferreira, 2023) e Excel – Pacote 365 (Microsoft, 2023)

De acordo com o resumo estatístico, das variáveis analisadas, a única que não passou pelo teste de normalidade foi a variável SST/ATT (0,04). Por outro lado, a mesma variável foi analisada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e passou. Por isso, que é interessante utilizar outros testes para analisar a normalidade dos dados.

Com relação as médias e os desvios-padrão, os dados se apresentaram da seguinte maneira: ATT → $0,62 \pm 0,20$; pH → $4,11 \pm 0,10$; SST → $7,51 \pm 0,42$; SST/ATT → $13,11 \pm 4,71$; DFT → $3,40 \pm 0,80$; DFC → $1,00 \pm 0,11$.

5. CONCLUSÕES

O processo de transição agroecológica tem como função transicionar as atividades convencionais de produção agropecuária, com suas relações de convivência e uso dos recursos para uma forma alternativa de baixa utilização de materiais, insumos e processos externos, ou até mesmo a não utilização desses recursos externos à unidade produtiva.

A produção de tomate cereja com sementes de qualidade, se justifica pela alta incidência de patógenos que acomete a planta já no seu início de desenvolvimento, prejudicando assim, o seu desenvolvimento. Pesquisas de alta qualidade são desenvolvidas para amenizar essa perda já na produção de mudas com a técnica do hibridismo, capaz de dispensar aos agricultores sementes com resistência às viroses com potencial de destruir plantéis inteiro de tomate.

As sementes de qualidade (híbridas) contribuem para a não utilização de agroquímicos já na formação de mudas, permitindo uma produção dentro dos padrões da transição agroecológica.

Para muitos processos internos ainda se precisa com certo nível de intensidade do consumo dos processos externos com o intuito de se obter uma produção que se aproxime quantitativamente ao sistema de produção convencional, mesmo na certeza de que o padrão qualitativo está na produção de base agroecológica.

Para manter esse padrão de qualidade e buscando uma produção maior em processos de transição agroecológica a produção de húmus de minhoca em kits favoreceram neste processo, uma vez que além do húmus se produziu o efluente da vermicompostagem (chorume) com capacidade de fortalecer a ação do aproveitamento nutricional do próprio húmus como substrato na produção de tomate em sistema protegido e em vasos.

Em todos os níveis de adubação e fertirrigação os resultados foram satisfatórios, sugerindo que a utilização do húmus e dos efluentes produzidos em kits minhobuckets favoreceram a produção de tomate cereja híbrido var. Wanda.

O maior impacto na interrupção da produção do tomate cereja híbrido var. Wanda foi o acometimento de ácaros, o que prejudicou no tratamento S1E3, chegando a zerar a produção de uma das unidades produtivas.

A análise da primeira inflorescência demonstrou que as interações ambientais dentro e fora da casa de vegetação são fatores importantes que impactam na produção do tomate, uma vez que é por meio da análise da inflorescência que são diagnosticados os possíveis problemas que diminuirão a produção. Sendo assim, o número de folhas que precedem a primeira inflorescência estava dentro dos padrões estabelecidos por estudos que preconizam a produção do tomate.

A análise de produção evidenciou que em uma colheita específica na parte mediana das plantas no tratamento S2E2 (50% de húmus de minhoca e 900 μ S), exibiu o maior número de frutos dentre os níveis de adubação e fertirrigação estudados. Visualizando o número de frutos por planta de forma ampla, os tratamentos com 50% de húmus favoreceram a sua elevação.

A produção total reportou um valor de 12t. ha⁻¹ acima dos estudos já realizados com minitomates, sugerindo positiva a produção nas condições orgânicas deste trabalho. Sendo que as maiores produção foram constatados no tratamento a base de 50% de húmus de minhoca com 450 μ S, mas que em todos os tratamentos com 50% de húmus foram melhores para este quesito confirmando os valores de número de frutos por planta. Assim se seguiram as outras variáveis estudadas na análise da produção.

A colorimetria contribuiu para analisar as quantias de frutos que estavam na categoria de consumo e não consumo. Nas outras variáveis de qualidade dos frutos observou-se que os sólidos solúveis apresentados foram adequados para o sistema de produção orgânica na faixa entre 6,0 e 7,0 (°Brix), mas que os tratamentos com 25% de húmus foram os que apresentaram maior grau de SST.

Com relação ao nível de dureza dos frutos os tratamentos a base de húmus a 25% foram os melhores entre a mesma variável, sugerindo maior resistência dos frutos tanto para consumo quanto para transporte. Para o grau de acidez e açúcar os tratamentos citados também foram os que melhor apresentaram maiores valores, sugerindo melhores sabores entre o adocicado e o acidificado.

Os achados deste estudo são promissores, entretanto futuras investigações serão relevantes para buscar em nível de campo a influência dos efluentes e outros mecanismos subjacentes na fertirrigação.

Por fim, conclui-se que a utilização de húmus de minhocas e efluentes de vermicompostagem produzidos por meio de kits minhobuckets favoreceram a

produção e a qualidade dos frutos de tomates cereja Wanda em processo de produção orgânico, em ambiente protegido e em vasos.

6. REFERÊNCIAS

- ABBASI, S. A.; NAYEEM-SHAH, M.; ABBASI, T. Vermicomposting of phytomass: limitations of the past approaches and the emerging directions. **Journal of Cleaner Production**, v. 93, p. 103-114, 2015-04-01 2015. ISSN 0959-6526. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.024> >. Acesso em: 2021-05-26T00:40:12.
- ALBANELL, E.; PLAIXATS, J.; CABRERO, T. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. **Biology and Fertility of Soils**, v. 6, n. 3, 1988-05-01 1988. ISSN 0178-2762. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/bf00260823> >. Acesso em: 2023-05-29T23:24:50.
- ALMEIDA, F. D. J. O. B.; ROSAS, J. C. F. Estudo de Caso – Gerenciamento de biomassa (frutas e verduras) visando minimizar desperdícios em um distribuidor de hortifrúti na feira livre do Mercadinho em Imperatriz. / Case Study - Management of biomass (fruits and vegetables) aiming to minimize wast. **Brazilian Journal of Business**, v. 2, n. 4, p. 3883-3893, 2020-01-01 2020. ISSN 2596-1934. Disponível em: < <https://doi.org/10.34140/bjbv2n4-027> >. Acesso em: 2023-05-29T00:11:21.
- ALMEIDA ROQUE, I. et al. Growth and physicochemical characterization of cherry tomato under irrigation with saline water and nitrogen fertilization. **Comunicata Scientiae**, v. 13, p. e3785, 2022-08-06 2022. ISSN 2177-5133. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.14295/cs.v13.3785> >. Acesso em: 2022-12-28T04:02:43.
- ALMEIDA, V. D. S. et al. Tratos Culturais. In: NICK, C.; SILVA, D. J. H., *et al* (Ed.). **TOMATE: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2018. chap. 6, p.237. ISBN 978-85-7269-597-8.
- ALTIERI, M. A. **AGROECOLOGIA. Bases científicas para una agricultura sustentable**. ALTIERI, M. A. Editorial Nordan–Comunidad: Montevideo: 338 p. 1999a.
- _____. Applying agroecology to enhance productivity of peasant farming systems in Latin America. **Environment, Development and Sustainability**, v. 1, n. 3/4, p. 197-217, 1999-01-01 1999b. ISSN 1387-585X. Disponível em: < <https://doi.org/10.1023/A:1010078923050> >. Acesso em: 2022-05-02T16:58:30.
- ALTIERI, M. A.; FUNES-MONZOTE, F. R.; PETERSEN, P. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, n. 1, p. 1-13, 2012-01-01 2012. ISSN 1774-0746. Disponível em: < <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00930542/document> >. Acesso em: 2021-02-08T00:45:38.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. **Climatic Change**, v. 140, n. 1, p. 33-45, 2017-01-01 2017. ISSN 0165-0009. Acesso em: 2021-02-08T11:44:45.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Do modelo agroquímico à agroecologia: a busca

por sistemas alimentares saudáveis e resilientes em tempos de COVID-19.

Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 57, p. 245-257, 2021-06-30 2021. ISSN 2176-9109. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v57i0.78321> >. Acesso em: 2022-05-02T13:59:15.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil.

Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. ISSN 0941-2948, 1610-1227 (eletronic). Disponível em: < <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507> >. Acesso em: 2023-09-26T00:40:16.

ANTONIO, A. D. C.; ALMEIDA, V. D. S. Produção de Mudanças, Preparo do Solo e Plantio. In: NICK, C.; SILVA, D. J. H., *et al* (Ed.). **TOMATE: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2018. chap. 3, p.237. ISBN 978-85-7269-597-8.

ARAÚJO, F. R. D.; CALAZANS, D. L. M. E. S. Management of food security actions during the COVID-19 pandemic. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 4, p. 1123-1133, 2020-08-01 2020. ISSN 1982-3134. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/0034-761220200329x> >. Acesso em: 2023-05-23T18:33:00.

ARAÚJO, T. D. S. et al. Produção e qualidade de tomates cereja fertirrigados com água residuária da piscicultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 3, p. 392, 2017-07-01 2017. ISSN 1981-8203. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i3.4775> >. Acesso em: 2021-03-08T16:06:08.

ATHERTON, J. G.; CRAIGON, J.; BASHER*, E. A. Flowering and bolting in carrot. I. Juvenility, cardinal temperatures and thermal times for vernalization. **Journal of Horticultural Science**, v. 65, n. 4, p. 423-429, 1990. ISSN 0022-1589. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/00221589.1990.11516075> >. Acesso em: 2023-06-12T20:26:55.

ATIYEH, R. M. et al. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. **Bioresour Technol**, v. 81, n. 2, p. 103-8, Jan 2002. ISSN 0960-8524 (Print); 0960-8524 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11762902> >. Acesso em: 2023-05-30T08:38:55.

AYILARA, M. et al. Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. **Sustainability**, v. 12, n. 11, p. 4456, 2020-05-30 2020. ISSN 2071-1050. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/su12114456> >. Acesso em: 2023-05-29T00:23:59.

BASNET, S. et al. Organic agriculture in a low-emission world: exploring combined measures to deliver a sustainable food system in Sweden. **Sustainability Science**, v. 18, n. 1, p. 501-519, 2023. ISSN 1862-4065; 1862-4057. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01279-9> >. Acesso em: 26 maio 2023.

BATISTA, D. S. et al. Organic fertilization in the production and chemical composition of non-conventional leafy vegetables. **Pesquisa agropecuária tropical**,

v. 51, p. e66508, 2021. ISSN 1517-6398; 1983-4063. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1983-40632021v5166508> >.

BERTOLDI, M. D.; VALLINI, G.; PERA, A. The biology of composting: A review. **Waste Management & Research**, v. 1, n. 2, p. 157-176, 1983. ISSN 0734242X. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/0734-242X\(83\)90055-1](https://doi.org/10.1016/0734-242X(83)90055-1) >. Acesso em: 28 maio 2023.

BEZERRA, C. D. S. et al. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE TOMATE ITALIANO PRODUZIDOS NA REGIÃO OESTE DO PARÁ. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 37, 2018-11-19 2018. ISSN 2318-0188. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v10i2.5182> >. Acesso em: 2023-05-22T04:15:40.

BEZERRA, R. D. S. **Manejo da fertirrigação na produção de mini tomate em ambiente protegido**. 2015. 87 f (MsC). Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Goiás, Goiás.

BOLWIG, S.; GIBBON, P.; JONES, S. The Economics of Smallholder Organic Contract Farming in Tropical Africa. **World Development**, v. 37, n. 6, p. 1094-1104, 2009. ISSN 0305750X. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.09.012> >.

BRANDÃO, R. D. L.; FREITAS, L. C. B. **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM: 214 p. 2014.

BRASIL. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. MAPA. Brasília - DF: Diário Oficial da União 2003.

_____. **Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências**. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. MAPA. Brasília - DF: Diário Oficial da União 2007.

_____. **Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios à relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, de 27 de julho de 2017**. Resolução nº 115/2017, de 23 de novembro de 2017. Fortaleza: SUDENE, 2017.

_____. **Aprova a Proposição n. 151/2021, que trata do Relatório Técnico que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021, inclusive os critérios técnicos e científicos, a relação de municípios habilitados, e da regra de transição para municípios excluídos**. Resolução CONDEL/SUDENE nº 150, de 13 de dezembro de 2021. Diário Oficial da União: SUDENE. 246 2021.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022: informe anual**. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA: 105 p. 2023.

BRASIL, M. D. S. D. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-**

químicos para análise de alimentos. LUTZ, I. A. São Paulo: Ministério da Saúde: 1020 p. 2008.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R.; VIEIRA, P. A. O desafio alimentar no século XXI: The food challenge of the twenty-first century. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 24, n. 2, p. 497-522, 2016. ISSN 2526-7752. Disponível em: < <https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/784> >. Acesso em: 23 maio 2023.

CAMPO. **Certificado de Análise de Fertilizantes. Resultado Físico-Químico do 25% HÚMUS.** AMBIENTAL, C. D. T. A. E. Paracatu: Geraldo Jânio Lima 2022a.

_____. **Certificado de Análise de Fertilizantes. Resultado Físico-Químico do Húmus de Minhoca - HDM.** AMBIENTAL, C. D. T. A. E. Paracatu: Fernando Vilela 2022b.

_____. **Certificado de Análise de Fertilizantes. Resultado Físico-Químico do 50% HÚMUS.** AMBIENTAL, C. D. T. A. E. Paracatu: Geraldo Jânio Lima 2022c.

_____. **Certificado de Análise de Fertilizantes. Resultado Físico-Químico do SOLO.** AMBIENTAL, C. D. T. A. E. Paracatu: Geraldo Jânio Lima 2022d.

CAPORAL, F. R. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. In: FALEIRO, F. G. e NETO, A. L. D. F. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais.** 1ª Ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. chap. 29, p.1198. ISBN 978-85-7075-039-6. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/570974>. Access in: 24 maio 2023.

CARNEIRO, S. D. A. **Produção de tomate-cereja cultivado com diferentes adubos orgânicos em sistema agroflorestal.** 2022. 71 f Monografia (graduação) (Bacharel). Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba RN.

CFSEMG. **Extratos de definições, conceitos e legislação sobre fertilizantes. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5 a aproximação.** RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G., *et al.* Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais: 359 p. 1999.

CHEN, P. et al. Coronavirus disease (COVID-19): The need to maintain regular physical activity while taking precautions. **J Sport Health Sci**, v. 9, n. 2, p. 103-104, Mar 2020. ISSN 2213-2961 (Electronic) 2095-2546 (Print) 2213-2961 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32099716> >. Acesso em: 23 maio 2023.

COELHO, R. G. et al. Desenvolvimento e características produtivas de tomate do tipo cereja em diferentes compostos orgânicos. **Revista Espacios**, v. 39, n. 26, p. 29-41, 2018. ISSN 0798-1015. Disponível em: <

<http://asesoresvirtualesalala.revistaespacios.com/a18v39n26/a18v39n26p32.pdf> >. Acesso em: 2023-06-20T18:29:03.

COIMBRA, J. D. Á. A. **Considerações sobre a Interdisciplinaridade.** Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais. JR., A. P.;TUCCI, C. E. M., *et al.* São Paulo: Signus Editora 2000.

COSTA, J. M.; HEUVELINK, E. **INTRODUCTION: THE TOMATO CROP AND INDUSTRY.** Tomatoes. HEUVELINK, E. CABI Publishing: Crop production science in horticulture: 352 p. 2005.

COSTA, J. M.; HEUVELINK, E. **The global tomato industry.** Tomatoes. HEUVELINK, E. London - UK: CABI Publishing 2018.

COSTA, T. C. E. C. D. et al. **Sistema Agroflorestal, uma Estratégia para Recuperação Ambiental.** Documentos 231. MAPA. Sete Lagoas MG: Embrapa Milho e Sorgo: 29 p. 2018.

CRODA, J. et al. COVID-19 in Brazil: advantages of a socialized unified health system and preparation to contain cases. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 53, 2020-01-01 2020. ISSN 1678-9849. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0167-2020> >. Acesso em: 2023-05-23T18:39:32.

DA SILVA, L. F. et al. Potential of vermicomposting with mixtures of animal manure and vegetable leaves in the development of *Eisenia foetida*, microbial biomass, and enzymatic activity under semi-arid conditions. **Journal of Environmental Management**, v. 330, p. 117169, 2023/03/15/ 2023. ISSN 0301-4797. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722027426> >. Acesso em: 22 maio 2023.

DE OLIVEIRA APARECIDO, L. E. et al. Climate classification by Thornthwaite (1948) humidity index in future scenarios for Maranhão State, Brazil. **Environment, Development and Sustainability**, v. 25, n. 1, p. 855-878, 2023-01-01 2023. ISSN 1387-585X. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02082-9> >. Acesso em: 2023-09-27T17:21:10.

DIELEMAN, J. A.; HEUVELINK, E. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. **Journal of Horticultural Science**, v. 67, n. 1, p. 1-10, 1992. ISSN 0022-1589. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/00221589.1992.11516214> >. Acesso em: 2023-06-11T20:26:55.

DOMICIANO, S. A. et al. Análise sensorial, físico-química e bioquímica de tomate italiano cultivados nos sistemas orgânico e convencional. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 3, p. 72-81, 2021. ISSN 2179-6858. Disponível em: < <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0007> >. Acesso em: 2023-05-22T04:15:40.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Acompanhamento

químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 956-961, 2011-01-01 2011. ISSN 0100-4042. Acesso em: 2023-04-01T23:08:09.

DUFF, H. et al. Precision Agroecology. **Sustainability**, v. 14, n. 1, p. 106, 2021-12-23 2021. ISSN 2071-1050. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/su14010106> >. Acesso em: 2023-05-24T08:00:57.

DUME, B. et al. Composting and vermicomposting of sewage sludge at various C/N ratios: Technological feasibility and end-product quality. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 263, p. 115255, 2023/09/15/ 2023. ISSN 0147-6513. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651323007595> >. Acesso em: 2023-09-27T16:40:10.

DUSI, A. N. et al. **A cultura do tomateiro (para mesa)**. Brasília: EMBRAPA-SPI. Coleção Plantar: 92 p. 1993.

FAO et al. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2019. Safeguarding against Economic Slowdowns and Downturns**. Rome: FAO: 239 p. 2019.

FEIDEN, A. **Agroecologia: Introdução e Conceitos**. Agroecologia: Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica Sustentável. AQUINO, A. M. D. e ASSIS, R. L. D. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica 2012.

FELLER, C. et al. Charles Darwin, earthworms and the natural sciences: various lessons from past to future. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 99, n. 1-3, p. 29-49, 2003. ISSN 01678809. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00143-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00143-9) >. Acesso em: 27 maio 2023.

FERNANDES, M. E. D. S. et al. Manejo de Pragas. In: NICK, C.; SILVA, D. J. H., et al (Ed.). **TOMATE: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2018. chap. 7, p.237.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011-12-01 2011. ISSN 1413-7054. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001> >. Acesso em: 2023-05-08T00:20:51.

_____. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. **REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019-12-20 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: < <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450> >. Acesso em: 2023-05-07T00:33:04.

_____. SISVAR: Programa de análise estatística e planejamento de experimentos. **Versão 5.8 Build 92**, Universidade Federal de Lavras, p. Versão 5.8 Build 92, 2023. Available at: < <https://des.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html> >. Acesso em: 08 maio 2023.

FERREIRA, M. M. M. et al. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 141-145, 2006. ISSN 0102-0536. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200003> >. Acesso em: 2023-05-22T04:15:40.

FILHO, M. M. et al. **Guia para Identificação de Pragas do Tomateiro**. Circular Técnica 175. MAPA. Brasília DF: Embrapa: 98 p. 2019.

FRANCA, R. J. D. F.; LEITÃO, M. D. M. V. B. R.; CAMPECHE, F. D. S. M. PRODUTIVIDADE DO TOMATE CEREJA EM AMBIENTE PROTEGIDO E CÉU ABERTO EM FUNÇÃO DAS LÂMINAS E INTERMITÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 2, p. 1364-1370, 2017. ISSN 1982-7679. Disponível em: < 10.7127/rbai.v11n200628 >. Acesso em: 16 jul 2020.

FRANCILINO, A. H. et al. Perfil dos consumos de hortaliças no município de Iguatu-CE. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 9, n. 1, 2014. ISSN 1981-8203. Disponível em: < <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2619> >. Acesso em: 22 may. 2023. >.

FUNCEME. Estação Agrometeorológica da FUNCEME/IFCE ID: 35853 Localização: Long: -39.4436 Lat: -7.2122. Crato CE, 2022. Available at: < <http://funceme.br/pcd/estacoes> >. Acesso em: 2023-06-12T20:26:55.

GALDINO, A. G. et al. Produtividade de tomate cereja em sistema orgânico em função do uso de calcário, esterco e mulching. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 3, 2017. ISSN 1981-8203. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i3.4655> >. Acesso em: 2023-05-22T04:15:40.

GALINDO, E. et al. **Efeitos da pandemia na alimentação e na situação da segurança alimentar no Brasil**. Food for Justice Working Paper Series. MOTTA, R.; TEIXEIRA, M. A., et al. Berlin: Food for Justice: Power, Politics, and Food Inequalities in a Bioeconomy. 4 2021.

GARAU, M. et al. Impact of *Eisenia fetida* earthworms and biochar on potentially toxic element mobility and health of a contaminated soil. **Science of The Total Environment**, v. 806, p. 151255, 2022-02-01 2022. ISSN 0048-9697. Disponível em: < <https://centaur.reading.ac.uk/101013/> >. Acesso em: 2023-04-01T22:52:26.

GAWRYSZEWSKI, F. M. **Policromatismo e *stabilimentum* em *Gasteracantha cancriformis* (Araneae, Araneidae): caracterização e as hipóteses da atração de presas e da proteção da teia**. 2007. 82 Dissertação de Mestrado (MsC). Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília, Brasília - DF.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**. The Ecology of Sustainable Food Systems. ENGLER, E. W. New York: CRC Press: 405 p. 2014.

GLIESSMAN, S. R.; GARCIA, R.; AMADOR, M. The ecological basis for the

application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems. v. 7, n. 3, p. 173-185, 1981. ISSN 0304-3746. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/0304-3746\(81\)90001-9](https://doi.org/10.1016/0304-3746(81)90001-9) >. Acesso em: 24 maio 2023.

GLIESSMAN, S. R. et al. Agroecología: un enfoque sustentable de la agricultura ecológica. Qué es la agroecología? , 2006.

GOOGLE, E. P. **Google Earth Pro: versão 7.3.6.9345 (64-bit)**. Google Inc. 2022.

GUZMÁN, E. S. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável.** AQUINO, A. M. D. e ASSIS, R. L. D. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica: 517 p. 2014.

HUSSAIN, I. et al. Variability in indigenous Pakistani tomato lines and worldwide reference collection for Tomato Mosaic Virus (ToMV) and Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) infection. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, 2024-01-01 2024. ISSN 1519-6984. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1519-6984.253605> >. Acesso em: 2023-04-15T00:09:17.

IBGE. Indicadores IBGE - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Estatística da Produção Agrícola: Ibge: 98 p. 2023.

IFCE. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2014-2018: Campus de Crato.** (MEC), M. D. E. Crato: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) 2013.

_____. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2019-2023.** (MEC), M. D. E. Fortaleza - CE: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) 2018.

ISLA. A Super Semente. Catálogo, 2022. Available at: < <https://www.isla.com.br/media/catalogos/Catalogo%20ISLA.pdf> >. Acesso em: 14 maio 2023.

KHAN, S. N. et al. Field assessment and molecular markers-based characterization of yellow rust resistance in wheat hybrid progenies. **JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 32, n. 1, p. 127-137, 2022. ISSN 1018-7081. Disponível em: < <https://doi.org/10.36899/JAPS.2022.1.0409> >. Acesso em: 2023-09-23T23:20:16.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura.** KHATOUNIAN, C. A. Botucatu: Agroecológica: 345 p. 2001.

KIST, B. B. et al. **Anuário brasileiro de horti&fruti 2019.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta: 96 p. 2018.

LEITE, M. D. D. M. D. S. et al. Região metropolitana do cariri: uma análise socioeconômica e ambiental. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 35906-35919, 2020. ISSN 25258761; 25258761. Disponível em: <

<https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-222> >. Acesso em: 2023-05-31T11:39:55.

LI, Y.; QIN, Y.; RONG, P. Evolution of potential evapotranspiration and its sensitivity to climate change based on the Thornthwaite, Hargreaves, and Penman–Monteith equation in environmental sensitive areas of China. **Atmospheric Research**, v. 273, p. 106178, 2022/08/01/ 2022. ISSN 0169-8095. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809522001648> >. Acesso em: 2023-09-27T14:23:16.

LIMA, B. M. F. V.; MOREIRA, J. O. T.; PINTO, H. C. D. S. AVALIAÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DE MOSCA BRANCA EM TOMATE. **Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 36-42, 2011. ISSN 0100-316X; 1983-2125. Disponível em: < <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2003/pdf> >. Acesso em: 2023-06-12T20:26:55.

LIMA, G. G. D. S.; NASCIMENTO, A. D. R.; AZARA, N. A. PRODUÇÃO DE MUDAS. In: CLEMENTE, F. M. V. T. e BOITEUX, L. S. (Ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. chap. 4, p.344. ISBN 978-85-7035-125-8.

LINHARES, P. C. A. et al. Acúmulo de massa seca em feijão-caupi sob adubação orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 5, p. 133-137, 2016. ISSN 1981-8203. Disponível em: < <https://doi.org/10.18378/rvads.v11i5.3758.v11i5.3758> >. Acesso em: 2021-05-26T05:08:26.

LIU, M. et al. Maize (*Zea mays*) growth and nutrient uptake following integrated improvement of vermicompost and humic acid fertilizer on coastal saline soil. **Applied Soil Ecology**, v. 142, p. 147-154, 2019. ISSN 09291393. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.04.024> >. Acesso em: 2023-09-23T22:38:16.

MAPA. **Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Embalagem do Tomate, para fins de comercialização**. Instrução Normativa MAPA Nº 33 DE 18/07/2018. MAPA. Diário Oficial da União: SISLEGIS. IN 33/2018: 7 p. 2018.

_____. **Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura**. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 61, DE 08 DE JULHO DE 2020. CARLOS, M. R. E. Brasília: MAPA: 33 p. 2020.

MARCOS JUNIOR, A. D. et al. Classificação Climática de Thornthwaite para o Brasil com Base em Cenários de Mudanças Climáticas do IPCC-AR5. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 4, p. 647-664, 2018-12-01 2018. ISSN 1982-4351. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v33n4/0102-7786-rbmet-33-04-007.pdf> >. Acesso em: 2023-09-27T16:48:17.

MELLO, S. D. C. Exigências Climáticas e Ecofisiologia. In: NICK, C.; SILVA, D. J. H., et al (Ed.). **TOMATE: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2018. chap. 2,

p.237. ISBN 978-85-7269-597-8.

MICROSOFT. **Microsoft 365**. Microsoft® Excel® para Microsoft 365 Personal. Microsoft Corporation: Redmond, WA: Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (Versão 2306 Build 16.0.16529.20100) 64 bits; ID da Licença: CWW_2e3d7c44-f270-46f2-8a8c-9e70d7008d9f_2e3d7c44-f270-46f2-8a8c-9e70d7008d9f_b0c2d22bc267cd45e3; ID da Sessão: 9DC11B39-2D8F-422E-BBD4-93A82743B200 p. 2023.

MINHOBOX. Minhocas *Eisenia Andrei* Bouché. Tecnologia em minhocultura, 2021.

MOTTA, I. D. S. **Calda Bordalesa: utilidade e preparo**. Dourados MS: Embrapa Agropecuária Oeste. Panfleto. 2008.

MOURA, A. P. D. et al. **Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial**. Circular Técnica 129. MAPA. Brasília DF: Embrapa 2014.

NAKANO, H. et al. Quantitative trait loci analysis of the time of floral initiation in tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 199-210, 2016. ISSN 03044238. Disponível em: < [https://doi-org.ez138.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.scienta.2016.02.009](https://doi.org/ez138.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.scienta.2016.02.009) >. Acesso em: 2023-06-13T13:06:55.

NDEGWA, P. M.; THOMPSON, S. A. Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. **Bioresource Technology**, v. 75, n. 1, p. 7-12, 2000. ISSN 09608524. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00038-9](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00038-9) >. Acesso em: 2023-05-29T20:05:12.

NICK, C.; SILVA, D. J. H. A Cultura. In: NICK, C.; SILVA, D. J. H., et al (Ed.). **TOMATE: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed UFV, 2018. chap. 1, p.237. ISBN 978-85-7269-597-8.

OHTA, K. Changes in incidence of fruit cracking, yield, number and characteristics of cherry tomato cultivars developed in Japan during the last 20 years. **Journal of Applied Horticulture**, v. 19, n. 01, p. 22-28, 2017. ISSN 09721045. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.37855/jah.2017.v19i01.04> >. Acesso em: 2023-06-20T18:29:03.

PANIAGO, G. G. et al. Ecotoxicidade da água residual de suinocultura usando minhocas *Eisenia andrei* como bioindicador. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 447-455, 2016. ISSN 0871018X; 2183041X. Disponível em: < <https://doi.org/10.19084/RCA15067> >. Acesso em: 27 maio 2023.

PAREDES, C. et al. Influence of olive mill wastewater in composting and impact of the compost on a Swiss chard crop and soil properties. **Environ Int**, v. 31, n. 2, p. 305-12, Feb 2005. ISSN 0160-4120 (Print); 0160-4120 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15661299> >. Acesso em: 2023-05-29T10:14:55.

PEULVAST, J.-P. et al. Scarp morphology and identification of large-scale mass movements in tropical tablelands: the eastern Araripe basin (Ceará, Brazil). **Geomorphologie: Relief, Processus, Environnement**, n. 1, p. 33-52, 2011. ISSN 12665304. Disponível em: < <http://journals.openedition.org/geomorphologie/8800> >. Acesso em: 30 mar 2021.

PINTO, R. et al. Compostagem de resíduos provenientes da cultura de kiwi. v. 45, n. 4, p. 277-280, 2022. ISSN 2183-041X. Disponível em: < <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/download/28426/21353> >. Acesso em: 2023-05-28T22:08:55.

PIOTTO, F. A.; PEREIRA PERES, L. E. Genetic basis of growth habit and flowering in tomato and its importance in agriculture. **Ciência rural**, v. 42, n. 11, p. 1941-1946, 2012. ISSN 0103-8478. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012001100006> >. Acesso em: 22 maio 2023.

PIRES, I. C. G. et al. **Gestão ambiental de perdas no comércio hortifrúti. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças no Maranhão: estimativas, causas, impactos e soluções.** ALMEIDA, E. I. B.; FERRÃO, G. D. E., et al. São Luiz: EDUFMA: 160 p. 2020.

PRISM, G. **Graph Prism Software: Versão 9.5.1.733.** GraphPad Software LLC: San Diego: Prism 9 para Windows 64-bit p. 2023.

QUALITEC. **RELATÓRIO DE ENSAIO N° 1008562022 - Água.** Juazeiro do Norte - CE: QUALITEC - Análises Químicas e Microbiológicas: 2 p. 2022a.

_____. **RELATÓRIO DE ENSAIO N° 1008612022 – EV (Chorume).** Juazeiro do Norte - CE: QUALITEC - Análises Químicas e Microbiológicas: 2 p. 2022b.

QUIROZ, M.; FLORES, F. Nitrogen availability, maturity and stability of bokashi-type fertilizers elaborated with different feedstocks of animal origin. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 65, n. 6, p. 867-875, 2018. ISSN 0365-0340 1476-3567. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1524138> >. Acesso em: 26 maio 2023.

ROCHA, M. D. Q.; PEIL, R. M.; 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. 466-471, 2010-12-01 2010. ISSN 0102-0536. Acesso em: 2023-03-29T17:51:42.

RODRIGUES, R. A. S. **Olericultura.** Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A.: 224 p. 2019.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. D. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, n. 1, p. 95-112, 2002. Disponível em: < <https://doi.org/10.4215/rm.v1i1.198> >. Acesso em: 2021-05-28T17:13:42.

ROOS, E. et al. Influência do esterco de aves na produção do tomate cereja. **Anais**

(**Cadernos de Agroecologia**), v. 15, n. 2, p. 1-5, 2020. ISSN 2236-7934. Disponível em: < <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/5502/4608> >. Acesso em: 2023-06-20T18:29:03.

RSTUDIO. **RStudio Software: Versão 2023.06.1**. Posit Software PBC: Boston, MA: RStudio 2023.06.1+421 "Mountain Hydrangea" Release (583b465ecc45e60ee9de085148cd2f9741cc5214, 2023-06-05) for windows p. 2023.

SAAVEDRA, T. M.; FIGUEROA, G. A.; CAUIH, J. G. D. Origin and evolution of tomato production *Lycopersicon esculentum* in México. **Ciência Rural**, v. 47, n. 3, 2017-01-01 2017. ISSN 0103-8478. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160526> >. Acesso em: 2023-05-22T14:32:32.

SAEED, M. et al. Molecular Characterization of Diverse Wheat Genetic Resources for Resistance to Yellow Rust Pathogen (*Puccinia striiformis*). **Agronomy**, v. 12, n. 12, p. 2951, 2022-11-24 2022. ISSN 2073-4395. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/agronomy12122951> >. Acesso em: 2023-09-24T03:18:00.

SAMPAIO, E. V. D. S. B.; OLIVEIRA, N. M. B. D.; NASCIMENTO, P. R. F. D. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com *Egeria densa*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 995-1002, 2007-10-01 2007. ISSN 0100-0683. Acesso em: 2023-05-26T18:37:38.

SANTIAGO, E. J. P. et al. Qualidade do tomate cereja cultivado sob lâminas de irrigação em ambiente protegido e campo aberto. **Agrometeoros**, v. 26, n. 1, p. 213-221, 2018. ISSN 2526-7043. Disponível em: < <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26343> >. Acesso em: 10 ago 2020.

SANTOS, A. R. R. D.; SANTOS, C. A. D.; SANTOS, A. R. D. AS RELAÇÕES DE PODER NO SEMIÁRIDO NORDESTINO. **Revista Ambivalências**, v. 2, n. 4, p. 151, 2015-05-09 2015. ISSN 2318-3888. Disponível em: < <https://doi.org/10.21665/2318-3888.v2n4p151-164> >. Acesso em: 2023-05-22T05:15:59.

SAVI, P. J.; ANDRADE, D. J. D. Estratégias de manejo contra praga do bronzeamento do tomateiro. **Revista Cultivar**, 2020. Disponível em: < <https://revistacultivar.com.br/noticias/estrategias-de-manejo-contr-praga-do-bronzeamento-do-tomateiro> >. Acesso em: 2023-05-28T23:03:55.

SELEGUINI, A. **Híbridos de tomate industrial cultivados em ambiente protegido e campo, visando produção de frutos para mesa**. 2005. 71f (MsC). Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira.

SERAFIM, V. F.; GOMES, V. M.; SEIXAS, A. A. Manejo do pastejo para capim-Andropógon - revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, Garça**, v. 24, p. 1-9, 2015. ISSN 1679-7353. Disponível em: < http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/BScfbWp5XPHhybW_2015-3-24-14-41-47.pdf >. Acesso em: 22 maio 2023.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, 1965. ISSN 00063444. Disponível em: < <https://www.jstor.org/stable/2333709> >. Acesso em: 2023-09-2T02:42:00.

SILVA, A. A. D. et al. Cherry tomato production and seed vigor under irrigation with saline effluent from fish farming. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 6, p. 380-385, 2021. ISSN 1807-1929. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/XZSNCdDbtDMBkKzz8wFxfvL/?format=pdf&lang=en> >. Acesso em: 29 Apr 2022.

SILVA, A. C. D. et al. Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 33-40, 2011. ISSN 0100-316X. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237119874005.pdf> >. Acesso em: 2023-05-22T04:15:40.

SILVA, A. D. S. D. **Nível crítico tóxico de zinco em tomateiro cultivado em solos distintos**. 2022. 96 Tese (Doutor em Ciência do Solo). Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages SC.

SILVA, A. F.; SILVA, M. C. B. C. AGRICULTURA NO NORDESTE SEMIÁRIDO E OS RESÍDUOS ORGÂNICOS APROVEITÁVEIS. **REVISTA EQUADOR**, v. 5, n. 2, p. 102-119, 2016. Disponível em: < <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/4420/2836> >. Acesso em: 30 mar 2021.

SILVA, E. M. D. **Ecotoxicidade de resíduos sólidos urbanos e de lixo gerado em aterro sanitário**. 2022. 185 Tese (Doutorado). Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB.

SILVA, J. S. AGROECOLOGIA: BASE ESTRATÉGICA PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 01-06, 2010-03-23 2010. ISSN 1981-8203. Disponível em: < <https://doi.org/10.18378/rvads.v5i1.9238> >. Acesso em: 2023-04-03T02:58:08.

SIQUEIRA, T. M. O. D.; ASSAD, M. L. R. C. L. Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo (Brasil). **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 4, p. 243-264, 2015. ISSN 1414-753X. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1243V1842015> >. Acesso em: 28 maio 2023.

SOBREIRA, F. M. et al. Qualidade de sabor de tomates dos tipos salada e cereja e sua relação com caracteres morfoagronômicos dos frutos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1015-1023, 2010-08-01 2010. ISSN 1413-7054. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000400031> >. Acesso em: 2023-04-12T14:36:35.

SOOBHANY, N. Insight into the recovery of nutrients from organic solid waste through biochemical conversion processes for fertilizer production: A review. **Journal**

of **Cleaner Production**, v. 241, 2019. ISSN 09596526. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118413> >. Acesso em: 2023-05-29T18:15:55.

SOOBHANY, N.; MOHEE, R.; GARG, V. K. Recovery of nutrient from Municipal Solid Waste by composting and vermicomposting using earthworm *Eudrilus eugeniae*. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 3, n. 4, p. 2931-2942, 2015. ISSN 22133437. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.10.025> >. Acesso em: 2023-05-30T08:54:55.

SOUSA, A. S. D. et al. Spray-dried tomato powder: reconstitution properties and colour. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 4, p. 607-614, 2008-08-01 2008. ISSN 1516-8913. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000400019> >. Acesso em: 2023-04-04T14:26:02.

SOUZA, L. P. M. D. et al. Compostagem. **Revista Em Extensão**, v. 19, n. 2, p. 87-100, 2020-12-30 2020. ISSN 1982-7687. Disponível em: < <https://doi.org/10.14393/REE-v19n22020-55987> >. Acesso em: 2021-10-15T22:34:37.

SUN, K. et al. Analysis of metabolic and transcription levels provides insights into the interactions of plant hormones and crosstalk with MAPKs in the early signaling response of cherry tomato fruit induced by the yeast cell wall. **Food Chem (Oxf)**, v. 6, p. 100160, Jul 30 2023. ISSN 2666-5662 (Electronic) 2666-5662 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36619895> >.

SUTHAR, S. Nutrient changes and biodynamics of epigeic earthworm *Perionyx excavatus* (Perrier) during recycling of some agriculture wastes. **Bioresour Technol**, v. 98, n. 8, p. 1608-14, May 2007. ISSN 0960-8524 (Print); 0960-8524 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16901690> >. Acesso em: 2023-05-29T19:44:55.

TABORDA NORDI, N. et al. Adubação orgânica em cobertura na produção de jambu. **Comunicata Scientiae**, v. 13, p. e3827, 2022. ISSN 2177-5133; 2176-9079. Disponível em: < <https://doi.org/10.14295/CS.v13.3827> >. Acesso em: 26 maio 2023.

THORNTHWAITE, C. W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948. ISSN 00167428. Disponível em: < <http://www-jstor-org.ez138.periodicos.capes.gov.br/stable/210739> >. Acesso em: 2023-09-27T13:59:16.

TILZEY, M. The Political Ecology of Hedgerows and Their Relationship to Agroecology and Food Sovereignty in the UK. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, n. 752293, 2021. ISSN 2571-581X. Disponível em: < <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.752293> >. Acesso em: 24 maio 2023.

TOGNI, P. H. B. **Bases ecológicas para o manejo de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em sistemas orgânicos de produção de tomate**. 2009. 110 f (MsC). Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade de

Brasília, Brasília.

TOLEDO, M. et al. Monitoring of the composting process of different agroindustrial waste: Influence of the operational variables on the odorous impact. **Waste Manag**, v. 76, p. 266-274, Jun 2018. ISSN 1879-2456 (Electronic); 0956-053X (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29615278> >. Acesso em: 2023-05-28T22:08:55.

VASCONCELOS, O. L. S. et al. A compostagem como ferramenta de gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos produzidos em um microempreendimento hortifrutícola. **REVISTA FOCO**, v. 16, n. 02, p. e722, 2023-01-17 2023. ISSN 1981-223X. Disponível em: < <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n2-024> >. Acesso em: 2023-05-28T23:03:55.

VIEIRA, D. A. D. P. et al. Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 100-108, 2014. ISSN 1981-8203. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7388275> >. Acesso em: 2023-05-22T04:15:40.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. VIEIRA, R. F. Brasília - DF: Emprapa: 163 p. 2017.

VIEIRA, S. D. et al. Cultivares. In: NICK, C.; SILVA, D. J. H., et al (Ed.). **TOMATE: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2018. chap. 5, p.237. ISBN 978-85-7269-597-8.

WANG, F.; WANG, X.; SONG, N. Biochar and vermicompost improve the soil properties and the yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in plastic shed soil continuously cropped for different years. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 315, 2021. ISSN 01678809. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107425> >. Acesso em: 2023-09-23T21:04:16.

WANG, Q. et al. The origin, evolution and functional divergence of HOOKLESS1 in plants. **Commun Biol**, v. 6, n. 1, p. 460, Apr 26 2023. ISSN 2399-3642 (Electronic) 2399-3642 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37101003> >. Acesso em: 2023-09-23T14:46:16.

WINCK, M. F. et al. Vermicompostagem para o gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 3, p. 1-15, 2022-07-01 2022. ISSN 2176-9168. Disponível em: < <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n3e10169> >. Acesso em: 2023-04-01T15:29:34.

WOLLNI, M.; ANDERSSON, C. Spatial patterns of organic agriculture adoption: Evidence from Honduras. **Ecological economics**, v. 97, p. 120-128, 2014. ISSN 0921-8009; 1873-6106. Disponível em: < <https://doi.org.ez138.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.ecolecon.2013.11.010> >. Acesso em: 26

maio de 2023.

WU, Y. et al. Application of polysaccharide-rich solution derived from waste macroalgae *Enteromorpha prolifera* in cherry tomato preservation and utilizing post-extraction residue for crude bio-oil production. **Food Chem**, v. 409, p. 135301, May 30 2023. ISSN 1873-7072 (Electronic); 0308-8146 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36587516> >. Acesso em: 2023-01-10T22:32:19.

XIANG, W.; WANG, H. W.; SUN, D. W. Phytohormones in postharvest storage of fruit and vegetables: mechanisms and applications. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v. 61, n. 18, p. 2969-2983, 2021. ISSN 1549-7852 (Electronic) 1040-8398 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33356468> >. Acesso em: 2023-09-23T18:49:16.

ZHANG, C. et al. Nitrous oxide emissions from vermicompost preparation and application phases: Emission factors based on a meta-analysis. **Applied Soil Ecology**, v. 183, 2023. ISSN 09291393. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104769> >. Acesso em: 2023-09-23T20:42:16.

ZHANG, L.; SUN, X. Influence of sugar beet pulp and paper waste as bulking agents on physical, chemical, and microbial properties during green waste composting. **Bioresour Technol**, v. 267, p. 182-191, Nov 2018. ISSN 1873-2976 (Electronic); 0960-8524 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30021150> >. Acesso em: 2023-05-29T11:19:21.

ZHOU, Y. et al. A green approach to copper biodegradation and sustainable agriculture application by vermicomposting in pig manure. **Sci Total Environ**, v. 873, p. 162329, May 15 2023. ISSN 1879-1026 (Electronic) 0048-9697 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36805068> >. Acesso em: 2023-09-23T19:16:16.

ZUCCHI, R.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139.