



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

GLEICIANE DA SILVA ALVES

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE MUDA DE CACAU (*Theobroma Cacao* L.) PÉ
FRANCO CCN51 EM DIFERENTES SUBSTRATOS NA REGIÃO DE ECÓTONO
CERRADO - AMAZÔNICO**

ARAGUATINS-TO
2024

GLEICIANE DA SILVA ALVES

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE MUDA DE CACAU *Theobroma Cacao* L.) PÉ
FRANCO CCN51 EM DIFERENTES SUBSTRATOS NA REGIÃO DE ECÓTONO
CERRADO AMAZÔNICO**

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

Orientador: Me. Miguel Camargo da Silva

Coorientador: Dr. Leonardo Corrêa da Silva

ARAGUATINS- TO
2024

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

A474a Alves, Gleiciane da Silva
 Análise de crescimento de muda de cacau (*Theobroma*
 cacao L.) pé franco CCN51 na região de Ecótono Cerrado Amazônico
 / Gleiciane da Silva Alves. – ARAGUATINS, TO, 2024.
 41 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,
Campus Araguatins, ARAGUATINS, TO, 2024.

Orientador: Me. Miguel Camargo da Silva
Coorientador: Dr. Leonardo Correa da Silva

1. Cacau. 2. Produção de mudas. 3. Renda. I. Silva, Miguel
Camargo da. II. Silva, Leonardo Correa da. III. Título.

CDD 630

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

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



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE MUDA DE CACAU (*Theobroma cacao* L.) PÉ FRANCO CCN51 NA REGIÃO DE ECÓTONO CERRADO AMAZÔNICO”

AUTORA: Gleiciane da Silva Alves

ORIENTADOR: Me. Miguel Camargo da Silva

COORDENADOR : Dr. Leonardo Correa da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em 06 de maio de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Miguel Camargo da Silva, Servidor**, em 04/06/2024, às 12:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raimundo Laerton de Lima Leite, Servidor**, em 04/06/2024, às 12:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo Corrêa da Silva, Usuário Externo**, em 04/06/2024, às 17:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2351080** e o código CRC **ADD46FE1**.

À Deus, a meus pais Raimunda e Roberto, ao
meu namorado Istacio e meus irmãos Carlos
Adriano e Ralysson.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por me presentear com o curso de Agronomia, o qual contribuiu imensamente para meu crescimento pessoal e profissional. Agradecer por cuidar de mim em todos os momentos da minha vida durante esta jornada, não me deixando desistir em meio às dificuldades e desafios, a ti Senhor, minha gratidão.

À toda minha família, especialmente minha mãe, Raimunda Pereira Da Silva, meu pai Roberto Carlos dos Santos Alves, minha avó Aldina Lopez Cruz, ao meu namorado, Istacio Gonçalves, aos meus irmãos Carlos Adriano Alves e Rallisson Alves. Gabriel Oliveira Borges por ter me ajudado tanto em Araguatins-TO.

Ao meu querido professor e orientador Ms. Miguel Camargo, pelos ensinamentos, orientação e paciência. Aos mestres e doutores do curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica do IFTO Campus Araguatins por todo o conhecimento transmitido.

Aos meus amigos, Aline Aguiar, Samara Gomes, Marcos Vinicius, Natalia Cristina, Tacila Launa, Kefanny, Jadiel, Ana Paula, Amanda Gissele, Samuel Vinicius e Ana Luíza pelo apoio tanto na fase experimental como na compreensão da estatística experimental do trabalho e a todos que contribuíram direta e indiretamente neste trabalho.

Ao Istacio Gonçalves pelo cuidado, apoio e parceria de sempre, muito obrigada meu amor, você foi essencial nessa jornada. Ao seu Adelson, pois através do estágio que fiz o desenvolvimento do experimento pelas contribuições dadas para a realização do trabalho na fase experimental.

Aos servidores do viveiro de mudas do IFTO, em especial senhor Eraldo, Yuri por ajudarem no desenvolvimento da pesquisa, sem eles não teria concluído.

E a todos, que direta e/ou indiretamente me ajudaram e incentivaram de alguma forma, sempre caminhando lado a lado, mantendo relações de respeito e aprendizado.

Deuterônômio “E todas estas bênçãos
virão sobre ti e te alcançarão, ouvirás a
voz do Senhor, teu Deus.” 28:2

RESUMO

O cacau é uma cultura originária das regiões tropicais da América Central, onde foi utilizado como moeda pelos pipiles (povo indígena pré-colombiano de El Salvador). O nome da planta (cacahuati) e o da bebida (chocoatl) vem dos antigos astecas e maias. Esses povos aproveitavam a sua polpa para preparar um suco. As sementes torradas, moídas e misturadas à farinha de milho deram origem a uma pasta comestível, que desidratada pode ser armazenada para uso posterior, como bebida quente, aromatizada com especiarias, muito apreciada até os dias de hoje (ALVARENGA et al., 1994). Cultivado no Brasil desde o século XVII, inicialmente na Região Norte, sobretudo no Estado do Pará, o cacau possui como nome científico *Theobroma cacao* L., e é uma árvore proveniente de regiões de clima tropical quente e úmido, melhor adaptado às temperaturas médias de 25°C e precipitação anual variando de 1.500 a 2.000 mm. Necessita de solos profundos, permeáveis e fertilidade de média a alta. A planta pode alcançar de 4 a 8 metros de altura e copa variando de 4 a 6 metros de diâmetro. São reconhecidos três grupos botânicos do cacau, o Forasteiros Amazônicos, Crioulos e o Trinitários, sendo o primeiro comumente cultivado no Brasil. O cacau é um produto muito versátil, podendo ser consumido nas suas diferentes formas, seja em misturas com outros ingredientes ou até mesmo puro na forma de pó. A implantação de novas áreas pode gerar divisas para o país encerrando a importação de cacau em amêndoas e também, possibilitando ao país atuar como exportador mundial. Além disso, é muito importante para a agricultura familiar, uma vez que será possível gerar benefícios em forma de emprego e renda para outras regiões não tradicionais de cultivo, especialmente a região do cerrado. Porém, essa atividade também está sujeita a diversos desafios, incluindo a prevenção e o controle de doenças no cacauzeiro. Para superar esses obstáculos, é necessário investir em tecnologias e práticas que permitam a produção de plantas saudáveis e rentáveis. Nesse contexto, o uso de produção de mudas é uma alternativa promissora. O presente trabalho tem por objetivo analisar o potencial de produção e desenvolvimento de mudas de cacau pé franco CCN51 na região de ecótono do cerrado amazônico.

Palavras-chaves: Cacau. Produção de mudas. Renda.

ABSTRACT

Cocoa is a crop originating in the tropical regions of Central América, Where it was used as currency by the pipiles (pre-Columbian indigenous people of El Salvador). The name of the plant (cacahuati) and the drink (chocoatl) comes from the ancient Aztecs and Mayans. These people used its pulp to prepare juice. The roasted, ground and mixed seeds with corn flour gave rise to an edible paste, which When dehydrated can be stored for later use, as a hot drink, flavored with spices, Much appreciated to this day (ALVARENGA et al., 1994). Cultivated in Brazil since the 17th century, initially in the North Region., especially in the State of Pará, cocoa has the scientific name *Theobroma cacao* L., and is a tree from regions with a hot and humid tropical climate, better adapted to average temperatures. 25°C and annual precipitation ranging from 1,500 to 2,000 mm. It needs deep, permeable soils and medium to high fertility. The plant can reach 4 to 8 meters in height and a crown ranging from 4 to 6 meters in diameter. Three botanical groups of cocoa are recognized, the Forasteiros Amazônicos, Crioulos and trinitários, the first being commonly cultivated in Brazil. Cocoa is a very versatile product and can be consumed in different forms, whether in mixtures with other ingredients or even pure in powder form. The establishment of new areas can generate foreign currency for the country, ending the import of cocoa beans and also enabling the country to act as a global exporter. Furthermore, it is very important for Family farming, as it will be possible to generate benefits in the form of employment and income for other non-traditional farming regions, especially the cerrado region. However, this activity is also subject to several challenges, including the prevention and control of diseases in cocoa trees. To overcome these obstacles, it is necessary to invest in Technologies and practices that allow the Productions of healthy and profitable plants. In this context, the use of seedling Productions is a promising alternative. The present work aims to analyze the potential for Productions and development of CCN51 cocoa seedlings in the Amazonian cerrado ecotone region

Keywords: Cocoa. Seedling production. Income.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Teste de Scott-Knott para a variável Massa Fresca da Raiz	23
Figura 02- Teste de Scott-Knott para a variável Massa Fresca da Parte Aérea	24
Figura 03- Teste de Scott-Knott para a variável Massa Seca da Parte Aérea	25
Figura 04- Teste de Scott-Knott para a variável Massa Seca da Raiz	25
Figura 05- Teste de Scott-Knott para a variável Diâmetro do Coleto	26
Figura 06- Teste de Scott-Knott para a variável Altura da Planta	27
Figura 07- Teste de Scott-Knott para a variável Comprimento da Raiz	28
Figura 08- Teste de Scott-Knott para a variável Número de Folhas	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Resumo da análise de variância de oito características referentes a 9 substratos avaliadas no IFTO - <i>Campus Araguatins</i> , 2024	22
Tabela 02- Teste de Scott-Knott e valores médios de oito características referentes a 9 substratos avaliados no IFTO - <i>Campus Araguatins</i> , 2024	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Cultura do cacau	15
2.1.1	Botânica e biologia	15
2.1.2	Importância econômica	16
2.2	Produção de mudas	16
2.3	Vassoura de bruxa	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1	Local e caracterização do experimento	19
3.2	Condução do experimento	19
3.3	Parâmetros avaliados	20
3.4	Análises estatísticas	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1	Massa fresca da raiz (MFR) e Massa fresca da parte aérea (MFA)	23
4.2	Massa seca da raiz (MSR) e Massa seca da parte aérea (MSA)	24
4.3	Diâmetro coleto (DC)	26
4.4	Altura da planta (AP)	27
4.5	Comprimento da raiz (CR)	28
4.6	Número de folhas (NF)	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
	APÊNDICES	36

1 INTRODUÇÃO

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta perene, arbórea, que vegeta bem em sub-bosques e matas raleadas e por ser uma planta que tolera sombra pode ser consorciada a diferentes culturas, sejam alimentícias permanentes ou provisórias em sistemas agroflorestais; (TRANI *et al.*, 2015). A cultura é exigente em calor e umidade, adaptando-se bem a regiões com temperatura média anual em torno de 23°C a 25°C e com média anual das temperaturas mínimas ao redor de 21°C. Precipitação bem distribuída ao longo do ano, com um período de estiagem não superior a dois meses e um mínimo de 1.200 mm anuais de chuvas são necessários ao bom desenvolvimento da cultura. A adequada disponibilidade de água no solo é fundamental durante a fase inicial de frutificação (90 dias). Tanto o excesso quanto a falta de água afetam a produção, pois aumentam a ocorrência da perda de frutos jovens conhecida como peco fisiológico (IBGE, 2006 apud MELO *et al.*, 2017, p. 24).

A produção mundial de cacau, em 2019, foi de 5,6 milhões de toneladas. O maior produtor mundial é a Costa do Marfim, com 39,0% da produção. Os Países Gana (14,5%) Indonésia (14,0%), Nigéria (6,3%), Equador (5,1%), Camarões (5,0%) e o Brasil (4,6%), sétimo maior produtor, reúnem 88,4% da produção mundial (FAOSTAT, 2020). A progressiva demanda mundial por alimentos gera a necessidade de produzir cada vez mais, mediante o aumento da produtividade, cujo princípio fundamental é o emprego de mudas com o máximo de vigor e sanidade (NUNES e SANTOS, 2007).

Por décadas, a área e a produção de cacau na Bahia foram preeminentes, contudo, a partir de 1990, iniciou-se um processo de queda, tanto da produção (-62,1%), quanto da área (-24,7%) (IBGE, 2020) provocados por diversos fatores.

Estes fatores foram identificados por Bahia de Aguiar e Pires (2019) como sendo os principais endógenos: forte crise na cacaucultura em razão de infestações dos fungos *Crinipellis perniciososa*.

Vassoura-de-bruxa: *Moniliophthora perniciososa*

É uma doença causada pelo fungo basidiomiceto *Crinipellis perniciososa* (antiga classificação) e ataca principalmente frutos, brotos e almofadas florais. Assim, ocasiona queda acentuada na produção, provocando o desenvolvimento anormal, seguido de morte das partes infectadas. A vassoura-de-bruxa é uma doença causada pelo fungo *Moniliophthora perniciososa*, e representa uma das mais importantes doenças do cacauieiro por sua grande capacidade destrutiva e pela grande velocidade com a qual se espalha (PEREIRA, 1996;

PIRES, 2003).

Os esporos do fungo, disseminados pelo vento, pela água das chuvas, por sementes, provocando a doença vassoura-de-bruxa, e *Phytophthora palmivora*, causando a podridão parda; estiagens; descapitalização e endividamento dos cacauicultores; falta de modernização da produção; e falências de empresas industriais e comerciais. Os principais fatores exógenos identificados foram: instabilidade macroeconômica; superproduções de cacau em outros países; queda dos preços do produto; e mudanças estruturais no Brasil e no mundo (BAHIA DE AGUIAR e PIRES, 2019).

Theobroma cacao L. é uma espécie perene de porte arbóreo que tem seu centro de origem nas bacias do Amazonas (Brasil) e Orinoco (Venezuela). Representa importante papel na vida social e econômica de mais de 5 milhões de lares em todo o mundo, ocupando cerca de 7 milhões de hectares, influenciando a vida de 25 milhões de pessoas (RAMOS *et al.*, 2015).

Na região sudeste da Bahia, essa planta encontrou condições ideais para seu crescimento e desenvolvimento tornando-se seu principal produto. De acordo com o CEPLAC (2018), o Brasil produziu 146.998 toneladas de cacau e, desse total, 68,9% foi frutificado no sul da Bahia, o que representa 101.308 toneladas.

A produção de mudas de cacaueiro é uma importante etapa para implantação de novas áreas ou substituição de plantas que apresentam baixa produção. Para obter uma muda de qualidade, faz-se necessário a aquisição de sementes oriundas de material sadio e a escolha de um bom substrato, que de modo geral, têm como principal função dar sustentação às sementes, fornecendo os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (SANTOS *et al.*, 2014).

Na produção comercial de mudas de cacaueiro são usualmente empregadas como recipientes tubetes rígidos de polietileno e como substrato terra de horizontes superficiais, o que aumenta os custos com transportes, tratamentos culturais das mudas e a possibilidade de disseminação de patógenos de solo. O uso de resíduos orgânicos como fonte de nutrientes às plantas, tem se constituído viável, pois reduz a aplicação de adubos químicos, diminuindo o impacto sobre o meio ambiente, além do seu baixo custo (SOARES *et al.*, 2013).

O cacaueiro é uma árvore que se propagou naturalmente na América Central. Pertence à ordem Malvales, sendo a única espécie utilizada comercialmente para a produção de chocolate (Bearden *et al.*, 2000).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O cacau é um produto muito versátil, podendo ser consumido nas suas diferentes formas, seja em misturas com outros ingredientes ou até mesmo puro na forma de pó. A implantação de novas áreas pode gerar divisas para o país encerrando a importação de cacau em amêndoas e também, possibilitando ao país atuar como exportador mundial. Além disso, é muito importante para a agricultura familiar, uma vez que será possível gerar benefícios em forma de emprego e renda para outras regiões não tradicionais de cultivo, especialmente a região do cerrado.

Nas florestas, o cacaueiro pode ultrapassar os 15 metros e, em condições de cultivo, atinge a altura de 5 a 8 metros. Embora exigente quanto às condições de clima e solo, T. cacao devolve à terra parte do que dela é retirado, de forma a manter o equilíbrio ecológico e constituindo-se num cultivo perene e renovável. Desta forma, a cacauicultura apresenta não apenas importância econômica, como também importância ambiental (CEPLAC, 2017).

2.1 Cultura do Cacau

2.1.1 Botânica e biologia

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma espécie perene, pertencente à família Malvaceae, nativa da América, onde se desenvolve em clima tropical (LIMA *et al.*, 2018). O cacau está presente na sociedade desde muitos séculos atrás, com o primeiro registo de cultivo do fruto no século XIV dentro de tribos Astecas no México, e dos Maias na América Central, quando os primeiros colonizadores espanhóis e portugueses chegaram à América. Segundo historiadores, o cacaueiro, era chamado de “cacahuatl”, sendo considerado sagrado.

No México os Astecas acreditavam que o fruto era de origem divina e que o próprio profeta Quatzalcault ensinava o povo a cultivá-lo. O seu cultivo era feito juntamente com solenes cerimônias religiosas. Este significado religioso influenciou o botânico sueco Linneu (1707 – 1778), a denominar a planta de *Theobroma cacao*, “manjar dos deuses” (SEQUEIRA, 2016). No Brasil, a cultura do cacau se desenvolveu por volta do século XVIII, com destaque para o estado da Bahia. De acordo com Adonias Filho (1976), entre os anos de 1895 a 1930, a base da economia do Estado, estava no cultivo do cacau. Com isso, o Brasil se apresentava como um dos principais exportadores mundiais.

2.1.2 Importância econômica

O Brasil, entre 1990 e 2003, teve um decréscimo no ranking mundial da produção, saindo de nono para o décimo sétimo lugar, passando de 256,3 toneladas métricas em 1990, para apenas 170,7 toneladas métricas em 2003. Quando se analisa o ranking da área colhida mundial, percebe-se que o Brasil permaneceu na sétima posição entre 1990 a 2003 (FAO, 2004).

2.2 Produção de mudas

Na produção de mudas um dos fatores que mais limitam e interferem no resultado final da muda é o substrato utilizado. Esse por sua vez é responsável por condicionar um ambiente propício para o desenvolvimento das mudas, apresentando características físico-químicas marcantes como, disponibilidade de nutrientes, retenção de água e aeração adequada (MACIEL *et al.*, 2013). Cada cultura possui recomendações técnicas específicas, o conhecimento de características como, volume e composição do substrato, manejo de adubação e balanço nutricional da cultura, são fatores que favorecem o crescimento e desenvolvimento das mudas (SILVA; FERREIRA, 2015). A produção de mudas de alta qualidade constitui uma das etapas mais importantes do sistema produtivo.

Dessa forma, diversos estudos que buscam o aperfeiçoamento da qualidade e redução de custos na produção de mudas têm sido realizados. Dentre os fatores que mais influenciam no desempenho da produção da muda está o substrato, tendo por finalidade dar sustentação, fornecer água e nutrientes, necessários ao pleno desenvolvimento inicial da muda (HARTMANN *et al.*, 2011). Entre outras características muito importantes, esse substrato para ser ideal deve apresentar disponibilidade de aquisição e transporte, baixo custo, ausência de patógenos, riqueza em nutrientes essenciais, pH adequado, boa textura e estrutura (SILVA *et al.*, 2002).

Para a cultura do cacau a semeadura em saco plástico é mais vantajosa, originando produção antecipada e mudas mais vigorosas e desenvolvidas. As empresas produtoras de plásticos, tendo a consciência do longo período de degradação de seus produtos, procuram, mesmo com dificuldade, a sustentabilidade do setor, havendo a possibilidade de desenvolver planos de ações para viabilizar uma atividade sustentável em conjunto com entidades relevantes, como afirmado pelos autores Wright e Giovinazzo (2004).

2.3 Vassoura de Bruxa

A vassoura de bruxa se disseminou na lavoura cacaueteira de todo o estado da Bahia afetando significativamente a produção nacional. No entanto, pesquisas realizadas pela CEPLAC com melhoramento genético e criação de novos clones resistentes a doença tem criado novas esperanças aos cacauicultores brasileiros, porém, ainda não foi suficiente para alavancar a produção brasileira e recolocar o Brasil como exportador mundial de cacau (ALMEIDA e CHAVES, 2011). No Brasil, antes do aparecimento da vassoura de bruxa em 1989, a podridão-parda do cacaueteiro foi considerada a doença mais importante acarretando perdas anuais de aproximadamente de 20% a 30%.

Atualmente, a podridão-parda começa a reaparecer como um problema sério para a cultura em função do sucesso alcançado pelos clones de cacau com resistência à vassoura de bruxa e das condições climáticas voltando a ser favoráveis e trazendo novamente preocupações aos agricultores (OLIVEIRA & LUZ, 2005).

Temperatura, umidade do ar e chuvas (frequência e intensidade das precipitações) são os fatores climáticos que mais influenciam a incidência e a severidade da podridão Parda do cacaueteiro (ROCHA & MACHADO, 1972; WARD & GRIFFIN, 1981). Poucos estudos têm sido relatados sobre o controle biológico de podridão-parda do cacaueteiro. Figueiredo & Campêlo (1983) identificaram espécies dos gêneros *Trichoderma*, *Aspergillus* e *Penicillium*, promissoras no controle biológico da podridão-parda do cacaueteiro.

A análise de crescimento segundo Magalhães (1986), descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica da produtividade, avaliada por meio de índices fisiológicos e bioquímicos. Para Peixoto & Peixoto (2004) a análise quantitativa de crescimento tem sido usada por pesquisadores de plantas, na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações no ambiente. Seu uso torna-se apropriado quando são usados conceitos básicos de análise de crescimento e os critérios essenciais para a obtenção dos dados.

Segundo Wilhelm & McMaster (1995), crescimento pode ser definido como aumento irreversível na dimensão física de um indivíduo ou órgão, em determinado intervalo de tempo. De acordo com o exposto, objetivou-se neste trabalho verificar o desempenho de algumas características do crescimento de mudas de cacau (*Theobroma cacao* L.), especificamente o CCN-51, sob irrigação em viveiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e caracterização do experimento

O experimento foi instalado no viveiro de mudas pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - *Campus Araguatins*, localizado nas coordenadas aproximadas de 05° 38' 35" latitude S e 48° 04' 14" longitude W. A área apresenta precipitação média anual de 1.500 mm, temperatura média de 28,5°C e altitude de 103 m (INMET, 2015).

O delineamento experimental adotado foi em Blocos Casualizados (DBC) com 09 tratamentos e 3 repetições. Totalizando 27 parcelas, sendo cada parcela composta por 10 plantas. Os substratos utilizados foram: T1: 100% solo (S); T2: 100% esterco bovino (B); T3 20 % de areia da praia proporções respectivas de solo, esterco bovino; T3 T4: (75Bx25C); T5: 1x2x2 (50Bx50C); T6: 1x1x3 (25Bx75C); e proporções respectivas de solo; T7: 1x3x1 (75Ox25C); T8: 1x2x2 (50Ox50C); T9: 1x1x3 (25Ox75C).

3.2 Condução do experimento

Primeiramente, coletou-se os estercos nos setores pertencentes ao IFTO e colocou-os numa composteira no viveiro para curtir (Figuras 1A, 1B e 1D). Durante 60 dias, o esterco foi molhado e revirado diariamente (Figuras 1E e 1F). A areia foi coletada no campus Araguatins no mesmo dia dos estercos e armazenada (Figura 1C).

O plantio foi realizado no dia 17 de agosto de 2023, no período da manhã. Primeiramente, peneirou-se os estercos bovinos com 70% e 10% de areia da praia, (Figuras 2A e 2B), depois misturou-os conforme a proporção de cada tratamento utilizado. Seguindo, os substratos foram colocados nos sacos plásticos (Figura 2D e 2E) e distribuídos no espaço onde foi conduzido o experimento, já identificados (Figura 2C e 3A).

Posteriormente, os mesmos foram molhados (Figura 3A), utilizou-se um pedaço de madeira como medida para fazer furos de 02 centímetros de profundidade (Figura 2E). Cada saco recebeu uma sementes de cacau (Figuras 2F e 2G). O experimento foi irrigado por um tempo média de 30 minutos, diariamente. A germinação total das plântulas levou em média 15 dias (figura 3C). Realizou-se capinas semanais e mondas (Figura 3B) até a coleta das mudas, com 40 dias de germinadas em média (Figura 3D).

Foram coletadas 07 plantas de cada parcela para avaliação e coleta de dados (Figura 4A). Retirando-as dos saquinhos plásticos (Figura 4B) e lavando-as cuidadosamente, em água corrente, para que não ocorresse perda de material e todo o substrato fosse removido das raízes (Figuras 4C e 4D). Posteriormente, as mesmas foram levadas ao laboratório (Figura 5A), onde separou-se parte aérea da radicular, com ajuda de um canivete, cada parte foi medida e pesada separadamente. Os saquinhos, devidamente identificados (Figura 5D) foram colocados em estufa (Figura 7A) de circulação forçada de ar a 65°C, por 48h. As amostras foram pesadas em balança de precisão imediatamente após a secagem para evitar absorção de umidade do ar (Figura 7B).

3.3 Parâmetros avaliados

Foram utilizadas sementes de cacau clone CCN51, *Theobroma cacao* (Figuras 2F e 2G). As mesmas foram semeadas na profundidade de 2,0 centímetros, 1 (uma) sementes por saco de mudas e sob sombrite com 50% de sombreamento. Com 15 dias depois do plantio, foi realizado o com o objetivo de permanecer somente uma planta por saco de muda.

As mudas foram avaliadas em duas datas diferentes, o primeiro bloco no dia 29 de outubro e os blocos 2 e 3 no dia 04 de novembro, com 38 e 45 dias de germinação, respectivamente. Considerou-se as seguintes características: altura da muda (cm); comprimento da raiz (cm); número de folhas definitivas (un.); matéria fresca da parte aérea e raiz (g), matéria seca da parte aérea e raiz (g) e diâmetro do coleto.

Na determinação da altura das mudas e comprimento das raízes, fez-se uso de uma régua graduada em centímetro, adotando como referência a distância do colo ao ápice da muda para o primeiro, e distância do colo ao final da raiz principal (Figuras 6A e 6C), para o segundo. O diâmetro do coleto foi obtido medindo-se o colo com um paquímetro eletrônico graduada em mm (Figura 6B). O Número de folhas foi obtido contando-as individualmente. A massa da parte aérea e do sistema radicular (Figura 5B e 5C), após pesados separadamente, foram secos em estufa com circulação de ar forçado à temperatura de 65°C, localizada no laboratório de bromatologia do IFTO - *Campus* Araguatins, por 48 horas e pesadas novamente (Figura 7A).

3.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos com as caracterizações agronômicas foram submetidos à análise de variância e, uma vez detectada significância pela ANOVA, as médias tabuladas foram agrupadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as oito características avaliadas encontra-se na Tabela 01. O coeficiente de variação (CV%) máximo foi 50.86 (MSR) e o mínimo de 8.56 (NF). Conforme a classificação de Pimentel-Gomes (1985) referente ao CV%, às características MFR e MSR apresentaram valores muito altos para esse parâmetro, a MSA apresentou valor alto, enquanto as demais se enquadraram em baixo (DC e NF) e médio (MFA, AP e CR).

O teste F para as características avaliadas foi significativo a 1% de probabilidade para MFA, MSA, DC e AP, a 5% de probabilidade para MFR e não foi significativo para MSR, CR e NF (Tabela 1).

Tabela 01- Resumo da análise de variância de oito características referentes a 9 substratos avaliadas no IFTO - Campus Araguatins, 2024

FV	G L	Quadrados médios (QM)							
		M FR	M FA	M SR	M SA	D C	AP	CR	NF
Blocos	2	18.68	27.45	0.51	0.76	11.19	24.01	56.90	0.16
tratament os	8	16.55*	29.08**	0.23ns	0.65**	4.40**	53.77**	2.67ns	0.69ns
Resíduos	1 6	6.11	1.64	0.13	0.06	0.43	8.05	3.63	0.39
Média		5.68	6.93	0.73	0.91	7.16	16.44	15.61	7.37
CV%		43.49	18.51	50.86	27.14	9.18	17.26	12.22	8.56

FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente; pelo teste F. ns não-significativo; pelo teste F. Massa fresca da raiz (MFR); Massa fresca da parte Aérea (MFA); Massa seca da raiz (MSR); Massa seca da parte Aérea (MSA); Diâmetro do coleto (DC); Altura da planta (AP); Comprimento da raiz (CR); e Número de folhas (NF).

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Tabela 02- Teste de Scott-Knott e valores médios de oito características referentes a 9 substratos avaliados no IFTO - *Campus Araguatins*, 2024

Tratamentos	Características							
	MF R	MFA	MSR	MS A	DC	AP	CR	N F
T ₁ (S)	5,1 1 b	3,17 c	0,76 a	0,42 b	5,8 9 c	11,0 0 b	14.77 a	6.47 a
T ₂ (B)	9,5 6 a	13,12 a	1,22 a	1,82 a	9,1 4 a	24,1 8 a	15.07 a	7.87 a
T ₃ (O)	3,5 0 b	5,76 c	0,49 a	0,73 b	6,4 9 c	13,3 7 b	14.07 a	6.91 a
T ₄ (75B25C)	9,5 6 a	10,87 b	1,15 a	1,51 a	8,5 2 a	21,7 3 a	16.40 a	7.80 a
T ₅ (50B50C)	5,1 3 b	5,51 c	0,64 a	0,70 b	6,6 3 c	17,0 0 b	16.73 a	7.02 a
T ₆ (25B75C)	6,0 9 b	6,58 c	0,69 a	0,70 b	7,4 2 b	14,1 3 b	15.20 a	7.80 a
T ₇ (75O25C)	3,8 4 b	6,96 c	0,67 a	1,03 b	8,0 2 b	17,0 9 b	15.47 a	7.40 a
T ₈ (50O50C)	4,4 5 b	5,15 c	0,53 a	0,73 b	6,7 6 c	16,2 1 b	15.90 a	7.68 a
T ₉ (25O75C)	3,7 4 b	5,22 c	0,43 a	0,52 b	5,5 3 c	13,2 3 b	16.87 a	7.40 a
MG	5,6 6	6,93	6,20	0,91	7,1 5	16,4 4	15, 61	7, 3 8

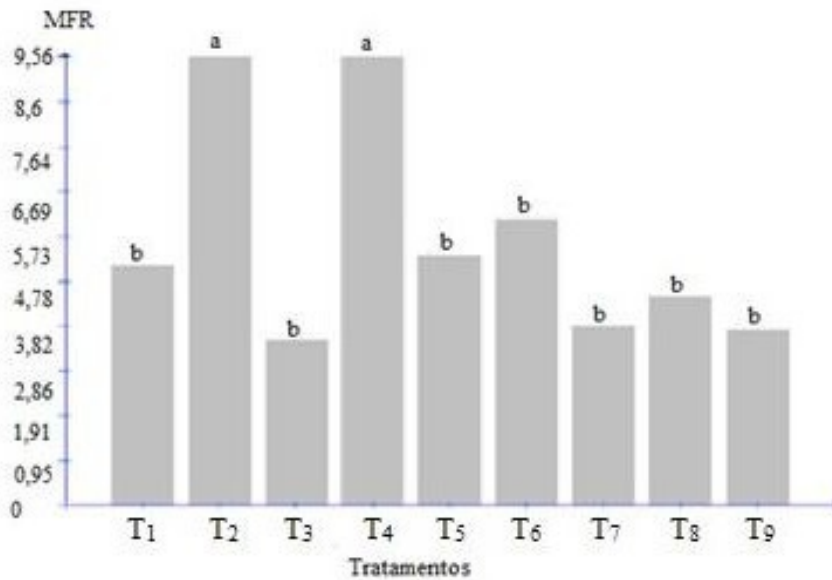
Médias seguidas da mesma letra na coluna são iguais estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott- Knott. Massa fresca da raiz (MFR); Massa fresca da parte Aérea (MFA); Massa seca da raiz (MSR); Massa seca da parte Aérea (MSA); Diâmetro do coleto (DC); Altura da planta (AP); Comprimento da raiz (CR); e Número de folhas (NF). Média Geral (MG).

Fonte: Elaboração própria, 2024

4.1 Massa fresca da raiz (MFR) e Massa fresca da parte aérea (MFA)

Para a variável massa fresca de raiz (MFR) a média variou entre 3,50 e 9,56 gramas. Ocorreu diferença estatisticamente nos tratamentos 2 (B) e 4 (75B25C) com média superiores, já aos demais tratamentos as médias foram menores e não diferenciaram entre si no teste de Scott-Knott (Figura 01).

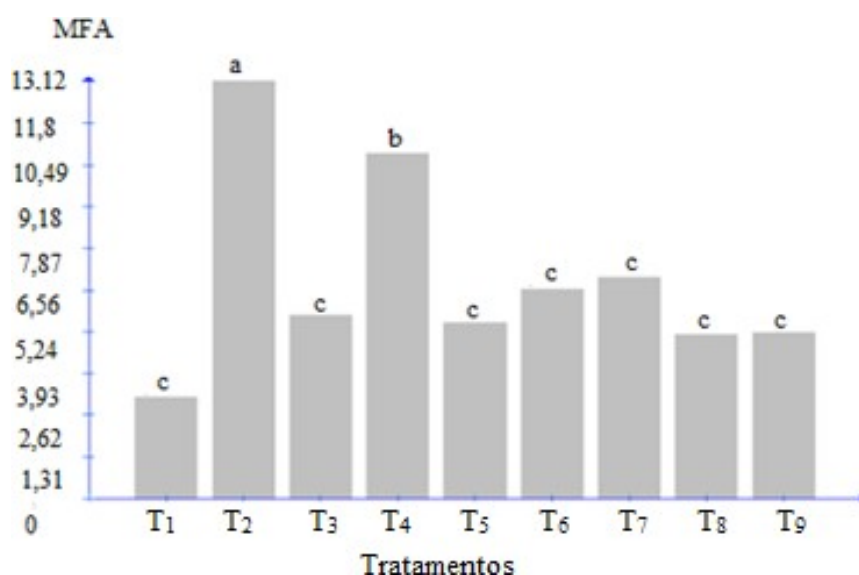
Figura 01- Teste de Scott-Knott para a variável Massa Fresca da Raiz



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A massa fresca da parte aérea (MFA) variou de 3,12 a 13,12 gramas, formando assim três grupos de médias heterogêneas (a), (b) e (c). O primeiro composto apenas pelo tratamento 2 (B), o segundo composto apenas pelo tratamento 4 (75B25C) e demais tratamentos pertencentes ao terceiro grupo (Figura 02).

Observa-se que ambos os tratamentos que mais se destacaram continham a presença de esterco bovino em maiores quantidades (tratamentos 2 (B) e 4 (75B25C)). O mesmo foi observado por Mendonça (2003) que averiguou maior massa fresca de raiz (3,69g) nas mudas de cacau nos tratamentos que continham esterco bovino. E foi confirmado por Francisco *et al.* (2010), ao verificar novamente maior massa fresca da parte aérea (2,051g) de mudas de cacau no substrato contendo solo esterco bovino.

Figura 02- Teste de Scott-Knott para a variável Massa Fresca da Parte Aérea

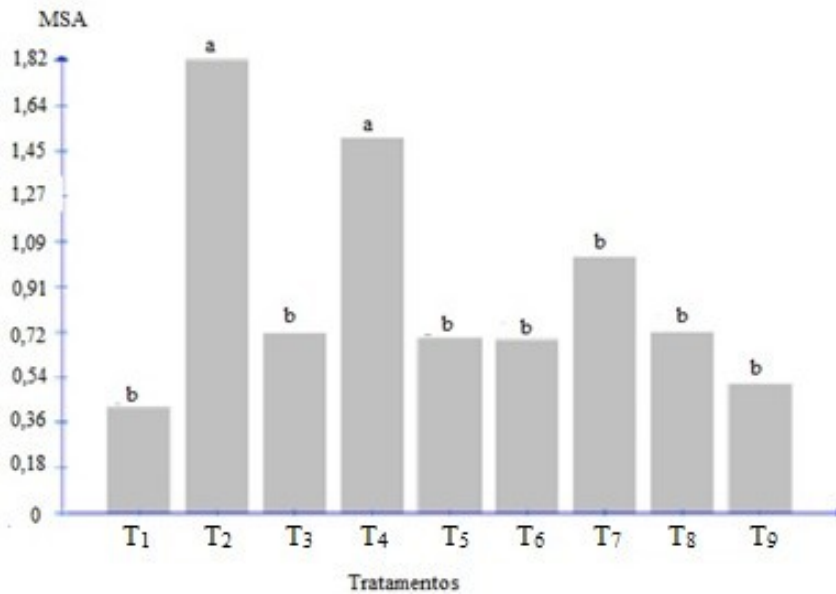
Fonte: Elaboração própria, 2024.

A utilização do esterco bovino na produção de mudas de cacau se mostrou bastante eficaz também em estudos realizados por Yamanishi *et al.* (2004). Isso se deve a presença de matéria orgânica em grandes quantidades, que favorece a agregação de partículas elementares, aumenta a estabilidade estrutural, permeabilidade hídrica, aeração, reduz a evaporação oferece maior possibilidade do sistema radicular crescer sem impedimentos no substrato (LEHMANN, 2007).

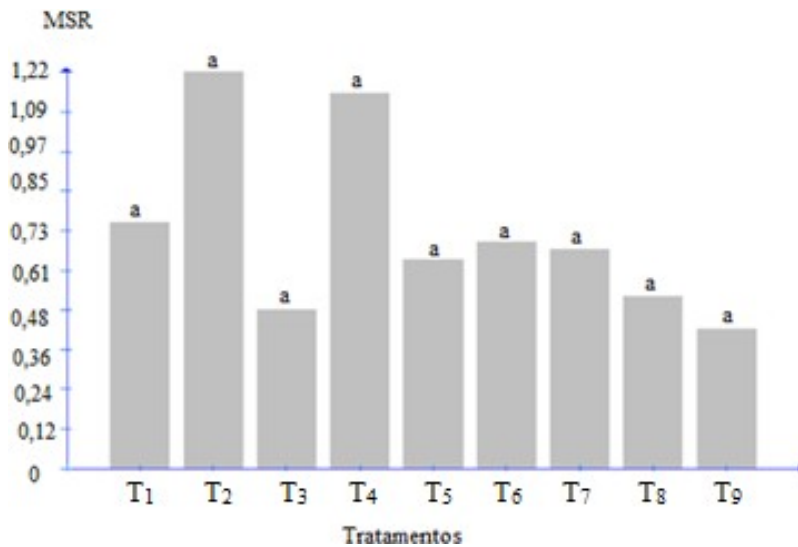
4.2 Massa seca da raiz (MSR) e Massa seca da parte aérea (MSA)

A massa seca da parte aérea (MSA) variou de 0,42 a 1,82 gramas, formando dois grupos de médias heterogêneas (a) e (b). Os maiores valores (Figura 03) foram observados nos tratamentos 2 (B) e 4 (75B25C), seguidos por todos os outros tratamentos. Para a variável massa seca de raiz (MSR) a divergência foi entre 0,43 e 1,22 gramas, formando apenas um grupo de médias homogênea (a). conforme o Figura 04, não houve diferença estatística para nenhum dos tratamentos.

Gomes *et al.*, (2002) e Gomes; Paiva (2004) relatam em seus estudos que a biomassa reflete na rusticidade da muda, promovendo maior capacidade de sobrevivência e crescimento inicial no campo, evitando também a necessidade de replantio das mudas. Resultados favoráveis foram encontrados por Mendonça *et al.* (2003) para matéria seca da parte aérea e raiz em mudas de cacau Solo cultivadas com substrato contendo esterco de curral v solo e areia na proporção de 2:1:1:1 v/v.

Figura 03- Teste de Scott-Knott para a variável Massa Seca da Parte Aérea

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Figura 04- Teste de Scott-Knott para a variável Massa Seca da Raiz

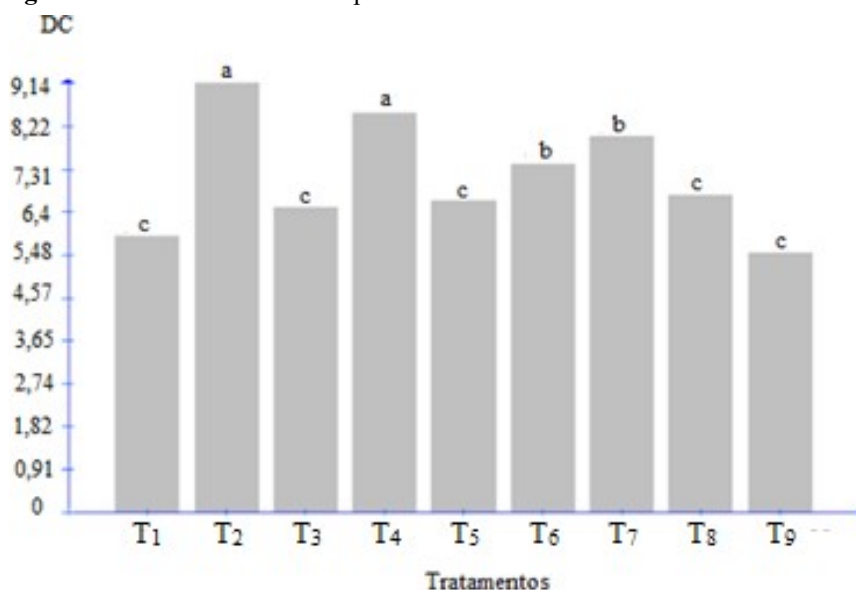
Fonte: Elaboração própria, 2024.

Ao avaliarem o efeito da aplicação do efeito esterco bovino em diferentes substratos (esterco, areia da praia e barro), Souza *et al.* (2006) observaram maior incremento de biomassa seca da parte aérea e raízes em mudas de cacau (*Theobroma cacao* no substrato condicionado com esterco bovino. Resultados próximos foram encontrados, também por Araújo Neto *et al.* (2009), ao avaliarem diferentes substratos orgânicos (esterco bovino, coprólitos de minhoca e casca de arroz carbonizada) na produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum*), aumentando significativamente a biomassa seca (aérea, raízes e total) no tratamento condicionado com casca de arroz carbonizada.

4.3 Diâmetro coleto (DC)

Referindo-se ao diâmetro do coleto (DC), constatou-se a formação de três grupos heterogêneos. O grupo ‘a’, formado pelos tratamentos 2 (B) e 4 (75B25C), com os valores 9,14 e 8,52 mm, respectivamente, e o grupo ‘b’ formado pelos tratamentos 6 (25Bx75C) e 7 (75Ox25C) com os valores 8,02 e 7,42 mm, respectivamente. Os demais formaram o grupo (c) variando de 5,52 a 6,76 mm, apresentando os menores diâmetros (Figura 05).

Figura 05- Teste de Scott-Knott para a variável Diâmetro do coleto



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Em relação ao grupo (a), dados parecidos foram encontrados em estudos realizados com melancia “Mickylee” usando diferentes porcentagens de esterco bovino e terra de barranco na composição do substrato, notou-se que o incremento de esterco bovino no substrato aumentou o diâmetro do coleto (MENDONÇA *et al.*, 2008).

Para Gomes; Paiva (2004), quanto maior for o diâmetro, melhor o equilíbrio com a parte aérea, resultando em melhor resistência a danos físicos, maior sobrevivência e crescimento inicial das mudas em condições de campo. Esse parâmetro, isoladamente ou combinado com a altura, é uma das melhores características para avaliar a qualidade da muda. Esta característica é importante, pois plantas com DC muito pequenas são propensas ao acamamento.

4.4 Altura da planta (AP)

A altura das mudas é um parâmetro rotineiramente utilizado na avaliação de qualidade de mudas no viveiro (GOMES *et al.*, 2002), isso se deve a não necessidade de destruição das amostras e ser de fácil medição (MEXAL; LANDS, 1990). Sendo muito importante na classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981), e também para estimar o crescimento no campo (MEXAL; LANDIS, 1990; REIS *et al.*, 1991).

A altura das mudas variou de 11 a 26,5 cm e os tratamentos 2 (B), 4 (75B25C), 5 (50Bx50C) e 7 (75Ox25C) proporcionaram os maiores valores para essa variável (Tabela 2). Por ser não destrutiva, a altura é um bom descritor da qualidade de mudas, embora, isoladamente, apresenta limitações uma vez que outras características precisam estar presentes, como a rigidez do caule e sinais de estiolamento.

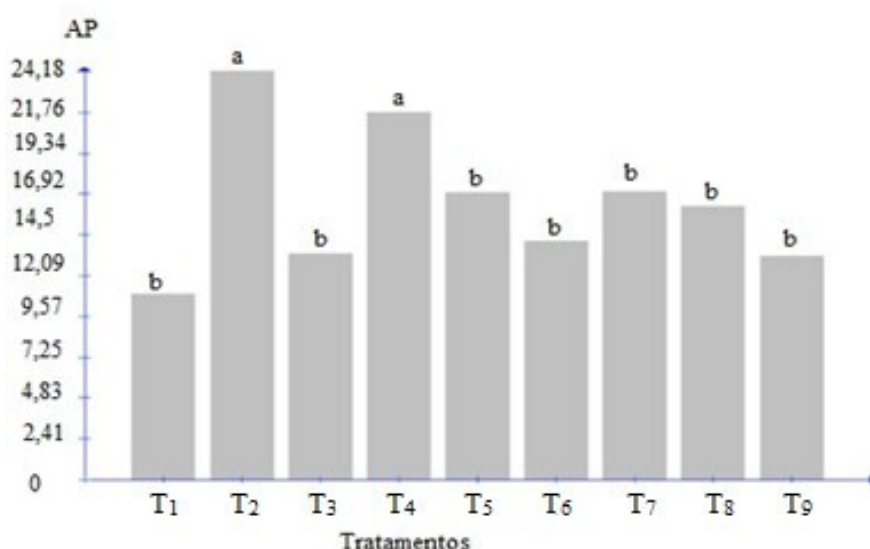


Figura 06- Teste de Scott-Knott para a variável Altura da Planta

Fonte: Elaboração própria, 2024

Autores como Sanches; Dantas (1999) e Wendling; Dutra (2010) defendem que as mudas de cacau devem apresentar altura entre 15 a 20 cm para serem transplantadas no campo. Seguindo esse critério, não atingiu a altura adequada para o plantio, os tratamentos 6 (25B75C), 8 (50O50C), e 9 (25O75C) em dois blocos e os tratamentos 1 (S) e 3 (O) em nenhuma dos blocos (Figura 06). O fato de um bloco se desenvolver mais que o outro, deve-se possivelmente a distribuição dos mesmos, visto que, por haver muito sombreamento na extremidade do viveiro, um deles ficava sombreado a partir das 16h da tarde (Figura 08), horário de maior atividade fotossintética.

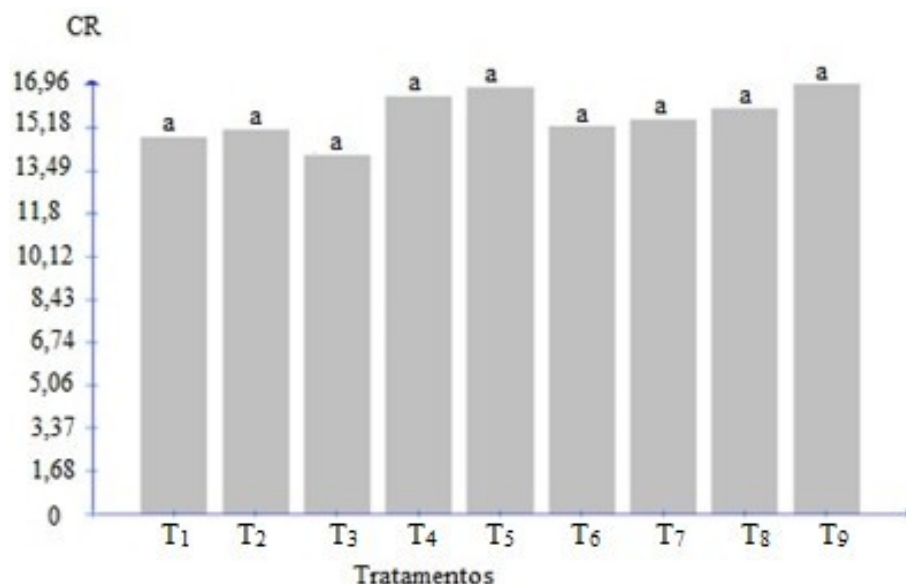
Destacou-se o tratamento 2 (B) e 4 (75B25C) por apresentarem as médias esperada em todos os blocos, com valores bem acima dos demais (Tabela 02). A partir disso, temos a presença de dois grupos heterogêneos (a) e (b), o primeiro formado pelos tratamentos 2 (B) e 4 (75B25C), com média 24,18 e 21,73 cm respectivamente, e o segundo formado pelos demais, com médias variando entre 11 e 17,09 cm. Com esses valores, pode-se concluir que o tempo para atingir a altura ideal nos tratamentos pertencentes ao grupo (a) é menor que os demais, o que reduz os custos de produção.

Resultados favoráveis foram encontrados por Mendonça *et al.* (2003) para altura de mudas de cacau Solo em substrato contendo esterco de curral solo e areia na proporção de 2:1:1:1 v/v.

4.5 Comprimento da raiz (CR)

Para a variável comprimento da raiz (CR) houve divergência de 14,07 e 16,87 cm, formando apenas um grupo de médias homogênea (a). Conforme o Figura 07, não houve diferença estatística para nenhum dos tratamentos.

Figura 07- Teste de Scott-Knott para a variável Comprimento da Raiz



Fonte: Elaboração própria, 2024

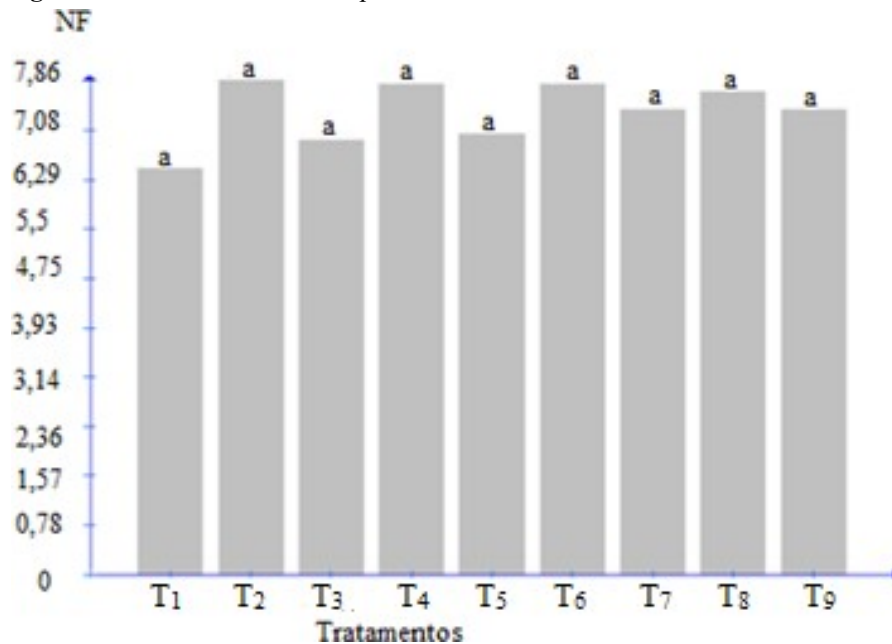
Contudo, os tratamentos que continham substratos a base de esterco se desenvolveram mais, possivelmente, a presença de esterco bovino ofereceu melhores características de porosidade para o desenvolvimento das raízes. Conforme relata Afonso *et*

al. (2012), raízes com maior quantidade de massa seca, apresentam maior número de ápices radiculares, região da raiz mais eficiente em absorver e transportar água e nutrientes, resultando em maior acúmulo de massa.

4.6 Número de folhas (NF)

Foi obtido valores entre 6,5 e 7,9 unidades de folhas, formando assim um único grupo de médias (a) (Figura 08). Não havendo assim, diferença estatística pelo teste de Scott-Knott (Tabela 02). Avaliando diferentes substratos na formação de mudas de cacau CCN51 clone *Theobroma cacao L* (2005) obtiveram média de 6,83 folhas nos substratos contendo esterco bovino e menores números de folhas nas plantas

Figura 08- Teste de Scott-Knott para a variável Número de Folhas



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Resultados favoráveis foram encontrados também por Mendonça *et al.* (2003) para número de folhas em mudas de cacau clone CCN51 *Theobroma cacao* Solo em substrato contendo esterco de curral solo e areia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os esterco de animais são fontes de nutrientes de uso mais frequente na composição de substratos, têm atuação relevante na melhoria dos seus atributos físicos e estimulam os processos microbianos, entre os adubos orgânicos, o esterco bovino é o mais usado e tem levado a bons resultados na produção de mudas de espécies de plantas. Dias *et al.* (2022) destacam que encontrar um substrato que apresente todas as características desejáveis não é fácil, por isso formular uma mistura com a finalidade de se aproximar ao máximo dos atributos pretendidos, é uma forma de contribuir com a formação das mudas. MFR, MAS, DC, AP os dados foram estatisticamente superiores aos demais, juntamente com o esterco bovino.

As massas secas e frescas das mudas representam a qualidade da planta. Os substratos compostos por esterco bovino (100%) e esterco bovino (70%) areia da praia (20%) se sobressaíram em relação a todos os outros para a MFR e MSA, para MFA o primeiro foi melhor e para MSR foram iguais a todos os outros tratamentos.

Em relação ao diâmetro do coleto (DC) e altura da planta (AP), os substratos contendo esterco bovino (100%) e esterco bovino (70%) areia da praia (20%) se destacaram sobre todos os demais. Mesmo havendo interferência em um dos blocos devido ao sombreamento.

Para a característica comprimento da raiz (CR), não houve diferença entre os tratamentos, porém os que continham a presença de esterco bovino se desenvolveram melhor que os outros. Possivelmente, a presença de esterco bovino ofereceu melhores características de porosidade para o desenvolvimento das raízes.

Com a presente pesquisa, constata-se que a adição de 20% de areia da praia no substrato a base de esterco bovino favoreceu o desenvolvimento das mudas. Utilizando menos esterco, reduz-se os custos na produção de mudas. Contudo, estudos mais detalhados devem ser conduzidos a respeito do assunto para melhor confirmação do que foi exposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHIA DE AGUIAR, P. C.; PIRES, M. DE M. A região cacaueira do sul do estado da Bahia (Brasil): crise e transformação. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, vol. 28, núm. 1:192, 2019. Universidad Nacional de Colombia (2019), 28 (1). Disponível em: [http:// dx.doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.67437](http://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.67437). Acesso em: 21 jun. 2021.
- BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. PRODUÇÃO DE CACAU. Fortaleza: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE, 2021 ALMEIDA, M. S. de. Desenvolvimento de mudas de tamarindeiro: tamanhos de.
- AFONSO, M. V.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*). **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.6, p.1019-1026, 2012.
- ARRUDA, M. R.; PEREIRA, J. C. R.; MOREIRA, A.; TEIXEIRA, W. G. Enraizamento de estacas herbáceas de guaranazeiro em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 236-241, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000100035>.
- CARNEIRO, W.M.A.; BRAINER, M.S.C. P.; SANTOS, J.A.N. ; SOUZA, G.S.; SILVA, C.E.G. A agroindústria de alimentos derivados de cacau no nordeste brasileiro. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 46. Rio Branco: Sober, 2008. p.1-21
- CHIDUMAYO, E. N. Effects of wood carbonization on soil and initial evelopment of seedlings in miombo woodland, Zambia. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 70, p. 353-357, 1994.
- CRUZ, C. D. **Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen**. *Acta Scientiarum*. v. 38, n. 4, p. 547-552. 2016.
- CUNHA, T. J. F. **Ácidos húmicos de solos escuros da Amazônia (Terra Preta de Índio)**. 2005. 118 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.
- CUNHA, T. J. F; NOVOTNY, E. H.; MADARI, B. E.; BENITES, V. M.; MARTIN NETO, L.; SANTOS, G. A. CARBONO PIROGÊNICO. In TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.;
- MADARI, B. E.; LIMA, E. N.; Woods, W. I. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. 1º ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2009.p. 263-284.
- DOWNIE, A.; CROSKY, A.; MUNROE, P. Physical Properties of Biochar. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S (ed). **Biochar for Enviromental Management: Science and Technology**.Londres: earthscan, 2009. 416 p.

FAOSTAT. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. 2020. Disponível em:< <http://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 07/01/2021.

FARIA, A. R. N.; NORONHA, A. C. S.; OLIVEIRA, A. A. R.; OLIVEIRA, A. M. G.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; OLIVEIRA, E. J.; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS, J. L. L.; SOUZA, L. D.; OLIVEIRA, M. A.; COELHO FILHO, M. A.; SANCHES, N. F.; MEISSNER FILHO, P.

E.; MEDINA, V. M.; COROLEIRO, Z. J. M. A cultura do Mamão. Brasília - Df: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2009. 119 p.

FRANCISCO, M. G. S.; MARUYAMA, W. I.; MENDONÇA, V.; SILVA, E. A.; REIS L. L.; LEAL, S. T. Substratos e recipientes na produção de mudas de mamoeiro ‘Sunrise Solo’. **Revista Agrarian**, Dourados, v.3, n.9, p.267-274, 2010.

FREIRE, M. M. **Resposta de plantas de rúcula (Eruca sativa Miller) a doses crescentes de carvão vegetal e manipueira**. 2016. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Agrícola de Jundiá, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2016.

GLASER, B.; HAUMAIER, L.; GUGGENBERGER, G.; ZECH, W. O fenômeno 'Terra Preta': um modelo de agricultura sustentável nos trópicos úmidos. *Naturwissenschaften*, Berlin, v. 88, n. 1, p. 37–41, 2001

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002. DOI: 10.1590/S0100- 67622002000600002.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 113-127, 2003.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000200001>

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais**: propagação sexuada. Viçosa: UFV, 2011. 116 p

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias - GCEA/IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA, Dezembro/2017.

INMET. **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**. [2015]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 01 abr. 2020.

KER, J. C. et al. Adsorção de fósforo em alguns solos latossólicos: relação entre mineralogia e efeito da calagem. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 43, n. 246, p. 216-226, 1996.

KERN, D. C.; KÄMPF, N. Antigos assentamentos indígenas na formação de solo com Terra Preta Arqueológica na região de Oriximiná, Pará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 13, p. 219-225, 1989

LEHMANN, J. Bio-energy in the black. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 5, n. 7, p. 381-387, 2007

LEHMANN, J. et al. **Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments**. Plant and Soil, Netherland, v. 249, n. 3, p. 343-357, Feb. 2003.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biocharfor Environmental Management**, p. 1-5, 2009.

MACIEL, C.G.; BOVOLINI, M.P.; FINGER, G.; POLLET, C.S.; MUNIZ, M.F.B.

Avaliação

de Temperaturas e Substratos na Germinação de Sementes de Jacaranda mimosifolia D. Don. **Revista Floresta e Ambiente**, v.20, n. 1, p. 55-61, 2013.

MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; GÓES, G. B.; ARAÚJO, W. B. M.; ALENCAR, R. D.; NUNES, G. H. S.; **Esterco bovino na produção de mudas de melancia**. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. 2008

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg.

Proceedings... Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.

OLIVEIRA, J. R. P.; TRINDADE, A. V.. PROPAGAÇÃO E FORMAÇÃO DO POMAR. In: TRINDADE, Aldo Vilar (Org.). Mamão Produção. Brasília - Df: **Embrapa Comunicação Para Transferência de Tecnologia**, 2000. p. 20-25.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas fl orestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PIMENTEL-GOMES. **Curso de Estatística Experimental**. ESALQ/USP: Piracicaba, 1985. REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; REGAZZI, A. J.; LELES, P. S. S. Crescimento e forma de fuste de mudas de jacarandá-da bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, v. 15, n. 1, p. 23-34, 1991.

SILVA, R. P. da.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.23, n.2, p.377-381, agosto 2002.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.

SOARES, N. B. **Mamão** *Carica papaya* L. In: FAHL, J. I et al. (Ed.) Instruções agrícolas para as principais culturas econômica. Campinas-SP: IAC, 1998. p. 137-138. (Boletim, 200).

SOUZA, G. K. A1,2; TEIXEIRA, W.G2; REIS R. A1,2; Growth of crajiru (*Arrabidaea chica* Verlot.) on different growing media. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. 2006.

STEINER, C. et al. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. **Plant and Soil**, Berlin, v. 291, p. 275-290, 2007

TEIXEIRA, M. A. Biomassa de Babaçu no Brasil. In: AGRENER 2002, 4º Encontro de Energia no Meio Rural, 2002, Campinas. **Proceedings** AGRENER 2002, v. 1. 2002.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. (Ed.). **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. p. 13-47.

WOODS, W.I. (eds) **Amazonian dark earths**. Origin, properties, management. Kluwer:Dordrecht. 2003. p. 407-432.

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; VALONE, G. V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 26, n. 2, p.276-279, ago. 2004.

ZECH, W.; HAUMAIER, L.; HEMPFLING, R. Ecological aspects of soil organic matter in tropical land use. In: MCCARTHY, P. et al. (Eds.). **Humic substances in soil and crop sciences: selected readings**. Madison: ASA, SSSA, 1990. p. 187-201.

APÊNDICES

Figura 01 – Coleta dos esterco, areia e compostagem

1A- Coleta do esterco bovino no setor de bovinocultura do IFTO



1B- Coleta da areia da praia no setor de plantas do IFTO



1C- Limpeza da composteira



1D- Limpeza da composteira

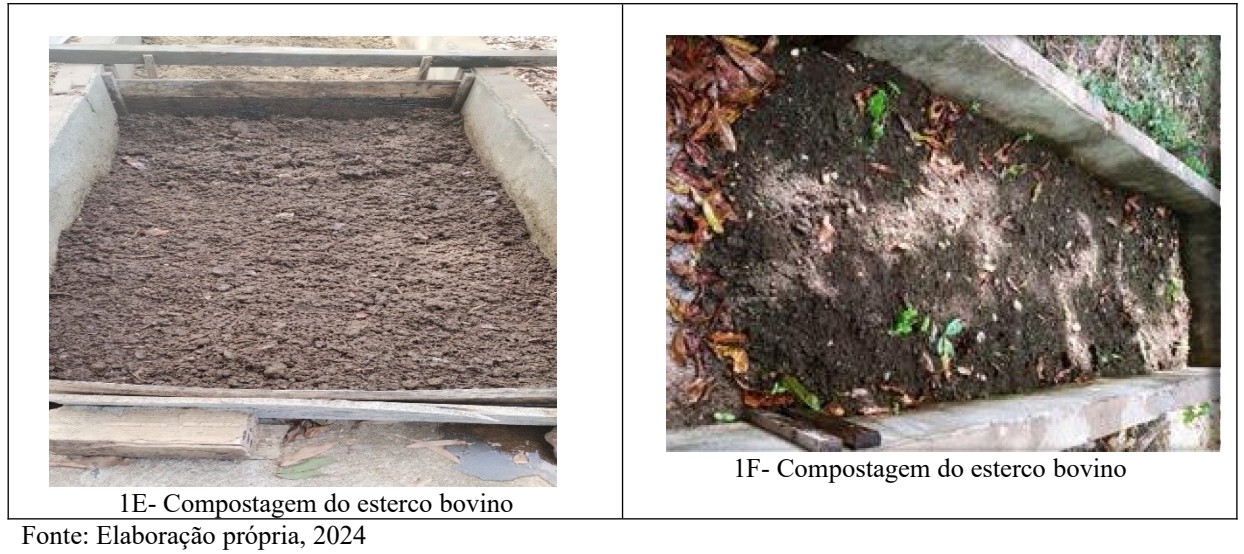


Figura 02 – Preparo para o plantio





2D- Enchendo os saquinhos de mudas com os substratos



2E- Sacos com a medida para a distribuição das sementes



2F- Frutas de Cacau



2G- Sementes de Cacau

Fonte: Elaboração própria, 2024

Figura 03 – Manejo e condução do experimento



3A- Irrigação e local em que foram distribuídas as parcelas



3B- Semente de Cacao no canteiro de areia



3C- Plântulas emergidas



3D- Muda de cacau com 40 dias de germinadas

Fonte: Elaboração própria, 2024

Figura 04 – Coleta das mudas

4A- Seleção das 05 mudas de cada parcela



4B- Retirada dos saquinhos plásticos



4C- Retirada do substrato das raízes



4D- Separação do material de cada tratamento para posterior encaminhamento ao laboratório

Fonte: Elaboração própria, 2024

Figura 05 – Coleta de dados em laboratório: MFR e MFA



5A- Com as mudas em laboratórios, foram separadas as partes aéreas das raízes para as coletas de dados



5B- Coleta da MFA



5C- Coleta da MFR



5D- Sacos identificados

Figura 06 - Coleta de dados em laboratório: AP, DC E CR



6A- Coleta da altura das mudas



6B- Coleta do diâmetro do coleto



6C- Coleta do comprimento da raiz

Fonte: Elaboração própria, 2024

Figura 07 – Tratamentos distribuídos na estufa e coleta da MSA e MSR



7A- Distribuição dos tratamentos na estufa



7B- Coleta da MSA e MSR

Fonte: Elaboração própria, 2024