

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

**CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DA EMERGÊNCIA E DO DESENVOLVIMENTO INICIAL  
DE PLÂNTULAS DE TOMATE EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

**CAIO LEANDRO GOMES**

**PETROLINA, PE  
2021**

**CAIO LEANDRO GOMES**

**AVALIAÇÃO DA EMERGÊNCIA E DO DESENVOLVIMENTO INICIAL  
DE PLÂNTULAS DE TOMATE EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao IFSertãoPE *Campus*  
Petrolina Zona Rural, exigido para a  
obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE  
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

G633 Gomes, Caio Leandro.

Avaliação da emergência e do desenvolvimento inicial de plântulas de tomate em diferentes substratos / Caio Leandro Gomes. - Petrolina, 2021.  
30 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2021.  
Orientação: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Rocha.

1. Ciências Agrárias. 2. Solanum lycopersicon. 3. Substrato comercial. 4. Vermiculita. 5. Esterco caprino. I. Título.

CDD 630

---



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO SERTÃO PERNAMBUCANO

**CAIO LEANDRO GOMES**

**AVALIAÇÃO DA EMERGÊNCIA E DO DESENVOLVIMENTO  
INICIAL DE PLÂNTULAS DE TOMATE EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano, *Campus Petrolina Zona Rural*.

Aprovada em: 13 de dezembro de 2021

**Banca Examinadora**

Aline Rocha:94533229549

Assinado de forma digital por Aline Rocha:94533229549  
DN: cn=Aline Rocha:94533229549, ou=IF SERTÃOPE - Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Sertão Pernambucano, o=ICPEdu, c=BR  
Data: 2021.12.13 10:59:39 -03'00'

Prof<sup>a</sup> Dra. Aline Rocha – IFSertãoPE, *Campus Petrolina Zona Rural*

Eduardo Rodrigues  
Araujo:06342982406

Eduardo Rodrigues Araujo:06342982406  
cn=Eduardo Rodrigues Araujo:06342982406, ou=IFSERTAOPE - Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano,  
o=ICPEdu, c=BR  
2021.12.13 11:12:05 -03'00'

Prof. Me. Eduardo Rodrigues Araújo – IFSertãoPE, *Campus Petrolina Zona Rural*

*Marcelo de Campos Pereira*

Prof. Me. Marcelo de Campos Pereira – IF Baiano, *Campus Valença*

## RESUMO

O tomateiro pertence à família Solanaceae de nome científico *Solanum lycopersicon* L., de origem nas Cordilheiras dos Andes, América do Sul. É um dos vegetais mais versáteis podendo ser consumido *in natura* ou processado e é rico em nutrientes. É a segunda hortaliça em volume de produção e consumo no mundo, juntamente com as batatas, que apresentam maiores registros, e destaca-se pela relevância social e importância econômica na geração de renda e mão de obra. O crescimento e desenvolvimento do tomateiro é influenciado por inúmeros fatores ambientais e antrópicos, dentre eles, o substrato como um dos componentes mais relevantes para produção de mudas de qualidade. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho de diferentes substratos na emergência e no desenvolvimento inicial de plântulas de tomateiro. O trabalho foi conduzido no Centro Vocacional Tecnológico (CVT) em Agroecologia, localizado no Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *Campus* Petrolina Zona Rural. O experimento foi realizado em bandejas multicelulares de polietileno com 128 células, e foram testados substrato comercial Turfa® fértil, vermiculita, húmus de minhoca e esterco caprino. As variáveis analisadas foram Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Tempo Médio de Emergência (TME), Porcentagem de Emergência, Formação de Torrão (FT), Diâmetro de Colo (DC), Altura de Plântulas (AP) e Comprimento de Raiz (CR), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Fresca de Raiz (MFR) e Massa Seca de Raiz (MSR). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (substrato comercial, vermiculita, húmus de minhoca e esterco caprino) e quatro repetições, totalizando 16 parcelas experimentais e a unidade experimental composta por 30 sementes. Os dados foram analisados por meio da ANOVA e teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR. O substrato comercial Turfa® fértil foi o mais adequado para a produção de mudas de tomate, por outro lado, o uso de vermiculita pode ser uma opção de substrato alternativo para produção de mudas dessa cultura. E o uso dos substratos húmus de minhoca e esterco caprino, de modo geral, apresentaram baixo desempenho nas variáveis analisadas, para o uso destes, faz-se necessário novos estudos fazendo mistura com outros substratos.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicon* L., substrato comercial, vermiculita, esterco caprino, húmus de minhoca.

Dedico a Deus pelo dom da vida, a minha família pelo total apoio nessa jornada acadêmica. Dedico também a Professora Aline Rocha pela oportunidade, sabedoria e determinação na realização deste trabalho.

Nós somos o que fazemos  
repetidas vezes. Portanto, a excelência  
não é um ato, mas um hábito.  
(Aristóteles)

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1: Viveiro de produção de mudas do CVT em Agroecologia do IFSertãoPE, <i>Campus</i> Petrolina Zona Rural .....	16
Figura 2: Medições do comprimento de raiz (A) e da altura da plântula do tomateiro (B) .....	18
Figura 3: Balança de precisão utilizada para as determinações de massa seca e fresca da parte aérea e raízes de plântulas de tomateiro .....	19
Figura 4: Pesagem da massa fresca e seca da parte aérea e da raiz utilizando sacos de papel para armazenamento .....	19
Figura 5: Bandejas com os substratos distribuídos de forma casualizada evidenciando os tratamentos e repetições utilizados .....	20
Figura 6: Formação de torrão em mudas de tomate emergidas no substrato comercial (A) e em vermiculita (B) .....	23



## SÚMARIO

	Página
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA .....	11
2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA .....	12
2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS .....	13
2.4 SUBSTRATOS .....	13
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	15
3.1 OBJETIVO GERAL .....	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	21
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	26
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

O tomateiro pertence à família Solanaceae e ao gênero *Solanum* e com nome específico *Solanum lycopersicon* L., sua origem se deu nas Cordilheiras dos Andes, na América do Sul, onde foi domesticado e introduzido na Europa pelos espanhóis, e posteriormente distribuiu-se para outros países (FEAGRI, 2010). O tomate é considerado um dos vegetais mais versáteis podendo ser consumido *in natura* ou processado. Rico em nutrientes como carotenóides, flavonóides, ácido ascórbico, vitamina E, folato, potássio e fibras (GAHLER; OTTO; BÖHM, 2003; SAHLIN; SAVAGE; LISTER, 2004; TOOR; SAVAGE, 2005).

O tomate é classificado popularmente na categoria "legumes", e é a segunda hortaliça em volume de produção e consumo no mundo, com produção média de 186 milhões de toneladas no ano de 2020, seguido da cebola que teve produção de 104 milhões de toneladas. Em primeiro lugar vem as batatas com produção de 359 milhões de toneladas no ano de 2020 (FAOSTAT, 2021).

A produção de mudas de hortaliças é considerada uma das etapas mais relevantes do sistema produtivo, influenciando significativamente o desempenho nutricional e produtivo das plantas, fato que tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas pelo setor produtivo para estudo de melhores fontes e combinações para formulações de substratos com propriedades físicas ideais (JUNIOR; FERNANDES, 1998; SILVEIRA *et al.*, 2002).

O crescimento e desenvolvimento do tomateiro é influenciado por inúmeros fatores ambientais e antrópicos, entre eles estão o material genético, exposição à luz, temperatura, nutrição, água, entre outros (NUEZ, 2001). E tem-se o substrato como um dos componentes mais relevantes na produção de mudas de qualidade, na qual, o uso de um substrato não adequado estará associado a irregularidades de germinação, má formação e desenvolvimento das plantas, e aparecimento de sintomas de deficiência ou excesso de nutrientes. O substrato deve conter boas características físicas, químicas e biológicas para proporcionar melhor desenvolvimento inicial das raízes e crescimento adequado da parte aérea (SETUBAL; AFONSO NETO, 2000).

As propriedades físicas dos substratos são parâmetros de grande relevância, uma vez que influenciam na relação ar:água e não podem ser mudadas

durante o cultivo (VERDONCK, 1983). Para um substrato ser considerado de boa qualidade ele deve garantir boa aeração, proporcionando a difusão do oxigênio para as raízes, boa capacidade de retenção de água, baixa resistência à penetração das raízes e boa resistência à perda de estrutura (SILVA JÚNIOR; VISCONTI, 1991; SOUZA; LOPES; FONTES, 1995).

Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes substratos na emergência e no desenvolvimento inicial de plântulas do tomateiro.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O tomate é uma das hortaliças mais consumidas no mundo tanto *in natura*, quanto para a indústria de processamento, onde ocupa lugar de destaque na mesa do consumidor e é cultivado em praticamente todas as regiões do Brasil, sobre diferentes sistemas de cultivo e manejo. O cultivo do tomate proporciona algumas vantagens como ciclo relativamente curto, pode-se escolher entre período de produção curto ou prolongado, se cultiva como cultura arvense, não coberta, e como uma cultura protegida, além de se dá bem com diversos sistemas de cultivo, valor econômico elevado e grande demanda dos frutos seja para consumo *in natura* (mesa), quanto para indústria alimentícia (NAIKA *et al.*, 2006).

No cenário mundial, a China é o maior produtor de tomate no mundo com mais de um milhão de hectares e com produção média de 56 milhões de toneladas por ano, logo em seguida a Índia e os Estados Unidos. O Brasil ocupa o 9º lugar na produção de tomates com cerca de 3.917.967 toneladas no ano de 2019, em área colhida de 54.537 ha e produtividade média de 71.840 kg/ha (FAOSTAT, 2019). E as maiores participações na produção nacional, por estado, são Goiás com 1.098.311 t, São Paulo com 801.471 t e Minas Gerais com 513.906 t (IBGE, 2021).

Na região Nordeste, o plantio de tomate é realizado essencialmente por pequenos produtores rurais, com maior intensidade nos Estados de Pernambuco, Bahia e Ceará, onde é considerada uma atividade de grande importância socioeconômica para a região (IBGE, 2021). No ano de 2020, no estado de Pernambuco teve 1.526 ha de área plantada, produção de 57.569 toneladas e produtividade média de 39,92 t ha<sup>-1</sup>, a Bahia com 4.223 ha de área plantada, produção média de 228.267 toneladas e produtividade média de 54,05 t ha<sup>-1</sup>, e o Ceará com área plantada de 2.500 ha, produção média de 177.575 toneladas e produtividade média de 71,09 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2021).

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

O tomateiro é uma planta anual, de porte arbustivo, com desenvolvimento vegetativo do tipo determinado ou indeterminado. A primeira colheita ocorre 45-55 dias após o florescimento, ou 90-120 dias após sementeira, onde seus frutos são distintos de acordo com a variedade cultivada, com coloração que pode variar entre amarelo e vermelho. Sua raiz é do tipo pivotante, onde a raiz principal produz ramificações laterais e adventícias e podem chegar a profundidades de 50 cm ou mais. O caule é áspero, peludo e glandular, e pode apresentar porte ereto a prostrado. Folhagem dispostas em helicoidal, de forma oval a oblonga, coberta com pêlos glandulares e entre as maiores folhas encontram-se pequenas folhas pinadas. A inflorescência é do tipo agrupada em cacho, produzindo de 6-12 flores e seu pecíolo apresenta comprimento de 3-6 cm. As flores são bissexuais e geralmente ocorre autopolinização, podendo ocorrer também polinização cruzada pela ação de abelhas e os abelhões. Fruto do tipo baga carnosa, de forma globular a achatada e no geral são redondos com superfície lisa ou canelada e suas sementes são abundantes, em forma de rim ou de pêra (NAIKA *et al.*, 2006).

As cultivares de tomate destinadas ao consumo *in natura* são divididas em quatro grandes grupos. Grupo Cereja, variedades apresentam frutos pequenos, forma periforme e coloração variando do vermelho ao amarelo, apresentam elevados teores de sólidos solúveis e são utilizados na ornamentação de pratos e couvert. O grupo Santa Cruz, tradicional na culinária brasileira, utilizados em saladas e molhos, seus frutos são oblongos e com peso variando de 80 a 220 gramas. Grupo Italiano, como seus frutos compridos, podendo ser pontiagudos e oblongos, de polpa espessa e firme, de ótimo sabor, sendo utilizado principalmente para produção de molhos e saladas. E o grupo Salada, com frutos de formato globular achatado, graúdos com peso de até 500 gramas, de coloração vermelha ou rosada e apresentam pouca acidez (EMBRAPA, 2018).

O grupo do tomate Saladete, também denominado de tomate italiano, tem dupla aptidão, tanto é recomendado para consumo *in natura*, quanto para derivados a partir do processamento industrial. Seus frutos são alongados com cerca de 7-10 cm, diâmetro transversal reduzido variando de 3 a 5 cm, são biloculares, polpa

espessa, coloração vermelha intensa, sendo muito firmes e sabor bastante agradável (FILGUEIRA, 2003; ALVARENGA, 2004).

### 2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS

A produção de mudas é considerada uma das etapas de maior relevância no sistema produtivo de hortaliças, tendo em visto o reflexo no desenvolvimento final das plantas, além de aspectos importantes como do ponto de vista nutricional e tempo de produção (CARMELLO, 1995).

Para produção de mudas em bandejas é indispensável a utilização de insumos, sendo que o substrato é um dos recursos que tem mais se destacado, devido sua ampla utilização no sistema de produção de mudas (CORREIA *et al.*, 2003). Sendo assim, o desenvolvimento de técnicas de produção e comercialização especializada de mudas de hortaliças fundamenta-se, essencialmente, na pesquisa de melhores fontes e combinações de substratos (SILVA *et al.*, 2008).

### 2.4. SUBSTRATO

Para escolha do substrato deve-se levar em consideração a garantia de pontos relevantes para cada fase: física, por meio da sua fase sólida a manutenção mecânica do sistema radicular, além de estabilidade e sustentação da planta; na fase líquida, o suprimento de água e nutrientes; e na fase gasosa, o fornecimento de oxigênio e transporte de dióxido de carbono entre as raízes e a atmosfera (LAMAIRE, 1995). Além de estarem livres de elementos minerais ou qualquer substância em concentração fitotóxica, assim como isento de todo e qualquer tipo de praga e fitopatógeno (VAVRINA *et al.*, 2002).

Não existe um substrato ideal para todas as culturas, tendo em vista que cada substrato apresenta suas particularidades, sendo elas positivas ou negativas a depender da espécie cultivada. Portanto, a escolha do substrato a ser utilizado depende das exigências da cultura e do custo de produção, fazendo-se necessário

avaliar os diferentes substratos e misturas de substratos para cada espécie (GARAY; BOUNDY-MILLS; GERMAN, 2014).

Em relação à disponibilidade no mercado, hoje em dia encontram-se diversos tipos de substratos, como: fibra de coco, esterco curtido, serragem, composto comercial, casca de arroz carbonizada, húmus, vermiculita, terra vegetal, etc.

Alves (2019), analisando diferentes substratos na produção de mudas de tomateiro, observou que o substrato areia + húmus de minhoca + casca de arroz carbonizada (1:1:1) produziu mudas de tomate com alto vigor e mantendo a qualidade na germinação de sementes podendo ser usado para substituir o substrato comercial Carolina. Souza *et al.*, (2013), avaliando a emergência e desenvolvimento de mudas de tomate IPA 6 em substratos, contendo esterco ovino, observaram que o substrato comercial proporcionou melhor vigor de mudas de tomate, por outro lado, o uso de esterco ovino mais solo na proporção 2:1, para compor substratos alternativos constitui-se opção viável para a produção de mudas desse cultivar.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas do tomateiro em diferentes substratos.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar o melhor substrato para emergência e formação de mudas;
- Analisar qual substrato oferece melhor formação de torrão, diâmetro do colo, crescimento radicular e altura de planta;
- Verificar qual tipo de substrato é melhor em relação a Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Tempo Média de Emergência (TME) e porcentagem de emergência;
- Determinar o substrato que proporciona melhor Massa Fresca de Parte Aérea (MFPA), Massa Seca de Parte Aérea (MSPA), Massa Fresca Radicular (MFR) e Massa Seca Radicular (MSR).



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no viveiro de produção de mudas do Centro Vocacional Tecnológico (CVT) em Agroecologia (Figura 1), localizado no Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *Campus* Petrolina Zona Rural na Região do Vale do Submédio do São Francisco, Petrolina-PE. Sendo que o viveiro está localizado na coordenada geográfica 9° 20' 11" S e 40° 41' 54" O e aproximadamente 414 m de altitude. A partir da classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo BSw $\bar{h}$ , caracterizada pelo seu clima semiárido. As variações de temperatura médias para a cidade de Petrolina-PE estão na faixa de 24,1°C a 28°C, com umidade relativa do ar variando em torno de 66% a 73% e precipitação pluvial total anual média cerca de 549mm (TEIXEIRA, 2010).

Figura 1 – Viveiro de produção de mudas do CVT em Agroecologia do IFSertãoPE, *Campus* Petrolina Zona Rural.



Fonte – O autor (2021).

No experimento foram utilizadas sementes do tomate Saladete da marca Feltrin Sementes, apresentando 96% de germinação e 99,9% de pureza. De acordo com a descrição da variedade fornecida pela embalagem da semente o tomate Saladete é uma variedade altamente produtiva, de crescimento determinado, frutos de formato arredondado, firme e de coloração vermelho intenso, e sua germinação

ocorre de 05 a 14 dias após a semeadura e a temperatura ideal para germinação entre 20 a 30°C.

A condução do experimento foi realizada em bandejas multicelulares de polietileno de 128 células com medidas de 52 x 25 cm, dimensão de cada célula é de 3,0 x 3,0 x 4,5 cm.

Os substratos utilizados no experimento foram esterco caprino curtido, húmus de minhoca comprado em loja de produtos paisagísticos e para produção de mudas, substrato comercial Turfa® fértil e vermiculita adquiridos em casas de produtos agrícolas.

A elaboração do experimento foi feita com quatro bandejas multicelulares de plástico (polietileno), cada bandeja recebeu os quatro tipos de substratos distribuídos sobre 32 células. Em 30 células das 32 preenchidas com substrato receberam uma única semente.

Em relação a irrigação foi usado o método da aspersão, com o sistema do tipo microaspersão automatizado. O sistema foi ativado com o timer em horários pré-definidos sendo, 06:00; 09:00; 12:00; 15:00; 18:00 e 20:00 horas com tempo de funcionamento entre 2 a 3 minutos.

Foram contadas o número de plântulas emergidas para determinar o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e o Tempo Médio de Emergência (TME) até o 15° dia após a semeadura, onde, os tratamentos não apresentaram novas emergências para os dias seguintes. As análises das plântulas, Formação de Torrão (FT), Diâmetro do Colo (DC), Comprimento de Raiz (CR), Altura da Plântula (AP), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e das Raízes (MFR) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e das Raízes (MSR), ocorreram 26 dias após a semeadura, que de acordo com Dusi *et al.*, (1993) as plântulas atingem as condições de transplântio, em torno de 20 a 30 dias após a semeadura.

Para a determinação do IVE e do TME as plântulas emergidas foram contadas e o cálculo do IVE foi realizado de acordo com Maguire (1962) e do TME segundo Silva & Nakagawa (1995).

$$IVE = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \frac{N3}{D3} + \frac{N4}{D4} \dots \frac{Nn}{Dn}$$

Onde: IVE = Índice de Velocidade de Emergência; N = Números de plântulas analisadas no dia da contagem; D= Número de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

$$TME = \frac{G1T1 + G2T2 + \dots + GNTN}{G1 + G2 + \dots + GN}$$

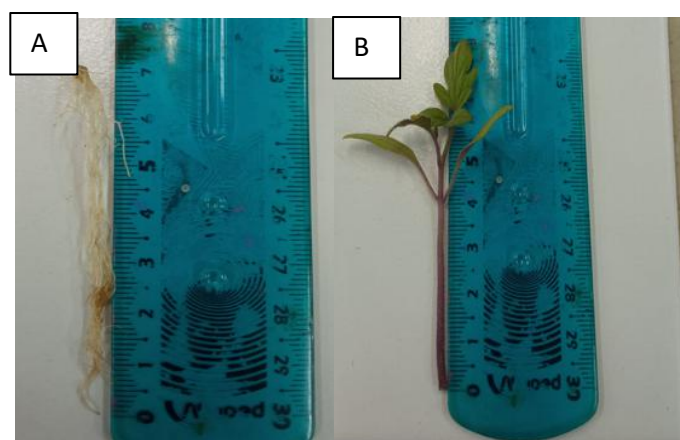
Onde: TME = Tempo Médio de Emergência, em dias, necessário para atingir a emergência máxima; G= número de plântulas emergidas e T = número de dias após a semeadura.

A porcentagem de emergência foi determinada pela relação entre o total de plântulas emergidas e o total de sementes semeadas.

Para formação de torrão (FT), as mudas foram retiradas das bandejas e foi considerado torrão, nas plântulas onde as raízes envolviam o substrato. O cálculo foi feito pela proporção de plântulas com torrão e o número total de plântulas.

Após a retirada das plântulas das bandejas o substrato foi removido com cuidado utilizando água corrente e as plântulas foram medidas. O diâmetro do colo foi determinado utilizando um paquímetro digital e os dados foram expressos em milímetro. A altura da plântula foi medida da região do colo até o ápice e o comprimento da raiz da região do colo até o final das raízes e foram determinados utilizando uma régua milimetrada (Figura 2), e os dados expressos em cm.

Figura 2 – Medições do comprimento de raiz (A) e da altura da plântula do tomateiro (B).



Fonte – O autor (2021).

As plântulas foram separadas em parte aérea e raiz para determinação da massa fresca e da massa seca, as partes foram pesadas em balança de precisão

(0,001) (Figura 3) colocadas em sacos de papel e depois foram levadas para estufa de circulação de ar forçado por 72 horas até secagem completa para serem pesadas novamente (Figura 4).

Figura 3 – Balança de precisão utilizada para as determinações de massa seca e fresca da parte aérea e raízes de plântulas de tomateiro.



Fonte – O autor (2021).

Figura 4 – Pesagem da massa fresca e seca da parte aérea e da raiz utilizando sacos de papel para armazenamento.

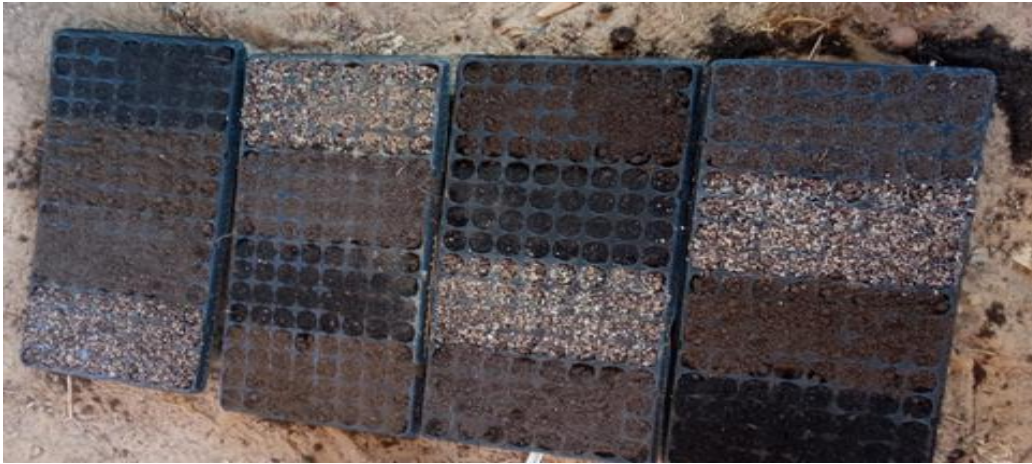


Fonte – O autor (2021).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (substrato comercial, vermiculita, húmus de minhoca

e esterco de caprino curtido) e quatro repetições, totalizando 16 parcelas e a unidade experimental constituída de 30 sementes (Figura 5). Os dados foram analisados por meio da ANOVA e teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2015).

Figura 5 – Bandejas com os substratos distribuídos de forma casualizada evidenciando os tratamentos e repetições utilizados.



Fonte – O autor (2021).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao índice de velocidade de emergência, os tratamentos com vermiculita apresentaram desempenho melhor que o húmus de minhoca, entretanto não diferiu do substrato comercial Turfa® fértil e do esterco caprino (Tabela 1).

Lima et al., (2010), avaliando diferentes substratos no desenvolvimento inicial e na qualidade fisiológica de sementes de melão caroá *Sicana odorifera* (Vell.) *Naudim*, apresentou resultado semelhante, no qual, o substrato comercial Plantmax® obteve o melhor resultado para índice de velocidade de emergência quando comparado a areia lavada e areia lavada + húmus de minhoca na proporção 2:1.

Resultado semelhante encontrado por Salamoni *et al.* (2012) testando diferentes substratos na germinação e desenvolvimento inicial de *Cedrela fissilis* Vell. (cedro), a melhor média para IVE foi quando utilizaram a vermiculita como substrato. A vermiculita é um substrato geralmente utilizado na produção de mudas de espécies florestais e em laboratórios para análises de sementes em teste de germinação, e é bastante utilizado devido sua fácil obtenção, uniformidade na composição química e granulométrica, porosidade, baixa densidade e boa retenção de água (FIGLIOLIA *et al.*, 1993; MARTINS *et al.*, 2009).

Tabela 1 - Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Tempo Médio de Emergência (TME) e Porcentagem de Emergência (%).

Tratamentos	IVE	TME	Emergência (%)
Substrato Comercial	4,16 ab	4,87 a	85,00 ab
Vermiculita	5,05 a	5,44 a	90,00 ab
Esterco Caprino	4,67 ab	5,93 a	90,83 a
Húmus de minhoca	3,55 b	6,06 a	69,16 b
CV (%)	12,86	29,14	12,30

Fonte – O autor (2021).

Letras iguais na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

Já em relação ao tempo médio de emergência, não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 1). Resultados diferentes encontrado por Souza *et al.* (2013) em trabalho avaliando diferentes substratos no desenvolvimento inicial de tomate IPA 6, no qual o menor tempo médio de emergência foi obtido para os tratamentos substrato comercial DDL Agroindústria em relação aos demais tratamentos.

Segundo Martins *et al.* (1999), plântulas com rápida emergência são menos vulneráveis às condições adversas do ambiente por passarem menor tempo no estágio inicial de seu crescimento e desenvolvimento, aumentando assim as chances de sobrevivência.

No que se refere aos resultados obtidos para variável porcentagem de emergência (Tabela 1) o substrato esterco caprino apresentou os melhores resultados, no qual, diferiu de húmus de minhoca, e não diferiu de vermiculita, e substrato comercial Turfa® fértil.

Resultados diferentes ao trabalho realizado por Cunha (2018), avaliando a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de beterraba sob diferentes substratos, observou que não houve diferença estatística na germinação das sementes de beterraba para os substratos comercial Basaplant, composto orgânico, vermicomposto e vermiculita.

A variável formação de torrão (FT), apresentou resultados significativos pelo Teste Tukey ( $P > 0,05$ ) (Tabela 2), onde as mudas emergidas do substrato comercial (Figura 4) e da vermiculita tiveram mais mudas com torrão do que as com húmus de minhoca, e não diferiu das emergidas em esterco caprino. Uma boa agregação é ideal para formação dos torrões, pois além de evitar exposição das raízes, garante maior taxa de sobrevivência das mudas após o transplante (WENDLING; DELGADO, 2008).

Tabela 2 – Formação de Torrão (FT) e Diâmetro do Colo (DC) em mudas de tomate produzidas em diferentes substratos.

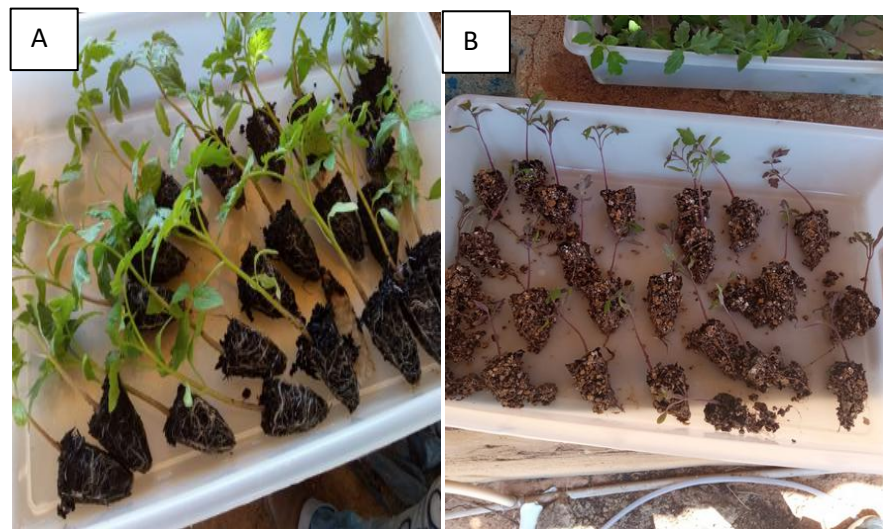
Tratamentos	Formação de Torrão (%)	DC (cm)
<b>Substrato comercial</b>	88,11 a	3,10 a
<b>Vermiculita</b>	76,18 a	1,93 b
<b>Esterco Caprino</b>	65,40 ab	1,26 c
<b>Húmus de minhoca</b>	42,35 b	1,62 bc
<b>CV (%)</b>	20,45	15,33

Fonte – O autor (2021).

Letras iguais na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

Alguns fatores são considerados importantes no momento de expedição de mudas, sendo eles a facilidade de retirada do torrão da bandeja, sem ocorrer a desintegração do torrão e a queda livre em relação a agregação das raízes ao substrato (WENDLING *et al.*, 2007). E esta formação de torrão ocorre quando há uma boa formação e desenvolvimento do sistema radicular.

Figura 4 – Formação de torrão em mudas de tomate emergidas em substrato comercial (A) e em vermiculita (B).



Fonte – O autor (2021).

No que se refere aos dados de diâmetro do colo, o tratamento substrato comercial Turfa® fértil apresentou o melhor resultado, seguido dos tratamentos vermiculita e húmus de minhoca, sendo que este não diferiu do esterco caprino (Tabela 2). O diâmetro do colo é um bom indicador de padrão de qualidade, seu bom desenvolvimento é uma característica desejável, pois confere maior sustentação e estabelecimento das mudas ao serem transplantadas (MARQUES *et al.*, 2018).

Resultados semelhantes aos encontrados por Silva *et al.* (2019), que observaram que com o substrato comercial Carolina Soil as mudas de pimenta amarela apresentaram o maior diâmetro de colo. Segundo Sturion & Antunes (2000), mudas com pouco desenvolvimento no diâmetro do colo podem apresentar dificuldades de se manterem eretas após o processo de transplântio, podendo resultar em tombamento e posterior a morte ou deformação das mudas.

Para a altura de plântulas observou-se diferença estatística entre os tratamentos, o substrato comercial Turfa® fértil favoreceu o desenvolvimento das plântulas de tomateiro e este diferiu dos substratos húmus de minhoca e esterco caprino, a vermiculita não se mostrou estatisticamente diferente dos demais (Tabela 3). Resultados semelhantes aos encontrados por Silva, Filho, Sousa (2019), em trabalho com uso de diferentes substratos na germinação do tomate cereja em que



as plântulas emergidas no substrato comercial Carolina Soil®, se mostraram superiores.

Tabela 3 – Altura de Planta (AP) e Comprimento de Raiz (CR) em mudas de tomate produzidas em diferentes substratos.

Tratamentos	AP (cm)	CR (cm)
<b>Substrato Comercial</b>	13,84 a	11,76 a
<b>Vermiculita</b>	9,84 ab	10,37 a
<b>Esterco Caprino</b>	6,40 b	8,13 b
<b>Húmus de minhoca</b>	7,66 b	8,22 b
<b>CV (%)</b>	30,27	9,61

Fonte – O autor (2021).

Letras iguais na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

Para a variável comprimento de raiz, houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 3), onde os melhores resultados foram obtidos nos substratos composto comercial e vermiculita. Nos substratos esterco caprino e húmus de minhoca as raízes das plântulas ficaram menores.

Resultados diferentes aos encontrados por Silva, Filho e Sousa (2019), em trabalho com o uso de diferentes substratos na germinação de sementes do tomate cereja, em que as plântulas emergidas no substrato comercial Turfa® fértil e no húmus de minhoca não apresentaram diferenças estatísticas para o comprimento de raiz.

Desta forma, pode-se inferir que as plântulas emergidas no substrato comercial Turfa® fértil são mais vigorosas, visto que apresentaram maiores diâmetros do colo (Tabela 2), altura de plântula e comprimento das raízes (Tabela 3), seguidas pelas emergidas na vermiculita.

Para a variável massa fresca da parte aérea é possível observar diferença significativa ( $P > 0,05$ ), onde o substrato comercial (Turfa® fértil) apresentou os melhores resultados, seguido da vermiculita e as plântulas dos tratamentos esterco caprino e húmus de minhoca tiveram um crescimento menor (Tabela 4). E para a massa seca da parte aérea também houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ), onde a massa seca foi maior para o substrato comercial e para os demais não houve diferença estatística.

Resultados semelhantes aos observados por Silva et al., (2019), em trabalho com uso de diferentes substratos na produção de mudas de pimenta e pimentão, no qual o substrato comercial proporcionou maior produção de massa

fresca da parte aérea, massa fresca da raiz e massa fresca total. Segundo Silva *et al.* (2008), o substrato comercial pode proporcionar a melhor formação e desenvolvimento de mudas com alto padrão de qualidade, garantindo vigor e sanidade destas, além de poder reduzir o ciclo de produção.

Tabela 4 – Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Fresca de Raiz (MFR) e Massa Seca de Raiz (MSR) em mudas de tomate produzidas em diferentes substratos.

<b>Tratamentos</b>	<b>MFPA (g)</b>	<b>MSPA (g)</b>	<b>MFR (g)</b>	<b>MSR (g)</b>
<b>Substrato Comercial</b>	32,74 a	2,73 a	13,55 a	0,80 a
<b>Vermiculita</b>	6,78 b	0,72 b	3,66 b	0,46 ab
<b>Esterco Caprino</b>	2,74 c	0,21 b	0,89 c	0,06 c
<b>Húmus de minhoca</b>	2,82 c	0,29 b	0,53 c	0,08 c
<b>CV (%)</b>	12,79	27,14	17,03	71,49

Fonte – O autor (2021).

Letras iguais na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

Os resultados obtidos para massa fresca e seca de raiz (Tabela 4), é possível observar diferença estatística ( $P > 0,05$ ) sendo que as plântulas produzidas no substrato comercial apresentaram maior massa fresca e seca das raízes, seguido da vermiculita e os piores resultados foram para húmus de minhoca e esterco caprino (Tabela 4).

Resultados semelhantes ao trabalho realizado por Souza *et al.* (2013), que avaliaram a emergência e desenvolvimento de mudas de tomate IPA 6 em diferentes substratos e observaram que os melhores resultados para massa seca da parte aérea foi obtida pelos tratamentos com substrato comercial DDL Agroindústria, além de bons resultados para matéria seca de raízes, proporcionando melhor equilíbrio entre crescimento da parte aérea e das raízes, formando mudas com mais condições para transplante.

Os substratos comercial, vermiculita e esterco caprino favoreceram a emergência das plântulas proporcionando maior porcentagem de emergência e o IVE menor. No entanto, em relação ao desenvolvimento das plântulas observa-se melhor comportamento para o substrato comercial Turfa® fértil. A vermiculita apresentou comportamento mais próximo ao do esterco caprino e ao húmus de minhoca.

## 6. CONCLUSÃO

O substrato comercial Turfa® fértil foi o mais adequado para a produção de mudas de tomate, pois mostrou resultados satisfatórios em todas as variáveis analisadas. Por outro lado, o uso de vermiculita pode ser uma opção de substrato alternativo para produção de mudas desse cultivar.

E o uso dos substratos húmus de minhoca e esterco caprino, de modo geral, apresentaram baixo desempenho nas variáveis analisadas, para o uso destes, faz-se necessário novos estudos fazendo mistura com outros substratos.

## REFERÊNCIAS

**A cultura do tomate.** Brasília: Embrapa Hortaliças, [2018]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalias/tomate-de-mesa/cultivares2>. Acesso em: 22 dez. 2021.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate:** produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA. 2004. 400p.

ALVES, J. S. **Germinação e desenvolvimento inicial de tomate em diferentes substratos em Vilhena-RO.** Monografia - Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Faculdade da Amazônia, 2019. 43p.

CARMELLO, Q. A. C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p. 33-37.

CORREIA, D.; ROSA, M. F.; NORÕES, E. R. V.; ARAUJO, F. B. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2003. Vol. 25, n. 3, p. 557-558.

CUNHA, M. S. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de beterraba sob diferentes substratos.** Monografia - Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 26f., 2018.

FAOSTAT. Roma. FAO, 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 11 out. 2021.

FAOSTAT. Roma. FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>. Acesso em: 22 dez. 2021.

FEAGRI. **Tomates.** 2010. Disponível em: <https://www.feagri.unicamp.br/portal/search?searchword=tomate&searchphrase=all>. Acesso em: 11 out. 2021.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - Sistema de análise de variância para dados balanceados.** Anava-DIC: Análise de variância para delineamento inteiramente casualizado. Departamentode Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, 2015.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA. 331p. 2003.

GAHLER, S.; OTTO, K.; BÖHM, V. Alterations of vitamin C, total phenolics, and antioxidant capacity as affected by processing tomatoes to different products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 27, p. 7962-7968, 2003.

GARAY, L.; BOUNDY-MILLS, K.; GERMAN, J. Accumulation of high value lipids in single cell microorganisms: A mechanistic approach and future perspectives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 13, p. 2709-2727, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal** – PAM – 2020. Brasília: IBGE, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em 13 out. 2021.

JUNIOR, M. O. G., FERNANDES, H. S. Substratos formulados com vermicomposto e comerciais na produção de couve-flor. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 3, p. 191- 196, 1998.

LAMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, v. 396, p. 273-284, 1995.

LIMA, J. F.; SILVA, M. P. L.; TELES, S.; SILVA, F.; MARTINS, G. N. Avaliação de diferentes substratos na qualidade fisiológica de sementes de melão de caroá [*Sicana odorífera* (Vell.) Naudim]. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 2, p.163-167, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/4DmRBXMQVznDBkNpWYJrrDj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28/11/2021.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, jan/fev, 1962.

MARQUES, A. R. F.; DELOSS, A. M.; OLIVEIRA, V. S.; BOLIGON, A. A.; VESTENA, S. Produção e qualidade de mudas de *Eugenia uniflora* L. em diferentes substratos. **Ambiência**, v. 14, n. 1, p. 44-56, 2018.

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.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernald - Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 164-73, 1999.

NAIKA, S.; JEUDE, J. V. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. V. **A cultura do tomate**: Produção, processamento e comercialização. *Agrodok*, v. 17, p.104, 2006.

NUEZ, F. **El Cultivo de Tomate**. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 793p. 2001.

SAHLIN, E.; SAVAGE, G. P.; LISTER, C. E. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. **J. Food Compos. Anal.**, v. 17, p. 635-647, 2004.

SALAMONI, A. T.; CANTARELLI, E. B.; MULLER G.; WEILER, E. Germinação e desenvolvimento inicial de *Cedrela fissilis* Vell. em diferentes substratos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15; p. 978, 2012.

SETUBAL, J. W.; AFONSO NETO, F. Efeito de substratos alternativos e tipos de bandejas na produção de mudas de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 593-594, 2000.

SILVA, E. A.; MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, A. C.; REIS, L. L.; BARDIVIESSO, D. M. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 245-254, 2008.

SILVA, H. S.; FILHO, G. S. S.; SOUSA, W. L. Uso de diferentes substratos na germinação do tomate cereja (*Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme*). **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTEC**, Palmas-TO, 5f., 2019.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudo de fórmulas para cálculo da velocidade de germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.

SILVA JÚNIOR, A.; VISCONTI, A. Recipientes e substratos para a produção de mudas de tomate. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 4, n. 4, p. 20-23, 1991.

SILVA, L. P.; 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**, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 104-115, mais/jun, 2019.

SILVEIRA, E. B. RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 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 IPA 6 em substratos, contendo esterco ovino. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p. 902-907, nov/dez, 2013.

SOUZA, M. M.; LOPES, L. C.; FONTES, L. E. F. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) "White Polaris" em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 71-77, 1995.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A.; Produção de mudas de espécies florestais. In: Galvão, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais**, Colombo: 2000. p. 125-150.

TEIXEIRA, A. H. C. **Informações agrometeorológicas do polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA** - 1963 a 2009. — Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 21p.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. **Food Res. Inter.**, v. 38, n. 5, p. 487-494, 2005.

VAVRINA, C. S. ARENAS, M.; CORNELL, J. A.; HANLON, E. A.; HOCHMUTH, G. J. Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. **Hort Science**, Alexandria, v. 37, n. 2, p. 309 -312, 2002.

VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. **Acta Horticulturae**, v. 150, p. 467-473, 1983.

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. **Produção de mudas de araucária em tubetes**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 201).

WENDLING, I.; GUASTALA, D; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 209-220, 2007.