



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DE AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Efeito de substratos no crescimento inicial de plântulas na cultura de pimento

Monografia apresentada e defendida como requisito para obtenção do grau de licenciatura em
Engenharia Agrícola

Discente: Vagner Stélio Massango

Tutor: Prof. Dr. Custódio Ramos Paulo Tacaríndua (PhD)

Lionde, Outubro de 2022.



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Trabalho de culminação do curso sobre avaliação do efeito de substratos no crescimento inicial de plântulas na cultura de Pimento, no distrito de Chókwè, apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção de grau de licenciatura em Engenharia Agrícola.

Monografia apresentada e defendida no dia 19 de Setembro de 2022, com o júri composto por:

Tutor:

Prof. Dr. Custódio Ramos Paulo Tacaríndua (PhD)

Avaliador 1

Prof. Dr. Norberto Guilengue (PhD)

Avaliador 2

Eng. Aurélio Macaringue (MSC)

Lionde Outubro de 2022.

b

b



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação e da orientação do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição por propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, 07 de Outubro de 2022

Vagner S. Massango

(Vagner Stélio Massango)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial a minha mãe Victória Paulo Muchanga, pelo seu apoio e assistência incansável durante a minha formação, ao meu padrasto João Filipe, a minha tia Cristina Ngomane Muchanga e a minha prima Virgínia Tomas Langa (*in memoria*)

Aos meus irmãos, Edson José Massango, Sideney Filipe João, Kaisen Daví João, Jean Uriel João e Abigail da Gláucia João.

Aos meus avós, Paulo Jossias Muchanga e Virginia Ngomane (*in memoria*)

Com todo o meu amor, dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, único digno de honra e glória, por me ter concedido o dom da vida.

Aos meus pais, em especial a minha mãe Victoria Paulo Muchanga, pela luta incansável e persistência, ao meu carinhoso padrasto João Filipe e ao meu pai Albino José Massango.

Ao meu tutor, Dr. Custódio Ramos Tacarindua, pelo apoio científico e moral, pela paciência acima de tudo! Agradeço-o do fundo do meu coração.

Aos meus irmãos e primos, Edson José Massango, Sideney Filipe João, Kaisen Daví João, Jean Uriel João e Abigailda Gláucia João, Virgínia Tomas Langa, aos meus tios Cristina Ngomane Muchanga e Jorge Paulo (*in memoria*) e aos meus amigos, em especial, Marta Xavier, Sérgio Cumbi, Albino Paruque, Wilma Lipangue, Leona Siteo, Lindomar Ringue, Sofia Marrengula, que estiveram sempre presentes em todos os momentos tristes e alegres durante a minha formação! Ai vai a minha gratidão.

À toda comunidade do ISPG, em especial a família da engenharia agrícola (geração 2016 e 2017). Ao Instituto Superior Politécnico de Gaza, pelo apoio na formação técnica profissional, aos trabalhadores da farma, em especial a eng^a Cecília Estevão Chongo e as pessoas que se envolveram directamente.

À todo pessoal do condomínio Sílvio Machel, pela familiaridade, hospitalidade e convivência.

À todos

Serão lembrados eternamente!

ÍNDICE

Lista de abreviaturas.....	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. Problema de estudo e Justificação.....	11
1.2. Objectivos.....	13
1.2.1. Geral	13
1.2.2. Específicos.....	13
1.3. HIPOTHESES.....	13
1.3.1. Hipótese nula (H_0):.....	13
1.3.2. Hipótese alternativa (H_a):	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Classificação taxonómica do pimento.....	14
2.2. Origem e distribuição	14
2.3. Importância socioeconómica e nutricional.....	14
2.4. Descrição da cultura	15
2.5. Substrato.....	16
2.5.1. Propriedades físicas do substrato.....	16
2.5.2. Propriedades químicas do substrato	17
2.5.3. Propriedades biológicas do substrato	18
2.5.4. Formulação de substratos	18
2.6. Descrição dos componentes dos substratos usados no trabalho.....	18
2.6.1. Esterco de bovino	18
2.6.2. Esterco de aviário	19
2.6.3. Substrato comercial Boskompost F2	19
2.7. Estrutura de protecção, Bandejas e Sementeira	20
2.7.1. Necessidade de água.....	20
2.8. Parâmetros analisados no estudo de substratos	21
2.8.1. Percentagem de emergência (PE).....	21

2.8.2.	Índice de velocidade de emergência (IVE).....	21
2.8.3.	Altura da planta (AP).....	21
a)	Taxa de crescimento absoluto.....	22
b)	Taxa de crescimento relativo médio	22
2.8.4.	Diâmetro do caule (DC)	22
2.8.5.	Massa seca da parte aérea (MSPA)	22
2.8.6.	Massa seca das raízes (MSR)	23
2.8.7.	Índice de Qualidade de Dickson (IQD)	23
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1.	Materiais.....	24
3.2.	Métodos.....	25
3.2.1.	Descrição da área de estudo.....	25
3.2.2.	Descrição do material usado.....	25
a)	Substrato comercial Boskompost F2	25
b)	Esterco aviário e bovino.....	26
c)	Descrição da variedade usada	26
3.2.3.	Tratamentos	26
3.2.4.	Delineamento experimental.....	27
3.2.5.	Teste de germinação de semente e do material orgânico	28
3.2.6.	Instalação e condução do experimento.....	28
a)	Aquisição dos substratos e colecta dos estercos	29
b)	Formulação dos substratos alternativos	29
c)	Enchimento de bandejas	29
d)	Sementeira.....	30
e)	Rega	30
f)	Tratos culturais.....	30
3.3.	Parâmetros avaliados.....	30
3.3.1.	Porcentagem de emergência (PE).....	31
3.3.2.	Índice de velocidade de emergência (IVE).....	31
3.3.3.	Altura da planta (AP).....	31
3.3.4.	Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo médio (TCRm)	32

3.3.5.	Diâmetro do caule (DC)	32
3.3.6.	Massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST)	32
3.3.7.	Índice de qualidade de Dickson (IQD)	33
3.4.	Análise estatística	33
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1.	Índice de velocidade de emergência (IVE)	35
4.2.	Altura da planta (AP)	36
4.2.1.	Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo médio (TCRm)	36
4.3.	Diâmetro do caule (DC)	37
4.4.	Matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST)	38
4.5.	Índice de qualidade de Dickson (IQD)	39
5.	CONCLUSÃO	41
6.	RECOMENDAÇÕES	42
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
	APÊNDICES	50

Índice de tabelas

Tabela 1: Classificação taxonómica da cultura de pimento.....	14
Tabela 2: Composição química do substrato comercial (BF2) e esterco bovino (EB) e aviário (EA) usado na formulação de substratos alternativos.....	19
Tabela 3: Principais pragas e doenças da cultura de pimento.....	Erro! Marcador não definido.
Tabela 4: Materiais usados durante a realização do experimento.....	24
Tabela 5: Tratamentos, combinações e doses	27
Tabela 6: Resultados dos parâmetros avaliados representados pelos valores dos quadrados médios.....	34
Tabela 7: Teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade dos substratos para os parâmetros analisados: IVE, AP, TCA e TCR.....	34
Tabela 8: Teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade dos substratos para os parâmetros analisados: DC, MSPA, MSR, MST e IQD.....	38

Lista de abreviaturas

ANOVA – Análise de Variância

AP – Altura da Planta

CTC – Capacidade de Troca Catiônica

DDS – Dias Depois da Sementeira

DC – Diâmetro do Caule

EA – Esterco Aviário

EB – Esterco Bovino

IQD – Índice de Qualidade de Dickson

ISPG – Instituto Superior Politécnico de Gaza

IVE – Índice de Velocidade de Emergência

MSPA – Massa Seca da Parte Aérea

MSR – Massa Seca da Raiz

MST – Massa Seca Total

PE – Percentagem de Emergência

T – Tratamento

TCA – Taxa de Crescimento Absoluto

TCRm – Taxa de Crescimento Relativo médio

UE – Unidade Experimental

RESUMO

A produção da plântula é uma fase importante, pois o uso de plântulas de qualidade resulta em plantas vigorosas e produtivas. No entanto, um dos principais factores que podem afectar a qualidade das mudas é o tipo de substrato. Desse modo, o trabalho teve como objectivo avaliar o efeito de substratos no crescimento inicial de plântulas na cultura de pimento. O experimento foi conduzido na estufa do Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG), situado no Posto Administrativo de Lionde no Distrito Chòkwé na Província de Gaza, num delineamento completamente casualizado (DCC), com seis tratamentos e três repetições. O experimento consistiu nos seguintes tratamentos: T1 - 100% Hygromix, T2 - 100% Boskompost F2, T3 - Esterco bovino + Boskompost F2 (2:2), T4 - Esterco bovino + Boskompost F2 (3:1), T5 - Esterco aviário + Boskompost F2 (2:2), T6 - Esterco aviário + Boskompost F2 (3:1). As plântulas foram avaliadas baseando-se nos seguintes parâmetros: percentagem de emergência (%), o índice de velocidade de emergência ($\text{plantas} \cdot \text{dia}^{-1}$), altura da planta (cm), taxa de crescimento absoluto ($\text{cm} \cdot \text{semana}^{-1}$), taxa de crescimento relativo médio ($\text{cm}/\text{cm} \cdot \text{semana}^{-1}$), o diâmetro do caule (mm), a massa seca da parte aérea (g), a massa seca das raízes (g) com os resultados obtidos foi determinado o índice de qualidade de Dickson (g). Os dados colhidos foram submetidos a análise de variância a 5% de significância, usando o pacote estatístico Minitab 18, seguido do teste de Tukey a 5% de significância para a comparação de médias. Constatou-se que houve diferença em todos os parâmetros excepto a percentagem de emergência (PE). O substrato à base de esterco bovino + Boskompost F2 (3:1) teve maiores valores de médias para as demais variáveis. No entanto, para a recomendação do substrato alternativo ao substrato comercial, os dados carecem de informação das análises químicas dos substratos, nível de aderência do substrato a raiz da plântula e estabilidade e manuseio do conjunto plântula-substrato, e ainda o desempenho das plantas no campo definitivo.

Palavras-Chaves: Plântulas, *Capsicum annum* L., substrato, tratamento e manuseio.

ABSTRACT

Seedling production is an important phase, as the use of quality seedlings results in vigorous and productive plants. However, one of the main factors that can affect the quality of seedlings is the type of substrate. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of substrates on start seedling growth in the pepper crop. The experiment was carried out in the greenhouse of the Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG), located in the Administrative Post of Lionde in the Chòkwé District in Gaza Province, in a completely randomized design (CCD), with six treatments and three replications. The experiment consisted of the following treatments: T1 - 100% Hygromix, T2 - 100% Boskompost F2, T3 - Cattle manure + Boskompost F2 (2:2), T4 - Cattle manure + Boskompost F2 (3:1), T5 - Poultry manure + Boskompost F2 (2:2), T6 - Poultry manure + Boskompost F2 (3:1). Seedlings were evaluated based on the following parameters: percentage of emergence (%), emergence speed index ($\text{plants} \cdot \text{day}^{-1}$), plant height (cm), absolute growth rate ($\text{cm} \cdot \text{week}^{-1}$), average relative growth rate ($\text{cm}/\text{cm} \cdot \text{week}^{-1}$), stem diameter (mm), shoot dry mass (g), root dry mass (g) with the results obtained, the index was determined of Dickson's quality (g). The collected data were submitted to analysis of variance at 5% of significance, using the Minitab 18 statistical package, followed by Tukey's test at 5% of significance for the comparison of means. It was found that there was a difference in all parameters except the percentage of emergence (PE). The substrate based on bovine manure + Boskompost F2 (3:1) had higher mean values for the other variables. However, for the recommendation of an alternative substrate to the commercial substrate, the data lack information from the chemical analysis of the substrates, the level of adhesion of the substrate to the seedling root and stability and handling of the seedling-substrate set, as well as the performance of the plants in the definitive field.

Key words: Seedlings, *Capsicum annum* L., substrate, treatment and handling.

1. INTRODUÇÃO

O pimento (*Capsicum annuum* L.) pertence à família das solanáceas, originária da América Central, é uma das principais hortícolas no mercado. A parte de maior interesse económico nesta cultura é o fruto, onde a sua qualidade é baseada na textura, nos aspectos visuais e nutricionais desses frutos, podendo ser comercializado de forma in natura, conferindo-lhe sabor, aroma e cor aos alimentos processados ou consumidos frescos, além de ter importantes propriedades medicinais (Neto *et al.*, 2013). Coêlho *et al.*, (2013), o pimento assim, como outras hortícolas, tem sua produção muitas vezes associada à produção de plântulas, o que garante um maior retorno económico ao produtor, devido à segurança produtiva e menor custo de implantação que esta técnica proporciona.

Em Moçambique, são visíveis vários problemas no sector de hortícolas, devido a baixa produção, produtividade e comercialização, porém, novas tecnologias de produção, processamento e distribuição que promova o desenvolvimento integrado, tais como, irrigação, adubação e uso de substratos vêm sendo aplicadas (Ecole *et al.*, 2015). A produção de plântulas utilizando substratos é uma técnica amplamente empregue na maioria dos países de horticultura avançada do mundo, pois o substrato para a produção de plântulas tem por finalidade garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em curto período de tempo, e baixo custo (Cunha *et al.*, 2006).

O substrato desempenha ainda, um papel fundamental no processo de formação das raízes, sendo um dos factores externos mais importantes na sobrevivência das plantas no início do seu desenvolvimento (Araújo *et al.*, 2013). A qualidade física do substrato é importante, por ser utilizado num estágio de desenvolvimento em que a planta é muito susceptível ao ataque por pragas, doenças e pouco tolerante ao défice hídrico, assim, o substrato deve reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, a retenção de humidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam às necessidades da planta (Cunha *et al.*, 2006).

De acordo com Araújo *et al.*, (2013), é aconselhável a utilização de substratos orgânicos que possuam características adequadas à espécie cultivada com a finalidade de redução do tempo de cultivo e diminuição da necessidade de aplicação de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas.

O presente ensaio foi conduzido na estufa do Instituto Superior Politécnico de Gaza, com o objectivo de avaliar o efeito de substratos no crescimento inicial de plântulas na cultura de pimento, num período de 65 dias.

1.1. Problema de estudo e Justificação

Em Moçambique, há uma crescente procura por tecnologias alternativas e sustentáveis para produção de plântulas, dada a escassez de conhecimento sobre os recursos naturais, a preocupação com o meio ambiente, segurança alimentar e os altos custos de aquisição dos materiais (insumos agrários) no sector familiar e industrial (Ecole *et al.*, 2015). Com isso, verifica-se a adopção de uma estratégia de produção, processamento e distribuição que promova o desenvolvimento integrado de todos para a dinamização da horticultura nacional (Ecole *et al.*, 2015).

O aproveitamento de resíduos agro-industriais se mostra uma grande oportunidade frente ao desperdício de alimentos, agregação de valor perdido e utilização sustentável desses resíduos para produção de substratos (Costa Filho *et al.*, 2017). Nhaulaho *et al.*, (2015), acrescenta que o aproveitamento de resíduos na formulação de substratos para a produção de plântulas é muito importante, sobretudo para os produtores do sector familiar. O substrato é importante na formação de plântulas, este deve apresentar condições adequadas à germinação e desenvolvimento do sistema radicular das plântulas (Cumbi, 2019). A mistura de diferentes componentes para a composição de um substrato estável e adaptado é importante para a obtenção de plântulas de boa qualidade em curto período de tempo (Silva *et al.*, 2008).

Estudos realizados no ISPG por Cumbi (2019), após avaliar o efeito de diferentes substratos orgânicos no crescimento inicial da cultura do tomateiro, verificou que os substratos que continham esterco aviário + solo argiloso (1:3) e esterco aviário + solo argiloso + hygromix (2:1:1) se destacaram em todas as características avaliadas, sendo os melhores para a produção de plântulas de tomate, por outro lado, os substratos compostos por maior proporção de esterco bovino + solo argiloso (1:3), prejudicaram o desenvolvimento, resultando em plântulas de baixa qualidade. Machel *et al.* (2019), depois de avaliar o efeito de diferentes substratos no crescimento de plântulas de pimento (*Capsicum annum* L.) no distrito de Chókwè, usando os substratos formulados à base de palha de arroz + solo (1:1), esterco bovino + solo (2:1), esterco

aviário + solo (1:2), bagaço de cana-de-açúcar + solo (1:1) e hygromix (controle), observou maior qualidade de plântulas produzidas em substrato à base do esterco aviário + solo (1:2) podendo servir de boa alternativa ao substrato comercial hygromix. Machava (2019), avaliando o desempenho agronômico no campo definitivo de plântulas de pimento produzidas em substratos formulados à base de bagaço de cana-de-açúcar + solo local (1:1), casca de arroz não carbonizada + solo local (1:1), esterco aviário + solo local (1:2), esterco bovino + solo local (2:1) e hygromix, destacou para o diâmetro transversal do fruto e altura da planta e, para o peso médio do fruto destacaram-se como melhores as plântulas produzidas nos substratos à base do esterco aviário + solo local (1:2) e esterco bovino + solo local (2:1), como alternativa ao substrato comercial hygromix foi destacado o substrato à base do esterco aviário + solo (1:2).

Estes autores indicam que existem materiais locais (esterco de bovino, esterco aviário, bagaço de cana-de-açúcar e palha de arroz) que usados nas formulações indicadas podem ser utilizados para a produção de substratos para diferentes hortícolas, incluindo tomate (*Solanum lycopersicum* L.), repolho (*Brassica Oleraceae*) e pimento (*Capsicum annum* L.). Contudo, verificou-se que, ainda há escassez de informação sobre as formulações de materiais locais que quando misturados garantem uma boa consistência do substrato e um crescimento inicial de plântulas, reduzindo os custos de aquisição dos substratos comerciais. Sendo que, a utilização de substratos alternativos mais adequados a cultura, promove melhor desenvolvimento das plântulas, reduz o tempo de cultivo e os custos do produto final, garantindo o aproveitamento de resíduos agro-pecuários localmente existentes e a viabilidade agrícola.

Portanto, o presente estudo pretendia avaliar o efeito de substratos no crescimento inicial de plântulas na cultura de pimento, para responder a demanda e servir de alternativa ao produto comercial Boskompost F2, assim como aproveitar os resíduos orgânicos disponíveis (esterco de bovino e esterco aviário) para a produção de substratos que proporcionam as plântulas maior vigor e qualidade para o mercado. Sendo que, a disponibilidade e o custo de aquisição do material para a produção do substrato são os critérios base de selecção de um substrato para a produção de plântulas de hortícolas (Steffen *et al.*, 2010).

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral

- Avaliar o efeito de substratos no crescimento inicial de plântulas na cultura de pimento.

1.2.2. Específicos

- Analisar os parâmetros de crescimento de plântulas produzidas em diferentes substratos;
- Analisar o Índice de Qualidade de Dickson como indicador de qualidade de plântulas produzidas em diferentes substratos;
- Identificar os substratos que proporcionem melhor crescimento de plântulas.

1.3. HIPOTESIS

1.3.1. Hipótese nula (H_0):

- Os substratos formulados a base da mistura de esterco + Boskompost F2 não têm efeito significativo no crescimento inicial de plântulas na cultura de Pimento.

1.3.2. Hipótese alternativa (H_a):

- Os substratos formulados a base da mistura de esterco + Boskompost F2 têm efeito significativo no crescimento inicial de plântulas na cultura de Pimento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Classificação taxonómica do pimento

De acordo com Mcleod *et al.*, (1979), a classificação taxonómica do pimento pode ser feita da seguinte forma (tabela 1):

Tabela 1: Classificação taxonómica da cultura de pimento

Família	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Capsicum</i>
Espécie	<i>Capsicum annuum</i>
Nome científico	<i>Capsicum annuum</i> L.

Fonte: Mcleod *et al.*, (1979) citado por Cossa (2016).

2.2. Origem e distribuição

A pimenta (*Capsicum annuum* L.) pertence à família *Solanaceae* e é originária das Américas, nomeadamente do Sul e Central. Foi possivelmente, o primeiro aditivo alimentar utilizado pelas antigas civilizações do México e da América do Sul. Os maiores produtores hoje em dia encontram-se na Ásia, na América Latina, na África, na Europa e na América do Norte. Na Ásia, o agronegócio pimenta é expressivo, com destaque para a Coreia, onde a pimenta constitui o segundo negócio mais importante, após o arroz, e representa 4% da produção agrícola do país (Kwon *et al.*, 2006 citado por Cossa, 2016).

No mundo existem mais de mil tipos de pimentas cultivadas, a maioria das cultivares de pimentões e pimentas que são cultivadas pertencente a espécie *Capsicum annuum*, como as pimentas doces utilizadas para consumo fresco e as pimentas picantes como a Jalapenho, Cayenne e Pimenta Americana, entre algumas, poucas cultivares que são utilizadas como ornamentais (Embrapa, 2000).

2.3. Importância socioeconómica e nutricional

A pimenta é considerada um alimento cultivado e consumido desde os povos antigos. As pimentas são benéficas para o organismo pois estudos comprovam que possuem actividade anti-

microbiana, anti-inflamatória, anti-cancerígena, melhoram a digestão, diminuem os níveis de colesterol e, por ter efeito termogénico, ou seja, acelerar o metabolismo, ajudam a emagrecer (Embapra, 2006).

Bontempo (2007), as pimentas são consumidas frescas, desidratadas ou em conservas, para colher melhor os benefícios é preciso que a pimenta seja do género *Capsicum*, tipo mais interessante para a saúde porque têm como princípio activo os capsaicinóides. As pimentas doces são usadas como corantes naturais, na forma de extractos concentrados, quais sejam as oleorresinas, e de pó, tais como, colorau e páprica (Carvalho e Biachetti, 2004).

2.4. Descrição da cultura

As folhas apresentam tamanho, coloração, formato e pilosidade variáveis. A coloração é tipicamente verde, mas existem folhas violetas e variegatas, quanto ao formato pode variar de ovalado, lanceolado a deltóide (Carvalho *et al.*, 2006). O caule pode apresentar antocianina ao longo do seu comprimento ou nos nós, bem como presença ou ausência de pêlos, o sistema de ramificação segue um único modelo de dicotomia e inicia quando a plântula atinge de 15 a 20 cm de altura, um ramo jovem sempre termina com uma ou várias flores, quando isso acontece dois novos ramos vegetativos (geralmente um mais desenvolvido que outro) emergem das axilas das folhas, e continuam crescendo até a formação de novas flores, esse processo vegetativo se repete ao longo de todo período de crescimento, sempre condicionado pela dominância apical e dependência hormonal (Carvalho *et al.*, 2006).

Segundo Wagner (2003), o fruto define-se como uma baga de estrutura oca de forma lembrando uma cápsula, as grandes variabilidades morfológicas apresentadas pelos frutos são destacadas pelas múltiplas formas: tamanho, coloração e pungência. O sistema radicular é pivotante, com várias ramificações laterais, alcançando profundidades entre 0,7-1,2 metros (Carvalho *et al.*, 2006).

Ecole *et al.*, (2015), para o crescimento das plantas, temperaturas entre 20 e 27 ° C são mais favoráveis, enquanto para o florescimento e frutificação, temperatura inferiores são mais propícias, entre 15 e 25 °C, o ciclo da planta oscila entre 150 e 180 dias, sendo o início da

colheita próximo aos 80 dias após o transplante das plântulas, a produtividade varia de 20 a 50 t.ha⁻¹ em cultivo em campo aberto.

2.5. Substrato

Segundo Araujo *et al.*, (2013), os substratos utilizados para a produção de plântulas devem cumprir suas funções fundamentais a fim de proporcionar condições adequadas à germinação e a um bom desenvolvimento do sistema radicular, devem possuir boa textura e estrutura, pH adequado, fertilidade e estar livre de patógenos, o substrato deve ainda, ser de baixo custo e estar disponível na propriedade, por ser utilizado em um estágio inicial do desenvolvimento, quando a planta é muito sensível ao deficit hídrico e bastante susceptível ao ataque de microrganismos.

O substrato alternativo, geralmente, é oriundo de matérias-primas disponíveis próximo aos locais de cultivo, tendo como principal vantagem a redução de insumos químicos, contribuindo consequentemente para o maior equilíbrio ambiental, além de não onerar o custo para a produção do substrato (Costa *et al.*, 2013). A mistura de diferentes componentes para a composição de um substrato estável é essencial, dentre os recursos alternativos que vem sendo utilizados ultimamente se destaca os resíduos de origem vegetal e animal (Gonçalves *et al.*, 2016). Dentre os principais resíduos alternativos utilizados, o esterco e o húmus de minhoca são os mais usados para compor substrato, pois disponibilizam nutrientes e apresentam custo reduzido (Diniz *et al.*, 2006). A qualidade física do substrato é muito importante, devendo garantir plântulas de qualidade com baixo custo em um curto período e um material pode ser caracterizado mediante uma gama de propriedades, sejam elas físicas, químicas e biológicas (Zorzento, 2011).

2.5.1. Propriedades físicas do substrato

De acordo com Zorzento (2011), as características físicas indispensáveis para caracterização de um substrato podem ser resumidas em densidade volumétrica, porosidade e capacidade de retenção de água, onde a partir dessas propriedades é possível indicar a qualidade e sugerir usos e limitações dos substratos. As propriedades físicas descrevem-se da seguinte forma:

- Densidade volumétrica – expressa a relação entre a massa (incluindo o espaço de poros) e o volume da amostra de substrato, e quanto menor for o recipiente utilizado, menor deve ser a densidade do substrato nele disposto pela limitação do espaço para o

desenvolvimento das raízes e das plantas. O valor da densidade é importante também para a interpretação de outras características, como porosidade, espaço de aeração e disponibilidade de água (Fermino, 2003);

- Porosidade – expressa o volume de substrato não ocupado por partículas e é definida como a diferença entre o volume total e o volume sólido de uma amostra, sendo variável com o tempo do cultivo, devido à acomodação das partículas. A importância desse atributo está no estabelecimento da capacidade de regular o fornecimento de água e ar à planta, através da dimensão dos seus poros (Zorzento, 2011); e
- Capacidade de retenção de água – quando introduz-se água no substrato, muitas das vezes, comporta-se como uma esponja que depois de saturar, deixa drenar livremente o excesso de água. Chega um momento que cessa a drenagem, nesse ponto o substrato tem retido a máxima quantidade de água que é capaz de absorver, encontrando-se quase todos seus poros ocupados por água. Capacidade de retenção de água é a água retida pelo substrato após a drenagem do excesso. Essa água é usada pelas raízes das plantas, como consequência da evaporação da água na superfície das folhas pela transpiração, sendo máxima em condições de temperatura elevada (Zorzento, 2011).

2.5.2. Propriedades químicas do substrato

As propriedades químicas do substrato dividem-se em duas principais propriedades abaixo indicada:

- pH – geralmente influencia directamente tanto a solubilidade, quanto na disponibilidade dos nutrientes para as plantas (Araújo, 2005). A faixa ideal para um substrato varia muito de acordo com a espécie a ser cultivada, porém, pode-se considerar como de 5,5 a 6,5 onde ocorre a disponibilidade da maioria dos nutrientes (Anisoren, 1994; Baumgarten, 2002; citados por Lopes *et al.*, 2007);
- Capacidade de troca de catiões – é definida como a quantidade de catiões existentes na superfície das partículas do substrato que pode ser trocada com a dos catiões da solução de nutrientes, que quando o manejo adoptado possui alta frequência de aplicação de fertilizantes, é recomendada uma capacidade de troca catiónica (CTC) mais baixa, quase nula, entretanto, com aplicações mais distantes, é desejável que os valores de CTC

sejam mais elevados, possibilitando assim a reação dos nutrientes no substrato e a sua liberação gradativa às plantas (Martínez, 2002).

2.5.3. Propriedades biológicas do substrato

As propriedades biológicas, assim como as físicas e químicas, são importantes destacando-se o grau de ocorrência de agentes causadores de prejuízo às plantas, e aqueles agentes benéficos chamados de microrganismos (Zorzento, 2011). De acordo com o mesmo autor, as propriedades biológicas incluem todos compostos orgânicos (os materiais decompostos e os organismos vivos), podendo ajudar no aquecimento do solo, no suprimento de nutrientes para as plântulas, permitir a troca de gases, estabilizar a estrutura e aumentar a permeabilidade do substrato. Os organismos presentes no substrato são responsáveis pelos processos de decomposição (Lima, 2019).

2.5.4. Formulação de substratos

Segundo Camargo *et al.* (2011), a mistura de 40% de compostos de lixo no substrato contribui significativamente para a obtenção de plântulas com teores foliares de macronutrientes adequados, no entanto, Gonçalves *et al.* (2000), retrata que a mistura de materiais do mesmo grupo na formação do substrato não tem grandes alterações nas características do produto final. Para Gonçalves *et al.* (2000), o processo de multiplicação de planta por semente e estaca, pode se usar uma mistura de 70 a 80% de material orgânico e 20 a 30% do substrato comercial ou areia grossa para aumentar a porosidade do produto final.

2.6. Descrição dos componentes dos substratos usados no trabalho

2.6.1. Esterco de bovino

O esterco bovino é utilizado como fonte de nutrientes dos compostos orgânicos, contendo um desempenho relevante no progresso das suas propriedades físicas e químicas que estimulam os processos microbianos, sendo mais usado na formulação de substratos por serem de fácil aquisição, baixo custo, pela sua actividade microbiana que quando aplicado em seco nos solos de pastagens auxilia a fertilidade do solo e na quantidade de uma tonelada contem cerca de 5kg de N, 2,5kg de P₂O₅ e 5kg de K₂O (conforme ilustra a tabela 2) (Melo, 2008).

2.6.2. Esterco de aviário

A alternativa, para a fertilização, é o uso de adubos orgânicos, cama de poedeiras, que são empregues como melhoradores alternativos da fertilidade do solo e podem resultar em incremento da matéria orgânica e actividade biológica do solo, a cama de poedeiras apresenta na sua constituição teores mais elevados de macronutrientes (conforme ilustra a tabela 2), sendo importantes no enriquecimento químico dos substratos e estas matérias tem constituído como os mais usados como substrato (Mota, 2012).

2.6.3. Substrato comercial Boskompost F2

Substrato universal para jardinagem, plantação e transplante de uma vasta gama de plantas em cusetes, tabuleiros de propagação e recipientes de volume reduzido, que tem como propriedade (descritas na embalagem) uma textura média (granulometria) 0-8 mm, humidade 50-60%, enriquecida à base de fertilizantes orgânicos (Matéria orgânica >70%), pH em CaCl₂ 5,5-6,5, com Condutividade 0,6-1,0 CE, N de 100-150 mg/l, P de 100-150 mg/l e K 200-400 mg/l (conforme ilustra-se na tabela 2), permitindo o desenvolvimento saudável das plantas, sendo 100% ecológico, a sua composição é elaborada à base de húmus, turfas loiras e com fertilização especial contentores 19-19-19 (1 kg/m³) e é embalado em saco de 20-70L (9-26 kg) (Rito, 2015).

De acordo com Silva *et al.*, (2000); Müller, (2012); Freitas *et al.*, (2012); Favalessa, (2011) e Rito (2015), a composição química dos produtos, esterco bovino (EB), aviário (EA) e Boskompost F2 (BF2), destacam-se da seguinte maneira (tabela 2):

Tabela 2: Composição química do substrato comercial (BF2) e esterco bovino (EB) e aviário (EA) usado na formulação de substratos alternativos

Produtos	Composição química						
	pH	N	P	K	Ca	Mg	CE
	(CaCl ₂)			mg.dm ⁻³			mS.cm ⁻¹
EB	7.88	19.3	5.6	19.9	10.9	4.4	6.03
EA	8.2	35.6	13.3	19.9	23.1	5.0	5.0
BF2	5.5-6.5	100-150	100-150	200-400	-	-	0.6-1.2

Adaptado de Silva *et al.*, (2000); Müller, (2012); Freitas *et al.*, (2012); Favalessa, (2011); Rito (2015).

2.7. Estrutura de protecção, Bandejas e Sementeira

A estrutura de protecção para produção de plântulas deve ser coberta de plástico apropriado e fechado lateralmente com telas de malha estreita, para impedir a entrada de insectos, principalmente os afídios (Embrapa, 2006). O uso de estruturas de protecção tem como importância e finalidade a protecção das culturas contra os factores bióticos e abióticos, garantir a uniformidade das plântulas, oferecendo boa aeração, e o controlo parcial da temperatura e humidade, para tal, é necessário que a estrutura obedeça algumas recomendações como: receber luz solar todo dia, ficar próximo a água de qualidade, proteger contra os ventos fortes, boa drenagem e possuir boa circulação de ar (Sousa *et al.*, 2009).

Cossa (2016), a estrutura de protecção mais comum é a estufa com cobertura de plástico, onde são colocadas as bandejas de isopor com 128, 200 e 288 células sobre cavaletes no mínimo a 30 cm do chão, de modo que fiquem suspensas, utilizando, bandejas de 200 células, são gastos de 10 a 15 g de substrato por célula, que equivalerá a 4,2 litros de substrato por bandeja, uma estufa de 32m² tem capacidade para produção de 11.264 plântulas, suficientes para o plantio de 1 ha.

A sementeira do pimento em bandejas de isopor (método mais moderno e mais prático) tem sido o método mais usado por apresentar as seguintes vantagens: permite menor gasto de semente, selecção de plântulas, menor danos às raízes por ocasião do transplante, melhor pegamento das plântulas no campo, maior controlo fitossanitário e permitir o transplante a qualquer hora do dia (Cossa, 2016). Após colocar o substrato na célula ou nas bandejas, faz-se um covacho no centro da grossura de um lápis de grafite, com 0,5 a 1 cm de profundidade, dependendo do poder germinativo coloca-se de 1 a 2 sementes dentro do covacho e, após isso, cobre-se com substrato ou vermiculita, geralmente após 15 dias depois da emergência, deixa-se apenas uma planta por célula (Silva, 2000).

2.7.1. Necessidade de água

Segundo Balbino *et al.*, (2010), a deficiência de água é, normalmente, o factor mais limitante para obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade, mas o excesso também

pode ser prejudicial, sendo que a reposição de água ao solo por irrigação na quantidade e no momento oportuno é decisiva para o sucesso da horticultura. Silva (2000), a rega das bandejas deve ser frequente (duas ou três vezes por dia) sem encharcar, a fim de evitar a lixiviação dos nutrientes.

2.8. Parâmetros analisados no estudo de substratos

Para aferir o efeito de substratos no crescimento inicial de plântulas na cultura de pimento, são avaliados ou estudados os seguintes parâmetros:

2.8.1. Percentagem de emergência (PE)

A percentagem de emergência é calculada de acordo com Labouriau e Valadares (1976) citados por Lima (2019), e a sua avaliação é calculada de acordo com a contagem de emergências das plântulas diariamente até completarem 14-21 dias após a sementeira (DDS) e registada em unidade de percentagem, pela equação abaixo:

$$PE = (N/A) * 100$$

2.8.2. Índice de velocidade de emergência (IVE)

De acordo com Maguire (1962) citado por Lima (2019), o índice de velocidade de emergência é obtido através de uma contagem periódica ou diária até aos 14 dias após a sementeira nas bandejas, considerando as plântulas totalmente emergidas somente as acima do substrato e com cotilédones abertos e registada em unidade de plantas por dia (plantas*dia⁻¹), conforme descreve a equação abaixo:

$$IVE = (E1/N1) + (E2/N2) + \dots + (En/Nn)$$

2.8.3. Altura da planta (AP)

De acordo com Lima (2019), a altura da planta é dada a partir da medição do tamanho da plântula da base da planta até a inserção da última folha usando uma régua semanalmente até a cultura atingir os dias de transplante e é registada em unidade de centímetro (cm). De acordo com a metodologia proposta por Benincasa (2003) citado por Júnior Maia *et al.* (2013), os

valores da altura da planta (AP), são determinadas as taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) da variável altura da planta, segundo as seguintes fórmulas:

a) Taxa de crescimento absoluto

A taxa de crescimento absoluto da variável altura da planta (AP), expressa em cm/semana é obtida a partir da metodologia proposta por Benincasa (2003) citado por Júnior Maia *et al.* (2013):

$$TCA = \frac{M2-M1}{T2-T1}$$

b) Taxa de crescimento relativo médio

A taxa de crescimento relativo médio da variável altura da planta (AP), expressa em cm/cm/semana é obtida a partir da metodologia proposta por Benincasa (2003) citado por Júnior Maia *et al.* (2013):

$$TCRm = \frac{\ln(M2)-\ln(M1)}{T2-T1}$$

2.8.4. Diâmetro do caule (DC)

De acordo com Santos *et al.* (2016), o diâmetro do caule é obtido a partir da medição tomada na altura do colo da plântula com auxílio de um paquímetro digital semanalmente até a cultura atingir a idade de transplante e é registada em unidade de milímetros (mm).

2.8.5. Massa seca da parte aérea (MSPA)

De acordo com Boldt (2014), a matéria seca da parte aérea é obtida a partir da secagem da parte aérea das plântulas na estufa de ar forçado à temperatura de 65°C até atingir a massa constante (durante 72 horas), de seguida o seu material é pesado quando as plântulas tiverem idade de transplante, por meio de uma balança analítica de três casas decimais e é registada em unidade de grama (g).

2.8.6. Massa seca das raízes (MSR)

A matéria seca da raiz é obtida a partir da secagem das raízes das plântulas na estufa de ar forçado à temperatura de 65°C até atingir a massa constante (durante 72 horas), de seguida o seu material é pesado quando as plântulas tiverem idade de transplante por meio de uma balança analítica de três casas decimais e é registada em unidade de grama (g) (Boldt, 2014).

2.8.7. Índice de Qualidade de Dickson (IQD)

De acordo com Silva *et al.*, (2018), o índice de qualidade de Dickson é obtido após a obtenção a determinação dos indicadores de morfológicos: Altura da planta (AP), Diâmetro do caule (DC), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca da raiz (MSR) e Massa seca Total (MST) a partir da equação (Dickson, Leaf e Hosner, 1960), que diz:

$$IQD = [MST/(AP/DC) + (MSPA/MSR)]$$

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

Para realização da avaliação do efeito de substratos no crescimento inicial de plântulas na cultura de pimento, foram usados os seguintes materiais, ilustrados na tabela 4:

Tabela 3: Materiais usados durante a realização do experimento

Materiais	Descrição
Materiais usados na estufa	Bandejas Isopor com 200 células
	Regadores de 10 litros e Crivos
	25kg de Hygromix (Hygrovet)
	25kg de Boskompost F2
	Esterco Bovino
	Esterco de Aviário
	10g Sementes de Pimento var. Califórnia Wonder
	Desinfetante (Cloro)
	Marcadores e esferográficas
	Bloco de notas
	Paquímetro digital (Digital Caliper) 150 mm (6")
	Régua graduada (30 cm)
	Envelopes de Papel
	Garrafas de água de 500ml e 5litros
	Tesoura
	Botas
	Balde de 30 litros
Pá	
Materiais usados no laboratório	Balança de precisão (electrónica)
	Estufa de ar forçado
	Bata

3.2.Métodos

3.2.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado na estufa do Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG), sita no Posto Administrativo de Lionde, no distrito de Chókwè, que se localiza a Sul da província de Gaza, no curso médio do rio Limpopo. Com dominância de clima semiárido (seco de savana), onde a precipitação varia de 500 a 800 mm, confirmando o gradiente do litoral do distrito para o interior, enquanto a evapotranspiração potencial de referência (ET_o) é de ordem dos 1400 a 1500 mm. As temperaturas médias anuais variam entre 22° e 26°C e a humidade relativa média anual entre 60-65%, e com predominância de solos argilosos de má drenagem, susceptíveis a inundação e em algumas áreas encontra-se uma salinidade.

Este experimento foi conduzido na estufa, protegendo a cultura contra os factores bióticos e abióticos, garantindo a uniformidade das plântulas, oferecendo boa aeração e o controlo parcial da temperatura e humidade. A estufa apresenta dimensões de 10x40m, uma cobertura plástica com capacidade para retenção de 20% de radiação solar incidente e faixas laterais com sombrite plástica, com capacidade para retenção de 50% de radiação solar incidente. Esta possui uma capacidade de produção de plântulas para 10ha e um sistema de rega montado por microaspersão, contudo, o mesmo não estava operacional durante a condução do experimento.

3.2.2. Descrição do material usado

a) Substrato comercial Boskompost F2

As propriedades descritas na embalagem deste substrato comercial indicam, que este substrato universal para jardinagem, plantação e transplante de uma vasta gama de plantas em cusetes, tabuleiros de propagação e recipientes de volume reduzido, possui uma granulometria de 0-8 mm, humidade 50-60%, enriquecida à base de fertilizantes orgânicos (Matéria orgânica>70%), pH em CaCl₂ 5,5-6,5, com Condutividade 0,6-1,0 CE, N de 100-150 mg/l, P de 100-150 mg/l e K 200-400 mg/l, 100% ecológico, a sua composição é elaborada à base de húmus, turfas loiras e com fertilização especial contentores 19-19-19 (1 kg/m³) e era embalado em saco de 70L (26 kg).

b) Esterco aviário e bovino

Difícilmente se encontra um material com todas as características para suprir todas as necessidades para o crescimento das plântulas, não obstante nenhum substrato é universalmente válido para todas plantas e o uso de resíduos orgânicos na composição de um substrato melhora a permeabilidade, aeração, contribui para a correção de acidez dos solos e agregação de partículas minerais. De acordo com Miranda (1998) citado por Machel (2019), o esterco de galinha é rico em amônio, daí que na formulação de substrato não pode ultrapassar 30% do total da mistura, sob risco de prejudicar o crescimento e desenvolvimento das plântulas. Em suma, o substrato preparado com matéria orgânica de esterco aviário e solo deve obedecer a proporção (1:2) (Araújo *et al.*, 2013). E Segundo Klein (2015) citado por Machel (2019), a formulação de substrato para produção de hortícolas usando esterco bovino e solo recomenda-se a proporção (2:1).

c) Descrição da variedade usada

Durante a condução do experimento, foi usada a variedade California Wonder, com poder germinativo de 70%, as melhores produções são obtidas em solos com pH que varia de 5.5 – 6.5, as temperaturas ideais para a otimização da produtividade variam entre 21 – 23° C durante o crescimento vegetativo e o fotoperíodo não interfere na fase de crescimento vegetal. A produção em campo aberto pode atingir uma altura que varia de 40 – 100cm e 75 – 150cm em ambiente protegido, e transplante é realizado entre 30 – 45 DDS e requer maiores quantidades de nutrientes para satisfazer as necessidades de crescimento das hastes.

3.2.3. Tratamentos

Durante a condução do experimento, foram avaliados seis substratos, representando os tratamentos que serviram de suporte para o crescimento radicular e aéreo das plântulas de pimento da variedade Califórnia Wonder, em três repetições, formulados a base de Boskompost F2, esterco aviário e bovino e hygromix em doses distintas (tabela 5), com vista a oferecer melhores condições para o desenvolvimento das mesmas.

Tabela 4: Tratamentos, combinações e doses

Tratamentos	Combinações
T1	Hygromix – 100%
T2	Boskompost F2 (Fertiplus) – 100%
T3	Esterco bovino + Boskompost F2 – (2:2)
T4	Esterco bovino + Boskompost F2 – (3:1)
T5	Esterco aviário + Boskompost F2 – (2:2)
T6	Esterco aviário + Boskompost F2 – (3:1)

3.2.4. Delineamento experimental

Para a condução deste experimento, foi usando o Delineamento Completamente Causalizado (DCC), com seis tratamentos e três repetições, totalizando dezoito (18) unidades experimentais (UE), sendo cada UE composta por 50 plântulas, das quais 6 plantas foram usadas para recolha de dados e as restantes 44 serviram de bordadura, excepto para as variáveis PE e IVE que se registou o número total de plântulas de cada tratamento e repetição. O experimento ocupou seis (6) bandejas de 200 células, dividindo-se em cada bandeja 3 tratamentos e repetições, estes foram subdivididos ocupando 50 células na bandeja.

O layout do experimento foi feito baseando-se no princípio de casualização ou aleatorização, onde a aplicação dos tratamentos é feita de forma aleatória sobre as unidades experimentais, isto é, sorteando qual unidade experimental receberá um tratamento em cada repetição e a ordem de execução do experimento, esta casualização foi feita com auxílio ao pacote estatístico Excel, (conforme ilustra o layout abaixo):

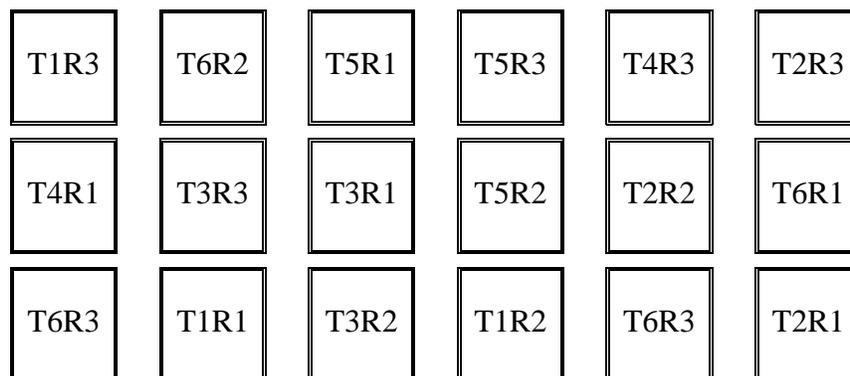


Figura1: Layout do experimento

3.2.5. Teste de germinação de semente e do material orgânico

O teste de germinação de semente teve lugar na estufa do ISPG no dia 12 de Abril de 2021, usando bandejas de isopor com 200 células, nos quais foram aplicados os diferentes tratamentos em 30 células para cada tratamento. Este consistiu, no teste de germinação de semente nos diferentes tipos de substratos a destacar, hygromix a 100%, esterco bovino a 100% e esterco aviário a 100%. Foram usadas sementes da cultura de pimento (variedade Califórnia Wonder) com poder germinativo de 70%, sendo colocadas duas sementes em cada célula. Após 14 dias as plantas emergiram, segundo a contagem diária após os 7 dias, calculou-se a percentagem de emergência e constatou-se que esta variava de 100% no tratamento com 100% de esterco bovino, 98% no tratamento com 100% do esterco de aviário e 95% no tratamento com 100% o substrato comercial hygromix.

No entanto, em uma análise visual aos 30 dias após a sementeira (DDS), constatou-se que o esterco bovino proporcionou maior velocidade de emergência e crescimento, seguido pelo esterco aviário e por fim o substrato comercial hygromix que observou menor velocidade de emergência e dificuldades para sustentar o desenvolvimento da plântula até atingir a idade de transplante, provocando a senescência das mesmas. Com isso, passou-se para a fase de instalação e condução do experimento fazendo-se menção a introdução de outro substrato comercial Boskompost F2 a fim de comparar com o hygromix e substituir este na formulação dos substratos alternativos.

3.2.6. Instalação e condução do experimento

A instalação do experimento teve lugar na estufa do ISPG, com condições mínimas de trabalho, no dia 11 de maio de 2021, durante a condução do experimento foram formulados seis substratos em diferentes combinações a base do hygromix a 100%, Boskompost F2 a 100%, esterco bovino + Boskompost F2 (2:2 e 3:1) e esterco aviário + Boskompost F2 (2:2 e 3:1). A aquisição dos substratos comerciais e a colecta dos esterco, e a mistura ou formulação dos substratos foi feita da seguinte maneira:

a) Aquisição dos substratos e colecta dos esterços

O substrato comercial Hygromix (Hygrovet) usado, foi adquirido na loja das Soluções Rurais que cita em Chòkwé e o substrato comercial Boskompost F2 usado, foi adquirido na loja da Casa do Agricultor que cita na Macia. A colecta do esterco bovino foi feita no curral de um ex-criador de gado Bovino local (de Chòkwé, arredores do ISPG) e a colecta do esterco de aviário foi feita na capoeira de produção de galinha cafre local (de Chòkwé), deixando-se curtir cerca de 90 dias, antes da sua aplicação. De seguida foram destorroados e transportados até a estufa do ISPG.

b) Formulação dos substratos alternativos

Neste processo, a base de combinação da adição de resíduos pecuários (esterco aviário e bovino) ao substrato comercial foi feita garantindo a consistência no substrato alternativo e por meio de sua fase sólida, a manutenção mecânica do sistema radicular e estabilidade da planta, e dois substratos comerciais que serviram de testemunha. Observando a redução parcial do substrato comercial e aumento gradativo dos resíduos pecuários (esterco aviário e bovino). Foram medidas com auxílio a uma garrafa de 5 litros graduada (com medições) recortada, onde:

- Para os tratamentos com 100% Hygromix e 100% Boskompost F2, considerou-se a medida dos 4 litros correspondente a 100%, respectivamente;
- Para os tratamentos com 50%+50% (Esterco bovino + Boskompost F2 e Esterco aviário + Boskompost F2), considerou-se a medida de 2 litros correspondente a 50%; e
- Para os tratamentos com 75%+25% (Esterco bovino + Boskompost F2 e Esterco aviário + Boskompost F2), considerou-se a medida de 3 litros correspondente a 75% e a medida de 1 litro correspondente a 25%.

c) Enchimento de bandejas

Após a formulação dos substratos, procedeu-se a lavagem e desinfecção das bandejas, depois a marcação dos tratamentos e repetições nas bandejas de isopor com 200 células, com auxílio a um marcador preto, segundo a distribuição do layout do experimento, com vista a facilitar a colecta de dados e a identificação dos mesmos. De seguida humedeceu-se os substratos e fez-se o enchimento em seis (6) bandejas de isopor com 200 células, com 60 mm de profundidade e compactou-se de modo que o preenchimento seja efectivo. Cada bandeja de isopor era

constituída por três tratamentos, sendo que cada tratamento e repetição ocupavam 50 células, na bandeja.

d) Sementeira

A sementeira foi feita em cada célula (com sementes de pimento da variedade Califórnia Wonder), colocando-se duas sementes por covacho, numa profundidade de 1 cm (os covachos foram abertos com auxílio de um lápis de grafite), findo o processo de sementeira usou-se os substratos para tampar os covachos e as bandejas foram colocadas em uma base ou suporte metálica com cerca de 1,50 metros de altura.

e) Rega

As bandejas foram regadas de forma a humedecer o substrato oferecendo ambiente adequado para o desenvolvimento das sementes, este processo era realizado uma vez e diariamente (1 rega por dia), com auxílio a um regador com crivo, até no dia do transplante.

f) Tratos culturais

Durante a condução das culturas na estufa, foi feito o desbaste entre os 21-28 DDS, com objectivo eliminar o excesso de plântulas e evitar competição de nutrientes, deixando-se a plântula mais vigorosa. Fez-se também a monda, com objectivo de eliminar plântulas invasoras e reduzindo o grau de competição com a cultura, esta actividade foi realizada manualmente, num intervalo de uma monda por semana, até ao final do ciclo do ensaio.

3.3. Parâmetros avaliados

Para avaliar o efeito de substratos no crescimento de plântulas e na estabilidade do manuseio do conjunto plântula-substrato na cultura de pimento, foram avaliados ou estudados os seguintes parâmetros:

3.3.1. Percentagem de emergência (PE)

A percentagem de emergência foi calculada de acordo com fórmula 1, e a sua avaliação foi feita pela contagem diária de todas plântulas emergidas a partir dos 15 DDS até completarem 28 DDS, em cada tratamento e repetição, e foi registada em unidade de percentagem (%).

$$PE = (N/A) * 100 \quad (\text{Fórmula 1})$$

Sendo:

- N – Número total de sementes emergidas; e
- A – Número total de sementes usadas.

3.3.2. Índice de velocidade de emergência (IVE)

O índice de velocidade de emergência foi obtido através de uma contagem semanal de todas plântulas, dos 15 DDS até completarem 28 DDS nas bandejas, considerando as plântulas totalmente emergidas somente as acima do substrato e com cotilédones abertos, e foi calculada adoptando a fórmula 2, nos tratamentos e repetições, e foi registada em unidade de plantas por dia (plantas*dia⁻¹):

$$IVE = (E1/N1) + (E2/N2) + \dots + (En/Nn) \quad (\text{Fórmula 2})$$

Sendo:

- E1, E2... En – número de plântulas normais emergidas na primeira, segunda até a última contagem; e
- N1, N2... Nn – número de dias de sementeira da primeira, segunda até a última contagem.

3.3.3. Altura da planta (AP)

A altura da planta foi colectada a partir da medição do tamanho da plântula da base da planta até a inserção da última folha usando uma régua semanalmente (de 7 em 7 dias) dos 35 até aos 60 DDS, em seis (6) plantas dentro da área útil, registada em unidade de centímetro (cm).

3.3.4. Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo médio (TCRm)

As taxas de crescimento absoluto e relativo médio, foram obtidos pelas fórmulas 3 e 4 respectivamente, com base nos dados da medição da altura da planta usando uma régua semanalmente (de 7 em 7 dias) dos 35 até aos 60 DDS, em seis (6) plantas dentro da área útil, registada em unidade de cm.dia^{-1} .

$$TCA = \frac{M2-M1}{T2-T1} \quad \& \quad TCRm = \frac{\ln(M2)-\ln(M1)}{T2-T1} \quad (\text{Fórmula 3 e 4})$$

Onde:

- M2 – medição final da altura da planta;
- M1 – medição inicial da altura da planta;
- T1 e T2 – intervalo de tempo depois da sementeira (da primeira e a última colecta, respectivamente; e
- ln – logaritmo neperiano.

3.3.5. Diâmetro do caule (DC)

O diâmetro do caule foi obtido a partir da medição tomada na altura do colo da plântula com auxílio de um paquímetro digital (digital caliper) de 150 mm (6”), semanalmente (de 7 em 7 dias) aos 35 dias até aos 60 DDS, nas seis (6) plântulas da área útil e foi registada em unidade de milímetros (mm).

3.3.6. Massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST)

A massa seca da parte aérea da planta (MSPA), da raiz (MSR) e total foram parâmetros de carácter destrutivo, feitos aos 60 DDS, esta consistiu na colecta do material vegetal das seis (6) plântulas da área útil de forma separada, colocadas em envelopes de papel devidamente identificadas e submetidas ao processo de secagem na estufa de ar forçado, regulada a uma temperatura de 65°C durante 72 horas (3 dias), de seguida o material foi pesado e foi registado em unidade de gramas (g). A massa seca total (MST) foi obtida pelo somatório da matéria seca da parte aérea e da raiz.

3.3.7. Índice de qualidade de Dickson (IQD)

O índice de qualidade de Dickson foi calculado após a obtenção dos resultados dos parâmetros da MST, AP, DC, MSPA e MSR, do material vegetal das seis (6) plântulas da área útil, em cada tratamento e repetição, 65 dias depois da sementeira e recorrendo-se ao seu cálculo pela formula 5.

$$IQD = [MST/(AP/DC) + (MSPA/MSR)] \quad (\text{Fórmula 5})$$

Sendo:

- IQD – Índice de qualidade de Dickson (g);
- MST – Massa total seca (g);
- AP – Altura da planta (cm);
- DC – Diâmetro do caule (mm);
- MSPA – Peso da matéria seca da parte aérea (g);
- PMSR – Peso da matéria seca da raiz (g).

3.4. Análise estatística

Após a organização dos dados no Excel, a análise variância (ANOVA) foi realizada com base nos procedimentos do programa estatístico *Minitab 18*, considerando os seus pressupostos e o nível de significância de 5%. E por fim, as médias das variáveis foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela análise de variância (ANOVA) demonstram que houve efeito significativo dos tratamentos ($P < 0,05$) em todas variáveis, nomeadamente, o índice de velocidade de emergência (IVE), altura da planta (AP), a taxa de crescimento relativo e absoluto em relação a altura da planta (TCR e TCA), diâmetro do caule (DC), massa seca da parte área (MSPA), da raiz (MSR), total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) aos 60 DDS, excepto a percentagem de emergência (PE). Os dados abaixo representam os valores dos quadrados médios e do erro conforme indicado na tabela 6.

Tabela 5: Resultados dos parâmetros avaliados representados pelos valores dos quadrados médios

FV	Quadrados Médios										
	GL	PE	IVE	AP	TCA	TCRm	DC	MSPA	MSR	MST	IQD
Trat	5	49.47 ^{ns}	8.466*	0.8247*	0.0029*	0.00053*	0.2399*	0.1581*	0.0271*	0.3076*	0.831*
Erro	12	16.89	1.797	0.07207	0.000121	0.00005	0.013	0.0005	0.0002	0.0008	0.004
CV (%)		5.247	9.387	9.92837	13.5243	16.8162	6.20067	7.23039	10.7923	6.4313	8.7820

Legenda: * – significativo e ^{ns} – não significativo a 5% de probabilidade ($P < 0.05$)

Tabela 6: Teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade dos substratos para os parâmetros analisados: IVE, AP, TCA e TCR.

Tratamentos	Parâmetros analisados			
	IVE	AP	TCA	TCRm
	(pl/dia)	(cm)	(cm/sm)	(cm/cm/semana)
100% Hygromix	15.190AB	1.873C	0.03700B	0.02367C
100% Boskompost F2	17.077A	2.310BC	0.05167B	0.02767BC
Esterco Bovino + Boskompost F2 (2:2)	14.440AB	3.140A	0.11400A	0.05767A
Esterco Bovino + Boskompost F2 (3:1)	12.787B	3.260A	0.11267A	0.05200A
Esterco aviário + Boskompost F2 (2:2)	13.477AB	2.780AB	0.08500A	0.04333AB
Esterco aviário + Boskompost F2 (3:1)	12.68B	2.860AB	0.08767A	0.04300AB
Media (X)	14.28	2.704	0.08134	0.04122
Desvio Padrão (S)	1.34048	0.26846	0.011	0.00693

CV (%)	9.387	9.92837	13.5243	16.8162
--------	-------	---------	---------	---------

As médias seguidas pela mesma letra na vertical (entre substratos) não diferem entre si em nível de significância de 5% pelo teste de *Tukey*. **Onde:** **IVE**– Índice de velocidade de emergência, **AP**– Altura da planta, **TCA**– Taxa de crescimento de absoluto, **TCRm**– Taxa de crescimento relativo médio e **DC** – Diâmetro do caule.

4.1.Índice de velocidade de emergência (IVE)

Registrou-se o maior índice de velocidade de emergência no substrato comercial com 100% de Boskompost F2 (média igual a 17.077 plantas.dia⁻¹) e o substrato com Esterco aviário + Boskompost F2 (3:1) teve o menor índice de velocidade de emergência (média igual a 12.68 plantas.dia⁻¹), sem contudo diferir dos demais substratos, com a exceção do substrato comercial com 100% de Boskompost F2 (tabela 7). Verificou-se que os substratos compostos por Esterco bovino + Boskompost F2 (2:2) e Esterco aviário + Boskompost F2 (2:2) não diferem estatisticamente do substrato comercial Boskompost F2. É provável que o elevado índice de velocidade de emergência no substrato comercial com 100% de Boskompost F2, esteja associado ao material usado para a formulação deste substrato (fibra de coco) conforme descrito na embalagem, o que pode ter proporcionado boa areação e boa capacidade de absorção de água de rega para as sementes em relação aos demais substratos. De acordo com Carrijo *et al.* (2002), as propriedades físicas da fibra de coco, conferem ao substrato boas características de aeração, absorção de água e porosidade. Para Brancalião e Moraes citados por Bonatti *et al.*, (2017), o aumento do índice de velocidade de emergência, pode ser explicado pela composição física do substrato, no concerne a porosidade, areação e a infiltração de água.

Resultados diferentes foram obtidos por Machel (2019), que na avaliação de diferentes substratos no crescimento de plântulas de pimento, verificou menor média de IVE no substrato composto pelo esterco aviário + hygromix (2:1) e maior média de IVE nos substratos compostos por bagaço de cana-de-açúcar (1:1), palha de arroz (1:1), 100% de hygromix e esterco bovino (1:1). Silva *et al.* (2019), também obtiveram resultados diferentes, ao avaliarem o uso de substratos alternativos na produção de pimenta e pimentão, constataram que,o substrato comercial (Bioplant) + casca de arroz carbonizada + húmus de minhoca (SC+CAC+HM) destacou-se com maior média de IVE e o substrato comercial Bioplant teve menor média de IVE. Contudo, isto pode talvez ser explicado pelo material adicional (turfas de Sphagnum) usado para formulação do Bioplant, além de fibra de coco usada no Boskompost F2.

4.2. Altura da planta (AP)

Analisando a altura da planta, obteve-se menores valores no substrato comercial com 100% de Hygromix (1.87cm), que não se diferiu estatisticamente do substrato com 100% de Boskompost (tabela 7). Verifica-se o aumento nos valores da altura da planta nos demais substratos, destacando-se os substratos formulados de Esterco bovino + Boskompost F2 (3:1) e Esterco bovino + Boskompost F2 (2:2), com os maiores valores para a variável altura da planta, 3.260 e 3.140 cm respectivamente. O aumento dos valores da altura da planta no presente estudo, talvez esteja associado a adição da fonte orgânica (o esterco bovino) ao substrato comercial Boskompost F2, o que pode ter elevado a disponibilidade de elementos essenciais para o desenvolvimento das plântulas em altura. Segundo Fonseca (1998) citado por Pio (2019), na composição do substrato para o crescimento de plântulas, a fonte orgânica é responsável pela retenção de humidade, estímulo dos processos microbianos e na fertilidade do solo, entretanto o esterco bovino é a fonte orgânica comumente usada na composição de substratos para diversos tipos de cultivos.

Silva *et al.*, (2019), confirmam ainda que ao adicionar a fonte orgânica (esterco bovino) no substrato alternativo, enquanto avaliavam os substratos alternativos na produção de plântulas de pimento, lhes proporcionou maiores valores de altura da planta, no substrato com Carolina Soil + casca de arroz carbonizada + esterco bovino (1:1:1). O estudo feito por Coêlho *et al.* (2013), mostrou também, resultados similares ao avaliarem o desenvolvimento inicial de plântulas de pimento produzidas com diferentes substratos, destacando o substrato formulado pela mistura do substrato comercial (tropstrato) + composto orgânico (1:1), resultou em plântulas com maior altura da parte aérea (H), com altura igual a 8.03 cm. O desempenho agronómico observado nesta variável, pode estar associado, a adição do composto orgânico ao substrato comercial e pode ter sido influenciado pelas características do próprio substrato comercial (Tropstrato HT), que possui na sua composição casca de pinus, turfa e vermiculita expandida o que lhe difere do substrato comercial Boskompost F2.

4.2.1. Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo médio (TCRm)

O desempenho agronómico das variáveis taxa de crescimento absoluto e relativo médio em função da altura da planta, verificou-se maior valor de TCA e TCRm nas misturas de Esterco

bovino + Boskompost F2 (3:1), em relação aos demais substratos, registrando 0.11400 cm/semana e 0.5767 cm/cm/semana, não diferindo estatisticamente demais substratos, excepto dos substratos comerciais com 100% de Boskompost F2 e 100% de Hygromix, que registaram os menores valores para ambas variáveis (tabela 7). É provável que as taxas de crescimento absoluto e relativo médio tenham aumentado em razão da adição do esterco bovino na mistura com o Boskompost F2, o que talvez estimulou a actividade microbiana e auxiliou na fertilidade do solo, porém, estas variáveis podem ter reduzido consoante a ausência do esterco bovino nos substratos comerciais a 100%.

De acordo com Menezes (1997) citado por Coêlho *et al.* (2013), o aumento das taxas de crescimento deve-se aos factores que interferem nas características das plântulas, com destaque para a fertilidade do substrato, e estes, num estágio óptimo, conferem a fertilidade desejável. Os resultados da TCA e TCRm são semelhantes, porque considera-se a TCRm como medida para avaliação do crescimento vegetal, que depende da quantidade de material que está sendo acumulado e varia ao longo do ciclo vegetal, enquanto, TCA é uma medida que pode ser usada para se ter ideia da velocidade de crescimento ao longo do período de observação, sendo que quanto maior for valor da TCA maior é o crescimento em gramas por semana (Peixoto & Peixoto, 2004 citado por Machel 2019).

4.3. Diâmetro do caule (DC)

Para o diâmetro do caule (DC), as médias variaram de 1.4300 a 2.1170 mm, sendo destacado o substrato com Esterco bovino + Boskompost F2 (3:1) com maior média, não se diferindo estatisticamente dos demais substratos, excepto os substratos comerciais com 100% de Boskompost F2 e 100% de Hygromix, que se destacaram com menor valor de média (conforme ilustra a tabela 8). Esta diferença pode estar associada ao incremento de esterco (bovino e aviário) na formulação de substratos, factor este que pode ter melhorado os índices de fertilidade (aumento dos macronutrientes essenciais: NPK), com reflexos importantes sobre os teores e qualidade da matéria orgânica. Os estercos são a fonte de matéria orgânica mais comum entre os adubos orgânicos, utilizados na forma líquida ou sólida, fresco ou pré-digerido, como composto ou vermicomposto (Weinartner *et al.*, 2006 citado por Muller, 2012).

Da mesma forma, Freitas *et al.* (2013), trabalhando com a produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos, constataram que, os substratos alternativos de compostos orgânicos obtiveram maiores médias de diâmetro do caule, superando o substrato comercial Plantmax. Por outra, Rodrigues (2008), ao avaliar o crescimento e produção de tomateiro em diferentes substratos e doses orgânicas em estufa, verificou resultados diferentes e destacou que o maior valor de média do diâmetro do caule, foi observado no substrato alternativo S1 (feito a base 100% de fibra de coco) que teve maior média igual a 8,6 mm.

Tabela 7: Teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade dos substratos para os parâmetros analisados: DC, MSPA, MSR, MST e IQD.

Tratamentos	Parâmetros avaliados				
	DC (mm)	MSPA	MSR (g)	MST	IQD
100% Hygromix	1.4300B	0.0480E	0.03600D	0.0840D	0.1500D
100% Boskompost F2	1.5933B	0.08967E	0.05467CD	0.1443D	0.2433D
Esterco Bovino + Boskompost F2 (2:2)	2.0900A	0.4760B	0.20700B	0.6830B	1.1367B
Esterco Bovino + Boskompost F2 (3:1)	2.1170A	0.65133A	0.2670A	0.91833A	1.5200A
Esterco aviário + Boskompost F2 (2:2)	1.9630A	0.2637D	0.08133C	0.34500C	0.5900C
Esterco aviário + Boskompost F2 (3:1)	1.9800A	0.32500C	0.06267CD	0.3877C	0.6600C
Media (X)	1.86222	0.30895	0.11811	0.42706	0.71667
Desvio Padrão (S)	0.11547	0.0223383	0.01275	0.02747	0.06294
CV (%)	6.20067	7.2303933	10.7928	6.4313	8.7820

As médias seguidas pela mesma letra na vertical (entre substratos) não diferem entre si em nível de significância de 5% pelo teste de Tukey. **Onde:** **MSPA** – Matéria seca da parte aérea, **MSR** – Matéria seca da raiz, **MST** – Matéria seca total e **IDQ** – Índice de Qualidade de Dickson.

4.4. Matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST)

Os maiores valores da matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST), foram observados no substrato com esterco bovino + Boskompost F2 na combinação (3:1) (conforme ilustra a tabela 9). E os menores valores foram verificados no substrato comercial com 100% de Hygromix, que apresentou os seguintes valores para MSPA, MSR e MST 0.0480, 0.03600 e 0.0840 g respectivamente. A redução do acúmulo da matéria seca no substrato com 100% de

Hygromix, pode ter ocorrido em função da ausência dos fertilizantes orgânicos e o aumento do acúmulo da matéria seca pode estar associado com a adição destes fertilizantes orgânicos, o que poderá ter condicionado a disponibilidade de nutrientes, a translocação de fotoassimilados e a porosidade do substrato. Santos *et al.* (2001), ao estudarem o efeito residual da adubação orgânica sobre o crescimento e produção de alface, verificaram que o solo adubado com composto orgânico repôs, parcialmente os nutrientes exportados ao final do primeiro ciclo. Por sua vez, Freitas *et al.* (2008), testando o esterco bovino, cama de aviário, composto e adubo químico, constataram também maior incremento de nutrientes e matéria orgânica, com o uso de adubos orgânicos.

Resultados similares foram observados por Barros Júnior (2000) citado por Maia *et al.* (2006), quando trabalhou com diferentes tipos de substratos na cultura do pimento, e constatando que, a massa seca da parte aérea foi superior no substrato com compostagem de caju e compostagem mista em relação ao substrato comercial com 100% de Plantmax. Maia *et al.* (2006), ao avaliar a adubação orgânica em diferentes tipos de substratos na produção de plântulas de rúcula, verificaram que, para a variável massa seca da raiz o substrato de composto orgânico com o uso de polifétil demonstrou maior média em relação ao substrato comercial com 100% de Hortalica. Costa *et al.* (2013), trabalhando com diferentes substratos na produção de plântulas de pimentão, constatou que, o substrato com 50% de esterco bovino + 50% de Plantmax, teve maiores valores nas variáveis matéria seca da parte aérea, da raiz e total, para a formação das plântulas. Não diferindo do estudo em causa, estes autores enfatizam também, que a adição de produtos orgânicos (esterco bovino e composto orgânico) na mistura dos substratos pode ter influenciado positivamente o acúmulo de MSPA, MSR e MST.

4.5. Índice de qualidade de Dickson (IQD)

A menor média de índice de qualidade de Dickson (observando a tabela 9), pode ser verificada nos substratos comerciais com 100% de Boskompost F2 e 100% de Hygromix. Em contraste, é possível observar que o substrato com mistura de esterco bovino + Bosompost F2 (3:1), se sobressaiu em relação aos demais, com uma média 1.5200 g, significativamente superior de IQD. Estes resultados provavelmente poderão ser justificados pelo crescimento proeminente da parte

aérea (altura e diâmetro) das plântulas produzidas no substrato com esterco bovino + Boskompost F2 (3:1), facto que poderá estar associado ao componente orgânico.

O IQD é um bom indicador da qualidade de plântulas devido ao facto de considerar em seu cálculo à robustez (altura e diâmetro) e o equilíbrio da distribuição da biomassa (massa seca de parte aérea, da raiz e total), e quanto maior for o valor do índice melhor é a qualidade da muda (Covre *et al.*, 2013). A matéria orgânica desempenha um papel importante na produtividade, pois actua como reserva de nutrientes, é a maior fonte de CTC, que ajuda a estocar os nutrientes disponíveis e protege-los da lixiviação (Zech *et al.*, 1997; Altieri, 2002 citado por Muller, 2012)

Barros Júnior *et al.* (2008), trabalhando com substratos a base de compostos orgânicos, notaram que as plântulas de pimento apresentaram maiores IQD quando comparadas com o substrato comercial com 100% de Plantmax. Resultados diferentes foram obtidos também por Costa *et al.* (2013), ao avaliarem o efeito de diferentes substratos na produção de mudas de pimento, concluindo que, o substrato mais adequado para a formação de mudas, isto é, com maior média para o índice de qualidade de Dickson, foi o substrato composto por 50% de esterco bovino + 50% de Plantmax, comparado ao substrato comercial Plantmax.

Machava (2019), ao avaliar o desempenho agronómico no campo definitivo de plântulas de pimento (*Capsicum annum*) produzidas em diferentes substratos nas condições edafo-climáticas do Distrito de Chókwè, destacou as melhores plântulas produzidas nos substratos à base de esterco aviário e bovino comparativamente ao substrato comercial Hygromix. Porém similarmente com os resultados obtidos no ensaio, Manhiça (2019), ao avaliar o efeito de diferentes substratos no crescimento inicial das plântulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) no distrito de Chókwè, sugeriu que os substratos à base de esterco bovino e aviário proporcionaram melhores médias de IQD e mudas de melhor qualidade, podendo servir como alternativa ao Hygromix.

5. CONCLUSÃO

A utilização de esterco bovino e aviário na formulação de substratos alternativos, nas diferentes combinações (3:1 e 2:2), proporcionou desempenho superior aos substratos comerciais, sendo mais destacada a combinação de esterco bovino + Boskompost F2 (3:1). Assim sendo, estas combinações podem ser usadas para a formulação de substratos alternativos para produção de plântulas de pimento com melhor Índice de Qualidade de Dickson.

No entanto, não foi possível fazer menção do substrato alternativo que garante a redução dos custos de aquisição do substrato comercial garantindo o uso de plântulas de boa qualidade e vigor, pois os dados carecem de informação das análises físicas e químicas dos substratos, nível de aderência do substrato a raiz da plântula, estabilidade e manuseio do conjunto plântula-substrato, e ainda o desempenho das plantas no campo definitivo.

6. RECOMENDAÇÕES

Ao avaliar o efeito de substratos no crescimento inicial de plântulas na cultura de pimento, foram avaliados ou estudados diversos parâmetros e destes obtidos vários resultados, e ao fim do experimento, recomenda-se para as próximas pesquisas ou ensaios:

- A repetição do experimento para o apuramento de dados relacionados com a estabilidade, números e comprimento da folha afim de avaliar o nível de acúmulo de biomassa;
- O destaque de algumas variáveis que possam ter o mesmo comportamento (relação) nos diferentes tratamentos;
- A realização das análises físicas e químicas dos substratos a fim de basear-se nesses parâmetros para a discussão dos resultados obtidos;
- A realização de análises das variáveis aderência do substrato a raiz da plântula, a estabilidade e manuseio do conjunto plântula-substrato a fim de indicar o substrato alternativo que garante a redução dos custos de aquisição do substrato comercial garantindo o uso de plântulas de boa qualidade e vigor;
- O uso de substrato alternativo à base de esterco bovino + Boskompost F2 (3:1) pelos agricultores e pesquisadores, que pretendam obter plântulas com maiores índices de qualidade de Dickson;
- O apoio da instituição de ensino (ISPG) no financiamento dos experimentos realizados pelos estudantes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, EN 2005, *Rendimento de pimentão (Capsicum annuum L.) adubado com esterco bovino e biofertilizante*, Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

Araújo, WP 2003, *Manejo de fertilizantes em mudas de alface produzidas em substrato*, Instituto agronômico IAC, Campinas.

Araújo, AC, Dantas, MKL, Pereira, WE & Aloufa, MAI 2013, *utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro formosa*, Revista Brasileira de Agroecologia.

Azevedo, IMG, Alencar, RM, Barbosa, AP & Almeida, AO 2010, *Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (Simarouba amara Aubl.) em viveiro*. Acta Amazônica. DOI: 10.1590/S0044-59672010000100020.

Benincasa, MMP 2003, *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. Jaboticabal, UNESP.

Balbino, JMS, Abaurre, MEO & Castro, LLF 2010, *Manejo da água para a cultura*, Vitória.

Barros Júnior, AP, Bezerra Neto, F, Silveira, LM, Câmara, MJT & Barros, NMS 2008, *Utilização de compostos orgânicos no crescimento de mudas de pimentão*, Revista Caatinga.

Boldt, RH 2014, *Formação de mudas e produção de rúcula em função dos substratos*, Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

Bonatti, VF, Moreira, ER & De Souza, PT 2017, *Substratos orgânicos na produção de mudas de mamão ‘Sunrise Solo’*, Brasil.

Bontempo, BHC, Wagner, JA, Negreiros, SRJ, Alexandre, SR, Leonardo, D, Pimentel, DL & Morgado, DA 2007, *substratos no desenvolvimento inicial de quatro cultivares de pessegueiro e uma nectarineira*, Ciênc. agrotec., Lavras.

Brito, PT, Soares, VN, Dos Reis, BB, Almeida, A da S, Rodrigues, DB & De Tunes, LM 2018, *parâmetros de crescimento de plântulas de pimento na semeadura em diferentes substratos*, Revista de la facultade de Agronomía, La Plata, Argentina. ISSN 0041-8676

Camargo, R, Costa, TR, Pires, SC & Carvalho, HP 2011, *avaliação de substratos na produção de mudas de pinhão-manso (Jatropha curcas L.) em tubetes*, Agro-pecuária técnica – PB-CCA-UFPB. ISSN 0100-7467

Carrijo, AO, Liz, RS & Makishima, N 2002, *Fibra de coco verde como substrato agrícola*, Horticultura Brasileira, Brasília.

Carvalho, SIC & Bianchetti, LB 2004, *Botânica*, Embrapa hortaliças: versão electrónica, Brasil.

Carvalho, SIC, Bianchetti, LB, Ribeiro, CSC & Lopes, CA 2006, *Pimentas do Gênero Capsicum no Brasil*, Embrapa Hortaliças, Brasília.

Coêlho, JLS, Silva, RM, Baima, WDS, Gonçalves, HRO, Neto, SFC & Aguiar, AVM 2013, *Diferentes substratos na produção de mudas de pimentão*, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural. *Revista ACSA*, Brasil. DOI: 10.30969/acsa.v9i2.343

Cossa, AM, 2016, *Avaliação do Efeito Combinado de Fontes de Fertilizante Nitrogenado (ureia, sulfato de amônio, e CAN) e Fases de Aplicação Sobre Crescimento e Rendimento de Pimenta Doce (Capsicum annuum L.) no Distrito de Vilankulo*, UEM, Inhambane, Moçambique.

Costa, E, Jorge, MHA, Schwerz, F & Cortelassi, JAS 2013, *Emergência e fitomassa de mudas de pimentão em diferentes substratos*, Revista Brasileira de Ciências Agrárias. DOI: 10.5039/agraria.v8i3a2428.

Costa Filho, DV, Silva, PAP & Sousa, FC 2017, *Aproveitamento de resíduos agro-industriais na elaboração de subprodutos*, Apresentação: Comunicação Oral, II Congresso internacional das ciências agrárias COINTER – PDVAgro, Brasil.

Covre, AM, Partelli, FL, Mauri, AL, & Dias, MA 2013, *Initial growth and development of conilon coffee genotypes*, Revista agro@mbiente.

Cumbi, JE 2019, *Efeito de diferentes substratos no crescimento inicial e qualidade de tomateiro (Solanum lycopersicum L.) no distrito de Chókwe*, Instituto Superior Politécnico de Gaza – ISPG, Gaza, Moçambique.

Cunha, AO, Andrade, LA, Bruno, RLA, Silva, JAL & Souza, VC 2006, *Efeitos de substratos de tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. Revista Árvore, Viçosa.

Da Luz, FN, Dos RRP, Dourado, DP, Ferreira, BCC, Da Conceição, WSS & Muraishi CT 2013, *Uso de diferentes doses de serragem como fonte de substrato para a produção de mudas de quiabo*, XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, FAC TO, Brasil.

Dickson, A, Leaf, AL & Hosner, JF 1960, *Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries*. Forestry Chronicle, Ottawa.

Diniz, KA, Guimarães, STMR & Luz, JMQ 2006, *Húmus como substrato para produção de mudas tomate, pimentão e alface*, Bioscience Journal.

Ecole, CC, Haber LL, Bowen, W & Viela, F 2015, *Horticultura em Moçambique: características, tecnologias de produção e de pós-colheita*, editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa.

Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-pecuária) 2000, *Capsicum pimentas e pimentões no Brasil*, Brasília, EMBRAPA.

Embrapa hortaliças 2006, *Pimentas Capsicum: uma história de sucesso na cadeia produtiva de hortaliças*, Hortaliças em Revista.

Faquin, V 2005, *Nutrição mineral de plantas*, Lavras: UEFLA.

Faria, JCT, Caldeira, MVW, Delarmelina, WM & Rocha, RLF 2016, *Substratos alternativos na produção de mudas de Mimosa setosa Benth*, Santa Marias.

Favalessa, M 2011, *Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de Acacia mangium*, UFES-CCA, Jerônimo Monteiro – Espírito Santo.

Favarin, LJ; Dos Reis, RA & Camargo, TF 2008, *Metodologia para estimar a estabilidade do conjunto muda x substrato de cafeeiro*, Ciência Rural, Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil.

Fermino, MH 2003, *Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas*.

Freitas, GA, Silva, RR, Barros, HB, Melo, AV & Abrahão, WAP 2012, *Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos*, Revista Ciência Agronômica.

Furtini Neto, AE, Vale, FR, Resende, AV, Guilherme, LRG & Guedes, GAA 2001, *fertilidade do solo*, Lavras: UFLA.

Gonçalves, FCM, Arruda, FP, Sousa, FL & Araújo, JR 2016, *Germinação e desenvolvimento de mudas de pimentão Cubanelle em diferentes substratos*, Revista Mirante (UFG).

Gonçalves JLM, Santarelli EG, Moraes SPN & Manara MP 2000, *Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização* in: Gonçalves JLM, Benedetti V 2000, editors. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: USP.

Gordin, CRB 2011, *Emergência de plântulas e crescimento inicial de mudas de hancornia speciosa Gomes em diferentes substratos, disponibilidades hídricas e níveis de luz*, Mato grosso do Sul.

Júnior Maia, de OS, De Andrade, RJ, De Araújo LD, Sousa, de SJ & Medeiros, SFI 2013, *Taxas de crescimento de cultivares de girassol sob diferentes regimes hídricos*, Revista Verde (Mossoró – RN - Brasil). ISSN 1981-8203.

Labouriau, LG & Valadares, MEB 1976, *On the germination of seeds Calotropis procera (Ait.)*, Ait.f. Anais da Academia Brasileira de Ciências.

Lima, VGI 2019, *Qualidade de mudas de pimentão (capsicum annuum L.) submetidas a diferentes substratos e a tipos de bandejas*, Rio Largo – Alagoas.

Lopes, JLW, Boaro, CSF, Peres, MR & Guimarães, VF 2007, *Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos*, Revista Biotemas.

Maia AFCA, Medeiros DC & Filho JL 2006, *Adubação orgânica em diferentes substratos na produção de mudas de rúcula*, Revista Verde, Mossoró – RN – Brasil.

Machel, TM 2019, *Desempenho agrônômico no campo definitivo de plântulas de pimento (Capsicum annuum) produzidas em diferentes substratos nas condições edafo-climáticas do Distrito de Chókwè*, ISPG, Gaza.

Machava, FI 2019, *Desempenho agrônômico no campo definitivo de plântulas de pimento (Capsicum annuum) produzidas em diferentes substratos nas condições edafo-climáticas do Distrito de Chókwè*, ISPG, Gaza.

Maguire, JD 1962, *Speed of germination aid in selection and evaluation for emergence and vigour*. *Crop Science*, Madison. DOI: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x

Manhiça JI 2019, *Efeito de diferentes substratos no crescimento inicial das plântulas de tomate (Solanum lycopersicum L.) no Distrito de Chókwè*, ISPG, Gaza.

Martins, CC, Machado, CG, Santana, DG & Zucareli, C 2012, *Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de Ipê-amarelo*. *Semina: Ciências Agrárias*. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n2p533

Martinez, PF 2002, *Manejo de substratos para horticultura* In: Encontro Nacional de substratos para plantas, Campinas.

Melo, JKL 2008, *Avaliação de diferentes substratos na produção de porta-exertos de tamarindeiro (Tamarindus indica L.)*, Mossoró – RN, Brasil.

Menezes Júnior FOG, Martins SR & Fernandes HS 2004, *Crescimento e avaliação nutricional da alface cultivada em “NFT” com soluções nutritivas de origem química e orgânica*, Horticultura Brasileira, Brasília.

Mota, JH, Schumacher, PV, Yuri, JE & Resende, GM 2012, *Avaliação de doses de cama-de-frango e termofosfato magnésiano na produção de alface americana em Jatai-Go*, Brasil.

Müller, DH 2012, *Características de adubos orgânicos, efeitos no solo e no desempenho da bananeira*, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

Neto, AJL, Dantas, Tag, Cavalcante, LF, Dias, TJ, & Diniz, AA 2013, *Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão*, Brasil.

Neto, ASE, Azevedo, JMA, Galvão, RO, Oliveira, EBL, & Ferreira, RLF 2009, *Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos*, Ciência Rural. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000099.

Nhaulaho, B, Saveca, R, Haber, LL & Resende FV 2015, *Produção de mudas de hortícolas em ambiente protegido* In: Horticultura em Moçambique: Características, Tecnologias de produção e de pós-colheita, Embrapa, Brasília.

Peixoto, CPP & Pinto, MFS 2004, *dinâmica do crescimento vegetal (princípios básicos)*, agrufba.

Pio, EP 2019, *Avaliação do desempenho dos porta-enxertos de cajueiros (Anacardium occidentale L.) no crescimento inicial em diferentes substratos a base de esterco de Bovino, Caprino, Galinha e Casca de Arroz Carbonizada*, ISPG, Gaza.

Rodrigues, L 2008, *Dissertação – Crescimento e produção de tomateiro em diferentes substratos e doses de ácidos orgânicos, em estufa*, Lavras, Minas Gerais – Brasil.

Rito, A 2015, *Ficha técnica de Boskompost F2 (Plant growing media)*, casa de jardinagem, ATLANLUSI Europe.

Santos, ST, De Oliveira FA, Costa, JPBM, Neta, MLS, Alves RC & Costa LP 2016, *Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes*, Revista Agro@mbiente On-line, Centro de Ciências Agrárias, Boa Vista. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3096.

Santos, RHS, Silva, F, Casali, VWD & Conde, AR 2001, *Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface*, Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Severino, LS, Ferreira, GB, Moraes, CRA, Gondim, TMS, Cardoso, GD, Viriato, JR & Beltrão, NEM 2006, *Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral*, Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Silva, ACPR & Oliveira, MN 2000, *Caracterização botânica e química de três espécies do gênero Piper no Acre. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, Brasil.*

Silva, JDC, LEAL, TB, Araújo, R, Gomes, RL, Araújo, AS & Melo, WJ 2011, *Emergência e crescimento inicial de plântulas de pimenta ornamental e celosia em substrato à base de composto de lodo de curtume*, Brasil. DOI: 10.1590/S0103-84782011000300008

Silva, RR, Santos, ACM, Faria, AJG, Rodrigues, LU, Alexandrino, JC & Nunes, BHN 2018, *Substratos alternativos na produção de mudas de pimentão*, Journal Bioenergy Food Science.

Silva, RR, Santos, ACM, Faria, AJG, Rodrigues, LU, Alexandrino, JC & Nunes, BHN 2019, *Substratos alternativos na produção de mudas de pimentão*, Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi, Brasil. DOI 10.18067/jbfs.v5il.152.

Silva, EA, Mendonca, V, Tosta, MS, Oliveira, AC, Reis, LL & Bardivieso, DM 2008, *Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos*, Semina: Ciências Agrárias. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n2p245>

Soares, LAA, Lima, GS, Brito, MEB, Araújo, TT & Sá, FVS 2011, *Taxas de crescimento do tomateiro sob lâminas de Irrigação em ambiente protegido*, Revista Verde, Mossoró.

Sousa, MJR, Melo, DRM, Fernandes, D, Santos, JGR & Andrade, R 2009, *Crescimento e produção do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação*, Revista Verde.

Steffen, GPK, Antonioli, ZI, Steffen, RB & Machado, RG 2010, *Casca de arroz e esterco bovino como substrato para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface*, Acta Zoológica Mexicana. Xalapa. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.262898>

Wagner, JA, Pimentel, LD, Negreiros, JRS, Alexandre, RS, Morgado, MAD, Silva, JO, & Bruckner, CH 2006, *Influência do estágio de maturação dos frutos e do substrato na formação de seedlings de três cultivares de pessegueiro*, Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas.

Zorzento, TQ 2011, *Características físicas e químicas de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (Fragaria x ananassa Duch)*.

APÊNDICES

Tabela resumo

Trat	Rep	PE	IVE	AP	TCA	TCR	DC	PMDAS	PMRDS	MST	IQD
1	1	94	13.61	1.63	0.025	0.017	1.50	0.04	0.05	0.08	0.16
1	2	98	16.08	1.87	0.039	0.026	1.41	0.04	0.03	0.06	0.11
1	3	98	15.88	2.12	0.047	0.028	1.38	0.07	0.03	0.11	0.18
2	1	96	16.74	2.42	0.059	0.031	1.55	0.10	0.06	0.15	0.25
2	2	100	16.95	2.43	0.055	0.028	1.68	0.10	0.06	0.16	0.27
2	3	98	17.54	2.08	0.041	0.024	1.55	0.07	0.05	0.12	0.21
3	1	94	13.76	3.07	0.128	0.073	2.10	0.43	0.19	0.62	1.04
3	2	100	15.45	2.90	0.099	0.051	2.13	0.49	0.22	0.71	1.23
3	3	92	14.11	3.45	0.115	0.049	2.04	0.51	0.21	0.72	1.14
4	1	90	11.96	3.23	0.116	0.055	2.17	0.65	0.28	0.93	1.55
4	2	90	12.11	3.08	0.107	0.052	2.26	0.64	0.28	0.92	1.59
4	3	100	14.29	3.47	0.115	0.049	1.92	0.67	0.25	0.91	1.42
5	1	92	13.91	2.68	0.078	0.040	1.91	0.28	0.07	0.35	0.60
5	2	90	12.15	3.08	0.091	0.041	2.16	0.24	0.09	0.34	0.57
5	3	94	14.37	2.58	0.086	0.049	1.82	0.27	0.08	0.35	0.60
6	1	80	10.25	2.47	0.070	0.038	1.89	0.34	0.08	0.41	0.73
6	2	88	14.55	3.23	0.097	0.042	2.01	0.31	0.06	0.37	0.60
6	3	92	13.24	2.88	0.096	0.049	2.04	0.33	0.05	0.38	0.65

Resultados da análise de variância dos parâmetros analisados

Análise de Variância de PE

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	247.3	49.47	2.93	0.059
Erro	12	202.7	16.89		

Análise de Variância de IVE

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	42.33	8.466	4.71	0.013
Erro	12	21.56	1.797		
Total	17	63.89			

Análise de Variância de AP

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	4.1238	0.82475	11.44	0.000
Erro	12	0.8649	0.07207		
Total	17	4.9886			

Análise de Variância de TCA

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	0.014844	0.002969	24.54	0.000
Erro	12	0.001452	0.000121		
Total	17	0.016296			

Análise de Variância de TCR

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	0.002658	0.000532	11.06	0.000
Erro	12	0.000577	0.000048		
Total	17	0.003235			

Análise de Variância de DC

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	1.1995	0.23990	17.99	0.000
Erro	12	0.1600	0.01333		
Total	17	1.3595			

Análise de Variância de MSPA

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	0.790861	0.158172	316.98	0.000
Erro	12	0.005988	0.000499		
Total	17	0.796849			

Análise de Variância de MSR

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	0.135790	0.027158	167.13	0.000
Erro	12	0.001950	0.000163		
Total	17	0.137740			

Análise de Variância de MST

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	1.53829	0.307659	407.86	0.000
Erro	12	0.00905	0.000754		
Total	17	1.54735			

Análise de Variância de IQD

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Trat	5	4.15847	0.831693	209.96	0.000
Erro	12	0.04753	0.003961		
Total	17	4.20600			

Resumo dos resultados do teste de comparação de médias

Tratamentos	Parâmetros analisados								
	IVE	AP	TCA	TCR	DC	PMDAS	PMRDS	MST	IQD
1	15.190AB	1.873C	0.03700B	0.02367C	1.4300B	0.0480E	0.03600D	0.0840D	0.1500D
2	17.077A	2.310BC	0.05167B	0.02767BC	1.5933B	0.08967E	0.05467CD	0.1443D	0.2433D
3	14.440AB	3.140 ^a	0.11400A	0.05767A	2.0900A	0.4760B	0.20700B	0.6830B	1.1367B
4	12.787B	3.260 ^a	0.11267A	0.05200A	2.117A	0.65133A	0.2670A	0.91833A	1.5200A
5	13.477AB	2.780AB	0.08500A	0.04333AB	1.963A	0.2637D	0.08133C	0.34500C	0.5900C
6	12.68B	2.860AB	0.08767A	0.04300AB	1.9800A	0.32500C	0.06267CD	0.3877C	0.6600C
X	14.28	2.704	0.08134	0.04122	1.86222	0.30895	0.11811	0.42706	0.71667
S	1.34048	0.26846	0.011	0.00693	0.11547	0.02234	0.01275	0.02747	0.06294
CV (%)	9.38711	9.92837	13.5243	16.8162	6.20067	7.23039	10.7928	6.43128	8.78196

Registo fotográfico das actividades realizadas no decurso do experimento



Figura 2: Lavagem e identificação das bandejas



Figura 3: Contagem de plantas emergidas



Figura 4: Medição do diâmetro do caule



Figura 5: Limpeza das mudas para o corte e pesagem



Figura 6: Secagem das mudas na estufa de ar comprimido



Figura 7: Peso da MSPA e MSR.