

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA

MIZAEL FREITAS OLIVEIRA

**TESTE DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E  
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva*), NA  
ÁREA DE INFLUÊNCIA DA USINA HIDROELÉTRICA DE ESTREITO-MA.**

SÃO LUÍS

2019

MIZAEEL FREITAS OLIVEIRA

**TESTE DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva*), NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA USINA HIDROELÉTRICA DE ESTREITO-MA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Aragão Catunda

SÃO LUÍS

2019

Oliveira, Mizael Freitas.

Teste de diferentes substratos na germinação de sementes e desenvolvimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) na área de influência da Usina Hidroelétrica de Estreito - MA / Mizael Freitas Oliveira.– São Luís, 2019.

35f

Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Aragão Catunda.

**Elaborado por Giselle Frazão Tavares- CRB 13/665**

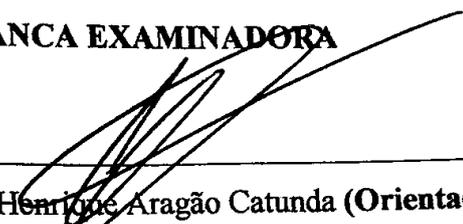
MIZAEEL FREITAS OLIVEIRA

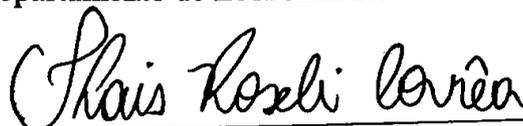
**TESTE DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva*), NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA USINA HIDROELÉTRICA DE ESTREITO-MA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

APROVADO EM: 09 / 12 / 2019

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. Paulo Henrique Aragão Catunda (**Orientador**)  
Departamento de Economia Rural/CCA/UEMA



Prof. Dr. Thais Roseli Correa  
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA

  
Prof. Dr. Tiago Massi Ferraz  
Departamento de Zootecnia/CCA/UEMA

Dedico este trabalho a minha família, que sempre deram apoio aos meus estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem sua permissão nada podemos realizar, dele vem todo o conhecimento e sabedoria.

A toda a minha família, especialmente meu pai João Batista Brito de Oliveira, a minha mãe Aldeides Freitas de Oliveira, e ao meu tio Luís de Oliveira Freitas, pois sem sua ajuda e apoio jamais teria condições de ter realizado esse curso.

A Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, pela oportunidade dada para cursar agronomia.

Ao meu orientador Paulo Henrique Aragão Catunda, por toda a ajuda, sem a qual não teria sido possível a realização desse projeto.

A Erika dos Santos Silva e Nayara Santos Leite, do Viveiro Berço da Natureza, cuja contribuição foi essencial para a realização deste projeto.

Ao professor Dr. Claudio Belmino Maia, e aos estagiários do Laboratório de Fitopatologia que deram sua colaboração para este trabalho.

O temor do Senhor é o princípio da ciência; mas os insensatos desprezam a sabedoria e a instrução.

(Provérbios 1.7)

## RESUMO

A qualidade das mudas trabalhadas é um dos fatores decisivos para o sucesso da implantação de qualquer projeto de âmbito florestal. Para isso é fundamental o uso de um bom substrato que proporcione condições favoráveis para a nutrição e desenvolvimento das plantas. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho, foi testar a influência de diferentes substratos na germinação de sementes de aroeira coletadas na área de influência da UHE (Usina Hidroelétrica de Estreito) em Estreito - MA e no desenvolvimento das mudas. Sendo utilizado materiais de baixo custo para confecção desses substratos. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal Berço da Natureza, localizado no Município de Estreito – MA. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo cada unidade experimental formada por 9 plantas, submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5%. Os tratamentos testados foram; T1 100% substrato padrão; T2 90% substrato padrão + 10% esterco; T3 90% substrato padrão + 10% de fosfato de rocha; T4 80% substrato padrão + 20% de fosfato de rocha; T5 70% substrato padrão + 10% esterco + 20% de fosfato de rocha. Para analisar a eficácia dos tratamentos, as características morfológicas altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF), foram avaliados aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio. Aos 150 dias foram analisadas o comprimento radicular (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), e determinado a relação massa seca da parte aérea e radicular (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Foram observados o percentual de germinação e o índice de velocidade de germinação. Para esses dois últimos parâmetros, o tratamento com menor valor estatístico foi o tratamento T2. O tratamento T5 composto por: 70% substrato padrão + 10% esterco + 20% de fosfato de rocha, foi o que apresentou as maiores médias em relação à altura da parte aérea, diâmetro do coleto e índice de qualidade de Dickson.

**Palavras-chaves:** Aroeira-do-sertão. Parâmetros morfológicos. Espécie nativa.

## ABSTRACT

The quality of the seedlings worked is one of the decisive factors for the successful implementation of any forestry project. For this, it is essential to use a good substrate that provides favorable conditions for plant nutrition and development. In this. In this sense, the objective of the present work was to test the influence of different substrates on the germination of aroeira seeds collected in the area of influence of the UHE (Estreito Hydroelectric Power Plant) in Estreito - MA and on the development of seedlings. Being used low cost materials to make these substrates. The experiment was conducted at the Cradle of Nature Forest Nursery, located in the city of Estreito - MA. A completely randomized design (DIC) with five treatments and five replications was used, each experimental unit consisting of 9 plants. Submitted to Tukey test at 5% level. The treatments tested were; T1 100% standard substrate; T2 90% standard substrate + 10% manure; T3 90% standard substrate + 10% rock phosphate; T4 80% standard substrate + 20% rock phosphate; T5 70% standard substrate + 10% manure + 20% rock phosphate. To analyze the effectiveness of the treatments, the morphological characteristics of shoot height (H), stem diameter (DC) and number of leaves (NF) were evaluated at 30, 60, 90, 120 and 150 days after planting. At 150 days, root length (CR), shoot dry mass (MSPA), root dry mass (MSR), total dry mass (MST) were also analyzed, and the shoot and root dry mass ratio (MSPA / MSR) and the Dickson Quality Score (IQD). Germination percentage and germination speed index were also observed. For these last two parameters, the treatment with the lowest statistical value was treatment T2. The T5 treatment consisted of: 70% standard substrate + 10% manure + 20% rock phosphate, which presented the best averages in relation to shoot height, stem diameter and Dickson quality index.

**Keywords:** Backwoods Rim. Morphological Parameters. Native species.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização do Município de Estreito no Estado do Maranhão (A). Imagem via satélite do Viveiro berço da Natureza (B) .....20
- Figura 2 - Determinação da altura da parte aérea (A) e diâmetro do coleto (B) das mudas de *Myracrodruon urundeuva* .....22

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Percentual de germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Myracrodruon urundeuva* em diferentes substratos .....24
- Tabela 2 - Média de número de folhas (NF), comprimento radicular (CR) altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (D) e relação altura/diâmetro (H/DC) nas mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) produzidas em diferentes substratos .....25
- Tabela 3 - Médias de altura da parte aérea das mudas de *Myracrodruon urundeuva*, em diferentes substratos aos 30, 60, 90, 120, e 150 dias após a primeira emergência.....26
- Tabela 4 - Diâmetro do coleto das mudas de *Myracrodruon urundeuva*, em diferentes substratos aos 30, 60, 90, 120, e 150 dias após a primeira emergência .....27
- Tabela 5 – Médias referentes a massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total, das mudas de *Myracrodruon urundeuva* .....29
- Tabela 6 – Médias da relação massa seca da parte aérea e massa seca radicular (MSPA/MSR) e do Índice de Qualidade de Dickison, das mudas de *Myracrodruon urundeuva*...30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivo Específicos .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Aroeira .....</b>	<b>15</b>
3.1.1	Espécie Botânica .....	15
3.1.2	Importância econômica e ambiental .....	15
<b>3.2</b>	<b>Importância da produção de mudas de qualidade .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Germinação de sementes .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b>Dormência de sementes .....</b>	<b>17</b>
<b>3.5</b>	<b>Sementes florestais.....</b>	<b>17</b>
<b>3.6</b>	<b>Substratos para produção de mudas .....</b>	<b>18</b>
3.6.1	Fosfato de rocha .....	18
3.6.2	Esterco .....	19
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>Local do experimento .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Delineamento estatístico .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b>Manejo para produção de mudas .....</b>	<b>21</b>
<b>4.4</b>	<b>Coleta e análise dos dados .....</b>	<b>22</b>
<b>4.5</b>	<b>Índice de qualidade Dickson (1960) .....</b>	<b>23</b>
<b>4.6</b>	<b>Índice de velocidade de emergência (maguire 1962) .....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>24</b>
<b>5.1</b>	<b>Percentual de germinação e índice de velocidade de germinação .....</b>	<b>24</b>
<b>5.2</b>	<b>Médias do número de folhas (NF), comprimento radicular (CR), altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura da parte da aérea e diâmetro do coleto (H/DC) para as mudas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> .....</b>	<b>25</b>
5.2.1	Altura da parte aérea .....	26

5.2.2	Diâmetro do coleto .....	27
5.2.3	Relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto .....	28
<b>5.3</b>	<b>Médias de massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total para as mudas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> .....</b>	<b>28</b>
<b>5.4</b>	<b>Médias da relação massa seca da parte aérea e radicular (MSPA/MSR), e índice de qualidade de Dickson para as mudas de <i>M. urundeuva</i> .....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>31</b>
	<b>REFERENCIAL .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, o ser humano vem impondo grande pressão sobre os recursos florestais, tanto através do desmatamento para fins agropecuários, mineração, setor mobiliário, barragens e infraestrutura, como para produção de bens de origem florestal. Essa exploração excessiva, sobre os recursos naturais colocam em risco, tanto o meio ambiente, como o futuro da humanidade que é diretamente dependente do ambiente para produção de recursos básicos para a sobrevivência. Considerando isso, a legislação ambiental induz a obrigatoriedade para recuperação de áreas degradadas (BOAVENTURA, 2019; MATIAS et al.; 2019).

Essa necessidade de produzir e ao mesmo tempo conservar, levou a humanidade a buscar meios de exploração dos recursos naturais de forma mais consciente e menos predatório. Nas últimas décadas, têm-se multiplicado iniciativas em relação à recuperação de áreas degradadas, e mais recentemente, surgiu também a preocupação em restaurar a biodiversidade original da floresta (ALMEIDA, 2016).

A legislação ambiental define a recuperação como, “a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”. Sendo as espécies nativas mais indicadas para essa tarefa, pois elas já estão adaptadas as condições de clima, solo, hidrografia e topografia da região a ser trabalhada, e já interagem com a fauna local, contribuindo para a conservação e equilíbrio do ecossistema (IBAMA, 2011; MORI et al.; 2012).

A recuperação de áreas degradadas pode ser feita através de diversos métodos, como regeneração natural, que consiste em favorecer a recuperação natural de uma área após distúrbio, funciona bem para áreas recém-desmatadas e que possuem meios de regeneração natural, ou seja, banco de sementes (ALMEIDA, 2016), e pelo plantio de mudas. Este método consiste em colocar as sementes para germinar em viveiros, e só quando as mudas estão bem desenvolvidas é que são levadas a campo. Essa técnica é efetiva na ampliação do processo de nucleação, que consiste na capacidade de uma planta de melhorar o ambiente (BOAVENTURA et al.; 2019).

Ao colocar no ambiente plantas já crescidas, há uma maior possibilidade de sobrevivência, pois já se encontram desenvolvidas e passaram por uma seleção de qualidade antes de irem a campo. O uso de mudas permite também realizar uma distribuição mais heterogenia das espécies implantadas, imitando o ambiente natural. Para Almeida (2016) o

principal objetivo do plantio de mudas é acelerar o processo de sucessão natural, proteger rapidamente o solo contra a erosão e garantir o aceleração e sucesso da recuperação.

Para produção de mudas de qualidade, é importante uma boa iluminação, disponibilidade hídrica, ausência de pragas e doenças, e um bom substrato que proporcione condições favoráveis para a nutrição e desenvolvimento das plantas. Na elaboração de um substrato, se deve levar em consideração a origem e composição dos materiais que o irão compor, e a proporção entre eles (KRATZ et al.; 2013).

Em muitos viveiros, a maioria das espécies trabalhadas não possuem um substrato específico, utilizando um substrato padrão, o que acarreta muitas vezes em uma muda que apresenta qualidade inferior ao seu potencial (...). No Viveiro Florestal Berço da Natureza, localizado na cidade de Estreito, no Maranhão, é geralmente utilizado um substrato constituído de solo, areia e cinza na proporção de 3:2:1. Esse viveiro está tendo dificuldade em relação à produção de mudas de Aroeira. Isso se deve ao fato de que cada planta possui características e necessidades específicas, logo não é possível utilizar apenas um tipo de substrato na produção de mudas, e sim um para cada variedade ou pelo menos para cada espécie (SCREMIN-DIAS et al.; 2006).

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho teve por objetivo testar a influência de diferentes substratos na germinação de sementes de aroeira coletadas na área de influência da UHE (Usina Hidroelétrica de Estreito) – Estreito-MA, e no desenvolvimento das mudas.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar o efeito dos tratamentos sobre a germinação;
- Realizar avaliações morfológicas para avaliar o desenvolvimento das mudas.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Aroeira

##### 3.1.1 Espécie botânica

A aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), é também conhecida como urindeuva, aroeira-do-sertão, aroeira-preta, pandeiro, almecega, arindeuva, aroeira-do-campo, dentre outros nomes, (Lorenzi, 2008). É uma planta pertencente à família Anacardiaceae, possui folhas compostas, imparipinadas, com onze a quinze folíolos; inflorescências em panículas com 10 a 18 cm de comprimento, brácteas e bractéolas deltoides, escariosas, ciliadas, caducas. (LORENZI, 2008; PAREYN et al., 2018).

De acordo com Matos (2009, p. 97), a aroeira apresenta “frutos resinosos, pequenos, com cálice aderente formando 5 alas, que auxiliam na dispersão pelo vento”. É uma árvore considerada de pequeno a grande porte, pois sua altura varia de 8 a 20 metros. Ocorre no continente americano desde o México até a Argentina, sendo nativa do Brasil e encontra-se presente nas regiões Norte, Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, estando presente nas vegetações de caatinga, cerrado e mata atlântica (MAIA, 2004; MATOS, 2009; PAREYN et al.; 2018).

##### 3.1.2 Importância econômica e ambiental

Possui grande potencial econômico, sendo o seu principal uso atribuído a extração da madeira, que é considerada uma das madeiras mais duras do Brasil, apresentando densidade de 1,19 g/cm<sup>3</sup> e grande resistência mecânica. Suas cascas e resina são utilizadas para produção de corantes, tanino e medicamentos, suas flores são melíferas e as folhas podem ser utilizadas como forragem para gado. É considerada uma planta ornamental, que possui uma copa de forma piramidal, que pode ser facilmente combinada com outras espécies, é muito empregada na arborização urbana (CORADIN et al.; 2018; MATOS, 2009).

Devido a seu valor econômico, sua adaptação a diferentes condições climáticas e tolerância a seca, a aroeira é considerada umas das mais promissoras espécies arbóreas nativas para serem empregadas no enriquecimento ou recomposição de reservas legais e na recuperação de áreas degradadas. O seu plantio também contribui para propagação e conservação da própria espécie (CORADIN et al.; 2018; MATOS, 2009).

### **3.2 Importância da produção de mudas de qualidade**

A qualidade das mudas a serem trabalhadas é um dos fatores decisivos para o sucesso da implantação de qualquer projeto de âmbito florestal, pois o índice de sobrevivência das mudas após serem transplantadas em campo é proporcional a sua qualidade, ou seja, quanto maior for a qualidade das mudas maior será suas chances de sobreviver e desenvolver.

A análise morfológica é um excelente método de avaliar a qualidade de mudas. As características morfológicas mais utilizadas para determinação da qualidade de mudas arbóreas são número de folhas, altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca radicular (MSR) e matéria seca total (MST) (SABONARO, 2006).

A altura da parte aérea e o diâmetro do coleto são variáveis de grande importância no que se refere a qualidade de mudas, e são de fácil mensuração, e podem ser obtidas sem causar danos as mudas (KNAPIK, 2005; KRATZ, 2011). A relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto, também conhecida como quociente de robustez (H/DC), reflete o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação das plantas no solo, sendo por isso um excelente parâmetro para avaliar a qualidade de mudas florestais (ARTHUR et al.; 2007).

O número de folhas pode ser usado como parâmetro para avaliar a qualidade de mudas, pois estas estão diretamente ligadas a capacidade fotossintética da planta. Já a massa seca da parte aérea está diretamente ligada tanto a quantidade como a qualidade das folhas. As folhas constituem uma importante fonte de fotoassimilados, necessários para a sobrevivência das plantas, principalmente no primeiro mês de plantio (BELLOTE; SILVA, 2000).

A massa seca radicular está relacionada ao desenvolvimento do sistema radicular. As raízes são responsáveis pela absorção de água e nutrientes pelas plantas, sendo assim quanto mais bem desenvolvido for o sistema radicular, maiores serão as chances de adaptação das mudas a adversidades (GOMES; PAIVA, 2004).

### **3.3 Germinação de Sementes**

Botanicamente a germinação é um fenômeno biológico, que consiste na retomada do crescimento do eixo embrionário, com conseqüente rompimento do tegumento pela radícula (BRASIL, 2009). Para uma semente ser considerada germinada, é necessário que as plântulas apresentem tamanho suficiente para que se possam avaliar a normalidade de suas partes e a sua possibilidade de sobrevivência (LABOURIAU, 1983).

Na germinação de sementes, é essencial conhecer as condições ideais para que este processo ocorra normalmente, principalmente pelo fato de que as espécies podem apresentar respostas variadas em função de diferentes fatores, como dormência, viabilidade, condições ambientais, que envolve água, luz, temperatura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Um dos parâmetros para a determinação da qualidade da semente é a porcentagem de germinação. Esta corresponde a proporção do número de sementes que produziu plântulas classificadas como normais (BRASIL, 2009).

### **3.4 Dormência de sementes**

Estima-se que dois terços das espécies arbóreas, possuem algum tipo de dormência, que é um fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais para germinarem, não o fazem (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Este é um recurso utilizado pelas plantas, na qual a natureza distribui a germinação das sementes no tempo, de forma que possam virem à germinarem na estação mais propícia ao seu desenvolvimento, buscando através disto a perpetuação da espécie ou colonização de novas áreas.

A semente de aroeira segundo muitos autores apresenta dormência fisiológica, Pacheco et al. (2006), recomenda como tratamento pré-germinativo a imersão das sementes em água a temperatura ambiente por 24 horas (possui tegumento permeável), seguida de lavagem em água corrente e armazenamento em geladeira por 6 dias, em temperatura variando de 4 a 5°C.

No entanto, outros autores como Pereira (2011) afirmam que sementes de aroeira não apresentam dormência fisiológica e tegumentar, não sendo, portanto necessária a aplicação de tratamentos para superação de dormência.

### **3.5 Sementes florestais**

As sementes de espécies florestais nativas, constituem insumos básicos nos programas de recuperação florestal, estabelecimento de bancos de germoplasma, programas de melhoramento e plantios econômicos para exploração de produtos madeireiros (KISSMANN et al., 2008; SOUZA et al., 2012).

Dentro de uma floresta, há grandes diferenças entre as árvores de uma mesma espécie. A coleta de sementes deve ser feita de árvores selecionadas considerando os objetivos do plantio florestal que será formado. Elas são chamadas de árvores-mães ou

árvores matrizes. Recomenda-se que sejam plantas adultas, vigorosas e saudáveis, não apresentando por tanto, sinais de ataque de pragas e doenças (OLIVEIRA et al.; 2016).

O bom desempenho do futuro plantio florestal depende de vários fatores, sendo a qualidade da semente o principal deles, pois sementes de baixo vigor irá produzir mudas de baixa qualidade independente do manejo e tratamentos culturais a elas oferecidos. As sementes devem ser coletadas, preferencialmente, em várias matrizes, respeitando-se uma distância mínima de 20 metros entre elas. Recomenda-se evitar a colheita de todas as sementes produzidas pelas árvores matrizes, permitindo, assim, que a espécie possa continuar disseminando-se de forma natural, além de garantir a sobrevivência dos animais que delas se alimentam, sem alterar o equilíbrio ecológico (HOPPE et al.; 2004).

### **3.6 Substratos para produção de mudas**

Substrato é todo material sólido, podendo ser, natural, sintético ou residual, mineral ou orgânico distinto do solo, que permita a fixação e desenvolvimento do sistema radicular, permitindo a estabilidade da planta (OLIVEIRA et al.; 2016).

Atualmente na propagação de espécies vegetais, são utilizados inúmeros substratos, que podem estar em sua constituição original ou combinados. As propriedades dos substratos podem sofrer variação dependendo do local de obtenção, mesmo quando constituídos do mesmo material. Para Kratz et. al. (2013), as propriedades do substrato variam em função de diversos fatores, como a origem, método de obtenção e produção, proporções entre componentes. Dessa forma, para que se embase melhor a formulação de misturas e adubação é importante que se analise as propriedades de todos os substratos utilizados.

#### **3.6.1 Fosfato de rocha**

O fósforo é um macronutriente e compõe juntamente com nitrogênio e potássio, o NPK, o adubo presente no mercado, mais conhecido e utilizado. Segundo Souto et al.; (2009. p.136), “o fósforo é essencial no metabolismo das plantas, a sua baixa disponibilidade na fase inicial do ciclo vegetativo podem causar restrições ao seu desenvolvimento”.

Ele é encontrado livre na natureza, tendo papel crucial na fotossíntese, sendo considerado o grande responsável pela geração de energia para produção vegetal. Participa ativamente no processo de crescimento e sustentação corporal dos vegetais, e ajuda na reprodução, não tendo sucedâneo e nem reposição. Por possuir tais características, o fosfato é amplamente utilizado na agropecuária e silvicultura como adubo na forma de pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), que é assimilável pelas plantas (SOUZA; FONSECA, 2010).

No Brasil, cerca de 80% das jazidas fosfatadas naturais, são em geral, de origem ígnea com presença acentuada de rocha carbonatítica e minerais micáceos com baixo teor de  $P_2O_5$ . Sendo denominados de diversas formas como, fosfato natural, rocha fosfatada, fosfato de rocha (SOUZA, 2001).

Para Souza et al. (2014. p.1817) “a utilização de fontes fosfatadas alternativas de baixo custo e elevado poder residual é fundamental para tornar a adubação corretiva viável, especialmente para os produtores mais descapitalizados”.

### 3.6.2 Esterco

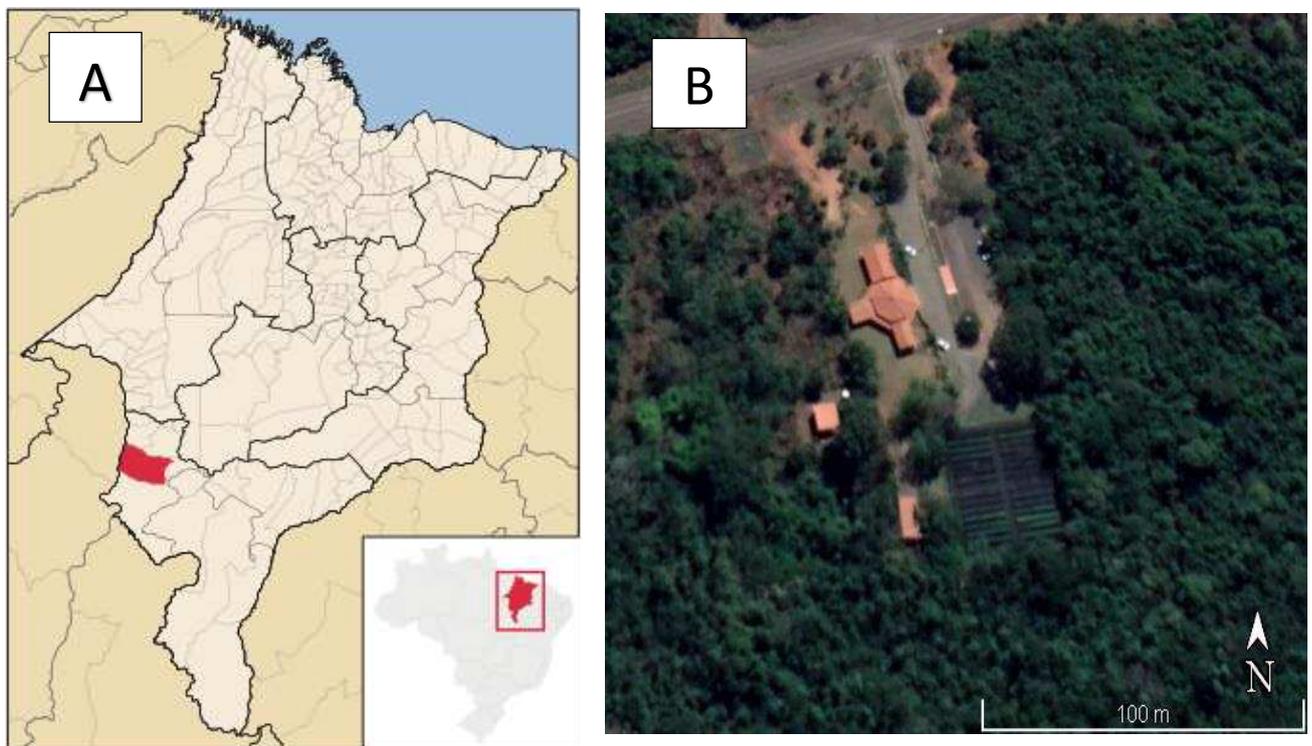
Os adubos orgânicos são utilizados frequentemente na composição de substratos, sendo fontes de nutrientes, e tendo atuação relevante na melhoria dos atributos físicos, químicos do solo e estimulam os processos microbianos (ARTUR et al.,2007; SOUZA, 2012).

O esterco apresenta-se como uma excelente fonte alternativa de adubação, pois fornece de forma lenta e gradativa os nutrientes as plantas, reduzindo perdas por lixiviação, além de contribuir para o aumento do teor da matéria orgânica, melhoria da estrutura, aeração e drenagem do solo (SOUZA, 2012). Ele também apresenta como vantagem, ser um insumo de baixo custo, podendo ser adquirido por qualquer produtor. E por ser um resíduo da criação de animais, seu uso contribui para redução do impacto ambiental causado por essas atividades.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal Berço da Natureza – CESTE, localizado no Município de Estreito – MA, nas coordenadas geográficas de 6° 34' S de latitude e 47° 26' W de longitude (Figura 1). A cidade de Estreito-MA, se encontra a uma altitude de 153 metros em relação ao nível do mar e a 750 Km de distância da capital São Luís, e tem como municípios limítrofes, Porto Franco, Carolina e Aguiarnópolis. Possui relevo plano suave ondulado, clima tropical, com período chuvoso e de estiagem bem definido, e a vegetação predominante é Cerrado.



**Figura 3** - Localização do Município de Estreito no Estado do Maranhão (A). Imagem via satélite do Viveiro berço da Natureza (B).

## 4.2 Delineamento estatístico

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo cada unidade experimental formada por 9 plantas.

Foram testados os seguintes tratamentos:

- T1 – 100% substrato padrão;
- T2 – 90% substrato padrão + 10% esterco;
- T3 – 90% substrato padrão + 10% de fosfato de rocha;
- T4 – 80% substrato padrão + 20% de fosfato de rocha;
- T5 – 70% substrato padrão + 10% esterco + 20% de fosfato de rocha;

Os dados das características morfológicas, foram submetidos a análise de variância por meio do teste F. E as médias foram analisadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software AGROSTAT versão 1.1.0.712.

## 4.3 Manejo para produção de mudas

As mudas foram produzidas a partir de sementes coletadas de matrizes presentes na área de abrangência da Usina Hidroelétrica de Estreito (UHE). Os tubetes utilizados para a produção das mudas foram de polipropileno com dimensões de 14 cm de comprimento, 5 cm de diâmetro interno na parte superior, 1 cm de diâmetro interno na parte inferior, e capacidade volumétrica de 147 cm<sup>3</sup> e foram colocados em bandejas com suporte para 54 tubetes, porém foi utilizado 45 tubetes por bandeja, e postos sobre canteiros suspensos a 80 cm do solo dentro do viveiro.

Na elaboração dos substratos, foi utilizado um recipiente graduado para realizar as medidas referentes às proporções dos componentes da mistura. Após ser mensurado todos os componentes de cada substrato, foi feita a homogeneização da mistura, sendo preparado primeiro o substrato padrão composto por solo, areia e cinza (3:2:1), que foi então misturado com o esterco e fosfato de rocha na proporção requerida em cada tratamento, seguida do enchimento dos tubetes.

Após o enchimento dos tubetes foi feita a semeadura direta, onde cada tubete recebeu uma semente, que foi colocada a 2 cm de profundidade. Durante todo o período de condução do experimento, as mudas permaneceram dentro do viveiro recebendo periodicamente irrigação, a temperatura variou de 21° a 36° durante toda a execução do presente trabalho.

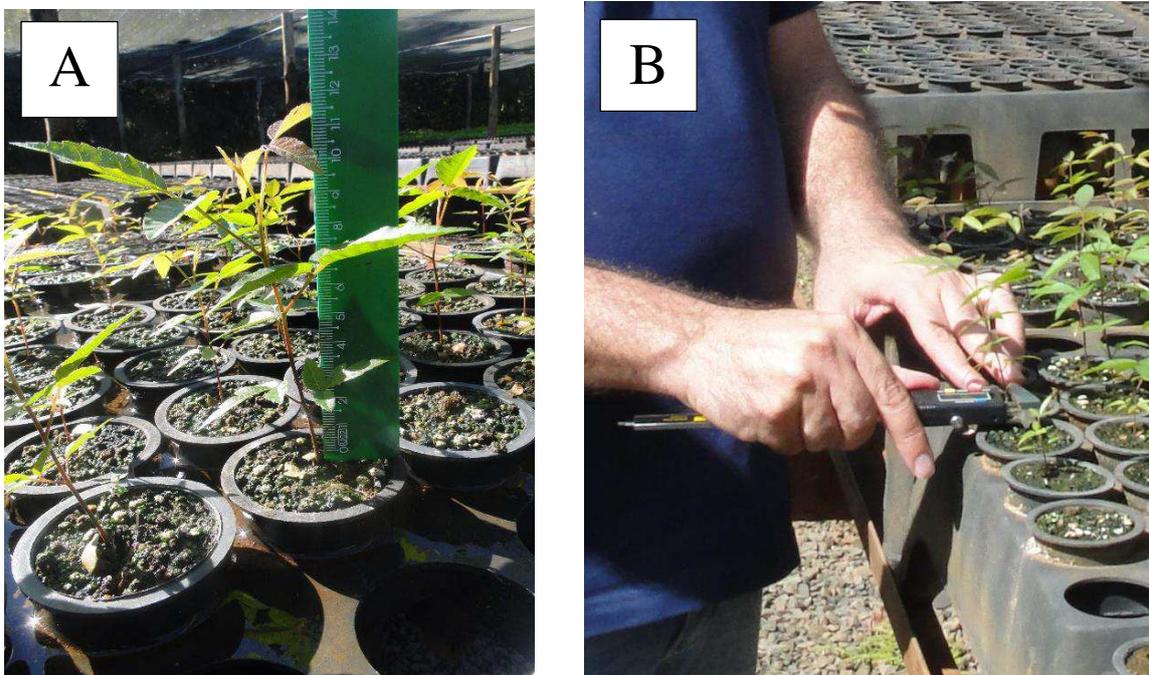
#### 4.4 Coleta e análise dos dados

As características morfológicas altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas, foram avaliados aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio (DAP).

O número de folhas foi obtido pela contagem das folhas presentes em cada planta;

A altura da parte aérea (H) foi obtida em cm, medindo a distância entre a superfície do substrato e a inserção do último par de folhas, utilizando uma régua;

O diâmetro do coleto (DC) em mm foi medido com um paquímetro digital na região do caule a uma altura de 2cm da superfície do substrato (Figura 2).



**Figura 4** - Determinação da altura da parte aérea (A) e diâmetro do coleto (B) das mudas de *Myracrodruon urundeuva*.

Aos 150 dias, foram avaliadas as características morfológicas relacionadas ao comprimento de raiz, massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total.

O comprimento de raiz, em cm, foi obtido medindo com uma régua, desde a base da planta até a ponta da raiz.

A massa seca da parte aérea foi determinada em  $\text{g.planta}^{-1}$ , pesando individualmente a parte superior ao coleto das plantas, que foram posteriormente acondicionadas em estufa a  $70^\circ\text{C}$  por 72 horas para secagem, e em seguida foram pesadas em uma balança digital.

A massa seca radicular foi determinada em  $\text{g.planta}^{-1}$ , pesando as raízes separadas da parte aérea. Elas foram limpas e postas para secar em estufa a  $70^\circ \text{C}$  por 72 horas, em seguida foram pesadas em balança digital.

#### 4.5 Índice de qualidade Dickson (1960)

Após ser obtido as características morfológicas relacionados à altura da parte aérea, o diâmetro do coleto e o peso da matéria seca, forão calculados os parâmetros de qualidade: relação entre altura e diâmetro, relação entre a matéria seca da parte aérea e radicular e o Índice de Qualidade de Dickson (1960):

$$\text{IDQ} = \frac{\text{MST}}{(\text{H/D}) + (\text{MSPA/MSR})}$$

Onde:

IDQ = Índice de qualidade de Dickson;

MST = Massa seca total (g);

H = Altura da parte aérea (cm);

D = Diâmetro do coleto (mm);

MSPA = Massa seca da parte aérea (g);

MSR = Massa seca radicular (g).

#### 4.6 Índice de velocidade de emergência

A cada três dias, durante os primeiros 90 dias após a emergência da primeira plântula, foram realizadas contagens do número de plântulas de cada repetição para a obtenção do índice de velocidade de emergência, de acordo com a fórmula de Maguire (1962):

$$\text{IVE} = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$$

Onde:

IVE = Índice de velocidade de emergência;

G1, G2, Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem;

N1, N2, Nn = dias após a semeadura na primeira, segunda e última contagem.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os diferentes substratos testados proporcionaram, segundo a análise de variância ( $P < 0,05$ ), efeito significativo em relação ao percentual de germinação, velocidade de germinação, e para as características morfológicas: comprimento radicular, número de folhas, altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação altura/diâmetro do coleto, massa seca radicular, massa seca da parte aérea, relação massa da parte aérea/massa seca radicular e índice de Dickson.

### 5.1 Percentual de germinação e índice de velocidade de germinação

Na tabela 1 estão descritos os valores referentes ao percentual de germinação e índice de velocidade de germinação para as sementes de *Myracrodrun urundeuva* em condição de viveiro.

**Tabela 1 – Percentual de germinação (G) e índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes de *Myracrodrun urundeuva* em diferentes substratos.**

Tratamentos	G %	IVE (plantas/dia)
T1 (100% SP)	80,00 a	0,95 a
T2 (90% SP + 10% E)	16,67 b	0,15 b
T3 (90% SP+ 10% FR)	77,78 a	1,02 a
T4 (80% SP + 20% FR)	75,56 a	0,79 ab
T5 (70% SP + 10% E + 20% FR)	73,33 a	0,92 a
F	**	**
CV%	24,84	44,54

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\*significativo ( $P < 0,05$ ), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ). SP (substrato padrão formado por: 50% de solo, 33,33% de areia e 16,67% de cinza), E (esterco), FR (fosfato de rocha).

O tratamento T2 (90% SP + 10% E) foi o que apresentou menor percentual de germinação (16,67%), e o único que diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Considerando que as sementes utilizadas em todas os tratamentos são provenientes do mesmo lote, e que as condições em que os tratamentos foram submetidos eram iguais, a única justificativa para essa diferença no percentual de germinação, foi que o substrato composto por 90% substrato padrão e 10% esterco, interferiu de forma negativa na germinação das sementes, sendo portanto, o menos indicado para germinação de sementes de aroeira.

Quanto ao índice de velocidade de germinação, não houve diferença significativa entre os tratamentos testados, exceto o tratamento T2 que apresentou menor média 0,15. Porém ele não diferiu estatisticamente do tratamento T4 (80% SP + 20%FR) com velocidade de germinação de 0,79. (Tabela 1).

## 5.2 Médias do número de folhas, comprimento radicular, altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação altura da parte da aérea e diâmetro do coleto para as mudas de *Myracrodruon urundeuva*.

Na tabela 2 observa-se que as mudas de aroeiras apresentaram um melhor desempenho em altura da parte aérea e diâmetro do coleto, no tratamento T5 (70% SP + 10% E + 20% FR).

**Tabela 2 - Média do comprimento radicular (CR), número de folhas (NF), altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (D) e relação altura/diâmetro (H/DC) nas mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) produzidas em diferentes substratos.**

Tratamentos	NF	CR (cm)	H (cm)	DC (mm)	H/DC
T1 (100% SP)	19,28 ab	9,16 c	5,15 d	1,30 b	3,97 c
T2 (90% SP + 10% E)	25,70 a	10,97 a	18,86 b	3,08 b	6,12 ab
T3 (90% SP+ 10% FR)	11,92 c	11,51 a	9,51 c	1,68 b	5,65 b
T4 (80% SP + 20% FR)	10,48 c	9,73 bc	10,02 c	1,46 b	6,86 a
T5 (70% SP + 10% E + 20% FR)	16,60 bc	10,66 ab	25,27 a	12,07 a	2,18 d
F	**	**	**	**	**
CV%	20,45	5,4	8,5	25,96	9,11

ns = não significativo ( $P>0,05$ ); \*\*significativo ( $P<0,05$ ), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $P>0,05$ ). SP (substrato padrão formado por: 50% de solo, 33,33% de areia e 16,67% de cinza), E (esterco), FR (fosfato de rocha).

Em relação ao número de folhas os tratamentos T1 (100% SP) e T2 (90% SP + 10% E), tiveram as maiores medias, 19,28 e 25,7 respectivamente. Seguido do tratamento T2 (70% SP + 10% E + 20% FR), com média de 16,6 folhas por planta.

As menores médias relacionadas ao comprimento radicular foram observadas nos tratamentos T1 e T4, variando de 9,16 a 9,73 cm. Enquanto que os tratamentos T2, T3 e T5, tiveram as médias mais elevadas, variando de 10,66 a 11,51 cm, estes não diferiram estatisticamente entre si.

O comprimento da raiz é importante, pois define o quanto a planta pode explorar o solo em profundidade. No entanto a densidade radicular é em muitos casos mais importante do que o comprimento radicular, esse parâmetro é analisado pela massa seca radicular.

### 5.2.1 Altura da parte aérea

A maior média referente à altura da parte aérea, foi apresentada pelo tratamento T5 (70% SP + 10% E + 20% FR), diferenciando dos demais tratamentos. Já o tratamento T1 (100% SP), apresentou o menor crescimento médio em altura. Esse resultado pode ser observado durante todo o período de andamento do experimento. Sendo que somente nos dados coletados 30 dias após a primeira emergência é que o tratamento T5 apresentou resultado estatístico semelhante ao tratamento T3 (90% SP + 10% FR). (Tabela 3).

**Tabela 3 - Médias de altura da parte aérea das mudas de *Myracrodruon urundeuva*, em diferentes substratos aos 30, 60, 90, 120, e 150 dias após a primeira emergência.**

Tratamentos	Altura da parte aérea (cm)				
	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias
T1 (100% SP)	3,65 c	4,82 d	4,82 d	4,99 d	5,15 d
T2 (90% SP + 10% E)	5,74 b	18,00 b	18,05 b	18,65 b	18,86 b
T3 (90% SP+ 10% FR)	6,80 ab	9,16 c	9,16 c	9,30 c	9,51 c
T4 (80% SP + 20% FR)	5,36 b	8,66 c	8,78 c	9,44 c	10,02 c
T5 (70% SP + 10% E + 20% FR)	7,93 a	23,44 a	23,64 a	24,20 a	25,27 a
F	**	**	**	**	**
CV%	13,63	12,83	12,22	10,41	8,5

ns = não significativo ( $P>0,05$ ); \*\*significativo ( $P<0,05$ ), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $P>0,05$ ). SP (substrato padrão formado por: 50% de solo, 33,33% de areia e 16,67% de cinza), E (esterco), FR (fosfato de rocha).

Esse resultado é semelhante ao encontrado por Matias et al. (2019), testando três tipos de substratos para produção de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, onde as maiores médias para altura da parte aérea, foram observados nos tratamentos contendo esterco, em destaque o substrato chamado pelo autor de Completo (Terra + esterco na proporção 2:1 + 2,2 Kg de NPK (10-10-10) por metro cúbico de substrato + 1,3 kg de calcário por metro cúbico de substrato), associado a adubação foliar suplementar. Segundo Gomes e

Paiva (2011), à presença de substâncias orgânicas melhoram a agregação, aumentam a capacidade de troca catiônica e a capacidade de retenção de água.

### 5.2.2 Diâmetro do coleto

O tratamento T5 (70% SP + 10% E + 20% FR) apresentou maior média de diâmetro do coleto, diferenciando dos demais tratamentos. Essa diferença se mantém desde o início do experimento, sendo que as observações realizadas aos 120 e 150 dias demonstraram maior diferença em comparação aos demais tratamentos. Conforme a Tabela 3, nesse período as médias do tratamento T5 variaram de 10,29 a 12,07, e as médias dos demais tratamentos variaram de 1,27 a 3,08 respectivamente.

**Tabela 4 – Diâmetro do coleto das mudas de *Myracrodruon urundeuva*, em diferentes substratos aos 30, 60, 90, 120, e 150 dias após a primeira emergência.**

Tratamentos	Diâmetro do coleto (mm)				
	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias
T1 (100% SP)	0,5 c	1,1 d	1,1 c	1,27 b	1,30 b
T2 (90% SP + 10% E)	0,86 b	2,12 b	2,47 b	2,90 b	3,08 b
T3 (90% SP+ 10% FR)	0,90 b	1,44 c	1,44 c	1,57 b	1,68 b
T4 (80% SP + 20% FR)	0,77 bc	1,27 cd	1,29 c	1,36 b	1,46 b
T5 (70% SP + 10% E + 20% FR)	1,29 a	2,46 a	3,84 a	10,29 a	12,07 a
F	**	**	**	**	**
CV%	19,3	9,68	9,65	42,17	25,96

ns = não significativo ( $P>0,05$ ); \*\*significativo ( $P<0,05$ ), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $P>0,05$ ). SP (substrato padrão formado por: 50% de solo, 33,33% de areia e 16,67% de cinza), E (esterco), FR (fosfato de rocha).

O diâmetro do coleto é um importante indicador de qualidade de mudas, sendo segundo Scalon et al. (2002) uma característica valiosa na avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento da planta após o plantio. Segundo Grave et al. (2007), mudas com um superior desenvolvimento do diâmetro do coleto, estão associadas a um crescimento acentuado da parte aérea e radicular. Segundo Gonsalves et al. (2000) o diâmetro de coleto mais adequado para mudas florestais é entre 5 a 10 cm.

No presente trabalho apenas o tratamento T5 apresentou diâmetro do coleto superior ao parâmetro estabelecido por Gonsalves et al. (2002). Todos os demais tratamentos testados, apresentaram resultados inferiores ao recomendado. Com base nesse parâmetro é possível

afirmar que as mudas produzidas com 70% substrato padrão + 10% de Esterco + 20% Fosfato de Rocha são as possuem maior potencial de sobrevivência e crescimento.

### 5.2.3 Relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto

A relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto apresentou variação entre 2,18 e 6,86. As maiores médias da relação foram obtidas pelos tratamentos T2 (90% SP + 10% E) e T4 (80% SP + 20% FR), não apresentando diferença estatística entre si. Os menores valores para este parâmetro foram obtidos pelos tratamentos T1 (100% SP) e T5 (70% SP + 10% E + 20% FR), não havendo diferença estatística entre esses tratamentos.

A razão entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto, expressa a proporção entre esses dois parâmetros de qualidade. Plantas que apresentam uma razão alta, tendem a possuir uma altura elevada em relação a um diâmetro do coleto pequeno, as tornando mais suscetíveis a tombamentos, enquanto que plantas com uma razão pequena tendem a ter uma altura e diâmetro do coleto mais equilibrada, o que lhes assegura maior resistência e melhor fixação ao solo (ARTHUR et al.; 2007).

Para Carneiro (1995), os valores ideais para essa relação devem estar entre 5,4 e 8,1 demonstrando o equilíbrio de crescimento das mudas. Os valores relacionados a esse parâmetro, encontrados no presente trabalho, são inferiores e iguais a faixa considerado ideal por Carneiro.

### **5.3 Médias de massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total para as mudas de *Myracrodruon urundeuva***

Na tabela 5 encontram-se descritos os valores referentes a massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total das mudas de *M. urundeuva* com diferentes substratos em condição de viveiro.

Os tratamentos T2 (90% SP + 10% E) e T5 (70% SP + 10% E + 20% FR), apresentaram as maiores médias em relação a massa seca da parte aérea, variando entre 1,009 a 1,024 g.planta<sup>-1</sup>.

Para massa seca radicular, as médias variaram de 0,105 a 2,107 g.planta<sup>-1</sup>. Sendo que as maiores médias foram apresentadas pelo tratamento T2 (90% SP + 10% E), seguido do tratamento T5 (70% SP + 10% E + 20% FR).

**Tabela 5 – Médias referentes a massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total, das mudas de *Myracrodruon urundeuva*.**

Tratamentos	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
T1 (100% SP)	0,087 b	0,251 c	0,338 c
T2 (90% SP + 10% E)	1,024 a	2,107 a	3,163 a
T3 (90% SP + 10% FR)	0,149 b	0,377 c	0,527 c
T4 (80% SP + 20% FR)	0,101 b	0,105 c	0,206 c
T5 (70% SP + 10% E + 20% FR)	1,009 a	1,403 b	2,413 b
F	**	**	**
CV%	28,612	27,581	26,809

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\*significativo ( $P < 0,05$ ), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ). SP (substrato padrão formado por: 50% de solo, 33,33% de areia e 16,67% de cinza), E (esterco), FR (fosfato de rocha).

Para Gomes e Paiva (2004) a massa seca da parte aérea indica a rusticidade da muda, quanto maior, mais capaz será de resistir a adversidades. Enquanto que Gomes (2001) afirma que diferentes autores reconhecem a massa seca das raízes como parâmetro para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas no campo.

Considerando o que foi dito pelos autores citados acima, podemos afirmar que as mudas produzidas nos tratamentos T2 (90% SP + 10% E) e T5 (70% SP + 10% E + 20% FR), são as mais rústicas, e com maiores capacidades de sobrevivência e crescimento no período inicial de campo, dentre todas as mudas produzidas pelo presente trabalho.

Para o parâmetro de massa seca total, os resultados foram semelhantes ao de massa seca radicular, onde os melhores tratamentos foram o T2 e T5, com média variando de 2,413 a 3,163 g.planta<sup>-1</sup>. Eles apresentaram diferença estatística entre si, e em relação aos demais tratamentos.

#### **5.4 Médias da relação massa seca da parte aérea e radicular (MSPA/MSR), e índice de qualidade de Dickson para as mudas de *M. urundeuva***

Na tabela 6 encontram-se descritos os valores referentes aos parâmetros de análise citados acima, para as mudas de *M. urundeuva* com diferentes substratos.

O tratamento T4 (80% SP + 20% FR) foi o que apresentou uma melhor relação entre massa seca da parte aérea e massa seca radicular, seu valor foi de 0,99, diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos. Logo em seguida, temos com melhor média os tratamentos T2 (90% SP + 10% E) e T5 (70% SP + 10% E + 20% FR), que apresentaram valores de 0,50 a 0,72.

**Tabela 6 – Médias da relação massa seca da parte aérea e massa seca radicular (MSPA/MSR) e do Índice de Qualidade de Dickson, das mudas de *Myracrodruon urundeuva*.**

Tratamentos	MSPA/MSR	IQD
T1 (100% SP)	0,35 c	0,08 c
T2 (90% SP + 10% E)	0,50 bc	0,46 b
T3 (90% SP+ 10% FR)	0,40 c	0,09 c
T4 (80% SP + 20% FR)	0,99 a	0,03 c
T5 (70% SP + 10% E + 20% FR)	0,72 b	0,88 a
F	**	**
CV%	21,01	50,48

ns = não significativo ( $P>0,05$ ); \*\*significativo ( $P<0,05$ ), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $P>0,05$ ). SP (substrato padrão formado por: 50% de solo, 33,33% de areia e 16,67% de cinza), E (esterco), FR (fosfato de rocha).

Para o índice de qualidade de Dickson, as mudas alcançaram valores entre 0,03 a 0,88. A maior média foi obtida pelo tratamento T5, diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos. A segunda maior média foi obtida pelo tratamento T2, cujo valor foi de 0,46. As menores médias foram apresentadas pelos tratamentos T1 (100% SP), T3 (90% SP + 10% FR) e T4 (80% SP + 20%FR), que não apresentaram diferença estatística entre as mudas.

O índice de qualidade Dickson, é segundo Fonseca (2002), um bom indicador de qualidade para mudas, pois na sua interpretação é considerada a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda.

Hunt (1990) recomenda o valor mínimo 0,20, para que as mudas possam ser levadas a campo. Tomando esse valor como referência, observa-se que apenas os tratamentos T2 e T5, apresentam valores superiores a 0,20, indicando que somente as mudas produzidas com esses tratamentos estão aptas a serem plantadas em campo.

Para Gomes (2001), quanto maior for o valor do índice de qualidade de Dickson, maior será o padrão de qualidade das mudas. Sendo assim, podemos considerar que as mudas produzidas no tratamento T5 (70% SP + 10% E + 20% FR), são as de melhor qualidade.

## 6 CONCLUSÃO

Ao analisar os dados referentes ao percentual de germinação, velocidade de emergência e as características morfológicas com ênfase ao índice de qualidade de Dickson, o tratamento formulado com 70% de substrato padrão, 10% de esterco e 20% de fosfato de rocha, foi o que apresentou melhor desempenho.

O tratamento formulado com 90% de substrato padrão e 10% de esterco demonstrou excelentes resultados quanto aos parâmetros morfológicos analisados, porém ele apresentou um percentual de germinação muito baixo, o que torna sua utilização pouco recomendável.

Conclui-se que dentre todos os tratamentos testados nesse trabalho o constituído de 70% de substrato padrão, 10% de esterco e 20% de fosfato de rocha, é o mais indicado para produção de mudas de aroeira, e mesmo utilizando mais insumos em sua elaboração que os demais tratamentos, temos que considerar que se trata de insumos de baixo custo, o que torna a utilização desse substrato plenamente viável.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Danilo Sette de. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. rev. e ampl. Ilhéus: EDITUS, 2016. 200p.
- ARTHUR, Adriano Guirado; CRUZ, Mara Cristina Pessôa da; FERREIRA, Manoel Evaristo; BARRETO, Vitor Corrêa de Mattos; YAGI, Renato. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, jun. 2007.
- ARTUR, Adriana Guirado; CRUZ, Mara Cristina Pessôa da; FERREIRA, Manoel Evaristo; BARRETO, Vitor Corrêa de Mattos; YAGI, Renato. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.42, n.6, p.843-850, jun. 2007.
- BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. **Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de Eucalyptus spp**. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, p.105-133, 2000.
- BOAVENTURA, Kárita de Jesus; CUNHA, Elida Lúcia da.; SILVA, Sandro Dutra. Recuperação de áreas degradadas no Brasil: conceito, história e perspectivas. **Tecnia**, v. 4, n. 1, p. 125-145, 2019.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF: MAPA, 2009. 399p.
- CALDEIRA, M.V.W.; WENDLING, I.; PENCHEL, R.M.; GONÇALVES, E.O.; KRATZ, D.; TRAZZI, P.A. Propriedades de substratos para produção de mudas florestais. Visconde do Rio Branco: **Suprema**, v.1, p.142-160. 2011.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.
- CARVALHO, Nelson Moreira de; NAKAGAWA, João. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CORADIN, Lidio; CAMILLO, Julcéia; PAREYN, Frans Germain Corneel. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2008. 1311p.
- FONSECA, Ésio de Pádua; VALÉRI, Sérgio Valiengo; MIGLIORANZA, Édison; FONSECA, Nilva Aparecida Nicolao; COUTO, Laércio. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. Viçosa: **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, jul./ago. 2002.
- GOMES, José Mauro. **Parâmetros morfológicos na avaliação de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-PK**. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.
- GOMES, José Mauro; PAIVA, Haroldo Nogueira. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 116 p.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTERELLI, E.G.; NETO, S. P. M.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: ESALQ/USP, p.309-350, 2000.

GRAVE, Fernanda; FRANCO, Elcí Terezinha Henz; PACHECO, Jardel Pizzatto; SANTOS, Sidney Rodrigues. Crescimento de plantas jovens de Açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. **Revista Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, out./dez. 2007.

HOPPE, Juarez Martins; GENRO, Cícero João Mallmann; VARGAS, Cristiane Ottes; FLORIANO, Eduardo Pagel; REIS, Eduardo Righi dos; FORTES, Fabiano de Oliveira; MÜLLER, Ivanor; FARIAS, Jorge Antônio de; CALEGARI, Leandro; DACOSTA, Lourdes Patricia Elias. **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria: UFSM, 2004. 388p.

HUNT, G.A. Effect of styrobloc design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Roseburg, 1990. Proceedings... p. 218-222. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. Instrução Normativa nº 4. Brasília: IBAMA, 2011.

KISSMANN, Camila; SCALON, Silvana de Paula Quintão; FILHO, Homero Scalon; RIBEIRO Noeli. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenanthera pavonina* L. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 668-674, mar./abr. 2008.

KNAPIK, Juliane Garcia; ALMEIDA, Lausanne Soraya de; FERRAN, Márcio Pinheiro; OLIVEIRA, Edilson Batista de; NOGUEIRA, Antonio Carlos. Crescimento inicial de mudas de *Mimosa scabrella* Benth, *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Allophylus Edulis* (St. Hil.) Radl. sob diferentes regimes de adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 51. p.33-44, jul./dez. 2005.

KRATZ, Dagma. **Substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* maiden et camage e *Mimosa scabrella* benth.** 2011. 118 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

KRATZ, Dagma; WENDLLING, Ivar; NOGUEIRA, Antonio Carlos; ZOUZA, Paulo Vitor. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, v.37, n.6, p.1103-1113, 2013.

LABOURIAU, Luiz Gouvêa. **A germinação de sementes**. Washington: OEA: 1983. 174p.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudo da Flora, 2008. 384 p.

MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. Leitura e Arte, 2004.

MATOS, Eloina; QUEIROZ, Luciano Paganucci de. **Árvores para cidades**. Salvador, BA: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009. 340 p.

MATIAS, Renan Augusto Miranda; VENTUROLI, Fábio; LIMA, Mirella Basileu de Oliveira; MARTINS, Thalles Oliveira. Efeito da adubação suplementar foliar associada a diferentes substratos em mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemã. *Braz. J. of Develop*, v.5, n.11, p.25617-25629, nov. 2019.

MORI, Edson Seizo; PIÑA-RODRIGUES, Fátima; FREITAS, Nobel Pentead de. **Sementes florestais: guia para germinação de 100 espécies nativas**. São Paulo: Instituto Refloresta, 2012. 159p.

OLIVEIRA, Maria Cristina de; OGATA, Roberto Shoujirou; ANDRADE, Geovane Alves; SANTOS, Déborah da Silva; SOUZA, Ravana Marques; GUIMARÃES, Tadeu Gracioli; JÚNIOR, Manoel Cláudio da Silva; PEREIRA, Djalma José de Souza; Ribeiro, José Felipe. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2016. 124p.

PAREYN, Frans Germain Corneel; ARAUJO, Elcida de Lima; DRUMOND, Marcos Antonio; MIRANDA, Maria José de Andrade Casimiro; SOUZA, Caroline Almeida; SILVA, Ana Paula de Souza.; BRAZOLIN, Sérgio; MARQUÊS, Keila Karoline Magalhães. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, 2018. Cap. 5, p. 766-772.

PACHECO, Mauro Vasconcelos; MATOS, Valderez Pontes; FERREIRA, Rinaldo Luiz Caraciolo; FELICIANO, Ana Lícia Patriota; PINTO, Kedma Maria Silva. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v.30 n.3, p. 359-367, 2006.

PEREIRA, Magnum de Souza. **Manual técnico Conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga**. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011. 60p.

SABONARO, Débora Zumkeller. **Utilização de composto de lixo urbano na Produção de mudas de espécies arbóreas Nativas com dois níveis de irrigação**. 2006. 96p. Dissertação (Mestrado em agronomia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2006.

SCALON, Silvana de Paula Quintão; MUSSURY, Rosilda Mara; RIGONI, M.R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.1, p.1-5, jan./fev. 2002.

SCREMIN-DIAS, Edna; KALIFE, Cristiane; MENEGUCCI, Zildamara dos Reis Holsback; SOUZA, Paulo Robson de. **Produção de mudas de espécies florestais nativas : manual**. Campo Grande: Ed. UFMS, 2006. 59p.

SOUTO, Jacob Silva; OLIVEIRA, Francisco Tomaz de; GOMES, Maria Maésia Soares; NASCIMENTO, José Pereira do; SOUTO, Patrícia Carneiro. Efeito da aplicação de fósforo no desenvolvimento de plantas de feijão guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp). **Revista verde**, v.4, n.1, p.135-140, jan./mar. 2009.

SOUZA, Antônio Eleutério de. **Balço Mineral Brasileiro 2001**. Brasília: DNPM, 2001. 31p.

SOUZA, Fabiana; MENGARDA, Liana; SPADETO, Cristiani; LOPES, José Carlos. Substratos e temperaturas na germinação de sementes de gonçalo-alves (*Astronium concinnum* Schott). **Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.6, n.3, p.76-86, 2012.

SOUZA, José Renato. **Influência da utilização do lixo orgânico urbano como fonte de biofertilizante e composto para o desenvolvimento de ipê-mirim (*Tecoma stans*) com duas lâminas de irrigação**. 2012. 75f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2012.

SOUZA, Richard Matos de; SOBRAL, Lafayette Franco; VIÉGAS, Pedro Roberto Almeida; JUNIOR, Adilson de Oliveira; CARVALHO, Maria da Conceição Santana. Eficiência agrônômica de fosfatos de rocha em solo com elevado teor de cálcio trocável. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1816-1825, 2014.