



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

NIELE RODRIGUES FERREIRA

AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATE

Colinas do Tocantins – TO

2023

NIELE RODIGUES FERREIRA

AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Bacharelado em
Engenharia Agrônômica, do *Campus* Colinas
do Tocantins, do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Tocantins, como
exigência à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

Orientador: Dr. Sérgio Alves de Souza

Colinas do Tocantins – TO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

F383a Ferreira, Niele Rodrigues
AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE TOMATE / Niele Rodrigues Ferreira. – Colinas do Tocantins, TO, 2023.
41 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Colinas do Tocantins, Colinas do Tocantins, TO, 2023.

Orientador: Dr. Sérgio Alves de Souza

1. Solanum lycopersicum. 2. Desenvolvimento. 3. Plantas. I. Alves de
Souza, Sérgio. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

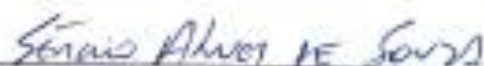
NIELE RODRIGUES FERREIRA

**AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE
TOMATE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
Bacharelado em Engenharia
Agrônoma, do Campus Colinas do
Tocantins, do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, como exigência à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Agrônoma.

Aprovado em 13 de dezembro de 2023

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sérgio Alves de Souza (Orientador) – IFTO



Prof. Msc. Daniel Santana Colares - IFTO



Prof. Dr. Marcus André Ribeiro Correia – IFTO

DEDICATÓRIA

À minha família: Meus pais, Nelício e Josefina;
minhas irmãs, Nilziele e Narielle, meu esposo e
filha, Ailson e Bárbara.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e oportunidades.

Aos meus pais, Nelício e Josefina, que mesmo longe sempre me apoiaram, me incentivaram e me colocaram em suas orações.

As minhas irmãs, Nilziele e Narielle, pelo apoio, carinho e amor.

Ao meu querido esposo, Ailson Júnior, pelo apoio, incentivo, parceria, paciência nos meus momentos de estresse, pelo carinho e amor.

A minha filha, Bárbara, pela compreensão, parceria, paciência e por todas as vezes que me acompanhou na faculdade.

A todos os professores que participaram dessa caminhada, pelos ensinamentos, parceria e dedicação.

Ao meu orientador, professor doutor Sérgio, pela orientação, por ter sempre me motivado, pelas conversas, pelas críticas, por ter aturado meus momentos de estresse e ansiedade, pelos ensinamentos e parceria.

Ao professor doutor Marcus André e ao professor mestre Daniel Colares, pela participação na banca e pelas contribuições ao trabalho.

Aos meus amigos do curso, Vitória Eduarda, Lindamares, Ricardo, Warley, Natália, Marcos e Beatriz, que foram parceiros no decorrer dessa jornada, pela ajuda, amizade, paciência e lealdade.

A todos os meus familiares e amigos que sempre me apoiaram, pelas orações e mensagens de incentivo.

O meu muito obrigado.

RESUMO

A cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é de grande importância econômica e social, pois é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo. O cultivo do tomate tem sido realizado em diferentes sistemas de produção. Em qualquer tipo de sistema adotado, a produção de mudas de qualidade é de fundamental importância. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes composições de substratos para a produção de mudas de tomates em Colinas do Tocantins. O experimento foi conduzido no viveiro de Olericultura, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), *Campus* Colinas do Tocantins. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com dez tratamentos e três repetições em arranjo fatorial 5x2. Os tratamentos foram constituídos por duas variedades de tomate (saladete e cereja), e cinco substratos, sendo dois substratos comerciais e três substratos formulados a partir de casca de arroz carbonizada, vermiculita, fosfato natural, húmus de minhoca e esterco de aves. Para as duas variedades de tomates foram avaliados os seguintes substratos: S₁ (fosfato natural + vermiculita + casca de arroz + húmus + esterco de aves, na proporção de 1:1:1:1:1, em peso), S₂ (fosfato natural + vermiculita + casca de arroz + húmus + esterco de aves, na proporção de 1:1:1:1:2, em peso), S₃ (fosfato natural + vermiculita + casca de arroz + húmus + esterco de aves, na proporção de 1:1:1:1:3, em peso), S₄ (Substrato Comercial 1) e S₅ (Substrato Comercial 2). Foram avaliadas as características de número de folhas por planta, altura de planta, comprimento de raiz, diâmetro de caule, massa fresca da raiz, massa seca da raiz, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea. Os substratos testados neste estudo, compostos por cama de frango, húmus de minhoca, vermiculita, fosfato natural e casca de arroz carbonizada, apresentaram bom desempenho na produção de mudas de tomate. Apesar das mudas obtidas nos substratos 1, 2 e 3 terem desenvolvimento semelhante, recomenda-se utilizar o substrato 1 em função da menor quantidade de cama de frango que foi utilizado na sua composição, o que pode gerar economia no custo de produção do tomate. Nas condições testadas, os substratos comerciais não mostraram um bom desempenho na produção das mudas de tomate.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Desenvolvimento. Plantas.

ABSTRACT

Tomato cultivation (*Solanum lycopersicum* L.) holds significant economic and social importance as it is the second most cultivated vegetable globally. Tomato cultivation is commercially carried out in various production systems, and regardless of the adopted system, the production of high-quality seedlings is crucial. In this commercial, this study aims to evaluate commercial substrate compositions for tomato seedling production in Colinas in Tocantins state. The experiment was conducted in the Horticulture greenhouse at the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Tocantins (IFTO), Campus Colinas do Tocantins. The experimental design used was randomized complete blocks with ten treatments and three replications in a 5x2 factorial arrangement. The treatments consisted of two tomato types (plum and cherry) and five substrates, including two commercial substrates and three substrates formulated from carbonized rice husk, vermiculite, natural phosphate, worm humus, and poultry manure. For both tomato varieties, the following substrates were evaluated: S1 (natural phosphate + vermiculite + rice husk + humus + poultry manure, in a 1:1:1:1:1 ratio, by weight), S2 (natural phosphate + vermiculite + rice husk + humus + poultry manure, in a 1:1:1:1:2 ratio, by weight), S3 (natural phosphate + vermiculite + rice husk + humus + poultry manure, in a 1:1:1:1:3 ratio, by weight), S4 (Commercial substrate 1), and S5 (Commercial substrate 2). Characteristics such as the number of leaves per seedling, seedling height, root length, stem diameter, fresh root mass, dry root mass, fresh above-ground mass, and dry above-ground mass were evaluated. The substrates tested in this study, composed of chicken litter, earthworm humus, vermiculite, natural phosphate and carbonized rice husk, showed good performance in the production of tomato seedlings. Although the seedlings obtained in substrates 1, 2 and 3 have similar development, it is recommended to use substrate 1 due to the smaller amount of frago litter that was used in its composition, which can generate savings in tomato production costs. Under the tested conditions, commercial substrates did not perform well in the production of tomato seedlings.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Development. Plants.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química dos diferentes substratos utilizados na produção de mudas de tomate, IFTO, Colinas do Tocantins-TO.	26
Tabela 2. Resumo da análise de variância para número de folhas por planta (NFP), altura de plantas (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro do caule (DC), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA), de mudas de tomate cereja e saladete, produzidas em diferentes substratos em Colinas do Tocantins, Tocantins, 2023.	28
Tabela 3. Valores médios de número de folhas por plantas (NFP), comprimento da raiz (CR), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) em função de diferentes substratos duas variedades de tomate. IFTO, Colinas do Tocantins-TO, 2023.	299
Tabela 4. Valores médios de altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA), duas variedades de tomates produzidas em diferentes tipos de substratos. IFTO, Colinas do Tocantins-TO, 2023.	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Cultura do tomate.....	12
2.2 Importância econômica e social do tomate.....	14
2.3 Produção de mudas	16
2.4 Substratos.....	17
2.4.1 Cama de frango.....	19
2.4.2 Casca de arroz carbonizada.....	20
2.4.3 Vermiculita.....	21
2.4.4 Húmus de minhoca	22
2.4.5 Fosfato Natural	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Localização do estudo.....	23
3.2 Delineamento e área experimental.....	24
3.3 Preparo dos substratos	25
3.4 Análise das variáveis	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5 CONCLUSÃO.....	33
6 REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L.) apresenta grande importância econômica e social, pois é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, e produz frutos ricos em vários nutrientes e vitaminas (PEIXOTO *et al.*, 2017; MOURA: GOLYNSKI, 2018). Trata-se de uma espécie que está presente na mesa do brasileiro in natura ou em molhos, sucos, extratos e derivados, depois da alface é a hortaliça mais consumida no Brasil (MAKISHIMA *et al.*, 2004, CONAB, 2019).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, em 2021 o Brasil foi o décimo país que mais produziu tomate no mundo (FAO, 2023). Em 2022, o Brasil produziu 3.809.986 toneladas de tomate em uma área de 54.502 hectares, com um rendimento médio de 69.905 quilos por hectare. O tomateiro é cultivado em todo o território nacional, destacando-se o estado de Goiás como o principal produtor (IBGE, 2023).

O cultivo do tomate tem sido realizado tanto em ambiente de cultivo protegido como em campo aberto, em cultivo convencional ou em sistemas de cultivo orgânico (DELAZARI; FONTES; SILVA, 2019; ALVARENGA; BRAGA, 2022). Em todos esses sistemas a produção de mudas de qualidade é de fundamental importância. Segundo Cerqueira *et al.* (2015), a produção de mudas de alta qualidade é o que garante o sucesso do cultivo de hortaliças.

A semente do tomateiro é muito sensível às adversidades climáticas, ao desbalanço hídrico e à temperatura do solo, à profundidade de semeadura e ainda ao contato da superfície específica do solo com a semente no solo. Desta forma, a necessidade de produzir mudas do tomateiro é uma consequência direta destes fatores e ainda pelo tamanho das sementes e das reservas presentes no endosperma (GOTO e SILVA, 2018). Para Negreiros *et al.* (2004), o desenvolvimento de mudas vigorosas requer um conjunto de fatores importantes, desde o poder germinativo adequado das sementes, suprimento adequado de água, nutrientes e oxigênio, e suporte físico com substrato de qualidade.

Um dos sistemas mais difundidos para a produção de mudas é o produzido em bandejas que dá ao produtor a vantagem de reduzir 1/3 do tempo para a colheita com um custo de apenas 1% do total da produção. Berinjela, tomate, alface e pimentão são produzidos neste sistema em que o próprio produtor pode produzir os substratos ou utiliza substratos comerciais (NEGREIROS *et al.*, 2004).

O termo substrato aplica-se em horticultura a todo material sólido, natural, residual, mineral ou orgânico que quando colocado em um recipiente, em forma pura ou em mistura, permite a fixação e nutrição do sistema radicular (LOPEZ, 2005). Dessa forma, o substrato deve

proporcionar equilíbrio adequado entre umidade e aeração, ser isento de patógenos e pragas de solo e livre de plantas daninhas, ser rico em nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plântulas, pH adequado, textura e estrutura adequadas (LOPEZ, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2022). Para se escolher um substrato é importante observar as características físicas, químicas e biológicas, além do custo e disponibilidade.

Os substratos são compostos, pela mistura de diferentes materiais, tais como vermiculita, casca de arroz carbonizada, turfa, húmus de minhoca, compostos orgânicos, resíduos da agroindústria (casca de árvores e amendoim, maravalha e bagaço de cana) e solo. (FONSECA, 2001; SILVA; PEIXOTO; JUNQUEIRA, 2001). A casca de arroz carbonizada propicia melhor porosidade, pode ser utilizada para melhorar as características físico-hídricas dos substratos e fornece teores de K e Ca que são macronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plântulas (KLEIN *et al.*, 2002; MELO, *et al.*, 2014; FAVALESSA, 2011).

O húmus de minhoca é rico em fósforo, cálcio e potássio, é uma boa opção para compor substratos para produção de mudas (ARAÚJO *et al.*, 2009). A vermiculita apresenta uniformidade na composição química e granulométrica, porosidade, capacidade de retenção de água e baixa densidade (FIGLIOLIA, *et al.*, 1993; MARTINS, *et al.*, 2009).

Existem diversos trabalhos realizados com o objetivo de avaliar diferentes tipos de composições de substratos para a produção de mudas de berinjela (CAMARGO *et al.*, 2018), alface (FREITAS *et al.*, 2013), pimenta e pimentão (SILVA *et al.*, 2019) e até para o tomate (CERQUEIRA *et al.*, 2015). Porém, é sempre importante testar novas formulações que atendam a realidade de produtores locais, com a utilização de materiais que podem ser obtidos na região. Principalmente pelo fato de que os substratos comerciais disponíveis apresentam custo elevado.

O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes composições de substratos para a produção de mudas de tomates em Colinas do Tocantins.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do tomate

O tomate é uma das mais importantes hortaliças cultivadas no mundo, podendo ser cultivado em todas as regiões tropicais e subtropicais (PEIXOTO *et al.*, 2017). É uma dicotiledônea pertencente à ordem Tubiflorae, família Solanaceae, gênero *Solanum* (*Lycopersicon*), cuja espécie domesticada e amplamente cultivada é a *Solanum lycopersicum* L. (ALVARENGA; BRAGA, 2022).

O tomate é originário do Centro Sul Americano, do Equador até o norte do Chile. Estudos sugerem que sua domesticação tenha ocorrido no México. Na época da chegada dos espanhóis à América o tomate já estava integrado à cultura Asteca, era conhecido como “tomati”, da língua natural do México na época, posteriormente dando origem ao nome tomate (ALVARENGA; BRAGA, 2022; DELAZARI; FONTES; SILVA, 2019).

O tomateiro é uma planta herbácea, de caule flexível, que pode apresentar desenvolvimento na forma rasteira, semiereta ou ereta. Embora seja uma planta perene, é cultivada como anual (ALVARENGA; BRAGA, 2022). Da semeadura até a produção de novas sementes, o ciclo biológico varia de 4 a 7 meses. Em casa de vegetação, o ciclo e a colheita podem prolongar-se ainda mais. A floração e a frutificação ocorrem juntamente com a vegetação. As folhas, pecioladas, são compostas por número ímpar de folíolos (FILGUEIRA, 2008).

A planta apresenta dois hábitos de crescimento distintos, que condicionam a condução da cultura. O hábito indeterminado é aquele que ocorre na maioria dos cultivares de mesa, que são tutoradas e podadas, com caule atingindo mais de 2,5 m de altura. Ocorre dominância da gema apical sobre as gemas laterais, que se desenvolvem menos. O crescimento vegetativo da planta é vigoroso e contínuo, ocorrendo juntamente com a produção de flores e frutos (FILGUEIRA, 2008).

O hábito determinado ocorre nas cultivares melhoradas ou desenvolvidas especialmente para cultura rasteira, com a finalidade agroindustrial. As hastes atingem apenas 1 m, apresentando um cacho de flores na extremidade. Há crescimento vegetativo menos vigoroso, as hastes crescem mais uniformemente e a planta assume a forma de uma moita (FILGUEIRA, 2008).

O ciclo do tomateiro pode ser dividido em quatro fases distintas. O primeiro estágio compreende o período que vai do transplântio até o pleno pegamento das mudas (início de novas brotações), fase essa que dura em torno de uma a duas semanas e é nomeado usualmente de estabelecimento inicial. O segundo estágio, vegetativo, abrange o período entre o pleno estabelecimento das mudas até o início do florescimento, com duração de cinco a seis semanas. O terceiro estágio, a frutificação, se prolonga até o início da maturação dos frutos e tem duração de cinco a seis semanas. E o quarto estágio, a maturação, com duração de três a quatro semanas, vai do início da maturação até a colheita (ALVARENGA; BRAGA, 2022).

Para se instalar um plantio de tomate alguns fatores devem ser observados como temperatura, umidade do ar e luz, além dos nutrientes e água (GUIMARÃES *et al.*, 2007). Quanto maior a duração da luminosidade maior a taxa de produção de folhas e também exerce

influência no amadurecimento e formação dos pigmentos do tomate. E com o excesso da umidade do ar o desenvolvimento da planta é menor e é grande a incidência de doenças, já a baixa umidade provoca a desidratação dos tecidos, polinização deficiente e queda das flores (LOPES; STRIPARI, 1998; MINAMI; HAAG, 1989). Para o plantio do tomate as propriedades químicas, físicas e biológicas devem ser levadas em consideração. O solo ideal deve ser areno-argiloso, profundo, solto, permeável, bem drenado e pouco ácido. O pH ideal do solo está entre 5,5 a 6,8 (BRAGA, 2012, EMBRAPA, 2006).

Os tomateiros podem ser cultivados em vários sistemas. No Brasil o cultivo em campo aberto é o mais utilizado, podendo haver diferenças entre regiões, mas isso não prejudica esse sistema. O cultivo em ambiente protegido é cuidadosamente estabelecido em estufas. Área acessível, solo com boa capacidade de retenção de água e sem pedras são fatores a considerar neste tipo de sistema (EMBRAPA, 2021).

Um sistema de interesse é o cultivo orgânico. Este é um sistema crescente que não utiliza agrotóxicos na produção e está crescendo em todo o mundo, o Brasil é o segundo produtor orgânico da América Latina (ALVES, 2012). No entanto, a produção orgânica não tem capacidade para satisfazer as necessidades de produção ou as necessidades da população devido às limitações das culturas, tais como doenças e pragas (ALVARENGA; BRAGA, 2022).

Para atender à alta demanda pelo produto, são utilizados sistemas agrícolas convencionais, pois o tomate precisa ser produzido em grandes quantidades e é muito vulnerável a pragas, doenças e ervas daninhas. O cultivo convencional de tomate é utilizado para evitar perdas de colheita fazendo uso de produtos químicos sintéticos, como pesticidas, herbicidas e fertilizantes (NASCIMENTO, 2013).

2.2 Importância econômica e social do tomate

O tomate é uma cultura que tem ótimas perspectivas econômicas. Segundo os últimos dados da FAO para o ano de 2021, a China é atualmente o maior produtor mundial de tomate, seguida pela Índia, Turquia, Estados Unidos, Itália, Egito, Espanha, México, e o Brasil (FAO, 2023).

De acordo com o levantamento da Produção Agrícola Municipal do IBGE para o ano de 2022, a região Sudeste se destaca com a maior produção de tomate, apresentando 1.791.919 toneladas. A região Norte é a com menor produção, apenas 14144 toneladas. Os estados de Goiás (993.452 toneladas), São Paulo (917.349 toneladas) e Minas Gerais (578.116 toneladas) se destacam como os maiores produtores de tomate no Brasil (IBGE, 2023).

Segundo IBGE (2023), em 2022 a área colhida de tomate no Brasil foi de 54.502 hectares, com produtividade média de 69.905 quilos por hectare. A produção brasileira concentra-se nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste, tendo o estado de Goiás como o principal produtor (IBGE, 2019).

A produção brasileira de tomate para processamento industrial é a nona maior do mundo (3.614.934,43 toneladas), ficando atrás de países como os EUA (12.683.365,07 toneladas), Itália (6.245.312,31 toneladas), e Espanha (4.164.825,21 toneladas) (FAO, 2021).

O cultivo de tomate gera emprego e possibilita uma renda mensal significativa na agricultura familiar (MAKISHIMA *et al.*, 2004). No Brasil, a cadeia agroindustrial do tomate classifica-se como dinâmica, eficiente e competitiva. A elevada importância socioeconômica desta cadeia se consolida principalmente pela geração de emprego e renda em todos os setores componentes dos respectivos elos. O cultivo do tomateiro exige alto nível tecnológico e intensa utilização de mão de obra, pois, embora mecanizada em todas as fases, a tomaticultura industrial ainda absorve expressivo contingente de trabalhadores. Estima-se que, do preparo do solo até a colheita, são empregadas diretamente por ano de 4 a 5 pessoas por hectare. Por conseguinte, são gerados anualmente pela cultura, em média 106.290 postos de trabalho (CLEMENTE, *et al.*, 2012).

O tomate é uma tendência no crescimento econômico por ser bastante acessível ao consumidor devido ao seu preço e disponibilidade no mercado. É um fruto saudável, rico em antioxidantes que combatem os radicais livres que retardam o envelhecimento, além de conter vitaminas C, A e B9, sais minerais como cálcio, fósforo, magnésio e potássio (MAKISHIMA *et al.*, 2004).

Os benefícios do consumo de tomate para a saúde são devido à presença de substâncias antioxidantes. O licopeno é o componente considerado responsável pela verificação de maior benefício para a saúde humana. Atua como um eliminador de oxigênio singlete no corpo humano. Ao proteger as moléculas de lipídios, lipoproteínas de baixa densidade, proteínas e o DNA da ação dos radicais livres, o licopeno previne os danos celulares, o câncer e outras doenças crônicas (CÁMARA, *et al.*, 2013).

Seu consumo reduz o risco de as pessoas desenvolverem diversas patologias. O consumo regular previne no ser humano, a manifestação de doenças que acometem os sistemas cardiovascular e circulatório, assim como, diversos cânceres (oral, esofágico, de mama, pulmonar, estomacal, pancreático, de próstata, do colo do útero e cólon-retal). Contribui para a redução do colesterol, controle da pressão arterial, dos níveis de açúcar no sangue, das

enxaquecas, prevenção de danos celulares, catarata e na melhoria do sistema imunológico (BHOWMIK *et al.*, 2012).

A produtividade e a qualidade nutricional do tomate são influenciadas diretamente pela formação das mudas, pois está é uma das fases mais importantes para o ciclo da cultura através da relação direta entre mudas saudáveis e aumento de produção a campo (CARMELLO, 1995; CAMPANHARO *et al.*, 2006).

Dentro dessa ótica, o primeiro passo para um plantio de sucesso é a produção de mudas de alta qualidade como forma de se obter plantas uniformes, com elevado potencial produtivo e nutricional.

2.3 Produção de mudas

A propagação das plantas pode ser feita por semeadura direta ou produção de mudas, a partir de semeadura em recipientes e posterior transplantio para local definitivo. Mudas são todas as formações vegetais de qualquer espécie e natureza, produzidas por reprodução assexuada ou sexuada, cuja finalidade é a propagação de plantas (MODOLO, 2015).

A produção de mudas é uma etapa do processo produtivo essencial para o sucesso da exploração olerícola. Acredita-se que 60% do sucesso da lavoura vem do plantio de mudas de alta qualidade (NASCIMENTO, *et al.*, 2022).

Para a produção de mudas de tomates o método mais utilizado e difundido é por meio de sementes (FERNANDES, *et al.*, 2004). A produção de mudas pode ser feita em bandejas de isopor, que tem a vantagem de ser mais fácil de semear e manusear. Possibilita uma melhor gestão da higiene e nutrição, facilita o transporte até o local final e reduz a necessidade de replantio (EMBRAPA, 2006).

Segundo Wendling *et al.* (2006) as mudas podem ser produzidas em bandejas de polietileno, bandejas de plástico, tubetes, sacos plásticos e recipientes descartáveis, sendo acondicionadas em ambiente aberto ou protegido. Mudas produzidas em recipientes apresentam elevado índice de pegamento após o transplante (MINAMI, 1995), economia de substrato e melhor utilização da área do viveiro (OLIVEIRA *et al.*, 1993).

Além dos recipientes, outro requisito importante na produção de mudas de qualidade é a utilização de substrato, que é limitada pelo seu custo e qualidade. Existem diversas formulações e composições de substratos minerais e orgânicos para a produção de mudas (RODRIGUES *et al.*, 2010).

2.4 Substratos

Substrato para planta refere-se a todo material poroso, que pode ser usado puro ou em mistura, que quando, colocado em um recipiente, tem a função de sustentar a muda e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento e para o funcionamento do sistema radicular, assim como os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta (VENCE, 2008).

Segundo o Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, na fabricação de substrato para plantas, deve ser observada a compatibilidade das matérias-primas e componentes utilizadas. As matérias-primas não devem conferir características indesejáveis ao produto, sejam estas físicas, químicas ou biológicas, de modo que prejudiquem sua qualidade a ponto de comprometer os fins a que se destinam, estas também não devem apresentar contaminação por agentes fitotóxicos, agentes patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas, além dos limites estabelecidos em lei, regulamentos ou atos administrativos próprios (BRASIL, 2004).

Atualmente os substratos são o meio de produção de mudas e o material de propagação dominante na olericultura. Isso se deve à disponibilidade de diversos materiais puros ou misturas, bem como ao conhecimento técnico produzido por empresas fabricantes, instituições de pesquisa, extensão e ensino, o que tem levado à ampla utilização de bandejas e recipientes multicelulares entre produtores e consumidores (EMBRAPA, 2020).

O substrato influencia bastante no desenvolvimento e na aclimatização das mudas através de suas características físicas, químicas e biológicas, podendo ser considerado um bom substrato aquele que proporciona boas condições de umidade, teor de nutrientes, disponibilidade de nutrientes e de água, macro e microporosidade, capacidade de troca de cátions, boa regeneração às raízes e uniformidade (BARRETO *et al.*, 2018; NORONHA *et al.*, 2018).

A utilização de substratos também se justifica por razões de proteção ambiental, ou seja, muitos produtos utilizados nas preparações provêm de fontes orgânicas, onde certos microrganismos fazem compostagem e/ou decompõem diversos materiais, principalmente resíduos vegetais e subprodutos agrícolas. materiais mais estáveis, ricos em nutrientes facilmente absorvidos pelas plantas. Em áreas de produção familiar ou de pequena escala, a utilização de estruturas como composteiras e minhocários tem como finalidade a produção de composto orgânico e húmus que é adicionado às composições de substratos para a produção de mudas de hortaliças (EMBRAPA, 2020).

Existem diversas formulações e composições de substratos comerciais. Os substratos comerciais são produzidos por empresas que formulam e embalam substratos para a cadeia produtiva de mudas, como é o caso das hortaliças, destinadas tanto ao pequeno como ao grande produtor. Devido à crescente especialização dos produtores de mudas de hortaliças e à crescente demanda por mudas de maior qualidade, a maior parte dos substratos atualmente disponíveis no mercado atendem às especificações técnicas exigidas como qualidade, homogeneidade e estabilidade do produto e oferecem garantia aos produtores de mudas de hortaliças (EMBRAPA, 2020). Desta forma, os produtores obtêm insumos confiáveis que possibilitam a produção de mudas de alto padrão

Existem no mercado alguns substratos comerciais que se destacam, como Carolina Soil, Hortimix, Maxxi Terra Nova, Plantmax e Bioplant. Em estudos realizados com a produção de mudas de tomates, Sampaio *et al.* (2008) e Diniz *et al.* (2006), usaram respectivamente, os substratos comerciais Hortimix e Plantmax. Nestes estudos os autores observaram que os substratos comerciais foram superiores quando comparadas aos substratos formulados que continham fibra de coco, humus de minhoca ou vermiculita. O substrato Carolina Soil foi testado em produção de mudas de pimenta e pimentão, e se mostrou o mais adequado para produção de mudas (SILVA, *et al.*, 2019). Paixão (2012), testando o substrato Bioplant na produção de mudas de mamoeiro, concluiu que foi o melhor para produção das mudas.

A formulação dos substratos vai depender da necessidade de cada produtor. Em todas regiões que produzem hortaliças é difícil encontrar produtores que não utilize substrato na produção de mudas, alguns já tem a sua própria receita em vista que os substratos comerciais tem um alto custo (EMBRAPA, 2020). Em muitas regiões, como em Colinas do Tocantins, esse custo se torna ainda mais alto em função do frete, visto que as empresas fornecedoras se encontram distantes do local de produção. Neste contexto, é vantajoso para o produtor formular seu substrato com materiais que podem ser encontrados na própria propriedade, como esterco de animais, casca de árvores e casca de arroz.

Para a produção de mudas de tomate Campanharo *et al.* (2006) destacam que, a utilização de resíduos orgânicos agroindustriais é uma alternativa viável, pois usa-se a reciclagem desses resíduos, reduzindo os custos de tratamento, assim como Luz *et al.* (2004) comentam sobre a possibilidade de utilização de lixo urbano.

Os substratos orgânicos para a produção de mudas de tomateiro devem apresentar características físicas adequadas ao desenvolvimento da futura plântula, como por exemplo, retenção de umidade, drenagem do excesso de água e fornecimento de oxigênio e nutrientes (LEAL *et al.*, 2007). Os materiais para produção de substratos podem ser de diferentes origens,

sendo animal (esterco e húmus), vegetal (restos de culturas, bagaços, casca de arroz carbonizada, serragem, pó de coco etc.) e mineral (vermiculita, perlita e areia) (BEZERRA, 2003).

2.4.1 Cama de frango

A cama de frango é definida como o produto de uma mistura de excrementos de aves, penas, restos de material sólido e orgânico utilizados no piso dos aviários e resíduos de ração dos comedouros (ALVES, 1991). A compostagem é o processo básico para utilização de cama de frango. A falta de compostagem pode causar danos às culturas e ao meio ambiente, incluindo aumento da temperatura do solo, queima de raízes e crescimento de patógenos. Danos biológicos às plantações, criação de moscas, contaminação química da água e outros riscos ambientais (AGNOL, 2023).

A cama de frango é uma excelente fonte de nutrientes em comparação com outros tipos de esterco, como o esterco bovino. A cama de frango contém altas concentrações de nutrientes, mesmo em pequenas quantidades, e fortalece as misturas com substratos comerciais, o método prático é econômico para os produtores de viveiros e reduz o desperdício da produção avícola. Rentável devido ao reaproveitamento de materiais, na produção de mudas fornecem diversos macro e micronutrientes que afetam diretamente o vigor e a qualidade das mudas, sendo fatores exponenciais em plantas adultas no campo ou em casa de vegetação (MAZZUCHELLI, *et al.*, 2014).

A cama de frango é composta, em média por: 14 g kg⁻¹ de N; 8 g kg⁻¹ de P; 7 g kg⁻¹ de K; 23 g kg⁻¹ de Ca; 5 g kg⁻¹ de Mg; 2 g kg⁻¹ de S; 138 mg kg⁻¹ de Zn; 14 mg kg⁻¹ de Cu; e 2 mg kg⁻¹ de Ni (RAIJ *et al.*, 1996). Ao passo que, Kiehl (2010) cita que as camas de aves possuem, em média, 25 g kg⁻¹ de N; 16 g kg⁻¹ de P; 20 g kg⁻¹ de K; 22 g kg⁻¹ de Ca; 5 g kg⁻¹ de Mg; 270 mg kg⁻¹ de Zn; e 300 mg kg⁻¹ de Mn.

O substrato enriquecido com o esterco de aves, adquire características de um bom substrato para mudas de hortaliças, como a capacidade de retenção e absorção de água, devido aos coloides da matéria orgânica, condições de aeração as raízes, capacidade de disponibilização imediata de macro e micronutrientes, isenção de patógenos e organismos saprófitas além de ser considerado leve (MAZZUCHELLI, *et al.*, 2014).

Uma outra característica do esterco de aves é que, ele é aplicado, normalmente, junto com a cama, que é colocada para acomodar frangos em aviários. Este material quando bem

curtido, apresenta-se bem farelado, escuro e frio, é rico em N e não apresenta excesso de NH_3 (WEINÄRTNER *et al.*, 2006).

Em estudo realizado por Mazzuchelli, *et al.* (2014), ele avaliou a produção de mudas de melão utilizando esterco de aves, obteve resultado de que acrescentando 4% do esterco de galinha ao substrato comercial Bioplant foi mais eficiente, resultando em mudas com maior desenvolvimento no sistema radicular e uma tendência de maior resposta na parte aérea das mudas. Em trabalho feito por Silva *et al.* (2017), utilizando o substrato contendo cama de frango na produção de mudas de alface, em 45 dias de análise, após o transplântio, todas as variáveis analisadas apresentaram diferença significativa, houve efeito satisfatório para o número de folhas, peso da parte aérea e raiz e comprimento da raiz, para o comprimento da parte aérea.

A utilização da cama de frango é desejável economicamente, uma vez que representa um recurso interno da propriedade rural e é um resíduo contendo uma elevada concentração de nutrientes. Em muitas propriedades é a única fonte de nutrientes adicionados ao solo ou a substratos pelos agricultores. Entretanto, do ponto de vista ecológico, há grandes restrições ao seu uso, pois este resíduo pode ser um poluente do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Problemas são agravados pela alta concentração de confinamentos de frangos e pela diminuição de áreas disponíveis para deposição de resíduos (HAHN, 2004).

2.4.2 Casca de arroz carbonizada

Casca de arroz carbonizada são as cascas de arroz que passam por um processo de carbonização, ou seja, a casca de arroz é exposta a uma queima incompleta em alta temperatura e baixa concentração de oxigênio (EMBRAPA, 2020). É do processamento do arroz que é gerado uma grande quantidade de casca. Muitos produtores fazem a deposição desses resíduos no solo, porém, a casca de arroz leva aproximadamente 5 anos para se decompor. Carbonizar a casca e utilizar na agricultura é uma boa alternativa tanto para o meio ambiente, quanto para as plantas (THASHIMA, 2006; MAYER, *et al.*, 2006).

A casca de arroz carbonizada tem um teor de cinzas de cerca de 11%, que contém cerca de 80-90% de SiO_2 , 5% de K_2O , 4% de P_2O_5 e 1-2% de CaO , com pequenas quantidades de Fe. Porém, os componentes orgânicos mais importantes em sua composição são a celulose (43,5%), a hemicelulose (22%) e a lignina (17,2%). A composição química da casca de arroz colhida varia ligeiramente dependendo do clima e de outros fatores, como condições do solo e localização geográfica (LOPES, *et al.*, 2017).

A casca de arroz carbonizada passou a ser intensamente utilizada como substrato para plantas, tanto na forma pura como misturada a outros materiais, em função de suas características favoráveis. Apresenta baixa capacidade de retenção de água, drenagem rápida e eficiente, proporcionando boa oxigenação para as raízes, elevado espaço de aeração ao substrato, resistência à decomposição, relativa estabilidade de estrutura, baixa densidade e pH próximo à neutralidade (MELLO, 2006). Por apresentar baixa densidade, a casca de arroz carbonizada proporciona melhor escoamento de excesso de água, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular (MAUAD, *et al.* 2004).

Klein *et al.* (2002) e Melo *et al.* (2014) observaram que quando misturada a substratos comerciais em diferentes proporções, a casca de arroz carbonizada propiciava melhor porosidade, podendo ser utilizada para melhorar as características físico-hídricas dos substratos.

A casca de arroz carbonizada possui características que associadas ao seu baixo custo de transporte devido a sua leveza, e por se tratar do aproveitamento de um material que a princípio era visto como negativo ao meio ambiente, torna-se interessante e curioso para a avaliação desse material como componente de substrato alternativo (BEZERRA *et al.*, 2017).

2.4.3 Vermiculita

A vermiculita é um mineral industrial encontrado em diversos países como Austrália, Brasil, Bulgária, China, Rússia, África do Sul, Uganda, Estados Unidos e Zimbábue. Vermiculita é o nome geológico de um grupo de minerais hidratados em camadas que são silicatos de alumínio-ferro-magnésio que se assemelham à mica na aparência. Mineralogicamente, pertence ao grupo dos filossilicatos e é produzido por metamorfismo, magmatismo, hidrotermia, diagênese e intemperismo (UNESP, 2016). A composição química geral de uma vermiculita, em termos de óxidos, é 14,4% MgO, 43,5% Al₂O₃, 12,8% FeO, 11,9% SiO₂, 17,9% H₂O (FRANÇA *et al.*, 2016).

A vermiculita é um mineral que, após passar por um processo térmico industrial, se transforma em um material leve, de pH neutro e com baixa condutividade elétrica, muito utilizado para compor formulações de substratos, pois melhora a capacidade de retenção de água e de nutrientes. Geralmente usados para cobrir as sementes após o semeio em recipientes, pois, por ser leve, facilita a emergência da plântula (EMBRAPA, 2020).

De acordo com Scalon (2006) e Martins *et al.* (2012), a vermiculita é comumente utilizada para a composição de substratos, pois a mesma, em proporções adequadas, melhora a

estrutura do substrato, retém água e os nutrientes, liberando-os lentamente de acordo com a necessidade da planta.

A vermiculita funciona como uma esponja. Assim, em épocas de seca, ela se torna uma ferramenta que impede o ressecamento do solo. Por isso, sua indicação é para áreas de culturas e reflorestamento. Além disso, a vermiculita ajuda a planta a absorver mais facilmente nutrientes do solo como potássio, cálcio e magnésio, que são essenciais para o seu crescimento vigoroso (MARTINS *et al.*, 2012).

Em estudo feito por Camargo *et al.* (2017), testando substratos e formas de imersão de auxina no cultivo *in vitro* de mirtilheiros cv. Duke, obteve como resultado que o cultivo mirtilheiro cv. Duke em substrato com vermiculita favorece o crescimento de brotações e raízes, assim como, o número de brotações e folhas.

2.4.4 Húmus de minhoca

O húmus de minhoca é uma substância produzida pelas minhocas a partir de restos orgânicos de animais e plantas que, ao ser ingerida por esses organismos, passa pelo intestino e, na presença de microrganismos e de alguns produtos químicos, transforma em adubo. O húmus liberado pelas minhocas tem cor escura semelhante à borra de café e é muito utilizado como fertilizante porque fornece nutrientes de alta qualidade às plantas (EMBRAPA, 2020).

De acordo com Pereira (1997), o húmus de minhoca apresenta os seguintes benefícios principais para o solo: aumenta o conteúdo de matéria orgânica; melhora a estrutura; aumenta a atividade microbiana, aumentando a população do solo (plantas e animais); fornece elementos importantes como nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes; contribui para o equilíbrio do pH do solo e corrige a acidez frequentemente causada pelo uso excessivo de fertilizantes químicos.

O húmus de minhoca tem um grande potencial para composição de substrato, Oliveira *et al.* (2001) constataram que após o tratamento dos resíduos orgânicos pelas minhocas e sua conversão em húmus, foram observadas estabilização da acidez e alta capacidade de troca catiônica, levando à formação de frações estáveis e bons resultados quando utilizados como substrato e obtiveram bons resultados quando utilizado para produção de mudas. Além disso, o uso de húmus de minhoca como substrato aumenta o número de microrganismos benéficos e aumenta a biodisponibilidade de nutrientes minerais para as plantas (GAMALEY *et al.*, 2001; ATIYEH *et al.*, 2002).

Alguns estudos já foram realizados utilizando húmus de minhoca na composição de substrato. Wathier *et al.* (2019) testaram em produção de mudas de alface, os resultados obtidos foram eficientes. Santos *et al.* (2014), testando em mudas de maracujá amarelo, obtiveram que o húmus de minhoca é uma excelente alternativa para a produção de mudas de maracujá amarelo, onde o tratamento que mais se destacou foi o que continha 100% de húmus.

2.4.5 Fosfato Natural

Os fosfatos naturais são processados a partir de rochas sedimentares formadas por depósitos de detritos marinhos e possuem alta porosidade e reatividade. A partir dessa matéria-prima, é feito o processamento do fosfato natural, através da moagem e concentração das rochas (EMBRAPA, 2000).

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária (2019), para serem chamados de fosfato natural a rocha fosfática deve ter um teor total de P_2O_5 de pelo menos 5% na proporção de 1:100, as partículas devem passar em peneira de 0,075 mm.

A utilização de rochas fosfáticas naturais reativas tem a vantagem de ser uma fonte eficiente e barata de fósforo (P), com o benefício de liberar este fósforo gradualmente, continuamente e progressivamente ao longo do ciclo da planta (DIAS, *et al.*, 2014).

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2016), testando adubação com fosfato natural em mudas de sabiá, tiveram como resultado, que a adubação em doses crescentes interfere na colonização micorrízica radicular nas mudas. Oliveira (2012) desenvolvendo porta-enxertos de goiabeira usando fosfato natural, avaliou que a aplicação de doses torno de $5,3 \text{ kg m}^{-3}$ proporcionou o maior desenvolvimento do sistema radicular de porta-enxertos de goiabeira.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do estudo

O experimento foi conduzido no viveiro de Olericultura, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), *Campus* Colinas do Tocantins, localizado a uma latitude de $8^{\circ}05'24''$ S e a longitude de $48^{\circ}28'78''$ O, a 221 metros de altitude, no município de Colinas do Tocantins – TO.

O clima da região é o Aw-tropical com verão úmido e período de estiagem no inverno, com domínio climático tropical semiúmido, com estiagem de junho a setembro, média anual de precipitação de 1800 mm (KÖPPEN, 1931).

3.2 Delineamento e área experimental

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com dez tratamentos e três repetições em arranjo fatorial 5x2. Os tratamentos foram constituídos por duas variedades de tomate (saladete e cereja), e cinco substratos, sendo dois substratos comerciais e três substratos formulados a partir de casca de arroz carbonizada, vermiculita, fosfato natural, húmus de minhoca e esterco de aves. Para as duas variedades de tomates foram avaliados os seguintes substratos: S₁ (fosfato natural + vermiculita + casca de arroz + húmus + esterco de aves, na proporção de 1:1:1:1:1, em peso), S₂ (fosfato natural + vermiculita + casca de arroz + húmus + esterco de aves, na proporção de 1:1:1:1:2, em peso), S₃ (fosfato natural + vermiculita + casca de arroz + húmus + esterco de aves, na proporção de 1:1:1:1:3, em peso), S₄ (Substrato Comercial 1) e S₅ (Substrato Comercial 2).

As sementes foram adquiridas no comércio local. Foram utilizadas duas variedades de tomate, cereja e saladete. O tomate cereja é um pequeno fruto vermelho globoso que mede de 2 a 3 cm de diâmetro, com peso médio de 15-25 g, o tomate saladete possui formato cilíndrico alongado, a altura vai de 5 cm a 8 cm, o diâmetro de 3 cm a 4 cm e o peso fica entre 60-70 g. A escolha destas variedades se justifica pelo fato de apresentarem características desejadas pelo mercado consumidor local e por ser comercializados na maioria dos estabelecimentos comerciais do município.

A semeadura das bandejas foi realizada no dia 08/06/2023, em bandejas de polietileno com 128 células. As bandejas possuem as dimensões 53,5 x 27 x 5 cm com capacidade de 2,88 L, onde cada célula possui formato cônico com diâmetro superior de 3 cm e inferior 0,8 cm e volume de 22,5 ml. Cada unidade experimental foi constituída por 32 células, onde as 12 células centrais foram utilizadas como área útil. Foram semeadas 3 sementes por célula. A emergência ocorreu 5 dias após a semeadura e o desbaste das plantas foi realizado 7 dias após a emergência, sendo deixado apenas uma planta por célula.

3.3 Preparo dos substratos

Foram utilizados dois substratos comerciais. Substrato comercial 1 composto por turfa de sphagnum, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK (traços) e Substrato comercial 2 composto por composto orgânico, calcário, cascas processadas e decompostas, vermiculita expandida, foram adquiridos no comércio local.

A casca de arroz carbonizada foi obtida através do processo de carbonização, com o auxílio de um carbonizador artesanal. O carbonizador consistia em um balde de ferro de 12 L com vários furos e um cano de ferro utilizado como chaminé. Na parte interna do carbonizador foi colocado carvão, gravetos e adicionado álcool para acender o fogo, assim que ascendeu as chamas, o carbonizador foi colocado no chão com a chaminé voltada para cima. A casca de arroz utilizada foi adquirida na beneficiadora Arroz Nativo no município de Guaraí-TO. O processo de carbonização consistiu em colocar uma pilha de casca de arroz de formato cilíndrico sobre o carbonizador aceso e esperar o processo de carbonização acontecer, tomando cuidado para que o processo aconteça de maneira correta. Quando a casca estava completamente carbonizada, foi usada uma pá para espalhar em uma camada fina e logo em seguida a casca foi umedecida, para que não ocorresse a combustão, assim que esfriou foi armazenada em sacos plásticos.

A cama de frango e o húmus de minhoca foram adquiridos junto a empresa de adubos Adubo Mendes no município de Palmas -TO. O fosfato natural foi adquirido na Foscal Pro Rialma S. A de Taipas do Tocantins-TO e a vermiculita foi adquirida no comércio local.

Os materiais foram previamente passados em uma peneira com malha de 5,0 mm para poder ficar homogêneo. Para a formação dos substratos foi considerada a proporção em peso, ou seja, cada material foi pesado e então misturado, obtendo assim cada formulação. Após misturados foram colocados nas bandejas e então realizada a semeadura. As bandejas foram colocadas em bancada suspensa com fios de arame. A irrigação foi realizada com borrifador manual de crivo fino. A irrigação foi feita diariamente pela manhã e à tarde. As composições químicas dos substratos estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química dos diferentes substratos utilizados na produção de mudas de tomate, IFTO, Colinas do Tocantins-TO.

Substrato	N	P2O5	K2O	K	Na	Ca	Mg	M.O
	%							
Substrato 1	0,12	3,04	0,85	0,70	0,31	2,13	2,05	18,65
Substrato 2	0,14	2,13	0,58	0,48	0,21	1,98	1,50	12,57
Substrato 3	0,25	1,99	0,63	0,52	0,34	1,85	1,15	16,56
Carolina Soil	1,15	0,22	0,16	0,13	0,17	0,65	3,40	37,71
Maxxi	0,19	0,55	0,42	0,35	0,34	0,36	0,40	60,07

Substratos	B	Cu	Zn	Fe	Mn	Mo	Ni	Li
					mg/dm ³			
Substrato 1	321,87	14,59	90,79	23.760,15	604,32	71,63	132,82	23,82
Substrato 2	217,35	14,42	75,77	14.922,45	397,59	46,01	71,21	16,48
Substrato 3	284,07	16,74	103,43	9.680,28	450,49	24,66	45,23	18,46
Carolina Soil	168,76	16,10	53,73	7.215,35	290,82	20,52	612,02	6,67
Maxxi	153,18	73,12	100,88	23.149,09	1.285,45	89,55		9,84

3.4 Análise das variáveis

A coleta dos dados foi realizada 30 dias após a semeadura. Foram coletadas as 12 plantas da área útil e analisadas as seguintes características:

- Número de folhas por planta (NFP): foi determinada pela contagem direta das folhas totalmente desenvolvidas de cada planta da área útil.
- Altura de planta (AP): para determinar a altura das plantas foi utilizada uma régua graduada em cm, medindo do colo da planta até o ápice.
- Comprimento da raiz (CR): foi avaliado medindo o intervalo do colo da planta até a ponta da raiz mais longa, fazendo uso de uma régua graduada em cm;
- Diâmetro do caule (DC): foi realizado com auxílio de um paquímetro digital, medindo-se o colo de cada planta da área útil em mm.
- Massa fresca da raiz (g) (MFR): para se obter a massa fresca da raiz, foram cortadas todas as plantas da área útil na altura do colo, as raízes foram destorroadas, lavadas e secas em papel toalha e posteriormente pesadas em balança analítica de precisão.
- Massa fresca da parte aérea (g) (MFPA): para se obter a massa fresca da raiz, foram cortadas todas as plantas da área útil na altura do colo, a parte aérea foi pesada logo após a separação das raízes para determinar a massa fresca.
- Massa seca da raiz (g) (MSR): após pesagem da massa fresca da raiz elas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C por 72 horas para secagem e depois foram pesadas para obtenção da massa seca.

h) Massa seca da parte aérea (g) (MSPA): após pesagem da massa fresca da parte aérea, elas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C por 72 horas para secagem e depois foram pesadas para obtenção da massa seca.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é apresentado o resumo da análise de variância para as características avaliadas.

Houve interação significativa entre as variedades e os substratos para as variáveis número de folha por planta (NFP), comprimento de raiz (CR), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) (Tabela 2), o que significa dizer que o substrato exerceu influência de forma diferente na expressão das variedades. Para altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) não houve interação significativa. Para as características em que foi observada interação significativa realizou-se o desdobramento de um fator dentro do outro e para as características que não obtiveram esta significância os fatores foram estudados de forma isolada.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para número de folhas por planta (NFP), altura de plantas (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro do caule (DC), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA), de mudas de tomate cereja e saladete, produzidas em diferentes substratos em Colinas do Tocantins, Tocantins, 2023.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio							
		NFP	AP	CR	DC	MFR	MFPA	MSR	MSPA
Bloco	2	1,327	7,481	1,561	0,044	0,0001	0,002	0,000004	0,0003
Substrato (S)	4	13,811**	136,835**	8,702**	4,304**	0,160**	1,823**	0,0009**	0,014**
Variedade (V)	1	2,751**	38,680**	0,103 ^{NS}	0,297**	0,025**	0,0003 ^{NS}	0,0002**	0,0002 ^{NS}
Interação S x V	4	1,491**	0,284 ^{NS}	15,128**	0,084 ^{NS}	0,006*	0,007 ^{NS}	0,0002*	0,0001 ^{NS}
Resíduo	18	0,252	1,482	0,534	0,033	0,002	0,018	0,000012	0,0001
Média		2,60	8,683	9,756	1,944	0,210	0,629	0,016	0,057
C.V (%)		19,26	14,02	7,49	9,34	22,26	21,76	21,21	20,19

^{NS} Não significativo; ** Significativo a 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$); * Significativo a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) pelo teste F

Os coeficientes de variação variaram de 7,49% para a característica comprimento de raiz até 22,26% para massa fresca da raiz (Tabela 2). Cerqueira *et al.* (2015) encontraram valores entre 3,71% para altura de planta a 17,38% para massa seca total avaliando as mudas de tomate em diferentes substratos contendo casca de arroz carbonizada, húmus de minhoca, composto orgânico e substrato comercial germinar. Pereira *et al.* (2013), avaliando mudas de tomate produzidas com diferentes substratos a base de composto, encontraram coeficientes entre 7,04% para comprimento de raiz a 11,33% para massa seca da raiz. Para Pimentel-Gomes (2009), estes coeficientes de variação são considerados adequados e indicam boa precisão experimental.

Observou-se efeito significativo dos substratos em todas as características avaliadas. Para as variedades de tomate testadas houve efeito significativo para o número de folhas por planta (NFP), altura da planta (AP), diâmetro de caule (DC), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) (Tabela 2).

Para a característica número de folhas por plantas (NFP), os substratos 1, 2 e 3 se destacaram com as maiores médias, embora não diferem estatisticamente entre si, tanto para o tomate cereja como para o tomate saladete (Tabela 3). Quando foi cultivado o tomate cereja, as médias para os substratos 1, 2 e 3, respectivamente foram, 4,08, 4,41 e 4,61 folhas por planta. Já para o tomate saladete, as médias para os substratos 1, 2 e 3, foram respectivamente, 2,80, 3,02 e 3,30 folhas por plantas. A variedade de tomate cereja apresentou o melhor desempenho quando foram utilizados os substratos 1, 2 e 3. Para os substratos 4 e 5 não houve diferenças entre as variedades utilizadas.

Tabela 3. Valores médios de número de folhas por plantas (NFP), comprimento da raiz (CR), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) em função de diferentes substratos e duas variedades de tomate. IFTO, Colinas do Tocantins-TO, 2023.

	Substrato 1	Substrato 2	Substrato 3	Substrato 4	Substrato 5
Número de folhas por planta (un)					
Tomate Cereja	4,08 aA	4,41 aA	4,61 aA	0,61 bB	0,83 bB
Tomate Saladete	2,80 aB	3,02 aB	3,30 aB	1,30 bB	1,08 bB
Comprimento de raiz (cm)					
Tomate Cereja	12,33 aA	11,41 aA	11,40 aA	6,25 bB	7,66 bB
Tomate Saladete	10,34 abB	8,60 bB	8,95 abB	10,01 abA	10,56 aA
Massa fresca da raiz (g)					
Tomate Cereja	0,34 aA	0,38 aA	0,41 aA	0,02 bB	0,03 bB
Tomate Saladete	0,25 aB	0,27 aB	0,29 aB	0,03 bB	0,03 bB
Massa seca da raiz (g)					
Tomate Cereja	0,02 aA	0,03 aA	0,03 aA	0,002 bB	0,002 bB
Tomate Saladete	0,01 aB	0,02 aB	0,02 aB	0,003 bB	0,003 bB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, para cada característica avaliada, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Lima *et al.* (2009), utilizando substratos orgânicos na produção de tomate cereja, obtiveram médias de 2,0 a 5,0 folhas por plantas. Estes autores observaram que os substratos a base de solo, composto orgânico, esterco bovino e húmus de minhoca tiveram o maior desempenho e o substrato apenas com solo proporcionou o menor desempenho para o número de folhas por planta. Diniz *et al.* (2006), utilizando substrato a base de húmus de minhoca e vermiculita na produção de mudas de tomate, obtiveram valores de 3,12 a 3,77 folhas por plantas, tendo como superior o substrato comercial Plantmax.

Para a característica de comprimento de raiz (CR), o tomate cereja obteve médias variando de 6,25 cm (substrato 4) a 12,33 cm (substrato 1). Os substratos 1, 2 e 3, obtiveram as maiores médias, sendo respectivamente, 12,33 cm, 11,41 cm e 11,40 cm, não diferindo entre si (Tabela 3). Quando foi cultivado o tomate saladete os valores variaram de 8,60 cm (substrato 2) a 10,56 cm (substrato 5). Com o uso dos substratos 1, 2 e 3 o tomate cereja obteve melhor desempenho do que o saladete, já com o uso dos substratos 4 e 5 o tomate saladete foi o melhor.

Santos *et al.* (2017), produzindo mudas de tomate somente em substratos comerciais, tiveram como resultados valores médios variando de 5,02 cm a 9,02 cm para a característica comprimento de raiz. Santos *et al.* (2021), testando substratos comerciais e formulados a partir de esterco de animais, solo e areia para a produção de mudas de tomate observaram valores que variaram de 4,82 cm a 8,40 cm de comprimento de raiz por planta.

Quanto maior o comprimento da raiz, maior será a capacidade da muda de buscar nutrientes e água após o transplante em campo. De acordo com Taiz *et al.* (2017), a capacidade de obtenção de água e nutrientes pelas plantas está diretamente ligada a capacidade em desenvolver um sistema radicular extenso.

Para a característica massa fresca da raiz (MFR), os substratos 1, 2 e 3 tiveram melhor desempenho com as maiores médias, mas não diferem estatisticamente entre si, tanto para o tomate cereja como para o tomate saladete (Tabela 3). Quando utilizado o tomate cereja, as médias para os substratos 1, 2 e 3, foram respectivamente, 0,34, 0,38 e 0,41 g de massa fresca de raiz por planta. Já para o tomate saladete, as médias para os substratos 1, 2 e 3, foram respectivamente, 0,25, 0,27 e 0,29 g por plantas. A variedade de tomate cereja apresentou o melhor desempenho quando foram utilizados os substratos 1, 2 e 3. Para os substratos 4 e 5 não houve diferenças entre as variedades utilizadas.

Testando substratos comerciais e formulados a partir de esterco de animais, solo e areia para a produção de mudas de tomate, Santos *et al.* (2021) obtiveram massa fresca da raiz variando de 0,12 a 0,54 g por planta. Diniz *et al.* (2006), utilizando substrato a base de húmus

de minhoca e vermiculita, obtiveram valores superiores com médias de 0,59 a 0,73 g de massa fresca de raiz por plantas de tomate.

Para a característica massa seca da raiz (MSR), os substratos 1, 2 e 3 tiveram maiores médias, mas não diferem estatisticamente entre si, tanto para o tomate cereja como para o tomate saladete (Tabela 3). Quando cultivado o tomate cereja, as médias para os substratos 1, 2 e 3, foram respectivamente, 0,02, 0,03 e 0,03 g de massa seca da raiz por planta. Já para o tomate saladete, as médias para os substratos 1, 2 e 3, foram respectivamente, 0,01, 0,02 e 0,02 g de massa seca da raiz por planta. A variedade de tomate cereja apresentou o melhor desempenho quando foram utilizados os substratos 1, 2 e 3. Para os substratos 4 e 5 não houve diferenças entre as variedades utilizadas.

Cerqueira *et al.* (2015), cultivando tomate em substratos formulados a partir de casca de arroz carbonizada, húmus de minhoca e substrato comercial, tiveram valores médios variando de 0,0077 a 0,0155 g por planta para a característica massa seca da raiz. Santos *et al.* (2021), testando substratos comerciais e substratos formulados a partir de esterco de animais, solo e areia para a produção de mudas de tomate obtiveram valores superiores com médias de 0,05 a 0,10 g de massa seca de raiz por planta.

Observou-se que para as características de MFR e MSR os melhores resultados foram obtidos com os substratos 1, 2 e 3 em relação aos substratos comerciais testados. Gomes (2021) e Souza *et al.* (2013) avaliando emergência e o desenvolvimento inicial das plantas de tomate em diferentes substratos tiveram resultados diferentes sobre as características massa seca e fresca da raiz, pois observaram que o substrato comercial apresentou maior massa fresca e seca das raízes. A possível explicação para os substratos 1, 2 e 3 terem apresentado maior massa fresca e seca de raiz pode ser devido aos maiores teores de nutrientes encontrados nesses substratos, como pode ser observado na Tabela 1.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados médios das análises isoladas, para cada característica, que não foi observada a interação significativa.

Para altura da planta (AP) os substratos 1, 2 e 3 apresentaram os melhores resultados com médias que variaram de 11,11 a 13,17 cm, não diferindo estatisticamente entre si. Para os substratos 4 e 5 as médias foram respectivamente, 3,25 e 3,77 cm, não diferindo entre si. Em relação as variedades, a que obteve melhor resultado foi o tomate saladete com média de 9,81 cm (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA), duas variedades de tomates produzidas em diferentes tipos de substratos. IFTO, Colinas do Tocantins-TO, 2023.

	AP (cm)	DC (mm)	MFPA (g)	MSPA (g)
Substrato 1	11,11 a	2,48 a	0,77 b	0,07 b
Substrato 2	12,08 a	2,52 a	1,01 ab	0,09 ab
Substrato 3	13,17 a	2,66 a	1,24 a	0,10 a
Substrato 4	3,25 b	0,91 b	0,04 c	0,003 c
Substrato 5	3,77 b	1,12 b	0,06 c	0,006 c
Variedades de tomate				
Tomate Cereja	7,54 B	2,04 A	0,63 A	0,06 A
Tomate Saladete	9,81 A	1,84 B	0,62 A	0,05 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula e maiúscula na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Lima *et al.* (2009), utilizando substratos orgânicos na produção de tomate cereja em bandejas de 128 células, observaram valores de 5,4 cm a 12,5 cm para a característica altura de planta. Analisando características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro, Campanharo *et al.* (2006) observaram valores inferiores para a altura de planta, com médias que variaram de 4,05 a 7,57 cm. Cerqueira *et al.* (2015), ao cultivarem tomate em substratos formulados a partir de casca de arroz carbonizada, húmus de minhoca e substrato comercial, para a característica altura de planta tiveram valores médios de 6,01 cm a 10,6 cm, sendo que o melhor desempenho foi observado quando utilizado o composto orgânico.

Para diâmetro de caule (DC) os substratos 1 (2,48mm), 2 (2,52mm) e 3 (2,66mm) apresentaram os melhores resultados, não diferindo entre si. A variedade de tomate cereja foi a melhor com média de 2,04 mm (Tabela 4). Santos *et al.* (2021) avaliando substratos alternativos para a produção de mudas de tomate, tiveram como resultado médias entre 0,81 a 1,47 mm. Lima *et al.* (2009), avaliando o uso de diferentes bandejas e substratos orgânicos na produção de mudas de tomate cereja tiveram como resultados médias entre 1,2 a 2,8 mm. Segundo Santos *et al.* (2010), um caule mais espesso da planta, é um bom indicativo de que os tratamentos proporcionam maior desenvolvimento e que por sua vez atribui maior vigor as mesmas.

Para a massa fresca da parte aérea (MFPA), os substratos 2 (1,01 g) e 3 (1,24 g) se destacaram com maiores valores, embora o substrato 2 não tenha diferido estatisticamente do substrato 1 (0,77 g). Em relação as variedades de tomate não houve diferença significativa para esta característica com médias de 0,63 a 0,62 gramas por planta. (Tabela 4).

Diniz *et al.* (2006), utilizando substrato a base de húmus de minhoca e vermiculita na produção de mudas de tomate observaram médias de 0,11 a 1,41 g de massa fresca da parte aérea por planta. Santos *et al.* (2021), produzindo mudas de tomate Santa Cruz, obtiveram médias superiores, com massa fresca da parte aérea variando de 1,0 a 2,55 g por planta. Silveira *et al.* (2002), cultivando tomate em substratos a base de pó de coco, húmus de minhoca e

substrato comercial tiveram valores de 0,035 a 0,95 g por planta quando avaliado a massa fresca da parte aérea.

Para a massa seca da parte aérea (MSPA), os substratos 2 (0,09 g) e 3 (0,10 g) se destacaram com maiores valores, embora o substrato 2 não tenha diferido estatisticamente do substrato 1 (0,07 g). Em relação as variedades, ambas apresentaram o mesmo comportamento (Tabela 4).

Costa *et al.* (2013), avaliando substratos para a produção de mudas de tomate tiveram médias de massa seca da parte aérea variando de 0,01 a 0,03 g. Já Diniz *et al.* (2006), avaliando húmus como substrato para a produção de mudas de tomate, obtiveram médias que variaram de 0,04 a 0,09 g por plantas.

Para a maioria das características testadas neste estudo, os substratos formulados foram os que tiveram desempenho superior aos substratos comerciais. A maior qualidade de muda de tomateiro apresentada pelos substratos pode estar relacionada com a oferta de nutrientes disponíveis que cada substrato possui, provavelmente os substratos formulados disponibilizaram maiores quantidades de nutrientes para o sistema radicular das plantas, promovendo assim melhor desempenho.

5 CONCLUSÃO

Os substratos testados neste estudo, compostos por cama de frango, húmus de minhoca, vermiculita, fosfato natural e casca de arroz carbonizada, apresentaram bom desempenho na produção de mudas de tomate. Apesar das mudas obtidas nos substratos 1, 2 e 3 terem desenvolvimento semelhante, recomenda-se utilizar o substrato 1 em função da menor quantidade de cama de frango que foi utilizado na sua composição, o que pode gerar economia no custo de produção do tomate.

Nas condições testadas, os substratos comerciais não mostraram um bom desempenho na produção das mudas de tomate.

6 REFERÊNCIAS

- AGNOL, S. D. **Esterco de galinha e seus benefícios**. Ruralatual, 2023. Disponível em:< <http://ruralatual.blogspot.com/2013/08/esterco-de-galinha-e-seus-beneficios.html>>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- ALVARENGA, M. A. R.; BRAGA, R. Origem, botânica, descrição da planta e valor nutricional. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. rev. e aum. Lavras: Universitária de Lavras, 2022. p. 11 - 28.
- ALVES, A. A. **Fontes alternativas de cama de frangos para alimentação de ruminantes**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará - UFC. Fortaleza, 1991.
- ALVES, A. C. O.; SANTOS, A. L. S.; AZEVEDO, R. M. M. C. Organic agriculture in Brazil: a path to for the compulsory certification. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2012.
- ARAÚJO NETO, S. E.; AZEVEDO, J. M. A.; GALVÃO, R. O.; OLIVEIRA, E. B. L.; FERREIRA, R. L. F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p. 1408-1413, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000099>.
- ATIYEH, R.M.; LEE, S.; EDWARDS, C. A.; ARACON, N. Q.; METZGER, J. D. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. **Bioresource Technology**, Trivandrum, v. 84, n. 1, p. 7-14, 2002.
- BARRETO, M. C. S.; DIAS, A. L. F.; FIGUEIREDO, M. V. B.; FARIAS, C. H. A.; BARBOSA, M. R.; SANTOS, A. A. S.; ANDRADE, G. A. Aclimatização de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em diferentes substratos. In: AMORMINO JÚNIOR, M. (Ed.). **Elementos da natureza e propriedades do solo**. Ponta Grossa: Atena Editora. p. 8-16, 2018.
- BEZERRA, F. C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido**. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Documentos 72. 19 f. 2003.
- BEZERRA, K. A.; SANCAO, M. G.; GONCALVES, D. S.; DE SOUZA, P. B. **Casca de arroz carbonizada na composição de substratos para emergência e produção de mudas de Acácia mangium Willd.** DESAFIOS, v. 4, p. 25-30, 2017.
- BHOWMIK, D.; SAMPATH KUMAR, K.P.; PASWAN, S.; SRIVASTAVA, S. Tomato – a natural medicine and its health benefits. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v.1, p.33-43, 2012.
- BRAGA, G. N. M. **O pH do solo e a disponibilidade de nutrientes**. Disponível em < <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2012/01/o-ph-do-solo-e-disponibilidade-de.html>> Acesso em 17 de novembro de 2023.
- BRASIL. Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2004.
- BRASIL. **Especificações dos fertilizantes minerais simples**. 31 out. 2019. Disponível em:< <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos->

agricolas/fertilizantes/legislacao/anexo-i-in-39-2018-alter-fosfato-natural-31-10-19.pdf>. Acesso em 27 de ago. 2023.

CÁMARA, M.; SÁNCHEZ-MATA, M. de C.; FERNÁNDEZ-RUIZ, V.; CÁMARA, R.M.; MANZOOR, S.; CACERES, J. O. Lycopene: a review of chemical and biological activity related to beneficial health effects. **Studies in Natural Products Chemistry**, v.40, p.383- 426, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59603-1.00011-4>.

CAMARGO, S. S.; MENEGUZZI, A.; ARRUDAD, A.; PAIANO, G. M.; RUFANO, L. **Substratos e formas de imersão de auxina no cultivo in vitro de mirtilleiros cv. Duke**. Revista da jornada da Pós-graduação e Pesquisa-Congrega, 2017.

CAMARGO, M. C.; SANTOS, W. P.; MACHADO, C. B.; SANTOS, M. R. G.; BRAVIN, N. P. Diferentes substratos orgânicos na produção de mudas de berinjela na Amazônia Ocidental. **AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.5, n.9; p. 2018.

CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; JUNIOR, M. A. L.; ESPINDULA, M. C.; COSTA, J. V. T. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Caatinga**, v.19, n.2, p.140-145, abril/junho 2006.

CARMELLO, Q. A. C. **Nutrição e adubação de mudas hortícolas**. In: MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo: TA QUEIROZ. p. 27- 37, 1995.

CERQUEIRA, F. B.; FREITAS, G. A.; MACIEL, C. J.; CARNEIRO, J. S. S.; LEITE, R. C. Produção de mudas de tomate cv. Santa cruz em diferentes substratos. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v.2, n.2, p.39-45, abr./jun. 2015. DOI:10.18067/jbfs. v2i2.21

CONAB. **Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense**. Compêndio de estudos Conab, v.21, Brasília, out. 2019. Disponível em:< https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab/item/download/29586_4fe6dd2c9c6d1fa5e1cbc5f82061717d>. Acesso em 13 de out. de 2023.

COSTA, E.; JORGE, M. H.; SCHWERZ, F.; CORTELASSI, J. A. D. S. Emergência e fitomassa de mudas de pimentão em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.396-401, 2013.

CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. CEP, v. 70, p. 970, 2012.

DELAZARI, F. T.; FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Cultura do tomate. In: **Olericultura: teoria e prática**. 2. ed.Viçosa: UFV, 2019. p. 611 – 632.

DIAS, L. P. R.; GATIBONI, L. C.; ERNANI, P. R. Substituição parcial de fosfato solúvel por natural na implantação de *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii* no planalto sul catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p. 516-523, 2014.

DINIZ, K. A.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; LUZ, J. M. Q. Húmus como substrato para a produção de mudas de tomate, pimentão e alface. **Bioscience Journal**., Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 63-70, set./dez. 2006.

EMBRAPA. **Uso de fosfatos naturais reativos em pastagens em gramíneas forrageiras tolerante à acidez na região do cerrado.** Comunicado técnico, n. 30, 4p. ISSN 1517-1469, out. 2000. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/20282/1/comtec-30.pdf>>. Acesso em: 12 de jun. de 2023.

EMBRAPA. **Cultivo de tomate para industrialização.** dez. 2006. Disponível em:< https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/mudas.htm>. Acesso em: 08 de ago. de 2023.

EMBRAPA. **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças.** Documentos 180, ISSN 1415-2312, set. 2020. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216955/1/DOC-180-18-set-2020.pdf>>. Acesso em: 05 de mai. de 2023.

EMBRAPA. **Como plantar tomate de mesa,** 2021. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/hortalicas/tomate-de-mesa/como-plantar>>. Acesso em: 04 de set. de 2023.

FAVALESSA, M. **Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de Acácia mangium.** Monografia (Engenharia Florestal). Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 60f, 2011.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; SILVA, D. J. H. BARBOSA, J. G. Produção de mudas de tomateiro por meio de estacas enraizadas em hidroponia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.39, n.4, p.343-348, abr. 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dez. 2019.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA RODRIGUES, F. C. M. **Análise de sementes.** Brasília: ABRATES, p. 137-174, 1993.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 194 p, 2008.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Tomatoes and products**, FAOSTAT, 2021. Disponível em:<<https://www.fao.org/faostat/en/#search/Tomatoes%20and%20products>>. Acesso em: 02 de mai. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Tomatoes and products**, FAOSTAT, 2023. Disponível em:<<https://www.fao.org/faostat/en/#search/Tomatoes%20and%20products>>. Acesso em: 02 de mai. 2023.

FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A; COUTO, H. J. B.; GONÇALVES, C. C. **Vermiculita, mais que um mineral termo acústico.** Iv simpósio de minerais industriais do Nordeste, 2016.

FREITAS, G. A.; DA SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 159-166, jan-mar, 2013.

GAMALEY, A.V.; NADPOROZHSKAYA, M. A.; POPOV, A. I.; CHERTON, V. O.; KOVSH, N. V.; GROMOVA, O. A. **Non-root nutrition with vermicompost extracts as the way ecological optimization**. Plant Nutrition: food security and sustainability of agro-ecosystems, Dordrecht, v. 92, p. 862-863, 2001.

GOMES, C. L. **Avaliação da emergência e do desenvolvimento inicial de plântulas de tomate em diferentes substratos**. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) – Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2021.

GOTO, R.; SILVA, E.S. **Produção de mudas de tomateiro, pimenteiro e pepineiro**. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. (Org.). Hortaliças-fruto. Maringá: EDUEM, 2018. p. 387 – 400. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/bv3jx/pdf/brandao-9786586383010-14.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2023.

GUIMARÃES, M. A.; CALIMAN, F. R. B.; Da SILVA, D. J. H.; FLORES, M. P.; ELSAYED, A. Y. A. M. **Exigências Climáticas da Cultura do Tomateiro**. In: Da SILVA, D. J. H.; Do VALE, F. X. R. (eds.) Tomate Tecnologia de Produção. Viçosa: UFV, p.85- 99,2007.

HAHN, L. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis, 130f, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. IBGE, 2019. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/Ispa_201506.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/Ispa_201506.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção de tomate**. IBGE, 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>>. Acesso em: 26 nov. 2023.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba-SP : Editora Agronômica "Ceres", 2010. 492 p.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A.; DIAS, S. T. Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substrato para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 95p. (Documentos IAC, n. 70).

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 390p.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. G.; PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L. Utilização de compostos orgânicos como substrato na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, jul.-set. 2007.

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; GALVÃO, D. C. Avaliação de diferentes bandejas e substratos orgânicos na produção de mudas de tomate cereja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p. 123-128, jun-mar, 2009.

LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (eds.) **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. 1 ed. São Paulo: Fundação Editora da Unesp, p.15-30, 1998.

LOPES, E. R.; MEDINA, A. L.; RIBEIRO, A. S.; BRANDALISE, J. N.; NUNES, A. M. **Caracterização elementar da casca de arroz e suas cinzas por mipoes após decomposição ácida com sistema de refluxo**. Química Nova, v. 40, n. 9, 1009-1017, 2017.

LOPEZ, C. C. **Fertirrigación: Cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi - Prensa, 2005.681p.

LUZ, J. M. Q.; BELLODI, A. L.; MARTINS, S. T.; DINIZ, K. A.; LANA, R. M. Q. Composto orgânico de lixo urbano e vermiculita como substrato para produção de mudas de alface, tomate e couve- flor. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 67-74, 2004.

MAKISHIMA, N; MELO, W. F. **Controle eficaz**. Hortaliças e frutas. Revista cultivar. Pelotas: Grupo Cultivar de Publicações LTDA, 29p. 2004.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; SANTANA, D. G.; ZUCARELI, C. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de ipê-amarelo. **Semina**, v.33, n. 2, p. 533--540, 2012.

MAUAD, M.; FELTRAN, J. C.; CORRÊA, J. C.; DAINESE, R. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Enraizamento de estacas de azaléia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 771-777, jul./ago., 2004.

MAYER, D. F.; HOFFMANN, R.; RUPPENTHAL, J. E. **Gestão Energética, Econômica e Ambiental do Resíduo Casca de Arroz em Pequenas e Médias Agroindústrias de Arroz**. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 de novembro de 2006.

MAZZUCHELLI, E. H. L.; MAZZUCHELLI, R. L.; BALDOTOO, P. V. Aplicação de diferentes dosagens de esterco de galinha no substrato para produção de mudas de melão. **Colloquium Agrariae**, vol. 10, n. Especial, Jul–Dez, 2014, p. 09-16.

MELLO, R. P. **Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MELO, L. A.; PEREIRA, G. A.; MOREIRA, E. J. C.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. V.; TEIXEIRA, L. A. F. **Crescimento de mudas de Eucalyptus grandise Eremanthus erythropappus sob diferentes formulações de substrato**. Floresta e Ambiente, v. 21, p. 234-242, 2014.

MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O tomateiro**. Campinas: Fundação Cargill, 397p, 1989.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 128p, 1995.

MODOLO, V. A. **Produção de mudas de alta qualidade**. Instituto Agrônomo de Campinas. Projeto Hortalimentos, 2015.

MOURA, L. E. Pontos críticos do tomate industrial do campo ao processamento. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 36, n. 4, p. 521-525, 2018.

NASCIMENTO, A. R.; JÚNIOR, M. S. S.; CALIARI, M.; FERNANDES, P. M.; RODRIGUES, J. P.M.; CARVALHO, W. T. Qualidade de tomates para consumo in natura cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**. vol.31 no.4, 2013.

NASCIMENTO, A. R.; LIMA, G. G. S.; AZARA, N. A.; CAMPOS, L. F. C.; ALVARENGA, M. A. R. Produção de mudas. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. rev. e aum. Lavras: Universitária de Lavras, 2022. p. 81 - 109.

NEGREIROS, J. R. S. ÁLVARES, V. S.; BRAGA, L. R.; BRUCKNER, C. H. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.294, p. 243-249, 2004.

NORONHA, R. H. F. **Plantio de mudas pré-brotadas (MPB) de cana de açúcar em sistemas de manejo conservacionista de solo**. 2018. 78 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018.

OLIVEIRA, P.; SCIVITTAR, O. W. B.; VASCONCELLOS, L. A. B. C. **Avaliação de mudas de maracujazeiro em função do substrato e do tipo de bandeja**. Scientia Agrícola, Piracicaba. 50: 261-266, jun. set. 1993

OLIVEIRA, A. P.; ESPÍNOLA, F. E. J.; ARAÚJO, J. S.; COSTA, C. C. Produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minhoca e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, Campinas, SP, v. 19, n. 1, p. 77-80, 2001.

OLIVEIRA, F. T. **Desenvolvimento de porta-enxertos de goiabeira sob influência de fontes orgânicas, recipientes e fosfato natural**. Tese (Doutorado em Fitotecnia. Área de concentração: Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2012.

PAIXÃO, M. V. S.; SCHMILDT, E. R.; MATTIELLO, H. N.; FERREGUETTI, G. A.; ALEXANDRE, R. S. Frações orgânicas e mineral na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal** - SP, v. 34, n. 4, p. 1105-1112, dez. 2012.

PEIXOTO, J. V. M.; MORAES, E. R.; PEIXOTO, J. L. M.; NASCIMENTO, A. R.; NEVES, J. G. Tomaticultura: Aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 19, n. 1, p. 108-131, 2017.

PEREIRA, J. E. **Minhocas - Manual Prático sobre Minhocultura**. São Paulo / SP Ed. Nobel, 1997.

PEREIRA, D. C.; COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M.; BERNARDI, F. H.; MACCARI, S. **Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino**. Revista Ceres, Viçosa, v. 60, n.5, p. 675-682, set.-out, 2013.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. Ed., Piracicaba: Fealq, 2009, 451p.

RAIJ, B.V. CANTARELLA, H. QUAGGIO, J. A. FURLANI, Â. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Instituto Agrônômico, 1996. (Boletim Técnico, n.100).

RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; PAULA, T. S.; GOMES, V. A. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, out. - dez. 2010.

SAMPAIO, R. A.; RAMOS, S.J.; GUILHERME, D.O.; COSTA, C.A.; FERNANDES, L.A. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 4, out.-dez. 2008.

SANTOS, M. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; VIDIGAL, S. M.; REIGADO, F. R. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de vermicomposto. **Bioscience Journal**, v.26, n.4, p.572-578, 2010.

SANTOS, C. C.; MOTTA, I. S.; CARNEIRO, L. F.; SANTOS, M. C. S.; PADOVAN, Milton P.; MARIANI, A. Produção Agroecológica de Mudas de Maracujá em Substratos a Base de Húmus de Minhoca e Casca de Arroz Carbonizada. **Cadernos de Agroecologia** –ISSN 2236-7934 –v. 9, n. 4, nov. 2014.

SANTOS, P. L. F.; SILVA, O. N. M.; PAIXÃO, A. P.; CASTILHO, R. M. M. Germinação e desenvolvimento de mudas do tomateiro cereja em diferentes substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.11, n.5, p.41-45, dez. 2017.

SANTOS, A. M. M.; SILVA, M. A. O.; DE SÁ, D. A.; NEVES, L. P. F.; GOUVEIA, F. N.; COSTA, K. D. S. Substratos alternativos para a produção de mudas de tomate e berinjela. **Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento**. v. 16, n.2, abr.-jun, p.206-212, 2021.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WHATIER, F.; SCALON FILHO, H. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morong): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 529-536, 2006.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims flavicarpa DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.377-381. 2001.

SILVA, E. P.; GOMES, V. F. F.; FILHO, P. F. M.; SILVA JÚNIOR, J. M. T.; ALMEIDA, A. M. M. Mudas de sabiá colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares nativos e adubadas com fosfato natural e material orgânico. **Revista Científica Rural-Urcamp**, Bagé-RS, vol. 18, n.1, 2016.

SILVA, E. C.; MARQUES, A. N. S.; LEONEL, L. V. **Avaliação de mudas da alface cv. Elba (*lactuca sativa* l.) em diferentes substratos**. Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.26, n.4, p.520-529, 2017.

SILVA, P. L.; OLIVEIRA, A. C.; ALVES, N. F.; SILVA, V. L.; SILVA, T. I. **Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão**. Colloquium Agrariae, v. 15, n.3, Mai-Jun, 2019, p. 104-115.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.211-216, 2002.

SOUZA, E. G. F.; JÚNIOR, A. P. B.; SILVEIRA, L. M.; SANTOS, M. G.; SILVA, E. D. Emergência e desenvolvimento de mudas de tomate IPA6 em substratos, contendo esterco ovino. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p. 902-907, nov/dez, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p. Tradução: Alexandra Antunes Mastroberti; Armando Molina Divan Junior; Eliane Romanato Santarém; Jorge Ernesto de Araújo Mariath; Júlio César de Lima; Leandro Vieira Astarita; Luís Mauro Gonçalves Rosa; Paulo Luiz de Oliveira; Rinaldo Pires dos Santos. Revisão técnica: Paulo Luiz de Oliveira.

THASHIMA, M. M. **Cinza de casca de arroz altamente reativa: método de produção, caracterização físico-química e comportamento em matrizes de cimento Portland**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2006.

UNESP. **Vermiculita**. 2016 Disponível em: <<https://museuhe.com.br/mineral/vermiculita-vermiculite/>>. Acesso em: 26 ago. 2023.

VENCE, L.B. **Disponibilidade de água em substratos para plantas**. Ciencia del Suelo, v.26, p.105-114, 2008.

WATTHIER, M.; SCHWENGBER, J. E.; FONSECA, F. D.; SILVA, M. A. S. Húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada como substratos para produção de mudas de alface. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 2065-2071set./out. 2019.

WEINÄRTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; MEDEIROS, C. A. B. **Adubação Orgânica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Dados eletrônicos. – Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 1 CD-ROM. – (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1517-526X; 130).