



**INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA**

**DIVISÃO DE AGRICULTURA**

**CURSO: ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**CRESCIMENTO E ESTABILIDADE DO TORRÃO DE PLÂNTULAS DE  
BETERRABA (*Beta vulgaris* L) PRODUZIDAS EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS.**

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

**Autor:** Ilídio Acácio Basso

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

Lionde, Setembro de 2023



## INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia Científica com o tema “Crescimento e Estabilidade do Torrão de Plântulas de Beterraba (*Beta vulgaris L.*) Produzidas em diferentes Substratos”. Apresentada ao Curso de Engenharia Agrícola na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia Agrícola.

Monografia defendida e Aprovada no dia 30 de Agosto de 2023

### Júri

Supervisor: Custódio R. P. Tacarindua

(Dr. Custódio Ramos Paulo Tacarindua, PhD)

Avaliador 1: Eleutério José Gomes Mapsanganhe

(dr.º Eleutério José Gomes Mapsanganhe, MSc)

Avaliador 2: Norberto Armando Gullengue

(Dr. Norberto Armando Gullengue, PhD)

Lionde, Setembro de 2023

# ÍNDICE

|  |      |
|--|------|
| DECLARAÇÃO.....  | vii  |
| DEDICATÓRIA.....   | viii |
| AGRADECIMENTOS.....  | x    |
| RESUMO.....  | xi   |
| ABSTRACT.....  | xii  |
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 1    |
| 1.1. PROBLEMA DE ESTUDO E JUSTIFICAÇÃO.....                        | 2    |
| 1.2. Objectivos.....   | 3    |
| 1.2.1. Objectivo geral.....  | 3    |
| 1.2.2. Objectivos específicos.....                                 | 3    |
| 1.3. Hipóteses.....  | 3    |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                      | 4    |
| 2.1. Origem da cultura.....  | 4    |
| 2.2. Produção de Beterraba em Moçambique.....                      | 4    |
| 2.3. Características da beterraba.....                             | 4    |
| 2.4. Classificação taxonômica da Beterraba.....                    | 5    |
| 2.5. Fatores climáticos que afetam o crescimento de plântulas..... | 5    |
| 2.6. Morfologia da cultura.....                                    | 5    |
| 2.6.1. Raiz.....   | 5    |
| 2.6.2. Folha.....  | 6    |
| 2.7. Uso de substrato na agricultura.....                          | 6    |
| 2.8. Caracterização dos substratos.....                            | 6    |
| 2.9. Substrato de produção de plântulas.....                       | 7    |
| 2.10. Esterco Bovino.....  | 8    |
| 2.11. Casca de arroz carbonizada.....                              | 8    |
| 2.12. Parâmetros de crescimento de plântulas.....                  | 8    |
| 2.12.1. Altura das plantas.....                                    | 8    |
| 2.12.2. Diâmetro do caule.....                                     | 8    |
| 2.12.3. Massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR).....      | 9    |
| 2.12.4. Índice de qualidade de Dickon.....                         | 9    |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS.....  | 10   |
| 3.1. Materiais.....  | 10   |
| 3.2. Metodologia.....  | 10   |
| 3.3. Descrição da área de estudo.....                              | 10   |
| 3.4. Delineamento experimental.....                                | 11   |

|  |    |
|--|----|
| 3.4.1. Descrição dos tratamentos .....   | 12 |
| 3.5. Características químicas e físicas dos substratos .....   | 12 |
| 3.6. Condução do experimento.....  | 14 |
| 3.6.1. Processo de decomposição do esterco bovino .....  | 14 |
| 3.6.2. Carbonização da casca de arroz.....   | 14 |
| 3.6.3. Preparação do substrato .....   | 14 |
| 3.6.4. Sementeira.....   | 14 |
| 3.6.5. Desbaste .....  | 15 |
| 3.6.6. Rega.....   | 15 |
| 3.7. Recolha de dados .....  | 15 |
| 3.8. Variáveis medidas no experimento.....   | 15 |
| 3.8.1. Índice de velocidade de emergência (IVE) .....  | 15 |
| 3.8.2. Altura das plantas (AP) .....   | 16 |
| 3.8.3. Diâmetro do caule (DC) .....  | 16 |
| 3.8.4. Massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) .....  | 16 |
| 3.8.5. Massa seca total (MST).....   | 16 |
| 3.8.6. Índice de qualidade de Dickson (IQD).....   | 16 |
| 3.8.7. Estabilidade do torrão das plântulas.....   | 17 |
| 3.9. Análise de dados .....  | 17 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 18 |
| 4.1. Índice de velocidade de emergência .....  | 18 |
| 4.2. Altura e Diâmetro das plântulas de Beterraba .....  | 21 |
| 4.3. Massa seca da raiz e da parte aérea de plântulas de Beterraba .....   | 23 |
| 4.4. Estabilidade do torrão (ET) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de plântulas de Beterraba produzidas em diferentes substratos..... | 26 |
| 5. CONCLUSÃO.....  | 29 |
| 6. RECOMENDACÕES.....  | 30 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 31 |
| 8. APÊNDICES .....   | 37 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1:</b> Classificação taxonômica da Beterraba.....   | 5  |
| <b>Tabela 2:</b> Materiais usados no experimento .....  | 10 |
| <b>Tabela 3:</b> Composição dos tratamentos.....  | 11 |
| <b>Tabela 4:</b> Para a realização das análises químicas e físicas dos substratos usados no experimento, foram enviadas 4 amostras de diferentes combinações, onde as mesmas foram enviadas no laboratório de solos, planta, água no Instituto de Investigação Agrária de Moçambique e no laboratório Provincial de Higiene de Água e alimentos. .... | 12 |
| <b>Tabela 5:</b> Composição dos Tratamentos usados nas características químicas e físicas dos substratos .....  | 13 |
| <b>Tabela 6:</b> Métodos usados para análises dos substratos .....  | 13 |
| <b>Tabela 7:</b> Resumo dos parâmetros medidos no experimento .....   | 18 |
| <b>Tabela 8:</b> Comparação média da Altura e diâmetro de plântulas de Beterraba produzidas em diferentes substratos. AL: altura da planta; DC: Diâmetro do caule .....   | 21 |
| <b>Tabela 9:</b> Resultados da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) de plântulas de Beterraba produzidas em diferentes substratos .....   | 24 |
| <b>Tabela 10:</b> Comparação média da Estabilidade e índice de qualidade de Dickson (IQD) de plântulas de Beterraba produzidas em diferentes substratos .....   | 26 |
| <b>Tabela 11:</b> Resultados da análise de variancia da MSR (Massa seca da raiz) .....  | 37 |
| <b>Tabela 12:</b> Resultados da análise de variancia de Índice de velocidade de emergência (IVE) .....  | 37 |

## ÍNDICE DE FIGURAS E GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1:</b> Mapa do Distrito de Chókwé.....   | 11 |
| <b>Figura 2:</b> Layout do experimento .....   | 12 |
| <b>Gráfico 1:</b> Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de Beterraba (Beta vulgaris L) produzidas em diferentes substratos ..... | 19 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**T1, T2, T3, T4 e T5** -----Tratamento 1, 2, 3, 4 e 5

**°C**--- Graus Celsius

**%**--- Percentagem

**g**----- Grama

**cm**-- centímetro

**mm**---Milímetro

**DCC**---Delineamento completamente casualizado

**IVE**---Índice de velocidade de emergência

**E1, E2...** En--- representa o número de plântulas normais que foram computadas em diferentes momentos ou etapas.

**Nn**-----número de dias de contagem das plantas.

**AP**----Altura da planta

**DC**----Diâmetro do caule

**MSPA**--Massa seca da parte aérea

**MSR**---Massa seca da raiz

**MST**--- Massa seca Total

**ET**----- Estabilidade do torrão

**EMBRAPA**---Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**ISPG**--- Instituto Superior Politécnico de Gaza

**IIAM**--- Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

**ANOVA**---Análise de variância





## INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

### DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações 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 para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, 10 de outubro de 2023.

Autor

Ilídio Acácio Basso

(Ilídio Acácio Basso)

## DEDICATÓRIA

Aos meus amigos e familiares em especial para os meus pais:

Acácio João Basso e Carolina Júlio Siteo, por tudo que fizeram para minha formação académica, ensinando-me a lutar sempre pelos meus princípios, dando-me oportunidade, apoio, exemplos de vida, suporte durante a minha formação.

*“Ensino é tudo e qualquer forma de orientar a aprendizagem de outrem, desde acção directa do professor ate a execução de tarefa de total responsabilidade do educando previsto pelo professor ”*  
(NÉRICI 1989)

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço à Deus pela vida e pelas bênçãos que sempre me concede em tudo o que eu faço e em particular destaque no meu percurso académico.

Aos meus Pais Acácio João Basso e Carolina Júlio Siteo, pelo incentivo e apoio durante todo o caminho.

Agradecimentos especiais aos docentes da Faculdade de Agricultura pelos ensinamentos e incentivos que me deram para poder terminar a minha formação.

Ao meu Supervisor Dr. Custódio Ramos Paulo Tacaríndua (PhD), pela orientação dada no desenvolvimento deste trabalho de modo a trilhar os caminhos da produção científica, sendo assim personagens da formação de um mundo melhor.

A Eng<sup>a</sup> Cynthia Fragoso, por ter me ajudado na montagem do ensaio, vai meu muito obrigado.

Agradecimentos especiais a todos funcionários do IIAM, em especial a Dr Celestina, Dr Camilo, Eng<sup>a</sup> Arlinda, Januário Coutinho, pela ajuda de espaço atribuído para a montagem do ensaio.

Aos meus amigos em particularmente, Salvador Malemia, Hélder Daniel, Filipe Vilanculos, Titos Fulane, Henriques Majosse, Cebo Mário, Domingos Jofrice, Herman Guente, Ilídio Matsinhe, Hiléria Julião, Alciela Macamo, Victor Vilanculos e António Bombe.

A todos meus colegas da Engenharia Agrícola que directa ou indirectamente contribuíram de forma significativa para a elaboração deste trabalho, vai meu muito obrigado.

## RESUMO

A beterraba é uma raiz tuberosa largamente produzida quase em todo mundo, por ela apresentar uma maior demanda de plântulas de boa qualidade, favorecendo uma boa produtividade. Por conta disso, a produção de plântulas é dependente do tipo de substratos que tem como principal função a sustentação das plantas, além do fornecimento de nutrientes e permitir troca gasosa ao sistema radicular das mesmas. Diante desta constatação, a presente pesquisa, objectivou avaliar o crescimento e estabilidade do torrão de plântulas de beterraba (*Beta vulgaris L.*) Produzidas em diferentes substratos, em que o experimento foi conduzido na sombrite do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), utilizando a variedade Dark Red. Foi utilizado o delineamento completamente casualizado (DCC), com cinco tratamentos e três repetições. Os substratos estudados foram: 100% Boskcompost (T1), 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2), 50% Boskcompost + 50% Casca de Arroz Carbonizado (T3), 50% Boskcompost + 25% Esterco Bovino + 25% Casca de arroz Carbonizado (T4) e 20% Boskcompost + 40% Esterco Bovino + 40% Casca de Arroz Carbonizado (T5), tendo sido avaliado o crescimento e estabilidade do torrão de plântulas de Beterraba. Em consonância com os resultados obtidos, constatou-se que os substratos influenciaram na massa seca da raiz e no índice de velocidade de emergência. Constatou-se que o substrato composto por 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2) foi considerado mais eficiente por proporcionar os melhores resultados em muitos parâmetros avaliados na pesquisa, seguido pelo (T5) 20% Boskcompost + 40% Esterco Bovino + 40% Casca de Arroz Carbonizado que também foi considerado mais eficiente por proporcionar os melhores resultados.

**Palavras-chave:** Beterraba (*Beta vulgaris L.*), índice de velocidade de emergência, substrato, plântulas de qualidade.

## ABSTRACT

Beetroot is a tuberous root widely produced almost all over the world, as it has a greater demand for good quality seedlings, favoring good productivity. Because of this, the production of seedlings is dependent on the type of substrates whose main function is to support the plants, in addition to providing nutrients and allowing gas exchange to their root system. In view of this finding, the present research aimed to evaluate the growth and stability of the seedling clod of beetroot (*Beta vulgaris* L.) produced in different substrates, in which the experiment was conducted in the shade of the Mozambican Agricultural Research Institute (IIAM), using the Dark Red variety. A completely randomized design (DCC) was used, with five treatments and three replications. The substrates studied were: 100% Boskcompost (T1), 50% Boskcompost + 50% Bovine Manure (T2), 50% Boskcompost + 50% Carbonized Rice Husk (T3), 50% Boskcompost + 25% Bovine Manure + 25% Bark of Carbonized Rice (T4) and 20% Boskcompost + 40% Bovine Manure + 40% Carbonized Rice Husk (T5), having been evaluated the growth and stability of the seedling clod of Beetroot. In line with the results obtained, it was found that the substrates influenced the root dry mass and the emergence speed index. It was found that the substrate composed of 50% Boskcompost + 50% Bovine Manure (T2) was considered more efficient for providing the best results in many parameters evaluated in the research, followed by (T5) 20% Boskcompost + 40% Bovine Manure + 40 % Carbonized Rice Husk which was also considered more efficient for providing the best results.

**Keywords:** Beetroot (*Beta vulgaris* L.), emergence speed index, substrate, seedling quality.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura de Beterraba (*Beta vulgaris L.*) desenvolve-se melhor sob temperaturas baixas, apresentando resistência a frios intensos. Esta cultura, geralmente não tolera chuvas intensas e irrigações profundas e em tais condições adversas, ocorre destruição prematura das folhas por doenças fúngicas e alteração no sabor, tornando-se menos doce (Filgueira 2008).

Dentre as variantes práticas da produção de plântulas, o uso de bandejas com substrato para a obtenção de plântulas é bastante comum, pois, ao produzi-las, almeja-se adquirir plantas vigorosas com um bom crescimento. Um bom substrato deve proporcionar uma boa eficiência no crescimento e uma boa estabilidade do torrão de plântulas, além de fornecer e acrescentar adequados nutrientes, oxigênio e eliminação do CO<sub>2</sub> (Costa et al., 2013).

Neste contexto, o substrato é caracterizado como uma mistura de materiais inertes e orgânico, que tem boa fertilidade, permitindo a emergência e o desenvolvimento de plântulas (Poerschke, 2014). A função primordial dos substratos é fornecer suporte para as plantas, além de garantir uma adequada aeração, suprimento de água e nutrientes. Esses substratos são insumos de fundamental importância para a produção de diversas culturas (Brazão, 2016).

Outrora, Araújo et al. (2013) discorre sobre o papel de substrato, afirmando que o substrato desempenha papel fundamental no processo de formação das raízes, sendo um dos fatores externos mais importantes na sobrevivência das plantas no início do seu crescimento. A escolha de um substrato para a produção de plântulas geralmente é baseada em dois critérios principais: o custo de aquisição e a disponibilidade do material para produção.

Desta forma, existe a possibilidade da utilização de substratos constituídos de subprodutos agrícolas de determinada região, que podem ser conseguidos facilmente, como casca de arroz, palha de café, esterco animal, além de subprodutos da agroindústria. Conforme as considerações elucidadas (Araújo et al., 2013).

Diante dos postulados, a presente pesquisa teve o objetivo de avaliar o crescimento e estabilidade do torrão de plântulas de Beterraba (*Beta vulgaris L.*) produzidas em diferentes substratos, em que o experimento foi conduzido na sombrite do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), utilizando a variedade Dark red.

### 1.1. PROBLEMA DE ESTUDO E JUSTIFICAÇÃO

A Beterraba é uma das culturas que pertence à família *quenopodiáceas*. Esta cultura para a obtenção de mudas, requer o uso de bandejas com o substrato que é bastante comum, pois ao produzi-las, almeja-se adquirir plantas vigorosas e bem desenvolvidas (Costa et al., 2013).

De acordo com Freitas et al. (2013), o substrato é um insumo de grande importância devido à sua ampla utilização na produção de plântulas. A matéria-prima utilizada na produção do substrato deve apresentar características biológicas e físico-químicas favoráveis, tais como aeração, capacidade de retenção de água e nutrientes, além de permitir uma drenagem eficiente. Essas características são essenciais para garantir a eficiência na emergência e crescimento rápido das plântulas (Medeiros et al., 2010), resultando na formação de plântulas de qualidade e no sucesso do sistema de produção.

Quanto a pertinência, Araújo et al., (2013), afirma que o substrato desempenha um papel muito importante no processo de formação das raízes, sendo factores externos como é o caso de crescimento e estabilidade do torrão das plântulas de beterraba, também sendo muito importante na sobrevivência das plantas no seu início do crescimento.

Segundo os resultados obtidos por Costa et al. (2007), os substratos alternativos têm como objetivo promover o aproveitamento de recursos locais, reduzindo o uso de insumos químicos e contribuindo para um maior equilíbrio ambiental. A produção de plântulas depende do uso de substratos, o que pode resultar em um aumento nos custos de produção. Neste âmbito, o uso dos materiais orgânicos como fornecedores de nutrientes e suporte para compor substratos pode representar uma alternativa viável para a diminuição de custos para aquisição de substratos comerciais. (Silva Júnior *et al.*, 2014).

Diante das conclusões de vários autores em relação aos substratos alternativos, compreende-se que é a base de materiais localmente disponíveis que sejam de baixo custo ao mesmo tempo que garantem plântulas de qualidade.

Os substratos comerciais acarretam muitos custos para sua aquisição para a produção de plântulas, é neste contexto, onde o presente estudo busca demonstrar que os substratos orgânicos podem ser uma alternativa viável para a produção de plântulas, reduzindo a percentagem do uso substratos comerciais, pós sabe-se que os substratos alternativos apresentam características físicas e químicas favoráveis ao crescimento das plântulas, em contra partida também o presente estudo busca demonstrar a melhor combinação ou proporção de substrato, com vista a ser usada para a produção de plântulas.

## 1.2. Objectivos

### 1.2.1. Objectivo geral

- Avaliar o crescimento e estabilidade do torrão de plântulas de Beterraba (*Beta vulgaris L.*) produzidas em diferentes substratos.

### 1.2.2. Objectivos específicos

- Analisar o índice de velocidade de emergência das sementes, em função dos tipos de substrato;
- Analisar o índice de qualidade de Dickson das plântulas produzidas em diferentes substratos;
- Identificar o substrato que apresenta melhores qualidades em termo da emergência, crescimento e da estabilidade do torrão das plântulas produzidas em diferentes substratos.

## 1.3. Hipóteses

**Hipótese nula (H<sub>0</sub>):** Os diferentes substratos não influenciam no crescimento e estabilidade do torrão de plântulas de Beterraba.

**Hipótese alternativa (H<sub>a</sub>):** Os diferentes substratos influenciam no crescimento e estabilidade do torrão de plântulas de Beterraba.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Origem da cultura**

A beterraba (*Beta vulgaris L.*) é uma planta típica de climas temperados, com origem predominante ao longo da costa do Mar Mediterrâneo, Norte da África e Ásia, bem como em regiões com presença de áreas salinas. Em diversos países, como Europa, América do Norte e Ásia, a produção de beterraba é altamente econômica e o nível de cultivo é bastante avançado, especialmente para fins forrageiros e açucareiros. Nessas regiões, estão em andamento pesquisas que visam ao desenvolvimento de culturas destinadas à produção de álcool combustível, por meio do processo de fermentação (Tiveli, 2011).

### **2.2. Produção de Beterraba em Moçambique**

Em Moçambique, a produção da beterraba, tanto comercial quanto para subsistência, desempenha um papel importante nas atividades do setor agrícola familiar, contribuindo para seu fortalecimento e garantindo sua sustentabilidade. Nos principais centros urbanos de Moçambique, como Maputo, Beira, Nampula, Tete e Pemba, o consumo de beterraba está se tornando cada vez mais fundamental para a segurança alimentar, nutricional e para o aumento da renda das comunidades. O crescente aumento na demanda destaca a necessidade de melhorias tecnológicas e métodos de produção sustentáveis (Haber, Ecole, Bowen & Resende, 2015).

De acordo com Haber et al. (2015), a produção e distribuição da beterraba demanda muita mão de obra e requerer treinamento, tornando-se peça-chave para a função social da agricultura em Moçambique. A produção da beterraba em Moçambique é mais do que apenas uma atividade agrícola, em que é uma peça-chave na segurança alimentar, nutricional e no desenvolvimento socioeconômico das comunidades. Seu potencial para fortalecer a agricultura familiar, melhorar a dieta das pessoas e impulsionar a economia do país faz dela uma cultura de grande importância.

### **2.3. Características da beterraba**

Segundo Tiveli. (2011), A beterraba é uma raiz tuberosa de coloração vermelho-arroxeadada. Sua cor é atribuída à presença de betalaínas, que são produtos naturais provenientes do metabolismo secundário e pertencem ao grupo dos compostos secundários nitrogenados. A cultura da beterraba é considerada de boa qualidade quando suas raízes são levemente adocicadas.

Além disso, as folhas das plantas são altamente nutritivas, e a demanda por seu consumo humano tende a aumentar à medida que as folhas jovens passam a fazer parte do mix de folhas para saladas, assim como outras hortaliças. A beterraba contém elementos na parte aérea e nas raízes que conferem excelente valor nutricional a ela

#### 2.4. Classificação taxonômica da Beterraba

**Tabela 1:** Classificação taxonômica da Beterraba

|                |                        |
|----------------|------------------------|
| <b>Reino</b>   | <i>Plantae</i>         |
| <b>Divisão</b> | <i>Magnoliophyta</i>   |
| <b>Classe</b>  | <i>Magnoliopsida</i>   |
| <b>Ordem</b>   | <i>Caryophyllales</i>  |
| <b>Família</b> | <i>Amarantaceae</i>    |
| <b>Gênero</b>  | <i>Beta vulgares L</i> |

**Fonte:** Balbach e Boadim (1992).

#### 2.5. Fatores climáticos que afetam o crescimento de plântulas

Puiatti (2019) afirma que a beterraba é classificada como uma raiz tuberosa de clima frio. No entanto, existem variedades que são tolerantes a temperaturas mais altas do que as consideradas ideais para a espécie. A produção de beterraba em ambientes com altas temperaturas e radiação solar intensa pode prejudicar seu desempenho agrônomo, reduzindo o crescimento das plantas e diminuindo as reservas de carboidratos nas raízes, resultando em uma redução na produtividade. Isso geralmente ocorre devido ao metabolismo C3 da beterraba não funcionar de maneira eficiente sob essas condições climáticas. Aumentos na temperatura podem levar a um aumento na fotossíntese até atingir um ponto máximo de cerca de 25°C. Acima dessa temperatura, ocorre uma redução na atividade fotossintética devido à ocorrência do processo conhecido como fotorrespiração. Além disso, o excesso de radiação solar pode danificar a estrutura fotossintética, tornando-a menos eficiente (Pereira; Brito; Medeiros, 2021).

#### 2.6. Morfologia da cultura

##### 2.6.1. Raiz

De acordo com Tiveli (2011), as raízes da cultura de beterraba são consideradas de boa qualidade quando estão suavemente doces e tenras após o cozimento, podendo não apresentar estrias ou anéis brancos.

O sistema radicular é do tipo pivotante, podendo atingir cerca de 60 cm de profundidade e apresentar poucos ramos laterais. A raiz é tuberosa e possui coloração púrpura devido ao intumescimento do hipocótilo, que é o caule localizado logo abaixo dos cotilédones (Marouelli et al., 2007).

### **2.6.2. Folha**

As folhas da beterraba são consideradas altamente nutritivas e aumentam a demanda para o consumo humano à medida que as folhas mais jovens passam a fazer parte do mix de folhas para saladas. A parte aérea da cultura contém elementos que proporcionam excelente valor nutritivo, incluindo ferro, sódio, potássio, vitamina A e vitaminas do Complexo B. Esses elementos estão presentes em níveis mais eficientes do que nas raízes, o que ressalta a importância de seu aproveitamento na alimentação humana (Tiveli, 2011).

### **2.7. Uso de substrato na agricultura**

A produção agrícola depende muito de diversos insumos para a sua produção. Nesse contexto, os substratos desempenham um papel crucial devido à sua ampla utilização na produção de plântulas (Silveira et al., 2002). Existem vários substratos disponíveis no mercado, com diferentes composições, sendo que muitos deles são produzidos com turfa como componente principal. No entanto, tem havido um crescente esforço em busca de alternativas, impulsionado por preocupações ambientais (Baumgarten, 2002).

### **2.8. Caracterização dos substratos**

De acordo com Minami & Puchala (2000), os substratos devem apresentar características químicas e físicas favoráveis que permitam melhorar as características do solo durante a produção. Gonçalves et al. (2000) afirmam que o substrato ideal para a produção de plântulas deve ter boas características, como boa estrutura e consistência, boa porosidade, capacidade de retenção de água e ausência de substâncias tóxicas.

#### **2.8.1. Características físicas dos substratos**

A caracterização das propriedades físicas do substrato, como textura, porosidade, capacidade de retenção de água, densidade aparente e capacidade de drenagem, é fundamental na produção em substratos. A limitação de espaço para o desenvolvimento das raízes exige que o substrato seja capaz de reter água adequadamente, enquanto mantém a oxigenação adequada para as plantas. (Milani, 2012).

### **2.8.2. Características químicas dos substratos**

Segundo Santos et al. (2014), a caracterização química dos substratos é um processo essencial para compreender a composição e propriedades dos mesmos. Isso envolve a análise de parâmetros como pH, condutividade elétrica, teor de nutrientes, presença de elementos tóxicos, capacidade de retenção de água, entre outros. Através da caracterização química dos substratos, é possível determinar a sua adequação para o cultivo de diferentes espécies vegetais, além de fornecer informações importantes para a formulação de adubações adequadas. Essa análise auxilia na recomendação correta dos substratos para diferentes culturas, permitindo o monitoramento e ajuste dos níveis de nutrientes e propriedades físicas ao longo do tempo, Portanto, a caracterização química dos substratos desempenha um papel fundamental na garantia da qualidade e eficiência dos sistemas de produção de plantas em cultivo.

### **2.9. Substrato de produção de plântulas**

A produção de plântulas é considerada uma etapa de grande relevância no sistema produtivo, com um grande impacto no desenvolvimento final das plantas, além de aspectos nutricionais e de tempo de produção (Carmello, 1995). O uso de bandejas na produção de plântulas é indispensável, e o substrato tem sido amplamente utilizado nesse sistema (Correia et al., 2003).

O substrato é definido como qualquer material sólido, diferente do solo, que pode ser natural, residual, mineral ou orgânico, podendo ser puro ou uma mistura. O tipo de substrato utilizado está diretamente relacionado com a qualidade das plântulas. Para obter plântulas de boa qualidade, é necessário que o substrato apresente boas características físicas, químicas e biológicas (Mesquita et al., 2012). O substrato deve fornecer uma adequada oferta de ar e água para o sistema radicular das plantas (Silva Júnior et al., 2014). Além disso, deve ser de fácil manejo, de baixo custo, amplamente disponível e ter longa durabilidade. Para reduzir os custos com substratos comerciais e aproveitar os resíduos agrícolas disponíveis em cada região, várias pesquisas têm sido realizadas para avaliar combinações de substratos comerciais e alternativos na produção de plântulas (Ferreira et al., 2014; Costa et al., 2015; Cerqueira et al., 2015).

## **2.10. Esterco Bovino**

O esterco bovino é um adubo orgânico que contribui para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo durante a produção agrícola. Sua adição aumenta a troca catiônica, a capacidade de retenção de água e aeração, melhorando a agregação das partículas do substrato e favorecendo o bom desenvolvimento das plântulas. É importante conhecer a qualidade do esterco bovino e garantir que tenha sido bem curtido, a fim de evitar danos às sementes utilizadas na produção de plântulas (Silva et al., 2006). O esterco bovino é amplamente utilizado como fonte de matéria orgânica na composição de substratos para a produção de mudas de várias espécies vegetais, desde hortaliças até árvores (Silveira et al., 2010).

## **2.11. Casca de arroz carbonizada**

A casca de arroz carbonizada é caracterizada por ser um substrato poroso, com uma estrutura física que proporciona boa drenagem e aeração para o sistema radicular das plantas. Além disso, devido à sua natureza carbonizada, é um substrato estéril, livre de microrganismos, patógenos e sementes de plantas invasoras. No entanto, para a produção de plântulas, o processo de carbonização não deve estar totalmente completo. A carbonização é importante para aumentar a porosidade total do substrato, proporcionando melhor drenagem e aeração do sistema radicular das plântulas. Devido à sua alta macroporosidade, é necessário combiná-la com elementos de maior microporosidade (Fonseca, 2017). A mistura da casca de arroz carbonizada com substratos comerciais em diferentes combinações pode melhorar as características físicas dos substratos (Tabajara et al., 1986; Favalessa, 2011).

## **2.12. Parâmetros de crescimento de plântulas**

### **2.12.1. Altura das plantas**

Segundo Demuner et al. (2017) altura das plantas é um parâmetro que determina a eficácia e eficiência dos substratos assim como solos, no que concerne ao ganho de altura das plântulas durante o tempo estabelecido para a sua produção.

### **2.12.2. Diâmetro do caule**

O diâmetro do caule determina a eficácia dos substratos assim como solos para a fase do crescimento e desenvolvimento ideal das plântulas durante a sua produção, (Lucena et al, 2010).

### **2.12.3. Massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR)**

Reis et al. (2013) realça que há vários estudos realizados indicam que é muito importante determinar os parâmetros da massa seca da parte aérea e da massa seca das raízes das plântulas, pois é com esses dados que é possível determinar a quantidade de água assimilada pelas plantas durante o crescimento das plântulas.

### **2.12.4. Índice de qualidade de Dickon**

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é amplamente utilizado como critério científico de seleção e é considerado um bom indicador da qualidade das plântulas, pois avalia tanto a robustez quanto a distribuição equilibrada da biomassa das plantas jovens. Quanto maior o valor do índice de qualidade de Dickson (IQD), melhor será a qualidade da plântula produzida. No entanto, é importante ressaltar que esse método é destrutivo, impossibilitando sua aplicação como critério de seleção em estufas (Da Ros et al., 2018).

### **2.12.5. Estabilidade do torrão**

Segundo a metodologia de Phipps (1974), a estabilidade do torrão é uma característica crucial para garantir a integridade do conjunto formado pela plântula e o substrato. Essa estabilidade é especialmente importante após a retirada do torrão da célula da bandeja, quando ocorre o transplante da plântula para o local definitivo. Quando o torrão é estável, significa que ele mantém sua estrutura coesa e não se desfaz facilmente. Isso é fundamental para garantir que as raízes da plântula permaneçam protegidas e não sofram danos durante o manuseio e o transporte. Para preservar a estabilidade do torrão, é importante evitar-se rupturas ou desagregações do substrato, o que poderia resultar em danos às raízes, e dessa forma. A estabilidade do torrão é especialmente relevante em sistemas de produção de plântulas em bandejas, onde as mudas são retiradas das células e transplantadas individualmente. (Phipps, 1974).

### **2.12.6. Índice de velocidade de emergência (IVE)**

De acordo com Nakagawa (1999), sustenta que o índice de velocidade de emergência na produção de plântulas refere-se a uma medida que avalia-se a rapidez com que as plântulas emergem no solo após a sementeira. Isso é importante na agricultura e na produção de plântulas, pois afeta o tempo necessário para que as plantas atinjam um estágio de crescimento.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Materiais

Para a realização deste experimento foi necessários o uso dos seguintes materiais:

**Tabela 2:** Materiais usados no experimento

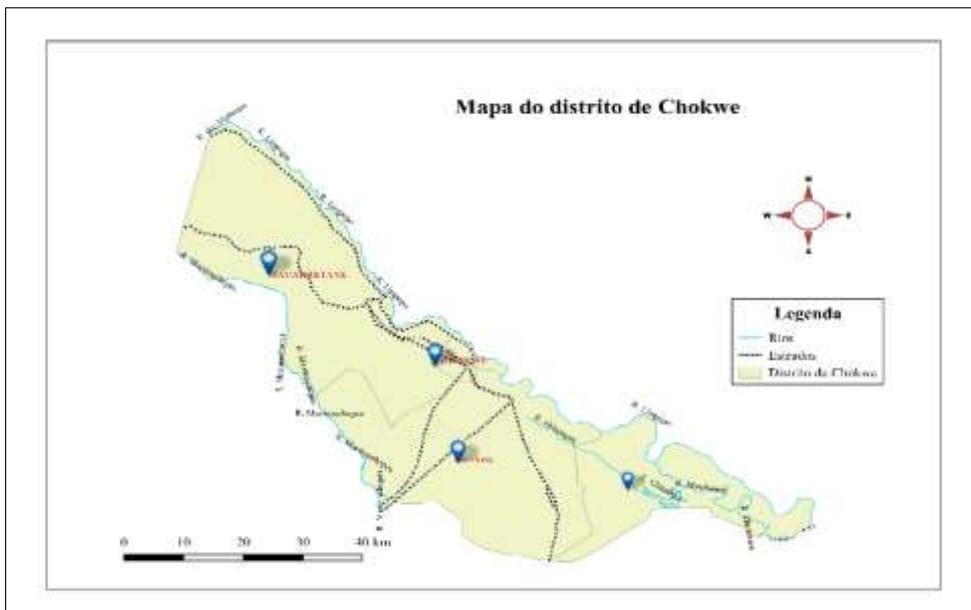
| <b>Materiais</b>                    | <b>Função</b>                          |
|-------------------------------------|--|
| Botas, luvas e fato macaco          | Material de proteção                   |
| Bandejas isopor                     | Alocação de substratos e sementes      |
| Semente                             | Variável resposta do estudo            |
| Substratos                          | Desenvolvimento da semente             |
| Regador                             | Disponibilizar água as plântulas       |
| Régua, paquímetro e balança digital | Medição dos parâmetros                 |
| Estufa                              | Secagem dos substratos e das plântulas |
| Caderno e caneta                    | Anotar os dados colhidos               |

#### 3.2. Metodologia

#### 3.3. Descrição da área de estudo

O experimento decorreu na sombrite do Instituto de Investugação Agrária de Moçambique (IIAM). Este trabalho foi realizado com objectivo de avaliar o crescimento e estabilidade do torrão de plântulas de beterraba (*Beta vulgaris L.*) Produzidos diferentes substratos, durante um período de 35 dias.

O Distrito de Chókwè apresenta um clima semi-árido (seco de savana), com precipitação que varia de 500 a 800 mm, e temperaturas médias anuais que variam entre os 22° C e 26° C e uma humidade relativa média anual entre 60-65%. Devido as suas elevadas temperaturas que o distrito apresenta e uma baixa pluviosidade, resultando numa acentuada deficiência de água, ocasiona secas frequentes mesmo durante o período chuvoso (MAE, 2005).



**Figura 1:** Mapa do Distrito de Chókwe

**Fonte:** Autor 2022

### 3.4. Delineamento experimental

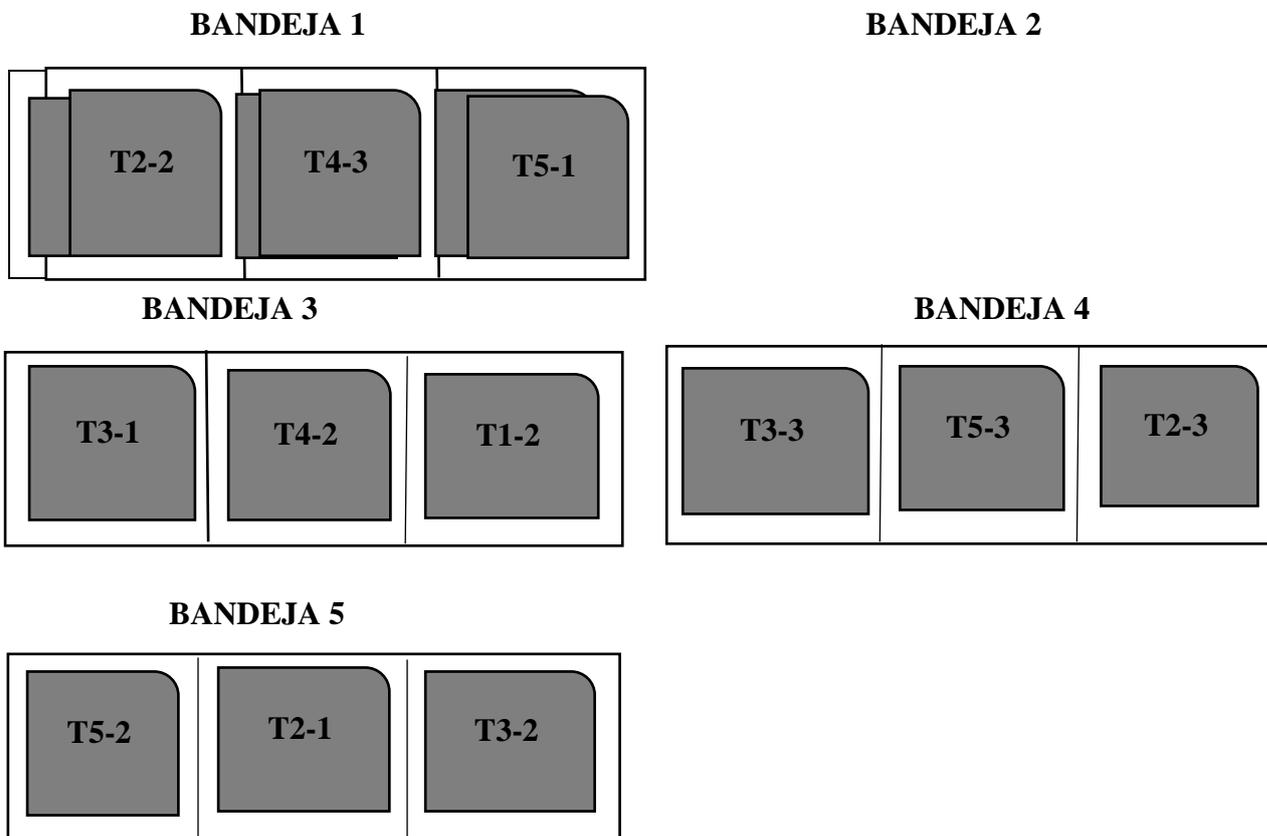
O experimento foi conduzido usando-se o Delineamento Completamente Causalizado DCC, onde estudou-se 5 tratamentos contendo três (3) repetições, sendo no total 15 unidades experimentais conforme vem elucidado na tabela abaixo:

**Tabela 3:** Composição dos tratamentos

| Tratamentos | Composição dos Tratamentos   |
|-------------|--|
| T1          | 100% Boskcompost   |
| T2          | 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino                                     |
| T3          | 50% Boskcompost + 50% Casca de arroz carbonizado                         |
| T4          | 50% Boskcompost + 25% Esterco bovino + 25% de casca de arroz carbonizado |
| T5          | 20% Boskcompost + 40 Esterco bovino+ 40% de Casca de arroz carbonizado   |

### 3.4.1. Descrição dos tratamentos

Para o efeito os tratamentos, foram formulados diferentes substratos na base de esterco Bovino, Casca de arroz carbonizado e o substrato comercial designado Boskcompost.



**Figura 2:** Layout do experimento

### 3.5. Características químicas e físicas dos substratos

**Tabela 4:** Para a realização das análises químicas e físicas dos substratos usados no experimento, foram enviadas 4 amostras de diferentes combinações, onde as mesmas foram enviadas no laboratório de solos, planta, água no Instituto de Investigação Agrária de Moçambique e no laboratório Provincial de Higiene de Água e alimentos.

| Caraterísticas químicas e físicas dos substratos |         |         |       |       |         |       |         |       |
|--|---------|---------|-------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Tratamentos                                      | pH      | N       | Mg    | Ca    | P       | Na    | K       | MO    |
|  |         | mg/l    |       |       |         |       |         |       |
| <b>T1</b>  | 5.5-6.5 | 100-150 | ----- | ----- | 100-150 | ----- | 200-400 | >70%  |
| <b>T2</b>  | 6.7     | 11.33   | 7.12  | 14.06 | 6.18    | 16.53 | 24.44   | 9.45  |
| <b>T3</b>  | 6.9     | 10.42   | 6.90  | 13.45 | 5.98    | 5.14  | 5.48    | 10.11 |
| <b>T4</b>  | 6.8     | 11.87   | 7.63  | 14.66 | 7.08    | 3.27  | 18.36   | 9.85  |
| <b>T5</b>  | 6.9     | 10.97   | 7.94  | 14.52 | 6.71    | 3.53  | 20.75   | 9.88  |

**pH-** Potencial hidrogeniônico; **N-**Nitrogénio; **Mg-**Magnésio; **Ca-** Cálcio; **P-** Fósforo; **Na -**Sódio; **K-** Potássio; **MO-** Matéria Orgânica.

**Fonte:** As análises de **Na** -Sódio e **K**- Potássio, foram feitas no laboratório de solos, planta, água no Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, enquanto as demais análises foram feitas no laboratório Provincial de Higiene de Água e alimentos.

**Legenda:**

**Tabela 5:** Composição dos Tratamentos usados nas características químicas e físicas dos substratos

| Tratamentos | Composição dos Tratamentos   |
|-------------|--|
| T1          | 100% Boskcompost   |
| T2          | 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino                                   |
| T3          | 50% Boskcompost + 50% Casca de arroz carbonizado                       |
| T4          | 50% Boskcompost +25% Esterco bovino +25% de casca de arroz carbonizado |
| T5          | 20% Boskcompost + 40 Esterco bovino+ 40% de Casca de arroz carbonizado |

**NB:** Não foi possível realizar as análises do tratamento (T1), pois as informações necessárias para análise do substrato continham no rótulo do saco de substrato Boskcompost que foi usado durante a condução do experimento.

**Tabela 6:** Métodos usados para análises dos substratos

| Elementos        | Método              |
|------------------|---------------------|
| pH               | Electrometria       |
| Nitrogénio       | Colorimetria        |
| Magnésio         | Diferença           |
| Cálcio           | Colirimetria        |
| Fósforo          | Colorimetria        |
| Sódio            | Fotometria de chama |
| Potássio         | Fotometria de chama |
| Matéria orgânica | Titulometria        |

**PH-** Potencial hidrogeniônico; **N-**Nitrogénio; **Mg-**Magnésio; **Ca-** Cálcio; **P-** Fósforo; **Na** - Sódio; **K-** Potássio; **MO-** Matéria Orgânica.

### **3.6. Condução do experimento**

O experimento foi conduzido obedecendo as seguintes fases:

#### **3.6.1. Processo de decomposição do esterco bovino**

A decomposição de esterco bovino foi feita num período de 90 dias para ser usado como um adubo orgânico. O esterco bovino é considerado como matéria orgânica que contribui na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo e também é de grande importância a considerar que a qualidade de um certo esterco tem a ver com a sua origem, dito que quanto melhor a qualidade de suplementação dos animais que derão origem ao esterco, melhor será a sua qualidade.

#### **3.6.2. Carbonização da casca de arroz**

A carbonização da casca de arroz foi realizada de forma homogênea, ou seja, o produto final obtido foi uniforme, sem cascas não carbonizadas ou transformadas em cinzas devido à queima excessiva. Para carbonizar a casca de arroz, primeiramente encheu-se o carbonizador (tambor) com cascas de arroz secas, deixando cerca de 10 cm de espaço livre na parte superior do equipamento. Em seguida, foi iniciada a queima, aplicando fogo nessa área para iniciar a carbonização. No início da queima, auxiliou-se o processo movimentando a casca a ser carbonizada com um bastão.

#### **3.6.3. Preparação do substrato**

A preparação dos substratos fez-se em bandejas de isopor de 200 células, onde cada bandeja constitui três (3) unidades experimentais e cada tratamento teve 60 plantas dos quais 10 foram plantas úteis que foram selecionadas.

Para o **T1**, foi preparado o substrato na base de 100% de Boskompost, no **T2** com 50% de Boskompost + 50% de esterco bovino, no **T3** com 50% de Boskompost + 50% de casca de arroz carbonizada, no **T4** o substrato foi feito com a mistura de 50% de Boskompost + 25% de esterco aviário + 25% de casca de arroz carbonizado e por último que é o **T5** foi de 20% de Boskompost + 40% de esterco aviário + 40% de casca de arroz carbonizado.

#### **3.6.4. Sementeira**

A sementeira foi realizada de forma manual, na qual foram colocadas duas sementes de beterraba no centro de cada cavidade da bandeja. A profundidade de semeadura foi de 0,20 cm do solo, visando facilitar o escoamento do excesso de água de irrigação e evitar possíveis danos às plântulas. A decisão de colocar duas sementes se deu devido à baixa porcentagem de poder germinativo das sementes, que era de apenas 70%.

### 3.6.5. Desbaste

O desbaste foi realizado após as plantas terem desenvolvido um par de folhas definitivas, mantendo apenas uma plântula por célula da bandeja. As plântulas que foram especificamente submetidas ao desbaste foram descartadas.

### 3.6.6. Rega

A rega era realizada duas vezes ao dia, utilizando um regador com crivo fino. Essa prática de rega diária, tanto pela manhã quanto à tarde, foi adotada devido às demandas hídricas durante os estágios iniciais de desenvolvimento da cultura da beterraba. Nesse período, as plantas necessitam de uma quantidade significativa de água para o seu crescimento e desenvolvimento adequados. Para cada bandeja, era aplicada uma quantidade de 500 ml de água durante cada rega. Já para cada repetição, a quantidade necessária de água era de 167 ml.

### 3.7. Recolha de dados

A coleta de dados foi realizada semanalmente, no período da manhã, após a emergência das plântulas, e também no final da condução do experimento. Todos os dados coletados foram anotados em um bloco de notas que continha o layout do experimento.

### 3.8. Variáveis medidas no experimento

- Índice de velocidade de emergência (IVE);
- Altura da planta (AP);
- Diâmetro do caule (DC);
- Massa seca da parte aérea (MSPA)
- Massa seca da raiz (MSR)
- O índice de qualidade de Dickon (IQD)
- Estabilidade das plântulas (ET)

#### 3.8.1. Índice de velocidade de emergência (IVE)

O índice de velocidade de emergência foi registado após o surgimento das primeiras plântulas até a sua estabilização das mesmas. Este parâmetro foi feito diariamente. O índice de velocidade de emergência é designada pela seguinte equação de (Maguire, 1962).

$$\text{IVE} = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

**Equação (1)**

**Onde:**

- **IVE**- índice de velocidade de emergência.
- **E1, E2... En**- representa o número de plântulas normais que foram computadas em diferentes momentos ou etapas;
- **Nn**- número de dias de contagem das plantas.

**3.8.2. Altura das plantas (AP)**

A altura das plântulas (AP) foi avaliada a partir do nível do substrato até ao ápice da última folha da planta, com ajuda de uma régua graduada em centímetros (cm). Essa avaliação fez-se em 10 plantas centrais e altamente identificado. A medição da altura das plântulas foi feita depois da condução do experimento na estufa.

**3.8.3. Diâmetro do caule (DC)**

O diâmetro do caule foi determinado com auxílio de um paquímetro digital, medindo-se o diâmetro das plântulas na região do caule, onde foram sorteadas 10 plântulas para a determinação desse parâmetro e a medição do diâmetro do caule foi determinado depois da condução do experimento na estufa.

**3.8.4. Massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR)**

Para este parâmetro foi separado as plântulas em parte aérea e raízes. Para o efeito determinou-se 10 plântulas para a massa seca da parte aérea e 10 plântulas da massa seca da raíze por cada repetição como uma amostra e os mesmas foram submetidas a secagem em estufa com circulação de ar a 60°C durante 48 horas até a obtenção de massa constante desejada. Procedendo em seguida à pesagem em balança eletrónica com precisão de miligrama. A avaliação da massa seca da raiz e parte aérea foi feita apos condução do experimento na estufa.

**3.8.5. Massa seca total (MST)**

A massa seca total foi obtida pela soma de massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca da raiz (MSR).

**3.8.6. Índice de qualidade de Dickson (IQD)**

O índice de qualidade de Dickson foi determinado após da colecta de todos os dados do experimento, visto que é um dos parâmetros que dita a boa qualidade das mudas, e consequentemente esta variável é designado pela seguinte equação do (Dickson et al., 1960).

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{AP(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}}$$

**Equação (2)**

**Onde: IQD** (Índice de qualidade de dickson)

**MST** (Massa seca Total)

**AL** (Altura das plântulas)

**DC** (Diâmetro do caule)

**MSPA** (Massa seca da parte aérea)

**MSR** (Massa seca da raiz)

### **3.8.7. Estabilidade do torrão das plântulas**

A avaliação da estabilidade do torrão foi realizada após a condução do experimento da estufa, usando o método qualitativo onde foi avaliado 3 plântulas por cada repetição. Parabo efeito foi usada a escala de (Phipps, 1974).

A avaliação ocorreu conforme a escala de nota, abaixo:

**Escala 1:** com 0% o torrão está retido na célula da bandeja;

**Escala 2:** com 25% o torrão está retido na célula da bandeja;

**Escala 3:** com 50% o torrão está retido na célula da bandeja;

**Escala 4:** com 75% do torrão se destacou da célula da bandeja, mas não permaneceu coeso;

**Escala 5:** com 100% de todo o torrão foi destacado da célula da bandeja e 100% dele permaneceu coeso.

### **3.9. Análise de dados**

Análise dos dados foi feita usando o programa estatístico Rstudio, onde os dados referentes a massa seca da raiz e do índice de velocidade de emergência foram submetidas a análise da variância (ANOVA). No entanto, para as variáveis restantes, como altura da planta, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea, estabilidade do torrão e índice de qualidade de Dickson, não foi possível aplicar a análise de variância devido ao não atendimento dos pressupostos necessários da ANOVA. Nesse caso, foi feita a comparação de médias usando o teste de Kruskal-Wallis

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância mostra que houve efeito significativo para o substrato da massa seca da raiz e índice de velocidade de emergência, Também verificou-se os substratos não influenciaram para: Altura da planta, Diâmetro do caule, Massa seca da parte aérea, Estabilidade do torrão e Índice de qualidade de Dickson, como ilustra a Tabela 7.

**Tabela 7:** Resumo dos parâmetros medidos no experimento

| Variáveis analisadas               | Valores do P |
|------------------------------------|--------------|
| Índice de velocidade de emergência | 0.056*       |
| Altura da planta                   | 0.003        |
| Diâmetro do caule                  | 0.0119       |
| Massa seca da raiz                 | 0.0534*      |
| Massa seca da parte aérea          | 0.0185       |
| Estabilidade do torrão             | 0.0002       |
| Índice qualidade de Dickson        | 0.004        |

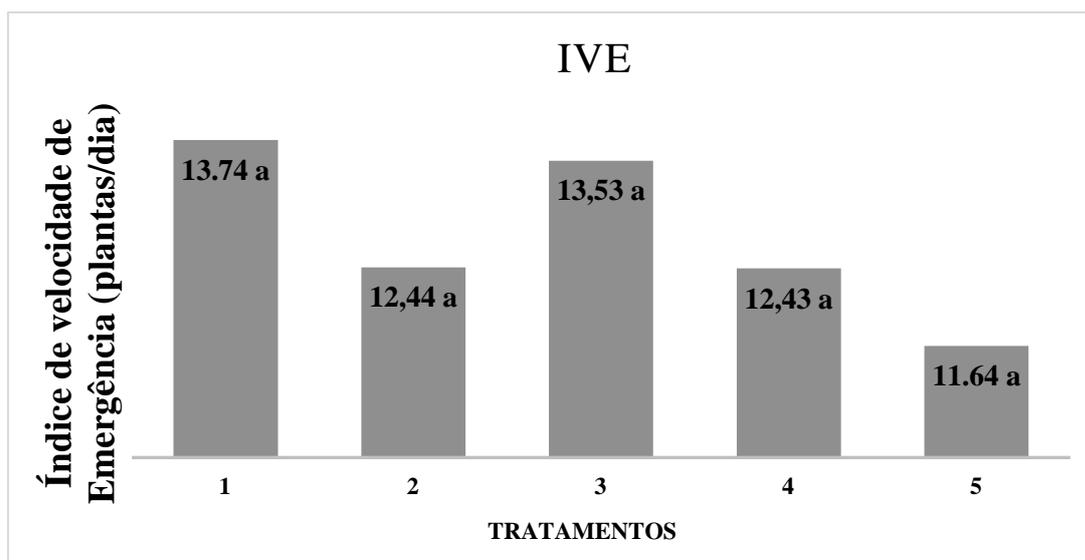
##### 4.1. Índice de velocidade de emergência

Com base no Gráfico 1, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao índice de velocidade de emergência (IVE). No entanto, nota-se que o tratamento com 100% de Boskcompost (T1) apresentou a maior média em comparação aos demais tratamentos, provavelmente por reunir as características ideais à emergência, como é o caso do fósforo (P) que é considerado um dos nutrientes mais importantes para a emergência das plântulas. O fósforo desempenha um papel fundamental na ativação de enzimas e processos metabólicos que são essenciais para o crescimento das raízes e da parte aérea.

Na fase inicial do crescimento das plântulas, quando ainda não têm um sistema radicular bem estabelecido, a disponibilidade de fósforo no substrato é essencial para garantir que a planta tenha energia suficiente para realizar as atividades metabólicas necessárias para a emergência da semente e o crescimento inicial.

Além do fósforo, existem outros nutrientes também que são importantes para a emergência das plantas, incluindo o nitrogênio, potássio, magnésio e cálcio. No entanto, o fósforo se destaca nessa fase inicial do crescimento devido à sua influência crucial nos processos metabólicos relacionados emergência das plântulas.

Nakagawa (1999), sustenta a relação entre o índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes e o tempo de exposição a fatores adversos do meio ambiente. De acordo com essa pesquisa, quanto maior o IVE das sementes, menor é o tempo em que elas ficam expostas a condições desfavoráveis, o que pode evitar a deterioração e prejuízos em termos produtivos. Esses fatores adversos do ambiente podem incluir condições climáticas desfavoráveis, como temperaturas extremas, falta de umidade, presença de patógenos ou pragas, entre outros. Quando as sementes têm um alto IVE, ou seja, germinam e emergem rapidamente, elas conseguem estabelecer um sistema radicular e foliar mais rápido, o que lhes permite enfrentar melhor essas condições adversas. A rapidez na emergência das plântulas também contribui para a uniformidade da produção, facilitando a aplicação contínua e uniforme das práticas agrícolas. Isso é vantajoso em termos de produção comercial, conforme mencionado por Welter et al. (2011). Portanto, embora não tenha havido diferenças significativas entre os tratamentos no IVE, o tratamento com 100% de Boskcompost (T1) mostrou-se promissor, demonstrando uma maior velocidade de emergência das plântulas. Essa superioridade nas características de emergência se deve possivelmente pela maior quantidade de matéria orgânica presente neste material (Gráfico 1), conferindo ao substrato maior estabilização dos agregados. A matéria orgânica, devido sua estrutura complexa e longas cadeias de carbono, agregam partículas minerais e afetam diretamente a estabilidade dos agregados (Dufranc et al., 2004; Braida et al., 2010). Também para que haja um mesmo nível de índice de velocidade de emergência entre diferentes plântulas, alguns factores podem influenciar tais como: a genética, a sinalização e as condições ambientais.



**Gráfico 1:** Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de Beterraba (*Beta vulgaris L.*) produzidas em diferentes substratos

**Fonte:** Autor 2022

De acordo com os resultados das características químicas e físicas dos substratos pode se verificar-se o tratamento (T1) em termo de Índice de velocidade de emergência apresentou a maior média comparando aos demais tratamentos, provavelmente por reunir as características físicas e químicas ideais para a emergência em das plântulas.

Segundo algumas literaturas, constata-se que o sódio (Na) está envolvido na regulação do balanço osmótico dentro das células das plantas. Durante a emergência das sementes e o crescimento inicial das plântulas, o sódio auxilia no controle da quantidade de água dentro das células, garantindo que a planta mantenha o equilíbrio osmótico adequado. Isso é importante para evitar o estresse hídrico e garantir a sobrevivência e crescimento saudável das plântulas.

Embora o sódio não seja essencial para o crescimento das plantas, ele pode estar envolvido no transporte de outros nutrientes essenciais, como potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), dentro das células das plântulas. Isso pode afetar indiretamente o crescimento inicial das plântulas. O sódio também desempenha um papel na regulação do pH do citoplasma das células vegetais. Manter o pH celular adequado é importante para o funcionamento das enzimas e processos metabólicos, o que pode afetar a taxa de crescimento das plântulas. Quando há presença excessiva de sódio no ambiente das plântulas pode ser prejudicial

Segundo Martins *et al.* (1999), destaca que plântulas com uma rápida emergência são menos vulneráveis a condições adversas do ambiente, uma vez que passam menos tempo no estágio inicial de crescimento. Isso aumenta suas chances de sobrevivência, pois têm a oportunidade de se estabelecer e desenvolver antes que condições adversas possam causar danos.

A avaliação da emergência das plântulas é de grande importância, uma vez que deficiências nessa característica podem resultar em redução do rendimento operacional no processo de produção de mudas (Souza et al., 2014). Ou seja, a rapidez e a uniformidade da emergência das plântulas são fatores importantes para garantir uma produção eficiente.

O estudo realizado por Cunha (2018), avaliando a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas de beterraba sob diferentes substratos, também observaram que não houve diferença significativa na germinação das sementes entre os substratos testados.

No entanto, o tratamento T1, que provavelmente corresponde ao substrato composto por 100% de Boskcompost mencionado anteriormente, apresentou a maior média (13,74) em relação aos demais tratamentos.

Esses resultados indicam que, embora não tenha havido diferenças significativas entre os tratamentos, o substrato composto por 100% de Boskcompost mostrou um desempenho superior em termos de índice de velocidade de emergência das plântulas de beterraba. Isso pode ser atribuído às características específicas desse substrato, como boa drenagem e aeração, que podem favorecer a rápida emergência das plântulas.

#### 4.2. Altura e Diâmetro das plântulas de Beterraba

Conforme a Tabela 8, verifica-se uma diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis altura e diâmetro do caule. Verifica-se que o tratamento composto por 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2) apresentou melhor desempenho nessas variáveis, com uma altura média de 7,09 cm e um diâmetro do caule de 3,80 mm. Por outro lado, os tratamentos compostos por 100% Boskcompost (T1) e 50% Boskcompost + 50% Casca de arroz carbonizada (T3) obtiveram as menores médias nessas variáveis.

**Tabela 8:** Comparação média da Altura e diâmetro de plântulas de Beterraba produzidas em diferentes substratos. AL: altura da planta; DC: Diâmetro do caule

| Tratamentos   | Variáveis medidas  |                      |
|---|--------------------|----------------------|
|   | Altura (cm)/planta | Diâmetro (mm)/planta |
| T2 (50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino)                                     | 7.09 a             | 3.80 a               |
| T5 (20% Boskcompost + 40 Esterco bovino+ 40% de Casca de arroz carbonizada)   | 6.60 b             | 3.18 b               |
| T4 (50% Boskcompost + 25% Esterco bovino + 25% de casca de arroz carbonizada) | 5.52 c             | 3.27 b               |
| T1 (100% Boskcompost)   | 2.35 d             | 1.43 c               |
| T3 (50% Boskcompost + 50% Casca de arroz carbonizada)                         | 2.22 d             | 1.47 c               |

**Fonte:** Autor. As médias seguidas por letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ).

De acordo com os resultados da tabela 8 é possível observar que o T2 apresentou a maior média comparando aos demais tratamentos. Com base nos resultados das características químicas e físicas do substrato da tabela 4, pode se aferir que o tratamento T2 composto por (50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino) apresentou melhores características físicas e químicas dos substratos nomeadamente: melhores características de Nitrogênio (N), Magnésio (Mg), Cálcio (Ca), Fósforo (P), Sódio (Na) e Potássio (K), para o crescimento das plântulas em termos da altura e diâmetro do caule, em comparação as demais tratamentos, sendo que pode ser uma alternativa viável para o crescimento das plântulas. Já o tratamento T1 e T3, apresentaram, uma baixa quantidade de nutrientes em todas variáveis analisadas nessa pesquisa.

Sabe-se que o potássio (K) é um macronutriente essencial para as plantas, ou seja, é necessário em grandes quantidades para o crescimento das plântulas. Por outro lado, o Cálcio (Ca) tem a função primordial de transporte de nutrientes, regulação de processos metabólicos e a resposta das plantas a diferentes estímulos ambientais. A sua presença adequada é crucial para garantir um crescimento saudável das plântulas. Em casos de deficiência de cálcio, podem ocorrer sintomas como crescimento prejudicado, deformações foliares, redução da resistência à doença.

Estudo realizado por Aragão et al. (2011), comparando a eficiência de diferentes substratos na cultura do melão, o melhor tratamento foi obtido com o substrato comercial Plantmax HT©. No entanto, neste trabalho em questão, o tratamento T2, composto por 50% Boskcompost + 50% esterco bovino, apresentou o melhor desempenho, com uma altura média de 7,09 cm. Esses resultados sugerem que a combinação de Boskcompost e esterco bovino foi eficaz para o crescimento das plantas.

Santos et al. (2015), avaliando a qualidade de plântulas de tomate em diferentes substratos, encontraram diferenças significativas nas médias de diâmetro do caule em função do substrato utilizado (Plantmax HT©). Foi observado um aumento no diâmetro do caule quando foram utilizados materiais alternativos como substrato, indicando que esses materiais contribuíram para a melhoria da qualidade das plântulas. O diâmetro do caule é considerado um bom indicador da qualidade das plântulas, sendo que maiores valores estão associados a maiores chances de sobrevivência e crescimento das plântulas após o transplante.

De acordo com Daniel et al. (1997), plântulas são consideradas de boa qualidade quando apresentam um diâmetro do caule superior a 2 mm. No presente estudo, as plântulas avaliadas apresentaram um diâmetro do caule que atende a essa recomendação, conforme mencionado pelo autor citado. Verificou-se que o tratamento (T2), composto por 50% Boskcompost + 50% esterco bovino, apresentou os melhores valores de altura e diâmetro do caule. Esses resultados podem ser atribuídos à boa disponibilidade de nutrientes presentes nos substratos utilizados, como evidenciado na Tabela 4, que descreve as características físicas e químicas dos substratos analisados.

Marques *et al.* (2018), afirma que o diâmetro do caule é um bom indicador de padrão de qualidade, cuja o seu bom desenvolvimento é uma característica desejável nas plântulas visto que confere maior sustentação e estabelecimento das plântulas ao serem transplantadas no campo definitivo.

Segundo Sturion & Antunes (2000), plântulas que apresentam um baixo desenvolvimento no diâmetro do caule podem enfrentar dificuldades em se manterem eretas após o processo de transplante. Isso pode levar ao tombamento das plântulas, resultando em sua morte ou deformação. É, portanto, importante que as plântulas tenham um desenvolvimento adequado do diâmetro do caule para garantir sua sobrevivência e crescimento saudável após o transplante.

#### **4.3. Massa seca da raiz e da parte aérea de plântulas de Beterraba**

Conforme os resultados apresentados na tabela 9, observa-se uma diferença significativa entre os tratamentos em relação à variável de Massa seca da parte aérea. O tratamento composto por 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2) apresentou um desempenho superior em comparação com os tratamentos compostos por 100% Boskcompost (T1) e 50% Boskcompost + 50% Casca de arroz carbonizada (T3), que apresentaram um desempenho inferior.

No caso da variável de Massa seca da raiz, não foi observada uma diferença significativa entre os tratamentos compostos por 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2), 20% Boskcompost + 40% Esterco bovino + 40% de Casca de arroz carbonizada (T5) e 50% Boskcompost + 25% Esterco bovino + 25% de casca de arroz carbonizada (T4), pois os mesmos não diferem estatisticamente entre si em relação à massa seca da raiz.

**Tabela 9:** Resultados da Massa seca da parte aérea (MSPA) e da Raiz (MSR) de plântulas de Beterraba produzidas em diferentes substratos

| Tratamentos   | Variáveis medidas |                |
|---|-------------------|----------------|
|   | MSPA (g/planta)   | MSR (g/planta) |
| T2 (50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino)                                     | 0.126 a           | 0.056 a        |
| T5 (20% Boskcompost + 40 Esterco bovino+ 40% de Casca de arroz carbonizada)   | 0.095 b           | 0.037 a        |
| T4 (50% Boskcompost + 25% Esterco bovino + 25% de casca de arroz carbonizada) | 0.076 c           | 0.063 a        |
| T1 (100% Boskcompost)   | 0.010 d           | 0.007 b        |
| T3 (50% Boskcompost + 50% Casca de arroz carbonizada)                         | 0.008 e           | 0.010 b        |

**Fonte:** Autor. As médias seguidas por letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ).

De acordo com os resultados das análises das características químicas e físicas dos substratos usados no experimento, conforme ilustra na Tabela 4, indica que o tratamento T2 (50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino) apresentou melhores características químicas e físicas ideais concretamente: melhores características de Nitrogênio (N), Magnésio (Mg), Cálcio (Ca), Fósforo (P), Sódio (Na) e Potássio (K), para o crescimento das plântulas, em comparação aos demais tratamentos.

Para a variável da massa seca da raiz pode se verificar que os tratamentos T2, T4 e T5 apresentaram médias semelhantes, isto é, estatisticamente os tratamentos não se diferem entre si. Segundo a tabela 4 dos resultados da análises dos substratos pode se aferir que esses tratamentos mencionados acima apresentam boas características químicas e físicas dos substratos com um bom padrão para o crescimento das plântulas. Sabe-se que o nitrogênio (N) é um nutriente essencial para o crescimento vegetal, influenciando a formação de tecidos vegetais, a fotossíntese e a síntese de proteínas, enquanto o cálcio (Ca) e o potássio (K), desempenham papéis fundamentais no desenvolvimento das raízes e na regulação de processos fisiológicos.

Por outro lado, o fósforo (P) é crucial para o desenvolvimento do sistema radicular das plântulas. Ele promove o crescimento e a ramificação das raízes, permitindo que as plântulas absorvam água e nutrientes do solo de maneira eficiente. Um sistema radicular bem desenvolvido é fundamental para o estabelecimento e sustentação das plântulas durante a fase inicial de crescimento. Quando há deficiência de fósforo pode levar a sintomas como crescimento lento, coloração roxa nas folhas, raízes pouco desenvolvidas. Portanto, há necessidade de se garantir o fornecimento adequado de fósforo às plântulas para promover o crescimento vigoroso e saudável das plântulas.

O tratamento T1 composto por (100% Boskcompost) e T3 composto por (50% Boskcompost + 50% Casca de arroz carbonizado) apresentaram baixos teores de nutrientes em todas as variáveis analisadas. Essa deficiência nutricional pode ter contribuído para o menor crescimento das plântulas de Beterraba nesses tratamentos.

Brandão (2000) e Costa et al. (2013) afirmam a superioridade do tratamento misto (comercial + esterco bovino), devido ao maior teor de matéria orgânica e nutrientes presentes no material resultante da combinação. A utilização de matéria orgânica não apenas fornece nutrientes às plântulas, mas também melhora as condições físicas do substrato. Essa melhoria pode ser observada na Tabela 4, que apresenta as características químicas e físicas dos substratos, incluindo a disponibilidade de nutrientes na combinação de 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (Rodrigues et al., 2010).

Júnior et al. (2008) avaliaram a produção de plântulas de pimenta utilizando um substrato orgânico e o substrato comercial Plantmax®. Eles observaram uma superioridade significativa dos compostos orgânicos em relação ao substrato comercial. Esses resultados estão em consonância com os dados apresentados na Tabela 4, que descreve as características químicas e físicas dos substratos analisados, incluindo a disponibilidade de nutrientes presentes nos substratos utilizados.

Segundo Souza et al. (2014), o uso da casca de arroz na formulação de substratos é recomendado devido à sua capacidade de atuar como condicionador físico. Quando combinada com outros componentes alternativos, a casca de arroz contribui para a porosidade do substrato e evita a formação de camadas que podem dificultar o crescimento do sistema radicular.

O autor destaca que o desenvolvimento de raízes mais robustas permite que as plântulas explorem melhor o volume de substrato disponível, resultando em uma maior absorção de água e nutrientes.

#### 4.4. Estabilidade do torrão (ET) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de plântulas de Beterraba produzidas em diferentes substratos

Conforme os resultados apresentados na Tabela 10, o tratamento composto por 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2) apresentou o melhor desempenho em relação à estabilidade do torrão durante a medição. Por outro lado, os tratamentos (T1) e (T3) mostraram um desempenho inferior nessa variável, indicando menor estabilidade do torrão.

Em relação ao índice de qualidade de Dickson (IQD), os tratamentos compostos por 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2) e 50% Boskcompost + 25% Esterco bovino + 25% de casca de arroz carbonizada (T4) apresentaram desempenho semelhante. Isso significa que não houve diferença significativa entre esses tratamentos em relação ao IQD das plântulas de beterraba.

**Tabela 10:** Comparação média da Estabilidade e índice de qualidade de Dickson (IQD) de plântulas de Beterraba produzidas em diferentes substratos

| Tratamentos   | Variáveis medidas |          |
|---|-------------------|----------|
|   | Estabilidade      | IQD (g)  |
| T2 (50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino)                                     | 5.00 a            | 0.041 a  |
| T4 (50% Boskcompost + 25% Esterco bovino + 25% de casca de arroz carbonizada) | 2.33 b            | 0.052 a  |
| T5 (20% Boskcompot + 40 Esterco bovino+ 40% de Casca de arroz carbonizada)    | 1.00 b            | 0.028 ab |
| T1 (100% Boskcompost)   | 0.17 c            | 0.006 b  |
| T3 (50% Boskcompost + 50% Casca de arroz carbonizada)                         | 0.17 c            | 0.048 ab |

**Fonte:** Autor. As Médias seguidas por letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ).

O composto de 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2) obteve o melhor resultado para a estabilidade do torrão, alcançando a classificação 5 (cinco) de acordo com a metodologia de Gruszynski (2002). Após a remoção da planta da célula da bandeja, mais de 90% do sistema radicular permaneceu coeso. Essa classificação 5 indica uma maior uniformidade das plântulas, resultando em menos danos às raízes durante o transplante, conforme observado por Cañizares (2002).

De acordo com os resultados das características químicas e físicas dos substratos usados no experimento, apresentados na Tabela 4, verifica-se que o Tratamento T2, apresentou melhores resultados, em termos da variável Estabilidade do torrão. E quanto a índice de qualidade de Dickson (IQD), os tratamentos T2 e T4 possuem os mesmos desempenhos o que quer dizer que esses dois tratamentos não se diferem estatisticamente entre si, por eles possivelmente reunirem boas características químicas e físicas nos substratos usados. Um dos factores que podem ter contribuído para a melhor estabilidade do torrão quanto ao índice de qualidade de Dickson é a presença da matéria orgânica (Mo), que é visto, devido sua estrutura complexa e longas cadeias de carbono, que agregam partículas minerais e afetam diretamente a estabilidade dos agregados.

Existem outras características químicas e físicas dos substratos que podem ter influenciados para o melhor desempenho das plântulas nessas variáveis analisadas como é o caso de Nitrogênio (N), Magnésio (Mg), Cálcio (Ca), Fósforo (P), Sódio (Na) e Potássio (K), também essas características são importantes para o contributo do crescimento das plântulas, em que na falta deles não haveria um bom desempenho sustentável nas plântulas.

Os tratamentos T1 (100% Boskcompost) e T3 (50% Boskcompost + 50% Casca de arroz carbonizado), que apresentaram baixos teores de nutrientes, mostraram as menores médias de Estabilidade e IQD, indicando que a deficiência nutricional pode ter afetado devido à má agregação física e uma possível limitação de nutrientes e pouca retenção de água, na mistura desses compostos, podendo ser um dos fatores para um desempenho menos destacado das plântulas que continham estes materiais em sua composição

Wendling et al. (2007), sustenta que no momento da expedição das plântulas, alguns fatores são considerados importantes, como a facilidade de remoção do torrão da bandeja sem que haja desintegração e a aderência das raízes ao substrato. Essa formação de torrão ocorre quando o sistema radicular se desenvolve de forma adequada.

De acordo com as pesquisas de Da Ros et al. (2018), Rudek et al. (2013) e Eloy et al. (2013), o índice de qualidade de Dickson (IQD) é amplamente reconhecido como um critério científico para avaliar a qualidade das plântulas. Esse índice leva em consideração tanto a robustez das plântulas quanto a distribuição equilibrada da biomassa. Um valor mais alto de IQD indica uma maior qualidade da plântula produzida.

Ao analisar os resultados da tabela 10, podemos constatar que os tratamentos compostos por 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2) e 50% Boskcompost + 25% Esterco bovino + 25% de casca de arroz carbonizada (T4) apresentaram o mesmo desempenho no índice de qualidade de Dickson. Isso sugere que esses tratamentos produziram plântulas de beterraba com qualidade equivalente, considerando a distribuição de biomassa e a robustez das plântulas.

No tratamento composto por 100% Boskcompost (T1), foi observada a menor média de IQD. Por outro lado, os tratamentos 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2) e 50% Boskcompost + 25% Esterco bovino + 25% de casca de arroz carbonizada (T4) apresentaram uma média significativamente superior de IQD.

Estudo realizado por Barros Júnior et al. (2008), utilizando substratos à base de compostos orgânicos, constataram que as plântulas de pimenta apresentaram índices de qualidade de Dickson superiores em comparação com o substrato comercial.

Esses resultados sugerem que a incorporação de materiais orgânicos, como o esterco bovino e a casca de arroz carbonizada, juntamente com o Boskcompost, pode melhorar a qualidade das plântulas, conforme indicado pelo índice de qualidade de Dickson. Isso pode ser atribuído à presença de nutrientes e ao efeito benéfico desses materiais na estrutura e no desenvolvimento das mudas.

Barros Júnior et al., (2008), trabalhando com substratos a base de compostos orgânicos, notaram que as mudas de pimenta apresentaram índices de qualidade de Dickson superiores quando comparadas com o substrato comercial.

## 5. CONCLUSÃO

Ao fim desse estudo, os resultados obtidos indicaram que o substrato composto por 50% Boskcompost + 50% Esterco Bovino (T2) se destacou em relação aos demais tratamentos e variáveis analisadas no crescimento e estabilidade do torrão das plântulas de beterraba. Observou-se que o substrato T2 proporcionou plântulas com um melhor crescimento, apresentando uma boa estabilidade do torrão estável e uma qualidade superior. Esses resultados sugerem que a utilização desse substrato, combinando 50% de Boskcompost e 50% de Esterco Bovino, pode ser uma alternativa viável para reduzir a dependência do uso de substratos comerciais. Constatou-se que o IQD os tratamentos T2 e T4 proporcionaram plântulas com um bom indicador de qualidade para a produção de plântulas.

Essa combinação de substratos alternativos mostrou-se promissora, uma vez que proporcionou plântulas com boa qualidade, oferecendo benefícios tanto em termos de desempenho das plântulas quanto na redução de custos associados ao uso de substratos comerciais.

## **6. RECOMENDACÕES**

### **Aos pesquisadores**

Sugere-se que se faça mais pesquisas sobre temas relacionados com a produção plântulas em diferentes substratos alternativos, assim como sobre a estabilidade de torrão na cultura de beterraba (*Beta vulgaris L.*) ou com outras culturas adversas, Isso ajudará a fortalecer os resultados deste estudo.

### **Aos produtores**

Sugere-se utilizar a mistura de 50% Boskcompost + 50% Esterco bovino, pois essa combinação proporciona um melhor crescimento das plântulas, uma boa estabilidade do torrão e uma qualidade satisfatória. Essa recomendação visa auxiliar os produtores na escolha de substratos mais eficientes e de baixo custo para a produção de plântulas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, A. C, PIRES, M, BATISTA, P. F e DANTAS, B. F. 2011, "*Qualidade de mudas de melão produzidas em diferentes substratos*". **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 24, n. 3.
- ARAUJO, A. C, DANTAS, M.K.L, PEREIRA, W.E e ALQUFA, M.A.I. 2013, "*Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas*". **Revista Brasileira de Agroecologia**. Escola Agrícola de Jundial, Macaíba -RN, Brasil.
- ARAÚJO, A. P, ALMEIDA, D. L, MONTEIRO, E. M. S. 1991, "Crescimento, nutrição e fisiologia do tomateiro (*Lycopersicon esculentum Mill.*)", Inoculado com fungos micorrizicos vesiculo-arbusculares. Programa Nacional de Pesquisa em Biologia do solo. Seropedica, R.J; EMBRAPA/CNPBS. Relatório de projecto.
- BARROS JÚNIOR, A.P, BEZERRA NETO, F, SILVEIRA, L.M, CÂMARA, M.J.T, BARROS e N.M.S. 2008, "*Utilização de compostos orgânicos no crescimento de mudas de pimentão*". **Revista Caatinga**, v. 21.
- BAUMGARTEN, A. 2002, "Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants". **Anais do III Encontro nacional sobre substrato para plantas**, Campinas, Brasil.
- BRANDÃO, F. D. 200, **Efeito de substratos comerciais no desenvolvimento de cultivares de alface na época de inverno**. 29 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia.
- BRAIDA, J. A. REICHERT, J. M, REINERT, D. J e VEIGA, M. 2010, "*Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e Argissolo*". **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.2.
- Brazão, M. G. ET AL. 2014, "*Como escolher um substrato. Manual de informações técnicas HORTEC*", São Paulo.
- CALDEIRA, M. V. W, ROSA, G. N, FENILLI, T. A. B. HARBS, R. M. P. 2008, "Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha". *Scientia Agraria*. Vol. 9, núm. 1, Universidade Federal do Paraná. Paraná, Brasil.
- CERQUEIRA, FB, FREITAS, GA; MACIEL, CJ, CARNEIRO, JSS, LEITE, RC. 2015, "Produção de mudas de tomate cv. Santa Cruz em diferentes substratos". *Journal of Bioenergy and Food*.

COSTA, E, SANTO, TLE, SILVA, AP; SILVA, LE, OLIVEIRA, LC, BENETT, CGS, BENETT e KSS. 2015, " *Ambientes e substratos na formação de mudas e produção de frutos de cultivares de tomate cereja*". Horticultura Brasileira.

COSTA, L. A. M. et al. 2013, " *Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino*". **Revista Ceres**, v. 60, n. 5.

COSTA, L. A. M, PEREIRA, L. A. M e COSTA, M. S. M. 2013, " *Substratos alternativos para produção de repolho e beterraba em consórcio e monocultivo*". Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, UAEEA/UFCG. Vol. 18.

CUNHA, M. S 2018, "Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de beterraba sob diferentes substratos." Tese de Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina.

DANIEL, O, A. C. T. VITORINO, A. A. ALOVISI, L. MAZZOCHIN, A. M. TOKURA, E. R. PINHEIRO e E. F. SOUZA. 1997, " *Aplicação de fósforo em mudas de Acácia mangium Willd*". **Revista Árvore**, v 21 n 2.

Da Ros, C. O. et al. 2018, " *Composto de águas residuárias de suinocultura na produção de mudas de espécies florestais*". Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 48, n. 1.

DEMUNER, APV, MEIRELES, RC, REIS, LS, VIEIRA, GHS, GARCIA, WA, ZIGER, L e PIRES, AA. 2017, " *Emergência de plântulas de tomate (Solanum lycopersicum L.) em diferentes tensões de retenção de água no solo*", Vitoria-ES, Brasil.

DUARTE T, S. 2002, " *Substratos orgânicos para produção de mudas de tomateiro*". Pelotas: UFPEL, FAEM. (Tese Mestrado).

DUFRANC, G, DECHEN, S. C. F, FREITAS, S. S e CAMARGO, O. A. 2004, " *Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados em dois latossolos em plantio direto no Estado de São Paulo*". **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.3.

ECHER, M. D. M. et al. 2007, " *Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja*". **Revista Cientista**, Semina: Ciências Agrárias, vol, 28.

EMBRAPA, 2007. – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soluções tecnológicas: Fabricação de composto orgânico. Embrapa Hortaliças, Brasília.

FAVARIN, J. A, UENO, V. G e OLIVEIRA, N. M. S. dos. 2015, "*Produção de mudas de hortaliças orgânicas utilizando diferentes substratos*". In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 11., 2015, São Paulo. **Periódico eletrônico...** São Paulo: v. 11, n. 2.

FERREIRA, LL, ALMEIDA, AES, COSTA, LR, MEDEIROS, JF e PORTO, VCN. 2014, "*Vermicompostos como substrato na produção de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) e couve-folha (*Brassica oleracea var. acephala*)*". Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento.

FERREIRA, M.D.TIVELLI, S.W. 1989, "Cultura da beterraba: recomendações gerais. Guaxupé: Cooxupé".

FILGUEIRA, F. A. R. 2008, Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 edição. Viçosa: UFV.

FONSECA, E. F, SILVA, G. O, TERRA, D. L. C. V e SOUZA, P. B. 2017, "*Uso potencial da casca de arroz carbonizada na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* sp.*". **Revista Desafios**, v. 04, n. 04.

FREITAS, G. A, SILVA, R. R, BARROS, H. B, VAZ-DE-MELO, A e ABRAHÃO, W. A. P. 2013, "*Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos*". Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 44, n. 1.

GONÇALVES, M. S, FACCHI, D. P, BRANDÃO, M. I, BAUER, M e PARIS JUNIOR, O. 2013, "*Produção de mudas de alface e couve utilizando composto proveniente de resíduos agroindustriais*". III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management.

Haber. L.L, Ecole, C, Bowen W e Resende F.V. 2015, "*Horticultura em Moçambique: características, tecnologias de produção e de pós-colheita*". Brasília

Lima, J. F, SILVA, M. P. L, TELES, S, SILVA, F e MARTINS, G. N. 2010, "*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.

LOPES, A.S. 1995, **Manual internacional de fertilidade do solo**. Associação brasileira para pesquisa do potássio e do fósforo. Piracicaba.

LUCENA, RRM, BATISTA, TMV, DOMBROSKI, JLD, LOPES, WAR e RODRIGUES GSO. 2010, Medição de Área Foliar de Aceroleira, Brasil.

MAE. 2005, Perfil do distrito do chókwe província de gaza, Ministério Da Administração Estatal.

MARQUELLI, W. A, OLIVEIRA, R. A, C e SILVA, W. L. C. 2007, "Irrigação da Cultura da Cenoura, Circular técnico, 48", EMBRAPA, Brasília.

MARQUES, L.F, MEDEIROS, D.C, COUTINHO, O.L, MARQUES, L.F, MEDEIROS, C.B e VALE, L.S. 2010, "Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino". **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.5, n.1.

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

MARTINS, C. C, NAKAGAW A, J e BOVI, M. L. 1999, "Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis Fernades - Palmae*)". **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1.

MEDEIROS L. A. M. ET AL. 2001, "Crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa L.*) conduzida em estufa plástica com fertirrigação em substratos". *Ciência Rural*, Santa Maria, RS, v. 31.

MEDEIROS, A. S, SILVA, E. G, LUISON, E. A, JUNIOR, R. A e KOUZSNYANDREANI, D. I. 2010, "Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface". *Revista Agrarian*, Goiânia, v.3, n.10.

MESQUITA, EF, CHAVES, LHG, FREITAS, BV, SILVA, GA, SOUSA, MVR e ANDRADE, R. 2012, "Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes". **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**.

MINAMI, K. 1995, Produção de mudas de alta qualidade em hortaliças. São Paulo: T. A. Queiroz.

MILANI, M. 2012, "Crescimento e desenvolvimento de mudas de cravina de jardim com diferentes substratos". Dissertação (mestrado em Agrobiologia) Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Naturais e Exatas.

MORAIS SMJ, ATAIDES PRV, GARCIA DC, KURTZ FC, OLIVEIRA e WATZLAWICK LF.1996, Uso do lodo de esgoto da Corsan - Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos.

- Nakagawa, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F.C e Vieira, R.D. & França-Neto, J.B. (eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes.
- OLIVEIRA RJP, STRASSBURGER AS, DUARTE T da S e MAUCH CR. 2005, "Utilização de diferentes formulações de substratos para a produção de mudas de pimentão no sistema de bandejas suspensas". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA.
- POERSCHKE, P. R. ET AL 2016, Curso básico de olericultura ecológica. Porto alegre: EMATER/RS- ASCAR, (Coleção Aprendendo a Fazer Melhor).
- REIS, LS, AZEVEDO, CAV, ALBUQUERQUE, AW; JUNIOR, JFS 2013, Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido, Brasil.
- RODRIGUES, E. T. et al. 2010, "Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido". **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4.
- SANTOS, F. E. V, KUNZ, S, H, CALDEIRA, M. V. W, AZEVEDO, C.H. S e RANGEL, O. J. P. 2014, "Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais". **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, n.9.
- SANTOS, A. C. M.; CARNEIRO, J.S.S, FERREIRA JUNIOR, J.M, SILVA, M.C.A e SILVA, R.R. 2015, "Produção de mudas de tomateiro cv. Drica sob substratos alternativos". *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 11, n. 4.
- SILVA JÚNIOR, JAS, GHEYI, HR, DIAS, NS, ARAÚJO, DA e GUEDES FILHO, DH. 2014, "substratos e diferentes concentrações da solução nutritiva preparada em água residuária no crescimento do girassol". **Revista Ciência Agronômica**.
- SILVA, E. C. da, QUEIROZ, R. L. 2014, "Formação de mudas de alface em bandejas preenchidas com Diferentes substratos". **Bioscience. Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3.
- SILVEIRA, E. B, RODRIGUES, V. J. L. B, GOMES, A. M. A, MARIANO, R. L. R e MESQUITA, J. C. P. 2002, "Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2.
- SILVEIRA, T. L. S, RAMOS, D. T e NEVES, L. G. 2010, "substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado". **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2.

SOUZA, E. G. F, SANTANA, F. M. S, MARTINS, B. N. M, PEREIRA, D. L, BARROS JÚNIOR, A. P e SILVEIRA, L. M. 2014, "Produção de mudas de cucurbitáceas utilizando esterco ovino na composição de substratos orgânicos". **Revista Agro@ambiente Online**.

STURION, J. A, ANTUNES, B. M. A. 2000, "Produção de mudas de espécies florestais". In: Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais, Colombo.

PEREIRA, F. H. F, BRITO, M. E. B, MEDEIROS, J. E. de. 2021, "Exigências climáticas e Ecofisiologia". In: AQUINO, L. A. de.; BORÉM, A. **Beterraba do plantio à colheita**. Viçosa: UFV.

PHIPPS, H.M. 1974, "Influence of media on growth and survive all of container – grown seedling". In: NORTH AMERICAN CONTAINERIZER FOREST TREE SEEDLING SYMPOSIUM, Denver. **Proceedings...** Denver: Great Plains Agricultural Council, 1974.

PUIATTI, M. 2019, **Olericultura: a arte de cultivar hortaliças**. Viçosa: CEAD / UFV.

TABAJARA, S.M, COLÔNIA, E.J, 1986, *Casca de arroz e meio ambiente*, Revista Lavoura Arrozeira, Porto Alegre.

TIVELLI, S. W, FACTOR, T. L, TERAMOTO, J. R. S, FABRI, E. G, MORAES, A. R. A, TRANI, P. E e MAY, A. 2011, "Beterraba: do plantio à comercialização, (Série Tecnologia APTA". Boletim Técnico IAC, 210), Campinas: Instituto Agrônômico.

WELTER, M. K, SMIDERLE, O. J, UCHÔA, S. C. P, CHANG, M. T e MENDES, E. P. 2011, "Germinação de sementes de maracujá amarelo azedo em função de tratamentos térmicos". **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v.5, n.3.

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

## 8. APÊNDICES

**Tabela 11:** Resultados da análise de variancia da MSR (Massa seca da raíz)

|                   | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>FC</b> | <b>Pr (&gt;F)</b> |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| <b>Tratamento</b> | 4         | 0.007911  | 0.001978  | 4.621     | 0.0226*           |
| <b>Residuo</b>    | 10        | 0.004280  | 0.000428  |           |                   |
| <b>Total</b>      | 14        | 0.012191  |           |           |                   |

Nível de significância a 5% de probabilidade

**Tabela 12:** Resultados da análise de variancia de Índice de velocidade de emergência (IVE)

|                   | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>FC</b> | <b>Pr (&gt;F)</b> |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| <b>Tratamento</b> | 4         | 9.0398    | 2.25996   | 3.325     | 0.056123*         |
| <b>Residuo</b>    | 10        | 6.7969    | 0.67969   |           |                   |
| <b>Total</b>      | 14        | 15.8367   |           |           |                   |

Nível de significância a 5% de probabilidade