



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

THALLYTA VALENTIN DOS SANTOS DE SOUZA

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Piptadenia stipulacea* (Benth.)
Ducke EM DIFERENTES RECIPIENTES E DOSES DE FERTILIZANTE MISTO**

**RECIFE-PE
2023**

THALLYTA VALENTIN DOS SANTOS DE SOUZA

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Piptadenia stipulacea* (Benth.)
Ducke EM DIFERENTES RECIPIENTES E DOSES DE FERTILIZANTE MISTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Eliane
Cristina Sampaio de Freitas

RECIFE-PE
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

S719c Souza, Thallyta Valentin dos Santos de.
Crescimento e qualidade de mudas de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke em diferentes recipientes e doses de fertilizante misto / Thallyta Valentin dos Santos de Souza. - Recife, 2023.
37 f.

Orientador(a): Eliane Cristina Sampaio de Freitas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Florestal, Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências.

1. Caatinga. 2. Viveiro. 3. Silvicultura. 4. Reflorestamento I. Freitas, Eliane Cristina Sampaio de, orient. II. Título

CDD 634.9

THALLYTA VALENTIN DOS SANTOS DE SOUZA

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Piptadenia stipulacea*
(Benth.) Ducke EM DIFERENTES RECIPIENTES E DOSES DE
FERTILIZANTE MISTO**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Richeliel Albert Rodrigues Silva
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Prof. Dr. Rafael Leite Braz
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Profa. Dra. Eliane Cristina Sampaio de Freitas
(Orientadora - Universidade Federal Rural de Pernambuco)

RECIFE-PE
2023

“O conhecimento nos faz responsáveis”.
(Che Guevara)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família que sempre esteve ao meu lado me apoiando em tudo que me propus ao longo dessa jornada, não tenho palavras para mensurar à importância das minhas tias Gleice, Erika e Maria do Carmo que foram e são minha fortaleza, meus mais sinceros agradecimentos, amo vocês. Aos meus pais Maria e José, pelo amor e cuidado incondicional permeando por toda à minha estrada, vê o orgulho nos olhos de vocês fez tudo valer a pena.

Aos meus amigos do começo da graduação Camila, Alef, Giulia, João, Júlio e Claudio, obrigada por me acompanharem no início dessa aventura acadêmica, vivemos coisas maravilhosas e sou muito feliz por ter conhecido pessoas que levarei para a vida toda, vocês fizeram à primeira parte dessa temporada ser inesquecível.

Aos meus amigos do fim da graduação Mylena e Francisco vocês foram peças importantes da minha trajetória, da revisão antes da prova, das diversas noites que passamos estudando, das diversas tardes na biblioteca, dos conselhos e tantas outras pequenas coisas que se tornam grandiosas quando de juntas, quero agradecer por cada risada e por cada desespero compartilhado.

A minha orientadora Eliane Cristina, que esteve sempre disponível e aberta para ajudar durante todo processo, muito obrigada pelo suporte e atenção. Agradeço à EMLURB por todo conhecimento obtido durante o período de estágio e a Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco por ter cedido as sementes de jurema branca utilizadas nesse trabalho.

RESUMO

Em 2022, o Brasil sofreu uma redução de 2,05 milhões de hectares de mata nativa, e o bioma Caatinga, por sua vez, perdeu o equivalente a 140.637 hectares. Isso destaca a urgência de ações para conter a degradação ambiental e promover a conservação. É vital investir em pesquisas sobre espécies florestais nativas para preencher lacunas tecnológicas, atender à demanda por mudas e impulsionar o desenvolvimento sustentável. A *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, espécie nativa do Brasil, é uma opção recomendada para recuperar áreas degradadas na Caatinga. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da capacidade volumétrica de recipientes para produção de mudas como tubetes e sacos de polietileno, combinado a diferentes doses de NPK, no crescimento e qualidade de mudas de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke. O estudo foi realizado no viveiro florestal do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no período de novembro de 2022 a março de 2023. Para produção das mudas foram testados três recipientes: tubete de 120 cm³, tubete de 280 cm³ e saco plástico de 3449 cm³ (20 cm x 30 cm) e quatro doses de NPK (4-14-8): 0; 2,0; 4,0; 6,0 kg/m³. As análises de altura e diâmetro do coleto foram monitoradas mensalmente e realizada análise destrutiva ao final dos 120 dias. Os resultados indicaram que a redução no volume do recipiente causou diminuição na massa seca, diâmetro e altura. O aumento das doses de NPK apresentaram efeito significativo nos recipientes para altura e diâmetro do coleto. Para o índice de robustez, a dose de 2 kg/m³ obteve o melhor desempenho. Diante dos resultados, recomenda-se a utilização de sacos de polietileno com a adição de 2 kg/m³ de NPK 4-14-8 para a produção de mudas de jurema-branca.

Palavras-chave: Caatinga, Viveiro, Silvicultura, Reflorestamento.

ABSTRACT

In 2022, Brazil suffered a reduction of 2.05 million hectares of native forest, the Caatinga biome, in turn, lost the equivalent of 140,637 hectares. This highlights the urgency of actions to curb environmental degradation and promote conservation. It is vital to invest in research on native forest species to fill technological gaps, meet the demand for seedlings and drive sustainable development. *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, a species native to Brazil, is a recommended option for recovering degraded areas in the Caatinga. Therefore, the objective of this work is to evaluate the influence of the volumetric capacity of containers for the production of seedlings such as tubes and polyethylene bags, combined with different doses of NPK, on the growth and quality of seedlings of *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke. The study was carried out in the forest nursery of the Forestry Science Department of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), from November 2022 to March 2023. Three containers were tested for the production of seedlings: a 120 cm³ tube, a 280 cm³ and plastic bag of 3449 cm³ (20 cm x 30 cm) and four doses of NPK (4-14-8): 0; 2.0; 4.0; 6.0 kg/m³. The analyzes of height and diameter of the stem were monitored monthly and a destructive analysis was performed at the end of the 120 days. The results indicated that the reduction in container volume caused a decrease in dry mass, diameter and height. Increasing NPK doses had a significant effect on recipient height and stem diameter. For the robustness index, the dose of 2 kg/m³ obtained the best performance. In view of the results, the use of polyethylene bags with the addition of 2 kg/m³ of NPK is recommended for the production of jurema branca seedlings.

Keywords: Caatinga, Nursery, Silviculture, Reforestation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenvolvimento da altura por mês de mudas de *Piptadenia stipulacea* em diferentes volumes de recipientes (120, 280, 3449 cm³) e doses de NPK (0,2,4,6 kg/m³).

Figura 2 – Desenvolvimento do diâmetro do coleto por mês de mudas de *Piptadenia stipulacea* em diferentes volumes de recipientes (120, 280, 3449 cm³) e doses de NPK (0,2,4,6 kg/m³).

Figura 3 - Teste de médias, do fator Recipiente, para índice de robustez (H/DC), para mudas de *Piptadenia stipulacea* aos 120 dias.

Figura 4 – Teste de médias, do fator Recipiente, para massa seca da parte aérea (MSA); massa seca das raízes (MSR); massa seca total (MST); Relação massa da parte aérea e massa seca raiz (RPAR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Piptadenia stipulacea*, aos 120 dias.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do solo do viveiro florestal da UFRPE.

Tabela 2 – Tratamentos em função dos recipientes e doses de NPK 4-14-8 em mudas de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke.

Tabela 3 – Resumo da Análise ANOVA para influência do NPK e recipientes e suas interações sobre a variável altura (H), diâmetro do coleto (DC) e índice de robustez (H/DC) para mudas de *Piptadenia stipulacea* aos 120 dias após a semeadura.

Tabela 4 - Modelos de regressão para altura de mudas de *Piptadenia stipulacea* em função dos recipientes e doses de NPK.

Tabela 5 - Modelos de regressão para diâmetro do coleto de mudas de *Piptadenia stipulacea* em função dos recipientes e doses de NPK.

Tabela 6 - Modelos de regressão para índice de robustez (H/DC) de mudas de *Piptadenia stipulacea* em função das doses de NPK.

Tabela 7 – Resumo da Análise ANOVA para influência das doses de NPK e recipiente na massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSSR), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas de *Piptadenia stipulacea* aos 120 dias após a semeadura.

LISTA DE ABREVIATURAS

DC – Diâmetro do coleto

GL – Grau de Liberdade

H - Altura

H/DC – Índice de Robustez

IQD – Índice de Qualidade de Dickson

MSPA – Massa Seca da Parte Aérea

MSSR – Massa Seca da Raiz

MST – Massa Seca Total

R² - Coeficiente de determinação

RPAR – Peso da Matéria Seca da Parte Aérea pelo peso da matéria seca da raiz

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Geral	13
2.2 Específico	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
3.1 Caatinga.....	13
3.2 Caracterização da Espécie	14
3.3 Produção e Qualidade de Mudanças de Espécies Florestais Nativas	15
4. METODOLOGIA.....	16
5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	19
6. CONCLUSÃO.....	27
7. REFERÊNCIAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Relatório Anual de Desmatamento 2022 (MapBiomas, 2023), o desmatamento nos biomas brasileiros teve um aumento de 22% em relação ao ano de 2021, o que corresponde a 2,05 milhões de hectares de vegetação nativa, e, dentre os biomas mais afetados, a Caatinga aparece em terceiro lugar com 140.637 ha de área desmatada, 6,8% do seu território. Por sua vez, as perturbações de origem antrópica impactam significativamente nas paisagens naturais em todo o mundo e, dependendo de sua intensidade, alteram o potencial de recuperação das áreas que são abandonadas e a velocidade do processo sucessional (Maza-Villalobos *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2012; Zanela *et al.*, 2012; Carreiras *et al.*, 2014; Andrade *et al.*, 2015). Esses números destacam a urgência de medidas efetivas para conter a degradação ambiental e promover a conservação e restauração das áreas naturais.

Isso faz com que cresça a necessidade do fortalecimento de políticas ambientais voltadas à reposição florestal, assim como expresso no Código Florestal, Lei nº 12.651 (Brasil, 2012). Essa lei determina a regulamentação para supressão e compensação florestal e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), que estabelece condições e prazos para que as áreas de preservação permanentes (APP) e reservas legais (RL) sejam restauradas por proprietários rurais que dispuserem de passivo ambiental (Silva, 2022). Além disso, o Brasil assumiu o compromisso internacional, no acordo de Paris, de recuperar 12 milhões de hectares de floresta até 2030 (Rolim *et al.*, 2020), consolidando um grande desafio a ser enfrentado.

Nesse sentido, a silvicultura de espécies nativas é uma atividade comercial viável que desempenha um papel significativo no reflorestamento. Porém, em termos silviculturais o Brasil ainda precisa investir, de forma mais incisiva, em pesquisas com o intuito de conhecer as espécies florestais nativas, a fim de eliminar as lacunas existentes quanto às tecnologias e processos de produção, manejo, crescimento e condições de plantio, possibilitando trilhar caminhos para o desenvolvimento no aspecto ambiental, econômico e social (Rolim *et al.*, 2020; Ibá, 2020). Segundo pesquisa feita com espécies da Mata Atlântica e Amazônia, Rolim *et al.* (2020) enfatizam que uma das principais lacunas de pesquisa na silvicultura de espécies florestais nativas se dá na área de produção de mudas, faltando informações básicas para o processo produtivo.

Diante do exposto, com o aumento da demanda por mudas e escassez de conhecimento sobre a silvicultura de espécies florestais nativas, é necessário conferir maior atenção para a produção de mudas, visto que é um processo custoso e ainda apresenta diversas limitações tanto

nas recomendações técnicas que podem interferir na qualidade deste insumo, quanto na viabilidade econômica do processo (Silva, 2022). Para se produzir mudas de qualidade são necessários conhecimentos morfológicos e silviculturais da cultura em questão, aumentando a sobrevivência e o crescimento inicial posterior ao plantio (Silva, 2021).

Dentre os fatores que interferem na qualidade e no custo de produção das mudas florestais destacam-se o tipo e volume dos recipientes, pois influem no desenvolvimento do sistema radicular e crescimento das mudas, logo atuam no tempo de permanência das mudas no viveiro. Além disso é importante se pensar no custo do recipiente escolhido, na quantidade de substrato utilizado, no espaço ocupado, na mão de obra e no transporte até o local de destino (Lopes, 2017; Ferraz e Engel, 2011). Outro fator que influencia a qualidade das mudas é a disponibilidade de nutrientes, que de acordo com o substrato utilizado, deve ser suprida via aplicação de fertilizantes, que na quantidade correta auxilia no desenvolvimento da muda, promovendo maior incremento e menor tempo de produção no viveiro (Silva, 2021).

Os recipientes têm como função servir como uma barreira física para proteger a raiz e condicionar a arquitetura da mesma (Silva, 2021), e dependendo da escolha pode favorecer ou limitar o desenvolvimento das mudas. Os recipientes mais utilizados para produção de mudas são os sacos de polietileno e os tubetes, ambos possuem vantagens e desvantagens. Os sacos de polietileno além de não precisarem de mão de obra especializada, podem ser obtidos a baixo custo e são facilmente encontrados (Garcia, Seifert e Chassot, 2021). Já os tubetes permitem a mecanização, ocupam menos espaço na área de produção e, apesar do custo de obtenção mais caro, permitem à reutilização por vários ciclos de produção (Dias, Barreto e Ferreira, 2016).

Entre a diversa gama de fertilizantes disponíveis no mercado, temos as formulações NPK, fertilizantes mistos que favorecem a rápida disponibilidade de nutrientes para absorção das plantas. Porém, para se obter uma muda de qualidade é necessário o manejo adequado da dosagem, sendo prejudicial tanto o excesso quanto a insuficiência de fornecimento de nutrientes (Silva, 2022; Marco *et al.*, 2013). Assim, conhecer as necessidades nutricionais e as dosagens adequadas de fertilizantes se torna essencial para a redução de custos desnecessários com esse insumo e do tempo de formação das mudas, otimizando o crescimento, a qualidade, e a resistência a estresses (Oliveira *et al.*, 2021).

A *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke trata-se de uma espécie nativa do Brasil, pertencente à família Fabaceae, vulgarmente conhecida como jurema-branca e carcará. Essa espécie arbórea pioneira típica da Caatinga apresenta pequeno porte, com altura variando entre 2 e 4 metros, casca castanho claro com acúleos resistentes, e vagem de cor marrom contendo de 2 a 12 sementes (Ferreira *et al.*, 2012).

Entre seus usos, é conhecida pelas propriedades anti-inflamatórias do seu chá ou da tintura da casca do seu caule (Bezerra *et al.*, 2011). Sua madeira de cor clara é amplamente utilizada na construção civil, na marcenaria, na fabricação de carvão vegetal e como lenha industrial, além de ser muito indicada para recuperação de áreas degradadas, uma vez que por meio da simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, a jurema-branca possibilita a melhoria das características edáficas, além de tolerar níveis altos de perturbação (Silva, 2011).

A falta de informações e diretrizes específicas para a produção e manejo adequado das mudas de espécies florestais nativas, como a jurema-branca, dificulta ações de conservação e recuperação dos biomas. Assim, estudos como esse tem um impacto significativo no fornecimento de insumos para o reflorestamento e restauração de áreas degradadas. Além disso, são fundamentais para a definição de diretrizes técnicas que auxiliem produtores e pesquisadores, fortalecendo a base científica.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a influência da capacidade volumétrica de tubetes e sacos de polietileno, combinado a diferentes doses de NPK (4-14-8), no crescimento e qualidade de mudas de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke.

2.2 Específicos

- Avaliar as características morfológicas das mudas de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke em função dos recipientes usados para produção de mudas;
- Avaliar as características morfológicas das mudas de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke em função da aplicação de fertilizante misto (NPK 4-14-8);
- Definir qual recipiente e fertilização proporcionam o maior crescimento e melhor qualidade de mudas de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Caatinga

A Caatinga, com uma área de 844.453 km², corresponde a 54% da Região Nordeste e 11% do território nacional (MMA, 2004; Alves, 2007). Esse bioma é caracterizado por um

clima semiárido, no qual as chuvas são recebidas em estações específicas do ano, como outono e inverno. Durante esse período, a média de pluviosidade varia entre 600 e 800 mm anuais, e a distribuição sazonal das chuvas na Caatinga difere de outras regiões que também possuem clima tropical estacional, o que contribui para o alto grau de endemismo local, evidenciando a importância desse bioma (Santos, 2021).

No bioma são comuns árvores baixas e arbustos, muitas vezes espinhosos, predominando a presença de plantas xerófitas, ou seja, formada por espécies que desenvolveram mecanismos adaptativos para sobreviver em ambiente com poucas chuvas e baixa umidade (Santos, 2023). Na Caatinga, são conhecidas pelo menos 3347 espécies, 962 gêneros e 153 famílias de plantas com flores, destas 15% são endêmicas e 43,7% são indivíduos lenhosos, como árvores e arbustos (Fernandes; Cardoso; Queiroz, 2020; Neto, 2020).

Com uma rica biodiversidade, endemismos e bastante heterogênea, a Caatinga é considerada um bioma extremamente frágil (Alves, 2009). No Brasil, 95% das áreas suscetíveis à desertificação estão na Caatinga e estima-se que, até 2060, 99% das comunidades de plantas da Caatinga experimentarão perda de espécies devido ao desmatamento e às mudanças climáticas, podendo interferir nos serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação, como fotossíntese, renovação do ar e armazenamento de carbono (MapBiomias, 2023; Moura *et al*, 2023).

Portanto, a conscientização e ações efetivas para proteger a Caatinga são essenciais para garantir a conservação, combater o desmatamento e ampliar atividades sustentáveis, e recuperar a conectividade da paisagem desse bioma tão valioso e sua biodiversidade única.

3.2 Caracterização da espécie

A *Piptadenia stipulacea* Benth. Ducke é uma árvore caducifólia de pequeno porte, pertencente à família Fabaceae, conhecida vulgarmente por jurema-branca ou carcará, com altura que pode variar entre 2 e 4 m; casca castanho clara apresentando acúleos resistentes; folhas alternas e compostas, possuindo de 10 a 16 pares de pinas opostas, e 25 a 40 pares de folíolos oblongos de coloração verde-claro; flores brancas, apresentando 4-8 cm de comprimento, com floração ocorrendo na estação chuvosa; fruto de cor castanho-pálido, com 8-12 cm de comprimento, de superfície ondulada nas áreas onde ficam as sementes, contendo de 2 a 12 sementes pequenas, ovais, de cor marrom (Araújo, 2014; Lima, 2011).

A jurema-branca é uma espécie que ocorre predominantemente na Caatinga, do Piauí até a Bahia (Ferreira, 2012), podendo apresentar-se tanto como uma árvore densa quanto como

um arbusto ralo (Bezerra, 2008). Essa espécie é considerada pioneira, pois consegue facilmente ocupar áreas de capoeira e beiras de estrada (Barbosa *et al.*, 2007). Além disso, possui uma notável tolerância a perturbações na vegetação e tem a capacidade de simbiose com bactérias fixadoras nitrogênio presentes em suas raízes. (Maia, 2004).

A jurema-branca possui múltiplos usos. Sua madeira clara é amplamente utilizada na marcenaria, construção civil e na produção de estacas para cercas, sendo também uma importante fonte de lenha industrial e de carvão vegetal, além de desempenhar um papel essencial na recuperação do solo, nos sistemas agroflorestais e na restauração florestal (Silva, 2011). No entanto, ainda são escassas as informações sobre produção de mudas de *Piptadenia stipulacea* Benth. Ducke.

3.3 Produção e qualidade de mudas de espécies florestais nativas

Sabe-se que os viveiros desempenham um papel crucial na recuperação de áreas degradadas, pois fornecem um local centralizado para a aquisição de mudas, agilizando o processo de restauração de uma área devastada, além de garantir a disponibilidade e a qualidade das mudas necessárias para os projetos de reflorestamento. Ao centralizar a produção de mudas em viveiros, é possível assegurar a diversidade de espécies nativas e selecionar aquelas mais adequadas para a restauração de áreas específicas (Viana, 2022). Isso contribui para a eficácia do processo de recuperação e ajuda a restabelecer os ecossistemas naturais de forma mais rápida e eficiente.

Ademais, existem normativas que regulamentam a produção de mudas de espécies florestais, entre elas: o decreto Nº 10.586, de 18 de dezembro de 2020, que regulamenta e atualiza a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (SNSM), visando garantir a produção e comercialização de mudas de qualidade, importante para o bom desempenho do setor produtivo (BRASIL, 2003).

A produção de mudas em viveiros florestais requer critérios técnicos bem elaborados devido aos diversos fatores que influenciam a qualidade final das plantas. Desse modo, a avaliação da qualidade das mudas é fundamental, pois permite a seleção de lotes mais vigorosos e homogêneos visando importantes aspectos para garantir o crescimento saudável das plantas no campo, assim como sua capacidade de competir com outras espécies vegetais, especialmente em condições de estresse ambiental, como escassez de água, altas temperaturas ou solos de baixa fertilidade (Gomes *et al.*, 2019).

Para determinação da qualidade das mudas é comum utilizar parâmetros morfológicos como indicadores de crescimento. Esses parâmetros incluem a altura da parte aérea (H) que reflete o crescimento vertical das plantas e está relacionada à capacidade de interceptar a luz solar e competir com outras espécies, o diâmetro do coleto (D) que está associado ao desenvolvimento do sistema radicular e à estabilidade da planta no solo, e a biomassa seca de folhas (MSF), caules (MSC), raízes (MSR) e total (MST), que fornecem informações sobre a alocação de recursos nas diferentes partes da planta, sendo um indicador da capacidade de produção e crescimento (Avelino *et al.*, 2021; Rudek; Garcia; Peres, 2013).

Por sua vez, o índice de qualidade de Dickson (IQD) é um bom indicador de qualidade de mudas, pois considera tanto a robustez das mudas, que está relacionada à sua capacidade de sobreviver e crescer no campo, quanto o equilíbrio da distribuição de biomassa, o que indica uma alocação adequada de recursos entre as diferentes partes da planta (Azevedo *et al.*, 2010; Haase, 2008). Esse índice proporciona uma visão mais abrangente da qualidade da muda produzida, sendo que um valor mais alto indica uma muda de melhor qualidade (Junior, 2019).

4. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife- SEDE, no período de novembro de 2022 a março de 2023. De acordo com a classificação de Köppen o clima do município é megatérmico com temperatura média do mês mais frio maior que 18 °C (AW – tropical úmido) (Ferreira, 2016). Com temperatura anual média de 25,7 °C e a precipitação média anual de 988 mm (Climate-Data.Org).

As sementes utilizadas no experimento foram cedidas pela Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco. Para superação da dormência tegumentar, as sementes de jurema-branca foram imersas em água a 100°C durante 3 minutos, seguindo a metodologia proposta por Farias *et al.* (2013).

Para montagem do experimento foram testados três tipos de recipientes: tubete de 120 cm³, tubete de 280 cm³ e saco de polietileno de 3449 cm³ (20 cm de largura x 30 cm de altura). Além disso, foram testadas quatro doses de NPK (4-14-8): 0; 2,0; 4,0; 6,0 kg/m³. Para cada combinação de recipiente e dose de NPK, foram utilizadas 10 repetições por tratamento, totalizando 120 mudas no experimento.

O fertilizante granulado foi pesado na quantidade de cada dose testada e posteriormente foi agregado ao substrato a fim de que formasse uma mistura homogênea. Após a mistura, o substrato foi transferido ao seu respectivo recipiente.

Os sacos foram preenchidos com terra de subsolo, cuja análises estão especificadas na Tabela 1, e os tubetes foram preenchidos com substrato comercial composto por turfa, rocha calcária, vermiculita, carvão vegetal, rocha fosfática e casca de pinus.

Tabela 1 - Análise química do solo do viveiro florestal da UFRPE.

Amostra	Ca	Mg	Al	Na	K	P	C.O	M.O	H+Al	
			cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³	g kg ⁻¹		cmolc dm ⁻³	
Solo	5.60	3.60	1.70	0.05	0.10	0.30	15.23	3.94	6.79	4.61

A semeadura foi realizada em novembro e cada recipiente recebeu 6 sementes de jurema-branca, cobertas por uma fina camada de substrato. As mudas foram produzidas a pleno sol e irrigadas diariamente conforme a necessidade.

Após as plantas emergidas apresentarem dois pares de folhas, no mês de dezembro, foi efetuado o raleio deixando apenas uma muda, a mais vigorosa, por recipiente.

Os tratamentos (Tabela 2) foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3x4 (recipientes x doses de fertilizantes), com 10 repetições, com cada repetição sendo composta por 1 muda.

Tabela 2 – Tratamentos em função dos recipientes e doses de NPK 4-14-8 em mudas de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke.

Tratamentos	Recipientes	Doses
T1	Tubete de 120 cm ³	0 kg/m ³
T3	Tubete de 120 cm ³	4 kg/m ³
T4	Tubete de 120 cm ³	6 kg/m ³
T5	Tubete de 280 cm ³	0 kg/m ³
T6	Tubete de 280 cm ³	2 kg/m ³
T7	Tubete de 280cm ³	4 kg/m ³

Continua

Tratamentos	Recipientes	Doses
T8	Tubete de 288 cm ³	6 kg/m ³
T9	Saco de 3449 cm ³	0 kg/m ³
T10	Saco de 3449 cm ³	2 kg/m ³
T11	Saco de 3449 cm ³	4 kg/m ³
T12	Saco de 3449 cm ³	6 kg/m ³

Fonte: A autora (2023).

As análises foram realizadas mensalmente, após a semeadura, para as variáveis:

- Porcentagem de emergência, determinada aos 30 dias após a semeadura e no final do experimento pelo número de plantas emergidas;
- Altura da parte aérea, utilizando uma régua graduada, expressa em cm/planta;
- Diâmetro do coleto, através de paquímetro digital, na altura do colo da planta, próximo ao substrato e expresso em milímetro (mm).

Ao final de quatro meses, após a última coleta de dados, o experimento foi desmontado para realização das análises destrutivas. Primeiramente foi calculado o desvio padrão para a variável altura de cada tratamento, assim foi possível definir as quatro mudas dentro de cada tratamento que foram utilizadas para realização das análises destrutivas.

As mudas foram separadas em raiz e parte aérea, as raízes foram lavadas a fim de retirar todos os resíduos agarrados. Posteriormente, a raiz principal foi medida com uma régua graduada e as raízes postas em sacos de papel, devidamente identificados. Com a parte aérea foi realizado o mesmo procedimento, excluindo a lavagem. Os sacos foram levados à estufa a 70°C por 72 horas, logo depois, pesadas em balança analítica com precisão de 0,01g.

Por fim, foi calculada a razão entre a massa seca da parte aérea e radicular, a relação entre a altura e diâmetro do coleto, e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Dickson *et al.*, 1960):
$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{D (mm)} + \frac{MAS (g)}{MSSR (g)}}$$
 Onde: H: altura (cm); D: diâmetro (mm); MAS: peso de massa seca de parte aérea (g); MSSR: peso de massa seca de raiz (g).

Para o cálculo da porcentagem de emergência, foi utilizada a fórmula:
$$E = \frac{Ne}{Ae} \times 100$$
 Onde: E é a porcentagem de emergência, Ne é o número de plântulas emergidas na sementeira e Ae é o número total de sementes colocadas para emergir.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, análise de regressão para variável quantitativa e de médias para a variável qualitativa, teste de Tukey a 95% de probabilidade, usando o R e o Rbio (R Core Team, 2022).

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

A porcentagem de emergência (E%) não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos (Tabela 3). Observou-se germinação das sementes de jurema-branca em todos os tratamentos avaliados, com média de 42% de emergência 30 dias após a semeadura. Para variável altura (H) e diâmetro do coleto (DC), o fator recipiente, NPK e a interação entre os fatores demonstraram efeito significativo no crescimento das plantas. Para o índice de robustez (H/DC), o NPK e o recipiente apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade.

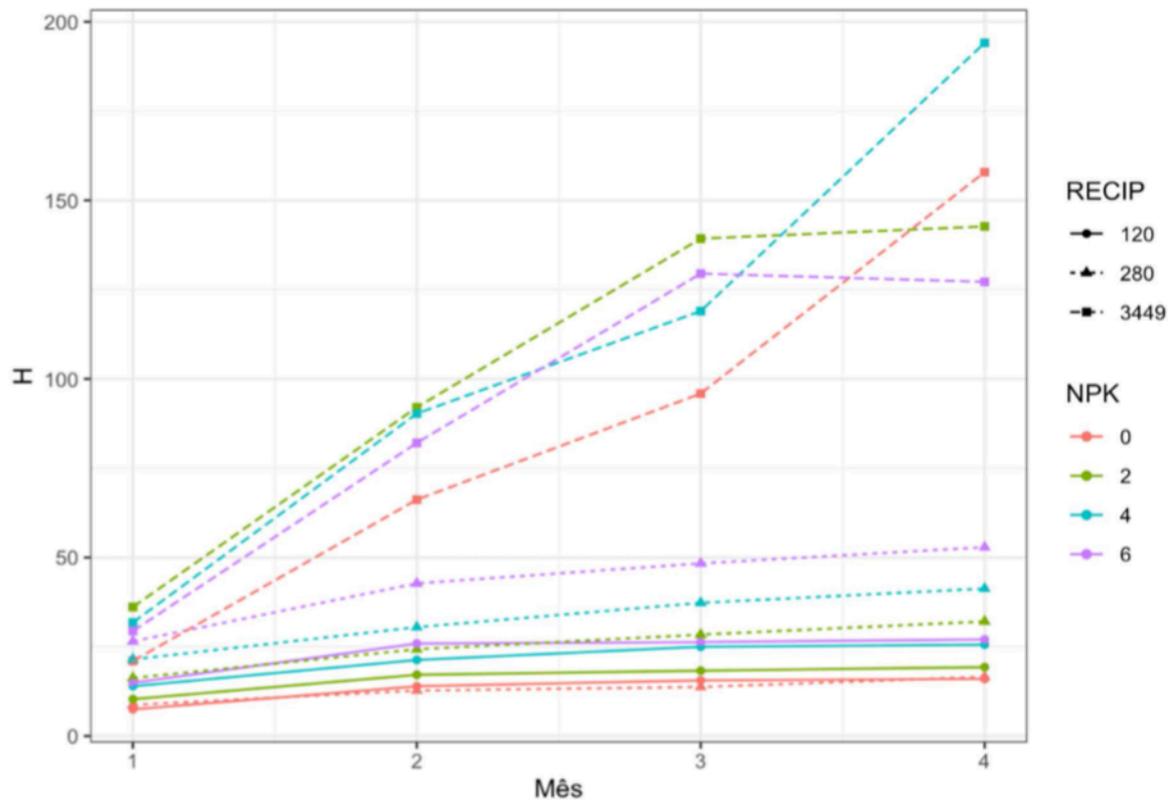
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para porcentagem de emergência (%E), altura (H), diâmetro do coleto (DC) e índice de robustez (H/DC), para mudas de *Piptadenia stipulacea* aos 120 dias após a semeadura.

FONTE	GL	p-Valor			
		%E	H	DC	H/DC
RECIPIENTE (R)	2	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01
NPK (F)	3	>0,05	<0,01	<0,01	<0,05
R x F	6	>0,05	<0,05	<0,01	>0,05
RESÍDUO	108				

Fonte: A autora (2023).

O crescimento em altura durante a condução do experimento (Figura 1) mostra que as plantas provenientes do T11, composto pela aplicação da dose de 4 kg/m³ de NPK no saco de polietileno (20 x 30 cm), obtiveram melhor resultado, uma vez que atingiram, antes dos 120 dias, altura superior a 1,50 m. Em sequência, está o tratamento sem adição de NPK e os tratamentos que combinaram as doses de NPK nos maiores recipientes. Desempenho semelhante foi encontrado por Silva (2021) com mudas de *C. trichotoma* e por Leles *et al.* (2006) com mudas de *Anadenanthera macrocarpa*, *Schinus terebinthifolius*, *Cedrela fissilis* e *Chorisia speciosa* testando diferentes tamanhos de recipientes e doses de fertilizante. Em ambos os estudos, o recipiente de maior volume obteve o melhor resultado em relação à altura das mudas.

Figura 1 - Desenvolvimento da altura por mês de mudas de *Piptadenia stipulacea* diferentes volumes de recipientes (120, 280, 3449 cm³) e doses de NPK (0,2,4,6 kg/m³).



Fonte: A autora (2023).

Diante desse resultado, é preciso ressaltar que as mudas conduzidas nos sacos de polietileno foram produzidas utilizando terra de subsolo, que pode ter contribuído para que o recipiente de maior volume tenha obtido melhores resultados, uma vez que, mesmo os tratamentos que não incluíram NPK, foram beneficiados pela composição nutricional do solo.

Além do mais, os resultados obtidos estão em consonância com as expectativas, uma vez que os maiores recipientes permitem o maior fornecimento de nutrientes às mudas, devido à capacidade de maior volume de substrato. Além desse aspecto, o maior volume da embalagem oferece maior espaço de desenvolvimento, evitando restrições no crescimento das raízes e promovendo uma ampliação na exploração do substrato (Gomes, 2001).

Em contraponto, as mudas cultivadas no tubete de menor volume (120 cm³) exibiram um ritmo de crescimento mais lento tanto em relação à altura quanto ao diâmetro, por possuir uma capacidade reduzida de armazenar substrato. Observa-se, particularmente em relação à altura das mudas, um crescimento quase estagnado até o último período de avaliação, fazendo-se necessário um período maior de permanência no viveiro em relação aos demais recipientes, o que implicará em maior custo de produção das mudas. Essa tendência também foi observada

por Freitas *et al.* (2022) com *Myracrodruon urundeuva* testada em três volumes de recipientes (55, 180 e 280 cm³) após 105 dias.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Florestas (2019), a altura média das mudas para pronto plantio varia de 30 a 50 cm, onde espera-se que as mudas apresentem um sistema radicular desenvolvido e possam resistir melhor às condições do ambiente, incluindo a competição com outras plantas. No presente trabalho, as mudas conduzidas nos recipientes de 120 cm³ não apresentaram essa característica, no final do quarto mês. Já as mudas no tubete de 280 cm³ com doses de NPK conseguiram atingir a altura necessária, e as mudas produzidas no saco plástico de volume de 3449 cm³ apresentaram, a partir de 60 dias, altura maior que 50 cm. Esses resultados evidenciam que para tubetes, principalmente de menor dimensão, com uso de substrato comercial, a fertilização se faz necessária para potencializar o crescimento em altura.

Alcançar uma maior altura em um período mais curto possibilita uma redução nos custos de produção das mudas, pois permite a diminuição do tempo de permanência das mudas no viveiro, resultando em economia de recursos como mão de obra, insumos como água para irrigação e fertilização. Além disso, essa abordagem viabiliza um aumento na produtividade, uma vez que a área do viveiro ficaria disponível para a realização de outro ciclo de produção.

A avaliação da altura ao final do experimento (Tabela 4) mostra que para todos os recipientes, a dose de 6 kg/m³ de NPK obteve maior altura. No entanto, as mudas conduzidas no recipiente de maior volume, mesmo sem a aplicação de NPK, tiveram o satisfatório para o parâmetro de crescimento em altura, de acordo com os padrões estabelecidos para plantio em campo.

Tabela 4 - Modelos de regressão para altura de mudas de *Piptadenia stipulacea* em função dos recipientes e doses de NPK aos 120 dias após a semeadura.

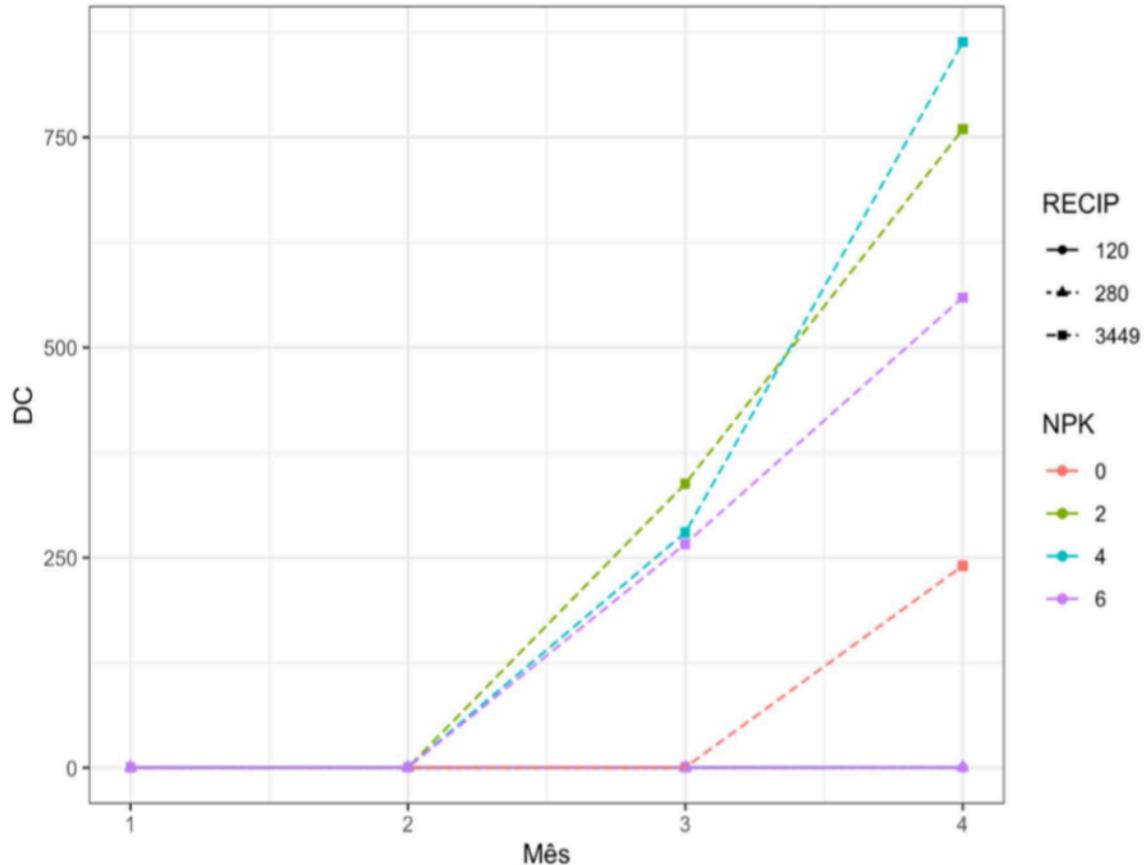
RECIPIENTE	EQUAÇÃO	R ²
120	$H = 20,566 + 1,725^{(p<0,01)} \times \text{NPK}$	0.37
280	$H = 25,861 + 5,454^{(p<0,01)} \times \text{NPK}$	0.67
3449	$H = 176,575 + 12,614^{(p<0,05)} \times \text{NPK}$	0.10

Fonte: A autora (2023).

Assim como à altura, o diâmetro do coleto das mudas de *Piptadenia stipulacea*, ao longo do experimento, conduzidas no recipiente de maior volume apresentou maiores valores em função das doses de NPK adicionadas (Figura 2). Padrão semelhante foi observado em um

estudo anterior realizado por Brachtvogel e Malavasi (2010) com a espécie *Peltophorum dubium*, onde a redução do volume do recipiente resultou em mudas de menor diâmetro.

Figura 2 – Desenvolvimento do diâmetro do coleto por mês de mudas de *Piptadenia stipulacea* em diferentes volumes de recipientes (120, 280, 3449 cm³) e doses de NPK (0,2,4,6 kg/m³).



Fonte: A autora (2023).

Em relação ao diâmetro, de acordo com Schorn e Formento (2003), para uma muda ser considerada pronta para o plantio, o mínimo é de 2 mm, não sendo atingido pelas mudas de jurema-branca conduzidas no tubete de 120 e 280 cm³ ao longo de 120 dias. Em contraponto, as mudas que foram conduzidas nos recipientes de 3449 cm³ estariam aptas para serem levadas a campo antes dos 120 dias, pois atingiram a média necessária.

A análise do diâmetro ao final do experimento (Tabela 5) mostra que para os tubetes de 120 e 280 cm³, é possível observar uma forte relação entre o crescimento em diâmetro e a variação das doses de NPK. O aumento das doses proporcionou aumento em diâmetro, fazendo com que a dose de 6 kg/m³ seja a melhor opção para recipientes de menor volume, utilizando substrato comercial. Por outro lado, no recipiente 3449 cm³, a dose ótima para estimular o

crescimento do diâmetro do coleto foi de 4 kg/m³ de NPK. No entanto, a dose de 6 kg/m³ causou declínio de crescimento, se mostrando excessiva e prejudicial para o parâmetro analisado.

Tabela 5 - Modelos de regressão para diâmetro do coleto de mudas de *Piptadenia stipulacea* em função dos recipientes e doses de NPK aos 120 dias após a semeadura

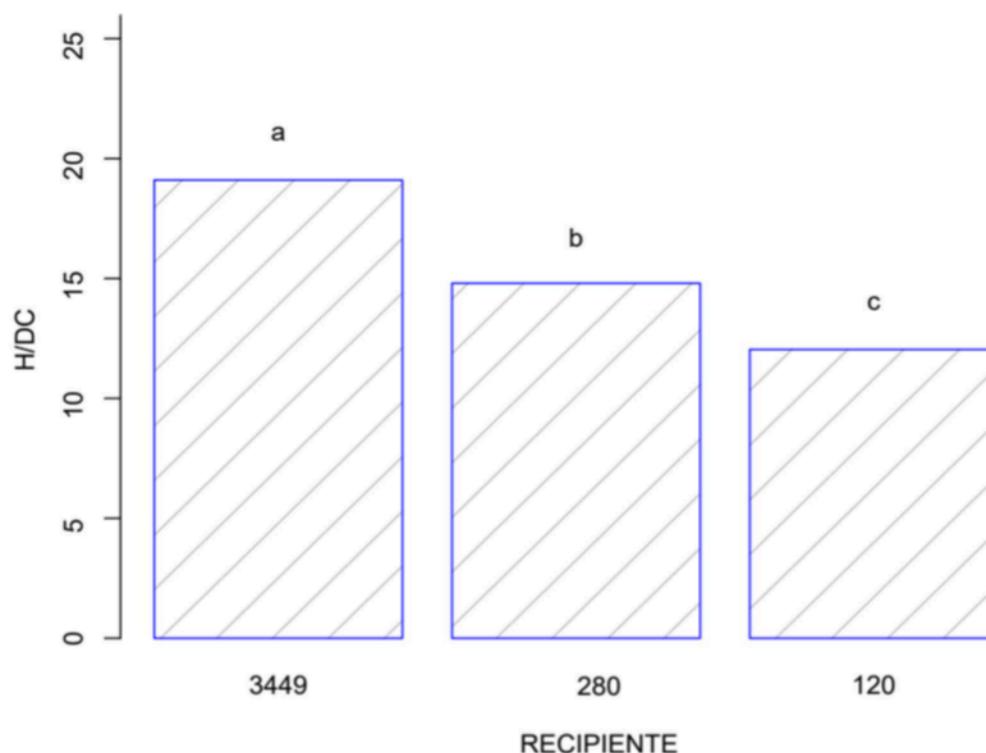
RECIPIENTE	EQUAÇÃO	R ²
120	$DC=1,986 + 0,071^{(p<0,05)} \times NPK$	0.07
280	$DC=1,887 + 0,291^{(p<0,01)} \times NPK$	0.53
3449	$DC=7,519 + 4,22^{(p<0,01)} \times NPK - 0,576^{(p<0,01)} \times NPK^2$	0.26

Fonte: A autora (2023).

O índice de robustez desempenha um papel importante na avaliação da qualidade de mudas florestais, sendo calculado a partir da relação entre a altura (cm) e o diâmetro do coleto (mm) da muda. Ele oferece uma representação do equilíbrio de crescimento ao relacionar esses dois parâmetros morfológicos cruciais em um único índice, sendo uma indicação direta da proporção da delgadeza da muda, onde valores mais baixos indicam uma qualidade superior da muda, caracterizando um equilíbrio de crescimento mais desejável e maior capacidade de sobrevivência e estabelecimento após o plantio (Costa; Almeida; Castro, 2020; Cargnelutti *et al.*, 2018).

Para a relação H/DC não houve interação entre os valores estudados. Em relação aos recipientes (Figura 3), o tubete de 120 cm³ demonstrou um maior equilíbrio na proporção de crescimento, enquanto o recipiente com um volume de 3449 cm³ exibiu os valores mais elevados para o índice de robustez, indicando um crescimento desproporcional entre as variáveis.

Figura 3 - Índice de robustez (H/DC) de mudas de *Piptadenia stipulacea* em função da capacidade volumétrica dos recipientes, aos 120 dias após a semeadura



Médias seguidas da mesma letra nas colunas dos gráficos da figura não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

A relação H/DC em função das doses NPK (Tabela 6) mostrou que o melhor valor para o índice de robustez foi obtido com a dose de 2kg/m³, independentemente do recipiente. As demais doses (0, 4 e 6 Kg/m³) apresentaram os maiores valores para relação, resultando em desequilíbrio de proporção entre a altura e o diâmetro do coleto.

Tabela 6 - Modelo de regressão para índice de robustez (H/DC) de mudas de *Piptadenia stipulacea* em função das doses de NPK.

EQUAÇÃO	R ²
$H/DC = 16,196 - 1,585^{(p=0,06)} \times NPK + 0,301^{(p<0,05)} \times NPK^2$	0,047

Fonte: A autora (2023).

Em relação às análises destrutivas (Tabela 7) é possível perceber que os recipientes promoveram influência em todos os parâmetros comparados ($p < 0,01$). O NPK, por sua vez, não demonstrou diferença estatística ($p > 0,05$), não influenciando nas variáveis analisadas.

Tabela 7 – Resumo da ANOVA para influência das doses de NPK e recipiente na massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSSR), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas de *Piptadenia stipulacea* aos 120 dias após a semeadura.

FONTE	GL	p-Valor				
		MSPA	MSSR	MST	RPAR	IQD
RECIPIENTE (R)	2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
NPK (F)	3	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
R X F	6	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
RESÍDUO	36					

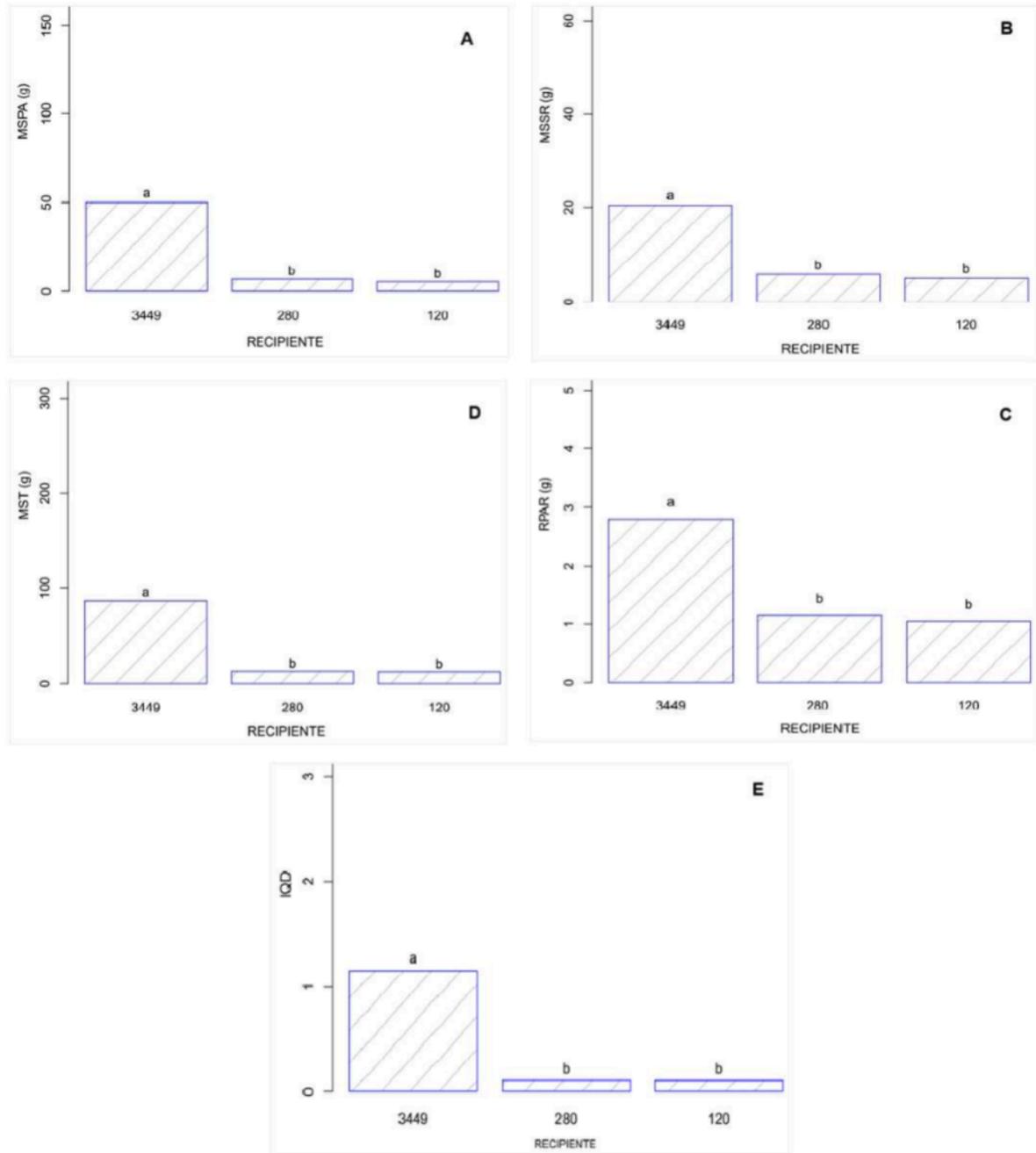
Fonte: A autora (2023).

Através da avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA), é possível obter uma compreensão mais completa da capacidade de uma planta em acumular e distribuir biomassa. Esse atributo é um indicativo da rusticidade da muda, quanto maior a biomassa, mais rustificada será, correlacionando diretamente com a sobrevivência e desempenho inicial das mudas após o plantio em campo (Favalessa, 2011; Gomes, 2001).

Em relação à massa de matéria seca de raiz (MSSR), quanto mais elevada maior será a taxa de sobrevivência em condições de campo, decorrendo da presença de raízes fibrosas, as quais conferem uma maior habilidade de sustentar o crescimento e a geração de novas raízes (Carneiro, 1995). Desse modo, é possível inferir que as mudas que demonstraram valores mais elevados de massa seca das raízes têm um maior sucesso quando transplantadas para o ambiente (Favalessa, 2011).

De acordo com as análises, o recipiente de maior volume (saco plástico) apresentou melhor resultado para MSPA (Figura 4A) e MSSR (Figura 4B). Tomando como base essa afirmação, é possível predizer que as mudas que foram conduzidas no recipiente de 3449 cm³ são mais rústicas dentre as mudas produzidas. Nota-se que tanto MSPA quanto a MSSR decresceu juntamente com o tamanho do recipiente, evidenciando que o volume dos recipientes tem influência na maior produção de biomassa. Por sua vez, a biomassa total também exerce papel significativo no desempenho das plantas quando transferidas para o campo, influenciando na capacidade de sustentação, absorção de água e nutrientes (Almeida *et al.*, 2005). Desse modo deve ser ressaltado que o maior volume promoveu o maior acúmulo de biomassa, obtendo o melhor resultado (Figura 4D).

Figura 4 – Teste de médias, do fator Recipiente, para matéria seca da parte aérea (MSA); matéria seca das raízes (MSR); matéria seca total (MST); Relação massa da parte aérea e massa seca raiz (RPAR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Piptadenia stipulacea*, aos 120 dias.



Médias seguidas da mesma letra nas colunas dos gráficos da figura não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes é amplamente utilizada e reconhecida como um índice eficaz para avaliação da qualidade de mudas (Ferreira, 2016). No estudo de Brissete (1984), foi determinado que a relação ideal entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes é de 2,0. Em um estudo

subsequente conduzido por Munguabe (2012), utilizando clones de eucalipto, foi estabelecido um índice de avaliação que abrange uma faixa variável de 2,06 a 3,66 para essa mesma relação.

Para a relação massa de matéria seca da parte aérea e massa de matéria seca das raízes (RPAR) das mudas verifica-se que quando aumenta o volume do recipiente, maior é o valor da relação (Figura 4C). As médias para o saco plástico de 3449 cm³ estão dentro dos intervalos estabelecidos por Munguabe (2012). Segundo Gomes *et al.* (2013), valores muito altos para a relação RPAR podem ser prejudiciais à muda, pois o crescimento exacerbado pode ocasionar tombamento e possíveis problemas no que se refere à condução de água para a parte aérea.

Segundo José *et al.* (2005), o grau de qualidade de uma muda é proporcional ao valor do Índice de Qualidade de Dickson (IQD). O IQD (Figura 4E) apresentou valores dentro do recomendado pela literatura para espécies nativas, sendo possível observar que o volume de 3449 cm³ apresentou a maior média entre os recipientes testados, resultados semelhantes aos encontrados por Aguilar *et al.* (2020). Birchler *et al.* (1998) contribuíram com critérios específicos para a interpretação do IQD em espécies florestais cultivadas em viveiros, devendo ser menor que 10 e maior que 0,2, indicando que a muda possui um nível satisfatório de qualidade.

Esse índice é reconhecido como um dos índices mais completos para avaliar a qualidade de mudas florestais, sua abordagem incorpora múltiplos parâmetros morfológicos, como altura, diâmetro, peso da matéria seca da parte aérea e peso da matéria seca das raízes, além de considerar a biomassa total da muda, tornando-se uma ferramenta confiável para auxiliar na seleção das melhores mudas (Abreu *et al.*, 2019; Costa, 2020).

6. CONCLUSÃO

O volume do recipiente é importante na produção de mudas e deve ser considerado.

De modo geral, o crescimento das mudas foi beneficiado com a utilização de recipientes de maior capacidade volumétrica.

Para produção de mudas de jurema-branca, sugere-se a utilização de sacos de polietileno com aplicação de 2 kg/m³ de NPK, incorporado ao substrato.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; FERREIRA, D. H. A. A.; MONTEIRO, F. A. S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Revista Floresta**, v. 45, n. 1, 2015.
- AGUILAR, M. V. M.; MASSAD, M. D.; DUTRA, T. R.; SILVA, F. G.; MENEZES, E. S.; SANTOS, A. R. Desenvolvimento de mudas de baru em resposta a diferentes volumes de tubetes e doses de adubo de liberação lenta. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, 2020.
- ALVES, J. J. A. Geoecologia da caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro. **CLIMEP: Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v.2, n.1, 2007.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, 2009.
- ANDRADE, J. R. et al. Influence of microhabitats on the performance of herbaceous species in areas of mature and secondary forest in the semiarid region of Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 63, n. 2, 2015.
- AVELINO, N. R. et al. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. **Ciência Florestal**, v.31, n. 4, 2021.
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 4, 2010.
- BARBOSA, M. R. V. et al. Vegetação e flora do cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v.11, n.3, 2007.
- BEZERRA, D. A. C. Abordagem fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret e *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. **Acta Scientiarum**, v. 33, n. 1, 2011.

BEZERRA, D. A. C. **Estudo fitoquímico, bromatológico e microbiológico de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret e *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke.** (2008). Dissertação (Pós - Graduação em Zootecnia – Sistemas Agrossilvopastoris). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2008.

Bhering, L.L. **Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform.**

BIRCHLER, T.; ROSE, R.W.; ROYO, R.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria**, v. 7, n. 1, p. 109-121, 1998.

BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (sprengel) taubert em viveiro. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

BRISSETTE, J. C. Summary of discussions about seedling quality. Separatade: southern nursery conferences. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1984.

CALMON, M. Restauração de florestas e paisagens em larga escala: o Brasil na liderança global. **Ciência e Cultura**, vl.73, n.1, 2021.

CARGNELUTTI, F.A.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E.; FOLTZ, D. R. B.; Dimensionamento Amostral para Avaliação de Altura e Diâmetro de Plantas de Timbaúva. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, 2018.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudanças Florestais.** 1ed. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.

CARREIRAS, J. M. B. et al. Land use and land cover change dynamics across the Brazilian Amazon: Insights from extensive time-series analysis of remote sensing data. **Plos One**, v. 9, n.1, 2014.

Climate-data.org. Clima: Recife. Disponível em: < <http://pt.climate-data.org/location/5069/> >
Acesso em: 10 de julho de 2023.

COSTA, C. C. Avaliação dos parâmetros morfológicos de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) em tubetes biodegradáveis. **Revista Ambientale**, v.12, n. 3, 2020.

COSTA, C. C.; ALMEIDA, L. E.; CASTRO, V. R. de. Produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.) em tubetes biodegradáveis. **Revista Ambientale**, v. 15, n. 2, 2023.

Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.17: 187-190p, 2017.

CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, 2005.

DIAS, I. M.; BARRETO, I. D. C.; FERREIRA, R. A. Efeito de dosagens de fertilizante fosfatado na determinação de volume ótimo de produção de mudas de espécies florestais nativas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 4, 2016.

DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, v. 36, n. 1, 1960.

ERNANDES, M. F.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L.P. An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forest and woodlands reveals high species richness and endemism. **Journal of Arid Environments**, v. 174, 2020.

FARIAS, R. M. et al. Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*Piptadenia stipulacea*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 2, 2013.

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

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Effect of the root trainers size on seedling quality of jatobá *Hymenaea courbaril* l. var. *stilbocarpa* (hayne) lee et lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia*

chrysotricha (mart. ex dc.) sandl.) and guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (benth.) brenan). **Revista Árvore**, v. 35, n.3, 2011.

FERREIRA, A. C. A. **Parâmetros morfológicosna avaliação da qualidade de mudas de eucalipto no município de Paragominas-Pará.** (2016). Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Amazonia. Paragominas, 2016.

FERREIRA, W. N. et al. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**. v. 26, n. 2, 2012.

FREITAS, T. A. S. de; OLIVEIRA, M. F.; SOUZA, L. S.; DIAS, C. N.; QUINTELA, M. P. Qualidades de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. conduzidas sob diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 1, 2022.

GARCIA, D. O.; SEIFERT, K.; CHASSOT, T. Sombreamento e recipiente no desenvolvimento inicial de mudas de pata de vaca e canafistula. **Científica Digital**, vol. 1, 2021.

GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v. 19, n. 1, 2013.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N - P - K.** (2001). Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2001.

GOMES, S. H. M. et al. Avaliação dos parâmetros morfológicos da qualidade de mudas de *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) em viveiro florestal. **Scientia Plena**, v. 5, n. 1, 2019.

HAASE, D. L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. **Tree Planters Notes**, v. 52, n. 2, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. **Características e qualidades das mudas para reflorestamento: da semente ao plantio**. 2019. Disponível em: < <https://mercadoflorestal.com.br/artigos/mudas-para-reflorestamento> >. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2020**. Brasília: IBÁ, 2020. Disponível em: < <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf> > Acesso em: 20 de agosto de 2023.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. de. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v. 11, n. 2, 2005.

LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**. V.13, n.1, 2006.

LIMA, B. L. **Caatinga: Espécies Lenhosas e Herbáceas**. Editora Universitária da UFERSA. Mossoró-RN, 2011, 312p.

LOPES, C. G. R. et al. Forest succession and distance from preserved patches in the Brazilian semiarid region. **Forest Ecology Management**, v. 271, 2012.

LOPES, F. A. **Desenvolvimento de mudas de macaúba em função do tamanho do recipiente e idade da muda na fase de viveiro**. Dissertação (Pós-Graduação em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2017.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z. Computação Gráfica e Editora, 2004.

MAPBIOMAS. Relatório Anual de Desmatamento 2022. São Paulo, p.126. 2023.

MARCO, R. et al. Resposta de mudas de *toona ciliata* m. roem à fertilização orgânica e química. **Centro Científico Conhecer**. Goiânia, v.9, n.16, p. 1945. 2013.

MAZA-VILLALOBOS, S.; BALVANERA, P.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. Early regeneration of tropical dry forest from abandoned pastures: contrasting chronosequence and dynamic approaches. **Biotropica**, v. 43, 2011.

MUNGUAMBE, J. F. **Qualidade morfológica de mudas clonais e eucalipto na fase de expedição em viveiro comerciais.** (2012). Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2012.

OLIVEIRA, M. T. P. **Metodologia para a exploração de sementes em florestas sob manejo na Amazônia.** (2018). Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2018.

OLIVEIRA, V. P. et al. Desenvolvimento e qualidade de mudas de *Parkia gigantocarpa* Ducke (Fabaceae) em função de fertilizante de liberação controlada. **Scientia Plena**, v. 17, n. 9, 2021.

PINHO, E. K. C. et al. Substratos e tamanhos de recipiente na produção de mudas de baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência Agrícola**, v. 16, n. 1, 2018.

ROLIM, S. G. et al. Prioridades e lacunas de pesquisa e desenvolvimento em silvicultura de espécies nativas no Brasil. **WRI Brasil**, 2020.

RUDEK, A. et al. Avaliação da qualidade de mudas de eucalipto pela mensuração da área foliar com o uso de imagens digitais. **enciclopédia biosfera**, v.9, n. 17, 2013.

SANTOS, D. D. **Práticas e estratégias de educação ambiental aplicadas a caatinga.** (2022). Dissertação (Pós-graduação em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Recife, 2022.

SANTOS, G. J. **Bioma Caatinga: do estudo à desmistificação dos mitos acerca da sua biodiversidade.** (2021); Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Faculdade de Ciências Humanas e Sociais de Paripiranga. Paripiranga, 2021.

SCHORN, L. A.; FORMENTO, S. **Silvicultura II: produção de mudas florestas**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Departamento de Engenharia Florestal, 2003.

SILVA, A. P. M. et al. Can current native tree seedling production and infrastructure meet an increasing forest restoration demand in Brazil?. **Restoration Ecolog.** 2016.

SILVA, R. B. **Ecofisiologia de sementes de Piptadenia stipulacea (Benth.) Ducke**. (2011). Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2011.

SILVA, T. R. **Influência de recipientes e fertilizantes associada à qualidade de mudas de *Cordia trichotoma* (vell.) arrab. ex steud.** (2021). Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, 2021.

SILVA, V. S. N. **Fertilizante de liberação controlada para produção de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz: uma espécie de rápido crescimento e tolerante ao plantio em áreas abertas**. (2022). Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Florestal), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Macaíba, 2022.

VIANA, N. S. **Importância dos viveiros de produção de mudas nativas de para recuperação de áreas degradadas: estudo de caso no estado do Ceará**. (2022). Dissertação (Graduação em Ciências Sociais) - Ciências Ambientais, do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2022.

ZANELLA, L. et al. Atlantic Forest Fragmentation Analysis and Landscape Restoration Management Scenarios. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 1, 2012.