

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**INFLUÊNCIA DE RECIPIENTES E FERTILIZANTES ASSOCIADA À
QUALIDADE DE MUDAS DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud**

THALITA ROCHA DA SILVA

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA – BRASIL
OUTUBRO – 2021

THALITA ROCHA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE RECIPIENTES E FERTILIZANTES ASSOCIADA À
QUALIDADE DE MUDAS DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestra.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Brito de Novaes (UESB)

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA – BRASIL
OUTUBRO – 2021

S584i Silva, Thalita Rocha da.

Influência de recipientes e fertilizantes associada à qualidade de mudas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. / Thalita Rocha da Silva, 2021.

46f.

Orientador (a): Dr. Adalberto Brito Novaes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Vitória da Conquista, 2021.

Inclui referências. 38 - 46.

1. Qualidade de mudas – *Cordia trichotoma*. 2. Potencial de regeneração de raízes. 3. Adubos. 4. Cadeia de Markov. I. Novaes, Adalberto Brito. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós- Graduação em Ciências Florestais. III. T.

CDD: 634.92

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

THALITA ROCHA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE RECIPIENTES E FERTILIZANTES ASSOCIADA À
QUALIDADE DE MUDAS DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestra.

Aprovada em 15 de outubro de 2021.

Comissão Examinadora:

Prof. Alessandro de Paula (Eng. Florestal, D.Sc. em Ecologia e Recursos Naturais) –
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. José Geraldo Mageste (Eng. Florestal, Ph.D em Manejo Florestal) –
Universidade Federal de Uberlândia – MG

Prof. Adalberto Brito de Novaes (Eng, Agrônomo, D.Sc. em Engenharia Florestal) –
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Orientador

RESUMO

SILVA, Thalita Rocha da, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, outubro de 2021. **Influência de recipientes e fertilizantes associados à qualidade de mudas de *Cordia trichotoma*** (Vell.) Arrab. ex Steud. Orientador: Adalberto Brito de Novaes.

O presente estudo objetivou-se avaliar o desenvolvimento das mudas de *Cordia trichotoma* produzidas em dois volumes de recipientes em extrato com quatro composições de fertilizantes. O experimento foi subdividido em duas etapas: a primeira tratou-se da produção das mudas e mensuração dos parâmetros morfológicos: altura da parte aérea, diâmetro do colo, relação altura/diâmetro do colo (H/D), biomassa seca da parte aérea, radicial e total, relação biomassa seca da parte aérea/biomassa seca de raiz (BSPA/BSR), número de folhas e Índice de Qualidade de Dickson; na segunda, estimou-se o Potencial de Regeneração das Raízes (PRR). Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado na etapa de produção das mudas, dispondo-as em um arranjo fatorial 2 x 4, sendo dois volumes de tubetes (170 cm³ e 270 cm³), e quatro composições de fertilizantes: 1. NPK 15-8-12 (Basacote 9M[®]); 2. NPK 15-8-12 + NPK 9-40-00 (Basacote 9M[®] + Phusion[®]); 3. NPK 20-5-20 (Polyblen[®]); e 4. NPK 20-5-20 + NPK 9-40-00 (Polyblen[®] + Phusion[®]), com quatro repetições. Para a determinação do PRR, utilizaram-se os mesmos tratamentos e delineamento da fase de viveiros. As variáveis dependentes foram submetidas ao teste de média de Tukey a 95% de probabilidade. O desenvolvimento das mudas foi influenciado pelo uso de fertilizantes de liberação lenta, bem como pelo volume do recipiente. O Potencial de Regeneração das Raízes não foi influenciado pelo volume do recipiente. O PRR relacionou-se com os parâmetros morfológicos na fase de viveiro, mostrando-se importante para a variação da qualidade das mudas em viveiro. O tubete de 270 cm³ combinado com o fertilizante NPK 15-8-12 (Basacote 9M[®]) é recomendado para a produção de mudas de *C. trichotoma*.

Palavras-chave: Potencial de regeneração de raízes, Qualidade de mudas, adubos.

ABSTRACT

SILVA, Thalita Rocha da, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, October 2021. **Influence of containers and fertilizers associated with the quality of seedlings of *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.** Advisor: Adalberto Brito de Novaes.

This study aimed to evaluate the development of *Cordia trichotoma* seedlings produced in two volumes of extract containers with four fertilizer compositions. The experiment was divided into two stages: the first dealt with the production of seedlings and measurement of morphological parameters: shoot height, stem diameter, height/neck diameter ratio (H/D), shoot dry matter biomass, root and total, shoot dry biomass/root dry biomass ratio (BSPA/BSR), number of leaves and IQD. The second, the Root Regeneration Potential (PRR) was estimated. A completely randomized experimental design was adopted in the seedling production stage, arranging them in a 2 x 4 factorial arrangement, with two volumes of tubes (170 cm³ and 270 cm³), and four fertilizer compositions: 1. NPK 15- 8-12 (9M® Bascote); 2. NPK 15-8-12 + NPK 9-40-00 (Basacote 9M® + Phusion®); 3. NPK 20-5-20 (Polyblen®) and 4. NPK 20-5-20 + NPK 9-40-00 (Polyblen® + Phusion®), with four repetitions. To determine the RRP, the same treatments and design of the nursery phase were used. The dependent variables were submitted to Tukey's mean test at 95% probability. Seedling development was influenced by the use of slow-release fertilizers as well as the volume of the container. Root Regeneration Potential was not influenced by container volume. The PRR was related to the morphological parameters in the nursery phase, showing to be important for the variation in the quality of the seedlings in the nursery. The 270 cm³ tube combined with NPK 15-8-12 fertilizer (9M® Basacote) is recommended for the production of *C. trichotoma* seedlings.

Keywords: Root regeneration potential, Seedling quality, fertilizers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Organização Symbiosis Investimentos.	14
Figura 2 – Recipientes utilizados para a produção de mudas de <i>Cordia trichotoma</i>	16
Figura 3 – Etapas do processo de confecção do substrato. Pesagem dos fertilizantes de liberação lenta (A). Medição do substrato-base (B). Incorporação dos fertilizantes (C e D).	17
Figura 4 – Etapas do processo de produção de mudas. Semeadura (A e B). Mudanças em desenvolvimento na casa de vegetação (C). Mudanças em rusticificação (D).	18
Figura 5 – Muda de <i>Cordia trichotoma</i> (A). Detalhe da parte aérea (B).	19
Figura 6 – Parte aérea de <i>Cordia trichotoma</i> após a secagem (A). Sistema radicular de <i>Cordia trichotoma</i> após a secagem (B).	19
Figura 7 – Instalação da etapa de determinação do PRR. Rizômetro (A). Muda de <i>Cordia trichotoma</i> submetida à poda do sistema radicular (B). Mudanças transplantadas para os tubos e protegidas com lona preta (C).	20
Figura 8 – Média de altura da parte aérea (A e B) e diâmetro de colo (C e D) de mudas de <i>Cordia trichotoma</i> . A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.	24
Figura 9 – Média de massa seca (g) da parte aérea (A e B), massa seca de raiz (C e D) e massa seca total (E e F) de mudas de <i>Cordia trichotoma</i> . A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.	26
Figura 10 – Média da relação altura/diâmetro do coleto (A e B) e massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (C e D) de mudas de <i>Cordia trichotoma</i> . A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.	28
Figura 11 – Média do número de folhas (A e B) de mudas de <i>Cordia trichotoma</i> . A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.	30
Figura 12 – Média do Índice de Qualidade de Dickson (C e D) de mudas de <i>Cordia trichotoma</i> . A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.	31

Figura 13 – Mudanças de <i>Cordia trichotoma</i> 90 dias após a poda das raízes para avaliação do potencial de regeneração de raiz (PRR).	32
Figura 14 – Média para o índice de Potencial de Regeneração de Raízes (A e B) de mudas de <i>Cordia trichotoma</i> . A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.	32
Figura 15 – Sistema radicular de mudas de <i>Cordia trichotoma</i> antes (A, B e C) e depois (D, E e F) da poda das raízes.	34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Porcentagem dos nutrientes constituintes de cada fertilizante utilizado no experimento..... 16
- Tabela 2** – Percentual de raízes regeneradas, em cada quadrante, de mudas de *Cordia trichotoma* produzidas em tubetes de 170 cm³ e 270 cm³, 180 dias após o transplante em tubos.....35
- Tabela 3** – Coeficientes de correlação de Pearson entre os parâmetros morfológicos: altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (DC), biomassas secas das partes aéreas (BSPA), sistema radicial (BSR) e total (BST), número de folhas de mudas (NF) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de *Cordia trichotoma*.35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. <i>Cordia trichotoma</i> (Vellozo) Arrabida ex Steudel	3
2.2. Qualidade de mudas florestais	4
2.3. Recipientes e a produção de mudas florestais	5
2.4. Fertilização de mudas de espécies florestais	6
2.5. Parâmetros relacionados à qualidade das mudas	8
2.5.1. Parâmetros morfológicos	8
2.5.2. Relações morfológicas	10
2.5.3. Potencial de regeneração de raízes – PRR	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Localização dos estudos	14
3.2. Tratamentos e procedimentos estatísticos.....	15
3.3. Recipientes e composição do substrato	15
3.3.1. Recipientes.....	15
3.3.2. Fertilizantes.....	16
3.3.3. Composição do substrato	17
3.4. Produção das mudas e instalação do experimento	17
3.5. Parâmetros morfológicos	18
3.6. Potencial de Regeneração de Raízes (PRR)	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Altura da parte aérea e diâmetro de colo	22
4.1. Biomassa seca da parte aérea, raiz e total.....	24
4.2. Relação altura/diâmetro de colo (H/D) e relação MSPA/MSR	27
4.3. Número de folhas	29
4.4. Índice de Qualidade de Dickson (IQD).....	30
4.5. Potencial de Regeneração de Raízes	32
4.5.1. Número total de raízes regeneradas.....	32
4.6. Correlação entre os parâmetros morfológicos.....	35
5. CONCLUSÕES	37
6. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

O setor de Silvicultura tem se destacado no cenário brasileiro em função da sua expressiva contribuição para a economia do país. É um setor que, além de benefícios econômicos, proporciona benefícios ambientais e sociais, seja por meio de projetos para atender à preocupação mundial pela conservação, ou na implantação de empreendimentos florestais para suprimento das demandas de consumo madeireiro e não madeireiro.

Em termos silviculturais, o Brasil, além de proporcionar condições de desenvolvimento naturalmente favoráveis, possui avançado conhecimento acerca das técnicas de produção, o que tem garantido ao país a liderança em produtividade para diferentes espécies (IBÁ, 2020). As espécies nativas, antes vistas apenas como referência conservacionista, têm ganhado espaço no cenário de produção florestal, apresentando madeira com boas características físico-químicas e condições de crescimento favoráveis. Nesse sentido, estudos relacionados à melhoria do potencial produtivo das espécies nativas viabilizam novas possibilidades de uso madeireiro.

Cordia trichotoma, mais conhecida como louro-pardo, é uma espécie que reúne características favoráveis para a comercialização, como crescimento retilíneo, madeira densa e utilizada em móveis de luxo (WILLE et al., 2017). Os frequentes estudos acerca do potencial madeireiro da espécie têm despertado interesse para a produção comercial, pois trata-se de uma espécie nativa alternativa ao uso de espécies exóticas e à extração ilegal de madeira de espécies protegidas. Em adição, os estudos acerca de espécies nativas agregam conhecimento sobre a composição florística local e auxiliam na tomada de decisão no que se refere às ações de restauração e proteção do meio ambiente.

A produção de mudas de boa qualidade, seja para cultivo em áreas comerciais ou para fins conservacionistas/preservacionistas, necessita de conhecimentos morfológicos, fisiológicos e silviculturais. Isso porque as mudas são consideradas a principal matéria-prima na cadeia florestal, tendo como produto o resultado de um processo de crescimento longínquo. Por isso, a avaliação adequada, ainda na fase de viveiro, torna-se indispensável para a obtenção de mudas de qualidade e posterior sucesso do plantio, com o objetivo de evitar perdas, diminuir taxas de replantio e de aumentar as taxas de resiliência das mudas, ou seja, suportar condições adversas.

Dentre os fatores que interferem na qualidade das mudas florestais, o volume dos recipientes, substratos e manejo são as variáveis de maior relevância, pois podem fornecer condições ideais ao seu desenvolvimento durante a sua permanência em viveiro e refletirem no desempenho futuro da planta no campo.

Os recipientes atuam na proteção física do sistema radicial contra agentes externos e influenciam na arquitetura das raízes, podendo limitar ou favorecer o desenvolvimento delas. Dentre os recipientes comumente utilizados em viveiros comerciais, destacam-se os tubetes de polietileno, por serem de mais fácil manuseio.

Os substratos, por sua vez, possibilitam condições físico-químicas para o desenvolvimento do sistema radicial, influenciando na capacidade de retenção de água, ar e nutrientes.

Os nutrientes cumprem papel essencial no desenvolvimento vegetal e, quando utilizados em níveis adequados, tendem a promover maior incremento às mudas, todavia, tendo em vista a grande oferta de fertilizantes no mercado, busca-se aquele que melhor favoreça o desenvolvimento no viveiro aliado ao menor custo para produção da muda. Ainda, devido ao crescente interesse em produzir povoamentos comerciais de louro-pardo, ressalta-se a necessidade de reunir mais informações sobre a qualidade das mudas bem como prognosticar o comportamento destas em campo quando em condições adversas.

Ante o exposto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar a qualidade das mudas de *Cordia trichotoma* produzidas em dois volumes de recipientes e quatro diferentes fertilizantes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel

Cordia trichotoma (Vellozo) Arrabida ex Steudel é uma espécie nativa que pertence à família Boraginaceae, que inclui espécies de grande potencial econômico e ecossistêmico, como as espécies do gênero *Cordia*, amplamente estudadas pela possibilidade de uso na medicina (MATIAS et al., 2015). A *Cordia trichotoma*, mais conhecida como louro-pardo, possui outros nomes populares como amora-do-mato, louro-da-serra e ipê-de-tabaco, canela-batata, ipê-louro, juretê, louro-batata, pau-cachorro, capoeira, entre outros, que variam de acordo com a região (CARVALHO, 2002).

Sua ocorrência no Brasil é descrita desde o estado do Ceará até o Rio Grande do Sul, na Floresta Pluvial Atlântica, semidecídua e no Cerrado (LORENZI, 1992). Em termos dendrológicos, é descrita como uma espécie que possui tronco retilíneo, com altura variando entre 20-30 m quando adulta. As folhas são caracterizadas como simples, ásperas, de 8-14 cm de comprimento (LORENZI, 2002). As flores são do tipo inflorescência cimosa, paniculada, de coloração branca, com presença dos dois órgãos reprodutivos numa mesma flor. O fruto é caracterizado como simples, do tipo drupa, com cálice persistente. A semente possui formato cilíndrico, elipsoidal, de coloração castanha (FELIPPI et al., 2012). A dispersão da semente ocorre pelo vento, classificando-a como anemocórica (CARVALHO, 2003).

A *Cordia trichotoma* apresenta comportamento de espécie secundária inicial a tardia, comportando-se como semi-heliófila tolerante ao sombreamento de média intensidade quando jovem. A espécie produz anualmente grandes quantidades de sementes viáveis (LORENZI, 1992), possui germinação do tipo epígea (FELIPPI et al., 2012; BERGHETTI et al., 2015), ocorrendo de forma lenta e irregular. Estudos mostram variações entre 5 a 90 dias após a semeadura e percentuais que oscilam entre 14% e 80% (MACHADO et al., 2015; MANTOVANI et al., 2001; MENDONÇA et al., 2001).

Sob a ótica dos serviços ecossistêmicos e comerciais, a espécie é utilizada para a composição de reflorestamentos, recuperação de áreas degradadas (FREITAS et al., 2008), monocultura e sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)

(RADOMSKI et al., 2012). Neste último, os mesmos autores caracterizam o crescimento do louro-pardo como lento a moderado. Scheeren et al. (2002) atribuem as baixas taxas de crescimento à natureza da própria espécie, mas a consideram indicada para reflorestamentos com fins econômicos.

Outros estudos descrevem características do louro-pardo como elevada taxa de sobrevivência (SALVADORI et al., 2013), madeira com densidade média de 0,78 g/cm³, dura e boa trabalhabilidade, apreciada para movelaria de luxo, serrados em geral, laminados e revestimentos (WILLE et al., 2017).

Conhecer o desenvolvimento da espécie em viveiro e em campo, bem como suas necessidades nutricionais, é necessário para encontrar novas opções que possam contribuir em quantidade e qualidade às necessidades industriais e ambientais (TRIANOSKI et al., 2017).

2.2. Qualidade de mudas florestais

O tema qualidade nas atividades florestais é impulsionado pelo aumento da demanda por florestas naturais para multiuso (AGUILAR et al., 2020) e o grande potencial econômico de espécies nativas. Está relacionado com a sobrevivência e produtividade das espécies e redução de custos do processo produtivo (CARNEIRO, 1995; FONSECA e RODRIGUES, 2000), envolvendo ainda características genéticas, do manejo e do ambiente (DAVIDE e FARIA, 2008).

Na produção das mudas, o controle da qualidade é realizado a fim de evitar custos com replantio, pois essa é uma operação onerosa e dispensável em casos de baixa mortalidade de plantas no campo (GOMES e PAIVA, 2013). A importância da qualidade é refletida no aumento da produtividade de florestas, a partir da adoção de critérios silviculturais que possibilitam maior rigor nos processos produtivos, conforme o estudo de Freitas et al. (1980), em que foi observado aumento de 16% no incremento médio anual (IMA) a partir de critérios de qualidade, sendo um deles a avaliação das mudas em viveiro.

Assim, o rigor adotado na etapa de produção das mudas quanto às características morfofisiológicas contribui significativamente na obtenção do padrão de qualidade desejado e são refletidas no campo, conforme Leite et al. (2005), principalmente no primeiro ano de plantio, quando há maior exigência em cuidados

(BARNETT et al., 1983). Gomes et al. (1990) citaram que o sucesso da floresta está em grande parte relacionado à qualidade das mudas expedidas, em que a partir delas é possível maior resistência às condições adversas encontradas no campo após o plantio e formação de florestas com produtividade desejável.

A qualidade morfológica e fisiológica das mudas é influenciada pela genética e pela procedência das sementes, bem como pelas condições ambientais, das técnicas e métodos de produção, e dos equipamentos e estruturas utilizados (GOMES et al., 2002). Conforme a necessidade de diferentes espécies para atender ao setor florestal, os estudos têm buscado maiores índices de produtividade nos reflorestamentos a fim de definir as melhores técnicas, adequando-as à obtenção de mudas mais vigorosas e homogêneas (SANTOS et al., 2005; LIMA et al., 2008).

2.3. Recipientes e a produção de mudas florestais

O processo de produção de mudas decorre de contínuas fases de aperfeiçoamento, com inserção de tecnologias mais eficientes e, dentre elas, o uso e escolha dos recipientes mais adequados. Mudanças que inicialmente eram produzidas em canteiros abertos passaram a ser produzidas em recipientes individuais com o objetivo de evitar perdas (SOUSA; LÉDO; SILVA, 1997). Outros recipientes permaneceram devido à sua facilidade de manuseio, como as sacolas plásticas e os tubetes de plástico rígido.

As sacolas plásticas possuem como vantagens, segundo Gomes e Paiva (2013), a maior disponibilidade e o baixo preço, e, como desvantagens, a facilidade de enovelamento de raízes. Os tubetes de plástico rígido, por sua vez, ocupam majoritariamente os viveiros comerciais, pois agrupam características favoráveis ao grau de mecanização dos viveiros, possibilitam o uso em larga escala, reutilização do material, redução de custos com substrato, transporte, distribuição e plantio e ainda são de mais fácil trabalhabilidade (GOMES et al., 1990; CARNEIRO, 1995; GONÇALVES et al., 2000; ALFENAS et al., 2009; GOMES e PAIVA, 2013).

Além dos tubetes de plástico rígido, recipientes biodegradáveis têm sido estudados como mais uma alternativa de recipiente com o objetivo de promover melhor qualidade às mudas e melhor desempenho após o plantio (SILVA et al., 2012; ZACCHEO et al., 2013; VIÉGAS, 2015; ZHANG, 2019; RODRIGUES, 2020). Para

tanto, a escolha do recipiente adequado para a produção de mudas é influenciada por fatores como durabilidade, espaço a ser ocupado no viveiro, manejo e transporte, como também pelas características do recipiente para a formação de mudas de boa qualidade (MACEDO, 1993). O favorecimento da arquitetura natural das raízes, além da eficiência no uso dos recursos disponíveis, também deve ser considerado para a escolha do recipiente, como pode ser observado nos estudos de Viégas (2015) e Rodrigues (2020).

Além do material que compõe o recipiente, o volume, o tipo de substrato e a fertilização adotados também interferem no desenvolvimento das mudas (CARNEIRO, 1995; LISBOA et al., 2012; ROSSA et al., 2013). Em relação ao volume do recipiente, este pode influenciar diversos aspectos, pois controla a quantidade de água e nutrientes disponíveis para o crescimento da muda (BRACHTVOGEL e MALAVASI, 2010; LANA et al., 2010). Além disso, a dimensão do recipiente também determina a quantidade de substrato a ser utilizada (VIANA et al., 2008; LISBOA et al., 2012; BIERNASKI, 2018) e pode significar maior desenvolvimento do sistema radicial e mudas de melhor qualidade, como concluíram Melo et al. (2018) quando avaliaram o crescimento de *Mimosa caesalpinifolia* Benth em tubetes com diferentes volumes.

O mesmo foi observado para Carpenedo Aimi et al. (2016), Berghetti et al. (2016) e Cabreira et al. (2021) durante o desenvolvimento de mudas de *Cabralea canjerana*, *Cordia trichotoma* e *Inga laurina*, respectivamente. Nos estudos, percebeu-se o incremento nas variáveis morfológicas quando comparados os volumes do tubete. Porém, o volume do recipiente pode ser compensado pela utilização de fertilizantes em quantidades adequadas, proporcionando qualidade desejada às mudas e redução dos custos na fase de produção (BERGHETTI et al., 2016).

2.4. Fertilização de mudas de espécies florestais

Por fertilizantes, entende-se como “substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes de plantas” (BRASIL, 2016). Os fertilizantes orgânicos são obtidos a partir de resíduos de animais ou vegetais e os fertilizantes minerais a partir da associação de elementos químicos já existentes nas plantas, ou seja, que fazem parte do metabolismo vegetal (WILLE et al., 2017). Devido à elevada importância no desenvolvimento dos vegetais, as funções de cada nutriente são amplamente conhecidas. A substância é absorvida pelo sistema radicial ou parte

aérea das plantas e, após processos fisiológicos, é metabolizada e distribuída para todas as partes da planta (TAIZ et al., 2017).

A fertilização de mudas florestais geralmente é dividida em fases que compreendem desde a produção do substrato com adição de macro e micronutrientes até a fase anterior à expedição. A adição de fertilizantes minerais proporciona além de melhor desenvolvimento das mudas, economia no tempo de produção (CARNEIRO, 1995; BERGHETTI et al., 2020). Entretanto, é necessário equilíbrio na escolha da dose a ser aplicada, uma vez que a falta pode provocar perdas no ganho qualitativo e o excesso pode causar efeitos contrários ao esperado.

A fertilização comumente utilizada na produção de mudas é aquela a partir de fontes prontamente disponíveis, que favorecem uma rápida absorção dos nutrientes. É realizada por via foliar, substrato ou solo, fertirrigação e hidroponia (BRASIL, 2016). Um aspecto negativo do uso dos fertilizantes convencionais é a elevada taxa de perdas por lixiviação, volatilização e fixação (ALMEIDA, 2014).

Atualmente, uma alternativa ao uso dos fertilizantes convencionais são os fertilizantes de eficiência aprimorada, compreendendo os fertilizantes de liberação lenta (FLL), os quais trazem vantagens como redução de problemas com aplicação de doses excessivas, efeitos da salinização e perdas de nutrientes por lixiviação (BARBIZAN et al., 2002). Esses fertilizantes possuem revestimento permeável que em contato com a solução do substrato se degrada e dissolve os nutrientes no interior da cápsula. Os nutrientes então vão sendo liberados para as mudas de forma gradual, dependendo da temperatura e umidade do substrato (MORAES NETO et al., 2003).

O uso de FLL vem sendo estudado para diversas espécies florestais nativas e os ganhos podem ser observados no crescimento das mudas e na promoção de maior eficiência na utilização de nutrientes e menores taxas de lixiviação e mortalidade por choque pós-plantio, sem a necessidade de atividades adicionais de adubação de cobertura (LANG et al., 2011; ROSSA et al., 2013). Estudos com espécies florestais têm demonstrado eficácia no uso de diferentes FLL (CARPENEDO AIMI et al., 2016; BERGHETTI et al., 2016; CABREIRA et al., 2021). Moraes Neto et al. (2003) observaram que a fertilização de eficiência aprimorada proporcionou às mudas florestais maiores valores em altura quando comparada com a adubação convencional. Em adição, estudos mais recentes têm demonstrado a eficácia do uso de diferentes FLL.

A principal desvantagem do uso de adubação de liberação lenta é o custo de aquisição superior à adubação convencional (CABREIRA et al., 2019). Porém, outros aspectos econômicos devem ser levados em consideração, como quantidade de fertilizante convencional utilizada, transporte e armazenamento, além do impacto do acúmulo de fertilizante no solo e lençóis freáticos (ROSSA et al., 2013).

Os FLLs são compostos por macronutrientes, mas que também podem conter micronutrientes em sua formulação (MORAES NETO et al., 2003), fornecendo os elementos que são considerados essenciais para o crescimento da planta. Cada nutriente desempenha papel fundamental na regulação das atividades fisiológicas e a falta pode provocar interrupção do ciclo de vida da planta (TAIZ et al., 2017).

2.5. Parâmetros relacionados à qualidade das mudas

Na determinação da qualidade das mudas, os parâmetros utilizados baseiam-se nos aspectos morfológicos e fisiológicos, utilizados desde a década de 1950 até os dias atuais. Os primeiros são largamente utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas (DIONISIO et al., 2019), pois são de mais fácil mensuração, considerando a natureza fenotípica da planta. Já os segundos consideram os mecanismos internos da planta e permitem inferência sobre a capacidade de resposta das mudas a condições distintas do ambiente em que naturalmente se desenvolvem.

De acordo com Carneiro (1995), as respostas obtidas na fase inicial de implantação de povoamentos florestais são obtidas a partir dos parâmetros morfofisiológicos, sendo estes determinantes para mudas mais ou menos vigorosas, com maior ou menor capacidade de sobreviver em campo em condições adversas. Além disso, outras variáveis são utilizadas na determinação da qualidade de uma muda, como as relações entre os parâmetros morfológicos e fisiológicos a fim de reforçar a interdependência entre os parâmetros (BINOTTO; LUCIO; LOPES, 2010).

2.5.1. Parâmetros morfológicos

Os parâmetros morfológicos são aqueles que compreendem os aspectos fenotípicos como altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (DC), biomassa fresca e seca (CARNEIRO, 1995) e suas relações, além de avaliações também consideradas

importantes por Alfenas et al. (2009), como qualidade, quantidade e distribuição de raízes.

A altura da parte aérea é considerada um dos parâmetros mais antigos na classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981). É uma variável de fácil medição e, por não ser um método destrutivo, sempre foi utilizada com eficiência para estimar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros (GOMES et al., 2002; AUCA et al., 2018), o que a torna tecnicamente uma boa medida de auxílio no prognóstico do crescimento inicial em campo.

É possível observar a influência das variáveis biométricas no desenvolvimento das mudas e sucesso após o plantio. Em estudos com espécies nativas e exóticas, utilizadas para reflorestamento e produção comercial, a variável altura apresenta relação direta com o crescimento das mudas após o plantio e grande correlação com as demais variáveis. Essa influência foi observada em estudos de Bergetthi et al. (2016, 2021) para *C. trichotoma* e Cabreira et al. (2019) para *Schizolobium parahyba*, relacionando-a com as demais variáveis, com os processos fisiológicos das mudas e com a capacidade de desenvolvimento inicial em campo.

Carneiro (1995) cita que a altura da parte aérea combinada com o diâmetro de colo constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio. Binotto, Lúcio e Lopes (2010) observaram que a altura das mudas é eficaz como um indicador de qualidade, se analisada juntamente com o diâmetro de colo. Também foi observada a importância dos caracteres morfológicos no estudo de Smiderle et al. (2020) para mudas de *Agonandra brasiliensis*.

O diâmetro de colo, por sua vez, é também considerado um parâmetro de definição de qualidade (GOMES e PAIVA, 2013). Para esses autores, a definição de valores ideais de diâmetros de colo depende da espécie, do local, do método e das técnicas de produção e é capaz de exprimir com fidelidade o padrão de qualidade das mudas. Binotto, Lúcio e Lopes (2010) encontraram correlações entre o diâmetro de colo e demais variáveis estudadas em mudas de espécies florestais. Carpenedo Aimi et al. (2016) correlacionaram positivamente o diâmetro de mudas de *Cabralea canjerana* com os demais parâmetros morfológicos, corroborando a importância dessa variável.

Todavia, Abreu et al. (2015) salientaram que embora a altura e o diâmetro de colo promovam boas respostas e sejam considerados os parâmetros de mais fácil mensuração, não devem ser os únicos avaliados, ou seja, quanto mais parâmetros forem avaliados, maior será a certeza de qualidade da muda produzida.

Nesse sentido, consideram-se outros parâmetros como a biomassa fresca e seca, referentes às partes aérea, raiz e total da muda (CARNEIRO, 1995). A biomassa consiste em um parâmetro morfológico de avaliação de qualidade de mudas florestais, associado ao vigor, conforme Carneiro (1995), e com a sobrevivência e o crescimento inicial das mesmas em campo (ELOY et al., 2013; OLIVEIRA, 2017), principalmente no primeiro ano após o plantio e em períodos de déficit hídrico (BIRCHLER et al., 1998).

Para a biomassa da parte aérea, Haase (2008) citou que maiores volumes de biomassa aérea têm maior capacidade fotossintética e potencial de crescimento. Gomes e Paiva (2013) acrescentaram ainda que esse parâmetro pode ser utilizado com eficiência na indicação do grau de rusticidade das mudas. No entanto, maiores volumes podem estar associados à elevada área foliar, o que pode levar ao estresse por umidade em locais secos antes mesmo do estabelecimento da raiz (GOMES e PAIVA, 2013).

Quanto à biomassa do sistema radicial, Haase (2008) citou que esta deve estar em equilíbrio com a biomassa da parte aérea para melhor prognosticar a qualidade das mudas. Para Carneiro (1995), entretanto, a biomassa seca das raízes deve ser utilizada em conjunto com outros parâmetros do sistema radicial, principalmente os fisiológicos, uma vez que as raízes fisiologicamente ativas desempenham funções importantes, porém não são contabilizadas no peso seco do sistema radicial.

Berghetti et al. (2016) encontraram resultados para *C. trichotoma* em que a biomassa seca de raiz se mostrou altamente correlacionada com as variáveis altura e diâmetro. Segundo os autores, a forte correlação reforça a importância dessas variáveis para prognosticar o desenvolvimento em campo.

2.5.2. Relações morfológicas

As principais relações morfológicas utilizadas na determinação do padrão de qualidade das mudas florestais correspondem à relação altura/diâmetro de colo (H/D) ou índice de robustez (IR), biomassa seca da parte aérea/biomassa seca da raiz

(BSPA/BSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (CARNEIRO, 1995; NOVAES, 2002; BINOTTO; LÚCIO; LOPES, 2010; REYES et al., 2014; DIONISIO et al., 2021).

A relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro de colo, também chamada de índice de robustez (IR), foi definida por Carneiro (1995) e indica o grau de equilíbrio entre essas duas variáveis, podendo também ser mensurado no viveiro, visando acompanhar o desenvolvimento das plantas durante o período de produção. A utilização desse índice corresponde a um dos melhores indicadores de qualidade das mudas florestais (STURION; ANTUNES, 2000), principalmente quando da avaliação do seu potencial no campo.

Outro fator relevante na obtenção dessa relação está no fato de não ser um método destrutivo (CALDEIRA et al., 2012). José et al. (2005) afirmaram que mudas com alta relação H/D podem apresentar estiolamento e menor índice de sobrevivência no campo, enquanto o menor valor da relação H/D indica mudas mais resistentes no campo (GOMES e PAIVA, 2013).

A relação biomassa seca da parte aérea/biomassa seca de raiz (BSPA/BSR) representa o equilíbrio entre as partes, indicando o vigor das mudas (CARNEIRO, 1995; BIRCHLER et al., 1998). Outra relação comumente utilizada na determinação da qualidade é o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), calculado em função da biomassa seca total (BST), índice de robustez (H/D) e o equilíbrio da distribuição da biomassa (MSPA/MSR), que apresentam atributos de fácil aplicação, de maneira prática e rápida (FONSECA et al., 2002). Correlações significativas foram encontradas por Binotto, Lúcio e Lopes (2010) entre o IQD e as variáveis H, DC e MS. Esses autores ainda concluíram que o último parâmetro foi o mais fortemente correlacionado com o IQD para mudas de eucalipto.

Sendo assim, Carneiro (1995) recomenda a utilização de vários parâmetros morfológicos e fisiológicos, pois há uma forte interdependência entre eles, motivo pelo qual devem ser interpretados conjuntamente. Chaves e Paiva (2004) e Fonseca et al. (2002) ressalvaram que os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas para a avaliação da qualidade das mudas não devem ser utilizados isoladamente para classificação do padrão da qualidade de mudas, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores, mas com maior vigor.

2.5.3. Potencial de regeneração de raízes – PRR

Os parâmetros fisiológicos, conforme Carneiro (1995), são aqueles que abrangem os mecanismos internos de desenvolvimento das mudas, considerando que a qualidade do sistema radicial deve ser analisada sob o aspecto fisiológico, por retratar com mais fidelidade a importância das raízes na sobrevivência e desempenho inicial das mudas no campo. Nesse sentido, o potencial de regeneração de raízes (PRR) é uma medida da capacidade da planta de produzir rapidamente novas raízes em um ambiente favorável, indicar o estágio fisiológico atual e prognosticar a sobrevivência e o vigor da planta após o plantio (RITCHIE e TANAKA, 1990).

O PRR é um dos parâmetros utilizados para a avaliação prévia de algumas características que são indicadores de desempenho no campo, como taxa de sobrevivência e crescimento inicial (NOVAES, 1998). Conforme Ritchie e Tanaka (1990), confirmado por Novaes et al. (2002), o PRR pode predizer o quanto as mudas são fisiologicamente resistentes em condições adversas, o quantitativo e comprimento de raízes fisiologicamente ativas e sua distribuição no solo. Birchler et al. (1998) acrescentaram que esse quantitativo é um dos fatores que podem interferir no desempenho inicial das mudas no campo, uma vez que mudas que apresentam grande produção dessas raízes são mais eficientes na utilização da água e mais aptas a condições de estresse ambiental.

Para a determinação do PRR, Carneiro (1995) recomendou a retirada da muda do recipiente, seguida da poda parcial das raízes a uma distância de aproximadamente 4,0 cm do eixo da raiz principal e transplantio para recipientes contendo substratos que favoreçam a regeneração das raízes.

De acordo com Bohm (1979), o PRR pode ser determinado por meio de caixas, aquários e tubos, através da contagem do número total de extremidades e pelo seu comprimento total. As caixas são confeccionadas em madeira e possuem um dos lados de vidro. Ainda segundo o autor, as caixas devem estar inclinadas em um ângulo de 25 - 30°, com o lado confeccionado de vidro voltado para baixo. Já nos aquários ou caixas de vidro, o mesmo autor relatou que são soluções hidropônicas com pH em torno de 6,0, contendo todos os elementos essenciais ao desenvolvimento da planta, conforme descrito em Carneiro (1995). Tanto as caixas quanto os aquários permitem avaliar o crescimento radicial por um determinado período (BOHM, 1979; NOVAES, 1998). Quanto aos tubos, Carneiro (1995) recomendou que eles sejam de plástico

cilíndrico e transparente, com orifícios na parte inferior. Segundo Novaes et al. (1998), é possível também avaliar a distribuição horizontal e vertical de raízes através da divisão em quadrantes.

Ao longo do tempo, as pesquisas evidenciaram a confiabilidade do PRR em mudas florestais. Resultados positivos para a relação entre a determinação do potencial de regeneração de raiz e o desempenho em campo foram encontrados nos estudos de Barroso et al. (2000); Novaes et al. (2014); Serpa et al. (2017); Santos (2018); e Rodrigues (2020). As altas taxas de sobrevivência em campo foram associadas ao maior potencial de regeneração de raiz em mudas de *Azadirachta indica* estudadas por Novaes et al. (2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em duas etapas: a primeira consistiu na produção das mudas em um viveiro florestal da Organização Symbiosis Investimentos e avaliação dos parâmetros morfológicos em laboratório da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). A segunda etapa compreendeu a avaliação dos parâmetros morfológicos e potencial de regeneração de raízes (PRR) na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

3.1. Localização dos estudos

A empresa de base florestal, Symbiosis Investimentos, está localizada na região de Trancoso, em Porto Seguro-BA, entre as coordenadas latitude 16°26'59" S e longitude 39°03'53" W (Figura 1).

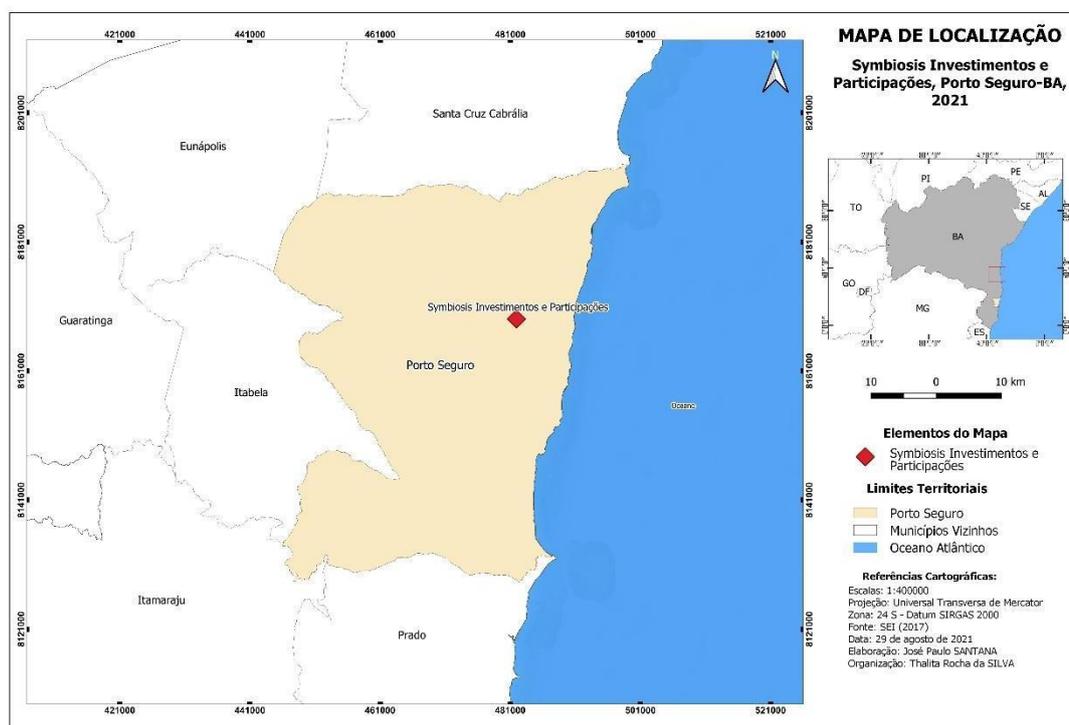


Figura 1 – Localização da Organização Symbiosis Investimentos.

Segundo a classificação climática de Köppen, a área é classificada como Af - Clima tropical úmido ou superúmido, apresentando precipitações superiores a 1.500 mm/ano (PEEL et al., 2007). A temperatura média anual é 24,4 °C, com precipitação média de 1.600 mm (FRANCELINO et al., 2011).

3.2. Tratamentos e procedimentos estatísticos

Para a produção das mudas, o experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial duplo 2 x 4, com dois volumes de tubetes (170 cm³ e 270 cm³) e quatro composições de fertilizantes (Basacote®, Basacote® + Phusion®, Polyblen® e Polyblen® + Phusion®), compreendendo oito tratamentos, em quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Cada parcela foi constituída por 20 mudas, totalizando 640 mudas produzidas. Os tratamentos estão discriminados a seguir:

Tratamento 1 - tubete 170 cm³ x Basacote

Tratamento 2 - tubete 170 cm³ x Basacote + Phusion

Tratamento 3 - tubete 170 cm³ x Polyblen

Tratamento 4 - tubete 170 cm³ x Polyblen + Phusion

Tratamento 5 - tubete 270 cm³ x Basacote

Tratamento 6 - tubete 270 cm³ x Basacote + Phusion

Tratamento 7 - tubete 270 cm³ x Polyblen

Tratamento 8 - tubete 270 cm³ x Polyblen + Phusion

Quanto à etapa de avaliação do Potencial de Regeneração de Raízes, considerou-se os oito tratamentos da fase de viveiro, sendo cada tratamento com quatro repetições e uma muda por parcela, totalizando 32 mudas nesta fase do experimento.

3.3. Recipientes e composição do substrato

3.3.1. Recipientes

Foram utilizados tubetes de 270 cm³ de volume, com dimensões: diâmetro superior e inferior de 52 mm e 12 mm, respectivamente, e 190 mm de altura; e tubetes de 170 cm³ de volume com dimensões: diâmetro superior e inferior de 51 mm e 11 mm, respectivamente, e altura de 130 mm, ilustrados na Figura 2.



Figura 2 – Recipientes utilizados para a produção de mudas de *Cordia trichotoma*.

3.3.2. Fertilizantes

Foram utilizados fertilizantes de eficiência aprimorada, com suas composições discriminadas na Tabela 1. Os fertilizantes Basacote® 9M (15-08-12), com garantia de liberação dos nutrientes em até 270 dias (9 meses); Polyblen® (20-05-20), com garantia de liberação em até 120 dias (4 meses) e Phusion® (09-40-00), com o fósforo prontamente disponível. São caracterizados como fertilizantes sólidos, em forma de grânulos, cobertos por polímeros solúveis em água. Possuem em sua formulação macro e micronutrientes essenciais ao desenvolvimento das mudas, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Porcentagem dos nutrientes constituintes de cada fertilizante utilizado no experimento.

Fertilizantes	N	P	K	S	SO4	Ca	Mg	B	Cu	Mn	Zn	Si	Mo	Fe
	%													
Basacote® 9 M	15	8	12	4	11,9	-	1,2	-	0,05	-	-	-	0,015	0,4
Polyblen®	20	5	20	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phusion®	9	40	-	15,2	0,5	-	-	0,15	0,15	0,45	0,45	-	-	-
Yoorin Master 1S	-	16	-	6	-	16	6,5	0,1	0,05	0,3	0,55	-	-	-

(N) – Nitrogênio; (P) – Fósforo; (K) – Potássio; (S) – Enxofre; (SO4) – Sulfato; (Ca) – Cálcio; (Mg) – Magnésio; (B) – Boro; (Cu) – Cobre; (Mn) – Manganês; (Zn) – Zinco; (Si) – Silício; (Mo) – Molibdênio; (Fe) – Ferro.

3.3.3. Composição do substrato

O substrato utilizado foi composto por uma marca comercial denominado Carolina Soil® (base de turfa de sphagno, vermiculita expandida, resíduo orgânico agroindustrial, calcário dolomítico e gesso agrícola) e adubo fosfatado em pó de marca comercial Yoorin Master® 1S, formando o substrato-base. Estes, por sua vez, foram misturados aos fertilizantes descritos no item anterior. Para tanto, os fertilizantes foram dimensionados nas proporções de 3 g de cada fertilizante para cada 1L do substrato Carolina Soil. O processo de produção dos substratos e fertilização seguiu o comumente utilizado pela organização. Os fertilizantes foram pesados em balança de precisão, incorporados ao substrato-base e misturados em betoneira. A betoneira foi utilizada para melhor homogeneização do substrato (Figura 3).



Figura 3 – Etapas do processo de confecção do substrato. Pesagem dos fertilizantes de liberação lenta (A). Medição do substrato-base (B). Incorporação dos fertilizantes (C e D).

3.4. Produção das mudas e instalação do experimento

Após a preparação dos substratos, os tubetes foram preenchidos manualmente e alocados em bandeja com capacidade para 54 tubetes. Após isso, foram encharcados com água para uniformização do substrato. Em seguida, os recipientes foram levados para a casa de vegetação com 50% de luminosidade, onde foi feita a semeadura direta com o auxílio de um guia com marcação de 0,5 cm de profundidade (Figura 4A). Foram utilizadas três sementes por tubete, sem superação de dormência das sementes (Figura 4B).

Ainda na casa de vegetação, o experimento foi mantido sob temperatura média de 26,6 °C e irrigação via microaspersores com um volume de água estimado em 2.000 L/min, duas vezes ao dia, às 9h e 14h, com 10 minutos de duração. Aos 60 dias após a semeadura foi realizada a seleção das plântulas, escolhendo-se a plântula mais central e vigorosa, e as demais foram descartadas. Após 120 dias de permanência em casa de sombra (Figura 4C), as mudas foram transferidas para a área de rustificação a pleno sol, onde as irrigações também ocorreram duas vezes ao dia, às 9h e 14h, com 10 minutos de duração, por 60 dias (Figura 4D). Aos 180 dias após a semeadura, as mudas foram levadas para o Laboratório de Silvicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para a avaliação das variáveis respostas.



Figura 4 – Etapas do processo de produção de mudas. Semeadura (A e B). Mudas em desenvolvimento na casa de vegetação (C). Mudas em rustificação (D).

3.5. Parâmetros morfológicos

As mudas foram avaliadas 180 dias após a semeadura. Para tanto, utilizou-se amostras contendo 10 mudas de cada parcela, retiradas de forma aleatória e submetidas a uma lavagem cuidadosa do sistema radicial, com a finalidade de separação do substrato das raízes. Em seguida, foram acondicionadas sobre uma superfície de papel, por um período de 12 horas, para escoamento da água superficial. Posteriormente, foi medida a altura da parte aérea por meio de uma régua graduada, e o diâmetro de colo através de paquímetro digital. Também realizou-se a contagem do número de folhas na haste principal de cada muda (Figura 5).



Figura 5 – Muda de *Cordia trichotoma* (A). Detalhe da parte aérea (B).

Procedeu-se à separação entre a parte aérea e o sistema radicial de cada muda. Para a determinação da biomassa fresca e seca da parte aérea, raízes e total, estas foram mensuradas com o auxílio da balança digital.

Para a secagem do material, as seções foram acondicionadas em duas embalagens de papel, uma contendo a parte aérea e outra o sistema radicial. Depois de etiquetadas, foram colocadas em estufa previamente aquecida a 65 °C, durante 72 horas. Após esse período, o material vegetal foi novamente pesado para a obtenção da massa seca (Figura 6).



Figura 6 – Parte aérea de *Cordia trichotoma* após a secagem (A). Sistema radicial de *Cordia trichotoma* após a secagem (B).

Os parâmetros avaliados foram:

- a) Altura da parte aérea (cm);
- b) Diâmetro de colo (mm);
- c) Biomassa seca da parte aérea, da raiz e total (g);
- d) Número de folhas;
- e) Relação H/D;

- f) Relação MSPA/MSR;
- g) Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

3.6. Potencial de Regeneração de Raízes (PRR)

Para a mensuração do PRR foram utilizados, conforme Carneiro (1995), recipientes denominados rizômetros em formato de tubos. Esses recipientes foram confeccionados a partir de garrafas PETs transparentes sem gargalos, apresentando altura e diâmetro, respectivamente, com 25,0 e 10,0 cm, com capacidade para dois litros de substrato. Para essa etapa foi utilizado o substrato Vivatto® Plus, constituído de casca de pinus e vermiculita.

Foram efetuadas nas paredes externas dos tubos quatro ranhuras no sentido vertical, dividindo-os em quadrantes, visando avaliar a distribuição horizontal das raízes regeneradas, visualizadas na Figura 7A. Esse modelo de recipiente transparente foi adotado a fim de permitir o desenvolvimento das raízes e para facilitar a contagem do número de raízes novas regeneradas e a avaliação de sua distribuição nos tubos.

Em seguida, as mudas foram selecionadas aleatoriamente e retiradas dos seus respectivos recipientes. Após a limpeza e poda do seu sistema radicial, realizadas a partir do corte das raízes a aproximadamente 3,0 cm do eixo central, foram transplantadas para os rizômetros e alocadas em condições homogêneas de temperatura e luz. Para a proteção contra a incidência de luz, os recipientes foram revestidos com lona plástica de cor preta (Figuras 7B e 7C).

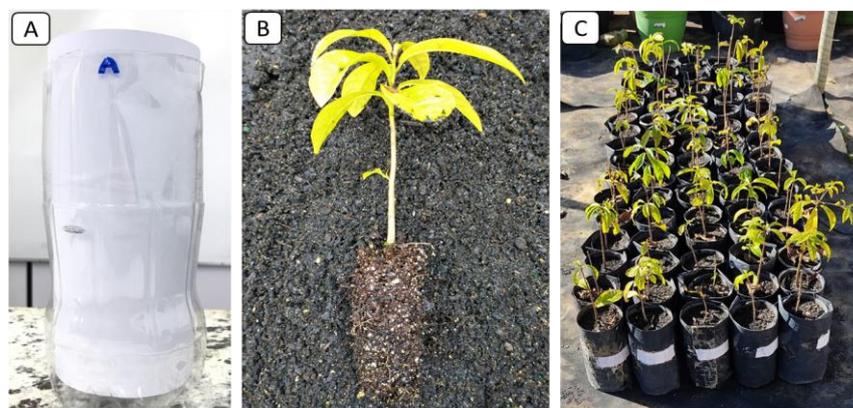


Figura 7 – Instalação da etapa do PRR. Rizômetro (A). Muda de *Cordia trichotoma* submetida à poda do sistema radicial (B). Mudanças transplantadas para os tubos e protegidas com lona preta (C).

Após o transplante das mudas, foram mantidas irrigações constantes a fim de evitar ressecamento pela perda de água. Quanto à determinação do PRR, essa foi baseada na contagem do número de extremidades de raízes novas visíveis nos quatro quadrantes das paredes dos tubos. A avaliação ocorreu a partir da implantação do experimento, em dias alternados, até o encerramento do experimento, ou seja, 90 dias após o transplante. Adotou-se, com o auxílio de um pincel de tinta permanente, conforme Novaes (1998), uma marcação a cada extremidade da raiz que tocasse nas paredes do recipiente.

A avaliação foi efetuada por meio da determinação dos seguintes parâmetros:

- a) Número total de raízes regeneradas;
- b) Número de raízes regeneradas em cada quadrante.

Para verificar os pressupostos da análise de variância (ANOVA), os dados foram analisados quanto à: a) normalidade com o teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), b) homoelastidade pelo teste de Bartlett ($p > 0,05$), e c) independência entre unidades experimentais. Uma vez atendidos esses pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância por meio do programa R versão 4.0.2. A comparação entre os pontos de coleta foi realizada pela análise de variância (ANOVA), e havendo diferenças significativas entre os dados, as médias foram comparadas pelo teste post-hoc de Tukey ($p < 0,05$).

Os coeficientes da correlação de Pearson foram estimados com base nas médias dos tratamentos das variáveis analisadas. Utilizou-se como ferramenta de análise o programa R versão 4.0.2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 180 dias após a semeadura, observou-se a não interação entre os fatores fertilizantes e recipientes, indicando o efeito independente sobre os parâmetros analisados.

4.1. Altura da parte aérea e diâmetro de colo

As médias da variável altura da parte aérea encontram-se na Figura 8A. Os tratamentos com fertilizante Basacote, Basacote+Phusion, Polyblen e Polyblen+Phusion resultaram em médias estatisticamente iguais, conforme Tabela 1.

Os fertilizantes Basacote+Phusion e Polyblen+Phusion, embora com maiores percentuais de nutrientes em relação aos fertilizantes não combinados, não influenciaram na altura das mudas quando comparados aos fertilizantes não combinados. O nitrogênio é requerido em grande quantidade, principalmente na fase inicial de desenvolvimento (TAIZ et al., 2017), e, apesar de constituir quantidades maiores nos tratamentos com Phusion, não influenciou o crescimento em altura das mudas de *C. trichotoma*, diferentemente de Carneiro (2001), o qual encontrou relação linear entre o crescimento em altura e dosagens de nitrogênio aplicadas em mudas da mesma espécie.

Para as variações em diâmetro de colo, mostradas na Figura 8C, observou-se que o fertilizante Polyblen no substrato proporcionou menor média para essa variável. O tratamento utilizando Basacote, por sua vez, promoveu crescimento em diâmetro equivalente aos tratamentos em que houve combinação dos fertilizantes. Os percentuais de macro e micronutrientes no fertilizante Basacote foram suficientes para promover o crescimento em diâmetro. O melhor resultado para Basacote pode estar atrelado ao tempo de liberação total dos nutrientes, que é de até 270 dias. O Polyblen, por sua vez, tem seu tempo de liberação limitado a 120 dias, o que pode explicar os menores valores para essa variável.

O Phusion, trata-se de um fertilizante de eficiência aprimorada que tem em sua composição fósforo prontamente disponível para as mudas. O efeito desse fertilizante não é duradouro e controlado como os demais. Os elevados níveis de fósforo

incorporados ao Basacote e Polyblen a partir desse fertilizante não alterou a eficácia para o diâmetro.

As médias em altura e diâmetro observadas no estudo de Bergetthi et al. (2016), para mudas de *C. trichotoma* em diferentes doses do FLC (15-09-12), demonstraram que ao aplicar doses maiores de 2,5 gL⁻¹ houve incremento em altura e diâmetro das mudas, corroborando este estudo, que utilizou 3,0 gL⁻¹ dos fertilizantes.

Para o fator recipiente, as Figuras 8B e 8D representam o crescimento em altura e diâmetro de colo. Ambas as médias foram superiores no tubete de 270 cm³ (maior volume). A média da variável altura obteve uma diferença de aproximadamente 5,0 cm e o diâmetro de 0,74 mm em relação ao tubete de menor volume. Os resultados são esperados para recipientes de maior capacidade volumétrica, uma vez que, segundo Lopes et al. (2005) e Abreu et al. (2015), além dos elevados quantitativos de nutrientes, ocorre maior capacidade de retenção de água e manutenção da umidade. Uma vez o sistema radicial bem desenvolvido, a biomassa aérea também apresenta bom crescimento.

Malavasi e Malavasi (2006) e Berghetti et al. (2016, 2020), estudando *C. trichotoma* submetida a diferentes tamanhos de tubetes de polietileno com diferentes doses de fertilizantes, observaram maior crescimento em altura para o recipiente com maior dimensão. Entende-se, dessa forma, que o tubete com maior dimensão favoreceu o crescimento em altura e diâmetro, pois houve melhores condições de desenvolvimento do sistema radicial devido ao maior volume de substrato e, conseqüentemente, de fertilizante.

A obtenção do padrão de qualidade a partir desses parâmetros é interessante por ser um método não destrutivo, porém é sugerida por Carneiro (1995) e Novaes et al. (2002) a avaliação conjunta de outras variáveis como a biomassa, as relações entre os parâmetros morfológicos e o desenvolvimento das raízes.

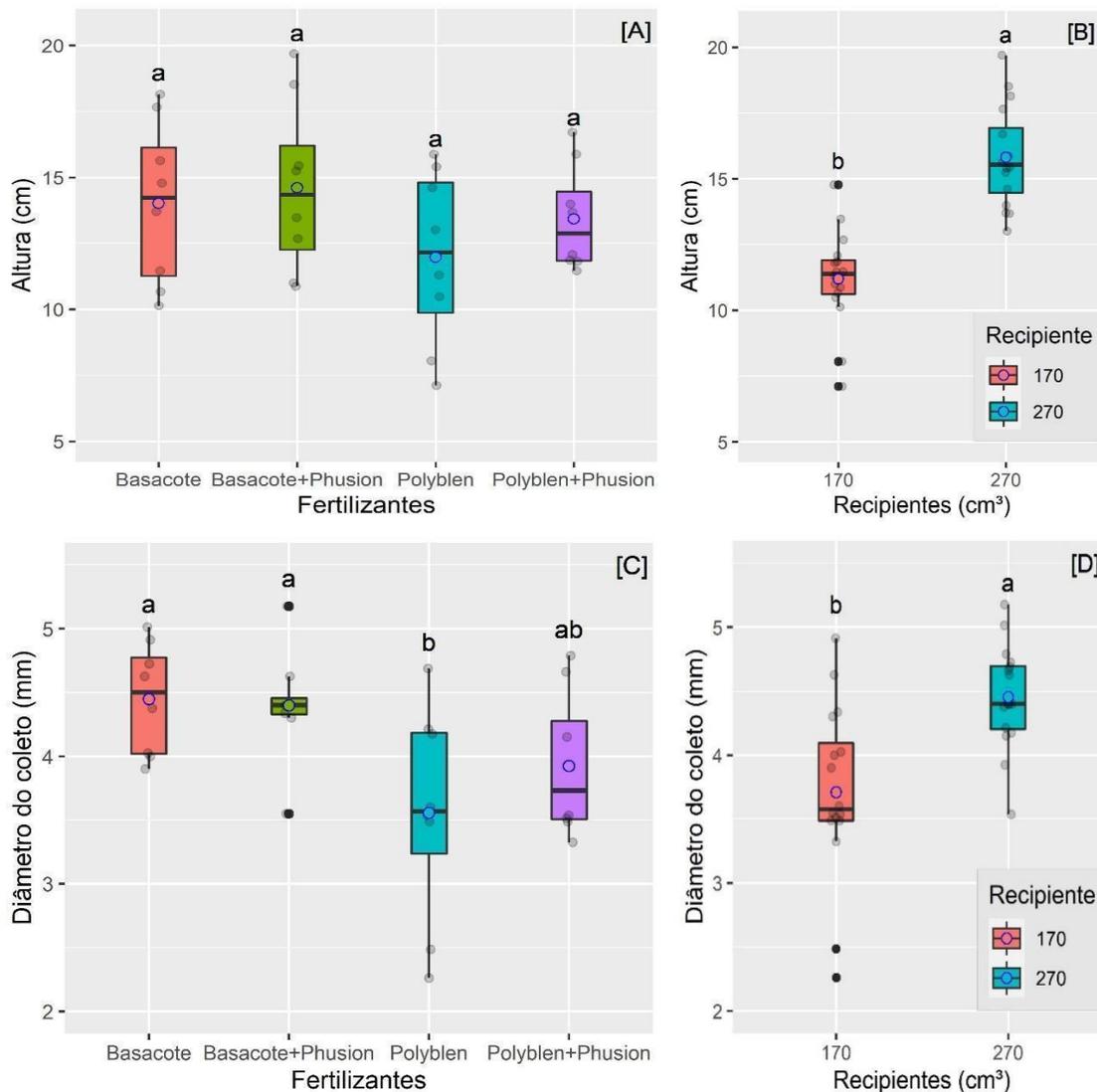


Figura 8 – Média de altura da parte aérea (A e B) e diâmetro de colo (C e D) de mudas de *Cordia trichotoma*. A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.

4.2. Biomassas seca das partes aérea, raiz e total

O resultado observado é similar para as três variáveis quando analisado o efeito dos fertilizantes sobre o acúmulo de biomassa seca. As mudas produzidas com o substrato contendo fertilizante Basacote tiveram médias estatisticamente iguais quando a elas foi acrescido Phusion, e superior ao uso do Polyblen e Polyblen + Phusion, observadas nas Figuras 9A, 9C e 9E. O Basacote possui em sua composição nutrientes como o magnésio em maior quantidade, e a presença do molibdênio e ferro, que podem ter influenciado para maiores médias. Além disso, a maior eficácia quando

utilizado o Basacote pode estar relacionada ao tempo e liberação dos nutrientes, que é maior em comparação aos demais fertilizantes.

Para os volumes do recipiente, o tubete de 270 cm³ (o maior) proporcionou melhores condições de acúmulo das biomassas secas das partes aérea, raiz e total, conforme mostrado nas Figuras 9B, 9D e 9F. Os maiores pesos para as mudas produzidas nos tubetes de 270 cm³ são resultados das características físicas do tubete como maior comprimento em relação ao de 170 cm³, maior capacidade de aporte de substrato, nutrientes e água. Os resultados do atual estudo corroboram os observados em Cabreira et al. (2021) estudando o crescimento das mudas de *Inga laurina* em diferentes tamanhos de tubetes.

A biomassa seca da parte aérea é um dos parâmetros que fornece informações sobre o grau de desenvolvimento das mudas, segundo Gomes e Paiva (2013). Ressalvam, porém, que maiores quantitativos de biomassa podem estar associados à elevada área foliar, o que pode levar a estresse por umidade em locais secos antes mesmo do estabelecimento da raiz. A biomassa está altamente correlacionada com outras variáveis como altura e diâmetro, conforme as pesquisas com crescimento de mudas florestais (CARPENEDO AIMI et al. 2016; BERGHETTI et al., 2016; RODRIGUES, 2020) e possui relação direta com a sobrevivência e desenvolvimento em campo, como observado por Cabreira et al. (2019, 2021).

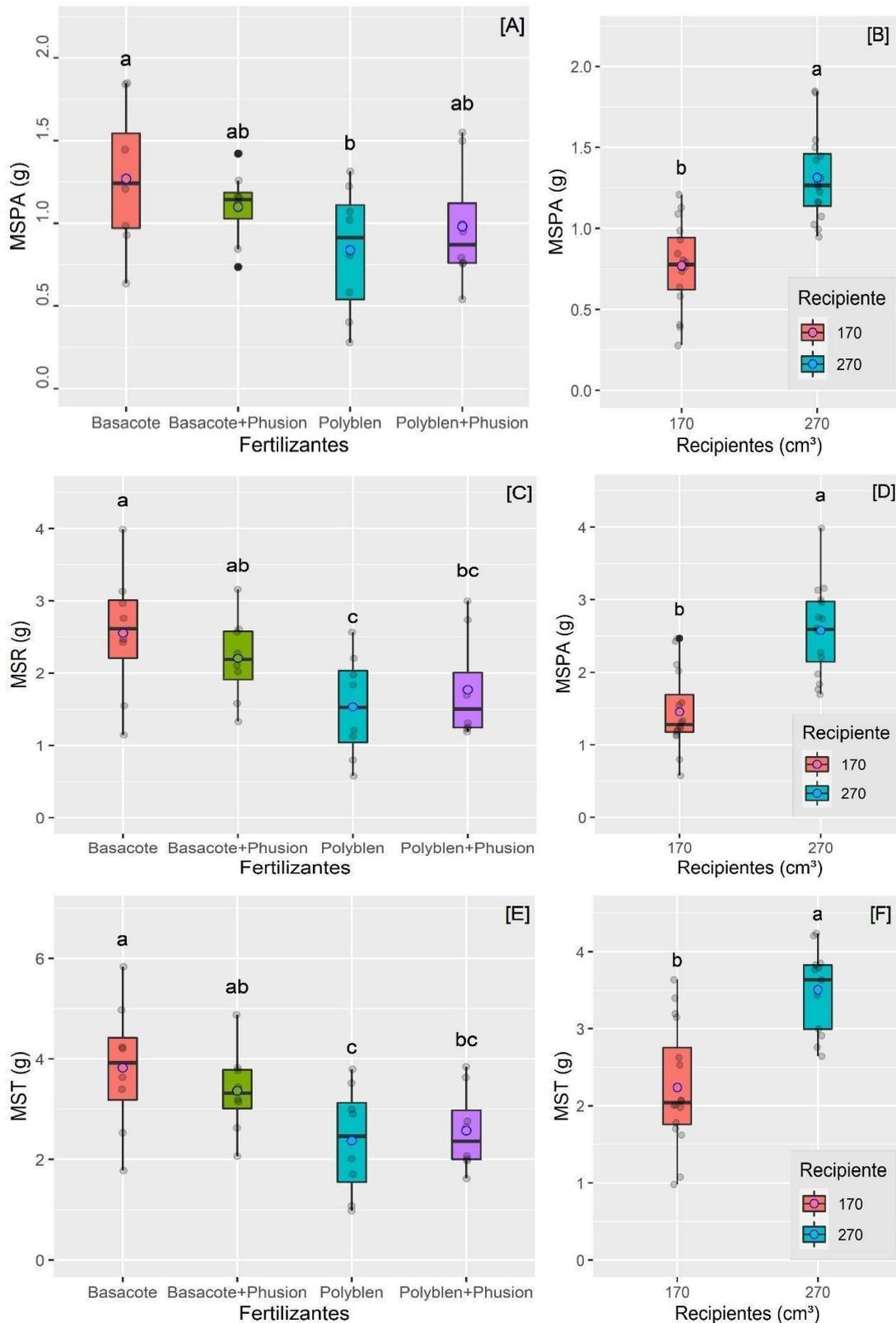


Figura 9 – Média de massa seca (g) da parte aérea (A e B), massa seca de raiz (C e D) e massa seca total (E e F) de mudas de *Cordia trichotoma*. A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.

4.3. Relação altura/diâmetro de colo (H/D) e relação MSPA/MSR

Os dados referentes à relação H/D para os tratamentos com a aplicação dos fertilizantes constam na Figura 10A. Nota-se que as médias para essa relação não apresentaram diferenças estatísticas para os fertilizantes utilizados. Quando analisados os recipientes, observou-se maior média de relação H/D para o maior tubete com 270 cm³ de capacidade volumétrica, conforme a Figura 10B. A maior média foi influenciada pelos valores obtidos nos parâmetros de altura e diâmetro, os quais também foram maiores para o tubete de 270 cm³.

De forma geral, a partir dos baixos valores observados para a relação H/D, é possível inferir sobre o crescimento da altura e diâmetro indicando mudas com crescimento equilibrado e grau de robustez. Os dados do atual estudo corroboram as pesquisas de Berghetti et al. (2016) e Mota et al. (2021), que não observaram diferenças significativas na relação H/D associando fertilizantes de liberação lenta em diferentes dosagens. Já para os volumes de tubetes foi perceptível a diferença para os volumes de recipientes para mudas de *Cordia trichotoma*.

Os resultados deste estudo são semelhantes àqueles encontrados por Da Ros et al. (2015) para mudas de *C. trichotoma* aos 92 dias após a semeadura. Embora o tempo de observação tenha sido menor que o estudado, pode-se inferir que as mudas mantêm equilíbrio de crescimento em altura e diâmetro do colo durante seu período de desenvolvimento.

O valor obtido para a relação H/D de mudas do *C. trichotoma* variou entre 3,2 e 3,67 aos 180 dias, apresentando menor velocidade de crescimento em relação ao estudo de Berghetti et al. (2016) para a mesma espécie. Diferentes fatores como clima, adubação, luminosidade e irrigação podem influenciar no crescimento das mudas.

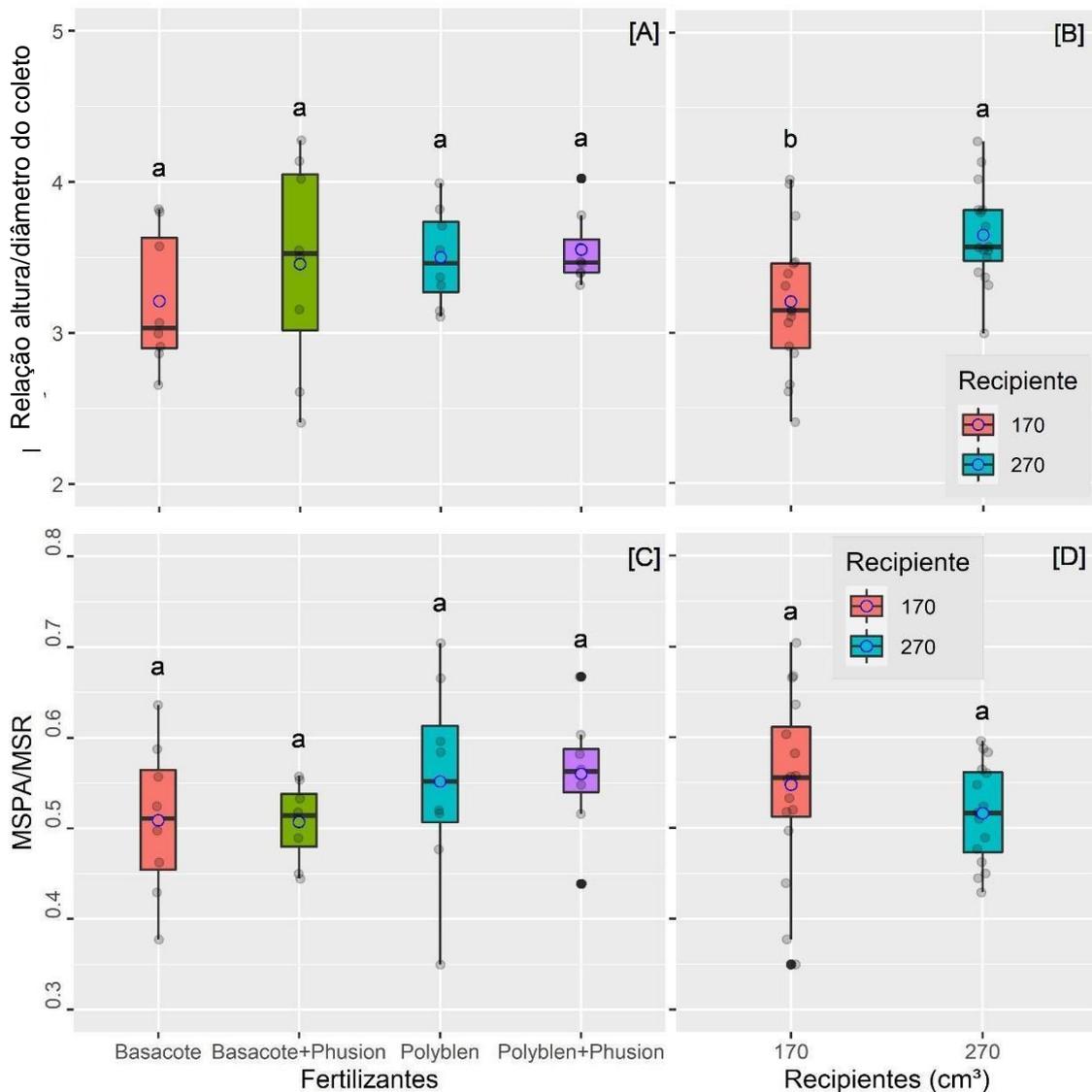


Figura 10 – Média da relação altura/diâmetro do coleto (A e B) e massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (C e D) de mudas de *Cordia trichotoma*. A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.

Os dados da Figura 10C representam a relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz. Observa-se que para essa relação não houve diferença entre os fertilizantes, bem como nos recipientes utilizados. A ausência de diferença significativa para ambos os fatores indica que as mudas apresentaram o mesmo padrão de distribuição de massa seca entre os dois órgãos independentemente da escolha do fertilizante ou do recipiente. A relação MSPA/MSR indica o equilíbrio entre o acúmulo de massa entre a parte aérea e a raiz e reflete o desenvolvimento da planta no viveiro (REYES et al., 2014). Ainda de acordo com os autores, mudas com relação MSPA/MSR entre 1,5 e 2,0 apresentam melhor qualidade e mudas com relação

MSPA/MSR acima de 2,5 indicam desproporção no acúmulo de biomassa seca da raiz em relação à parte aérea e, portanto, a existência de um sistema radicial insuficiente para fornecer energia para a parte aérea.

De acordo com o resultado obtido para essa variável, o sistema radicial desenvolveu-se duas vezes mais quando comparado com a parte aérea. Essa característica pode ser atribuída à própria espécie, observada também em Berghetti et al. (2016) e Zanuncio et al. (2020). É possível inferir que as mudas de *C. trichotoma* priorizaram o crescimento das raízes em função do crescimento da parte aérea, ainda em viveiro, como uma estratégia para garantir o estabelecimento no campo (ZANUNCIO et al., 2020). Os autores ainda afirmaram que as mudas produzem raízes principais mais profundas e raízes secundárias mais densas como forma de adaptação a ambientes e períodos de seca prolongada, permitindo o acesso do sistema radicial a camadas mais profundas no campo.

4.4. Número de folhas

O uso do Basacote promoveu o quantitativo de folhas semelhante quando adicionado o Phusion e superior quando comparado com o Polyblen e o Polyblen + Phusion, resultados que podem ser observados na Figura 11A. O tempo de liberação do Basacote, que é superior, influenciou positivamente para a oferta de nutrientes durante todo o período de desenvolvimento das mudas.

O incremento em número de folhas proporcionado pelo uso de fertilizantes favorece o aumento da produção de fotoassimilados (BELLOTE e SILVA, 2000) com sucesso no desenvolvimento das mudas na fase de viveiro. O mesmo padrão das variáveis anteriormente analisadas para os tubetes foi observado também para o número de folhas, com melhores respostas para o tubete de 270 cm³ (Figura 11B).

Amorim et al. (2020), estudando o efeito da adubação em espécies florestais, obtiveram diferenças no número de folhas em função de diferentes composições de adubos orgânicos e doses de fertilizante, com respostas mais efetivas para doses intermediárias do fertilizante (NPK 15-9-12). Os autores ressaltam ainda que a predominância de N foi essencial para o incremento em número de folhas. Lang et al. (2011) observaram maior acúmulo de folhas em campo quando utilizados os fertilizantes de liberação controlada. Embora os substratos utilizados no presente

estudo contenham altos percentuais de nitrogênio, isso não foi observado, indicando que outros fatores como o tempo de liberação do fertilizante e a presença de outros nutrientes em maior quantidade nos tratamentos podem ter contribuído para o incremento dessa variável.

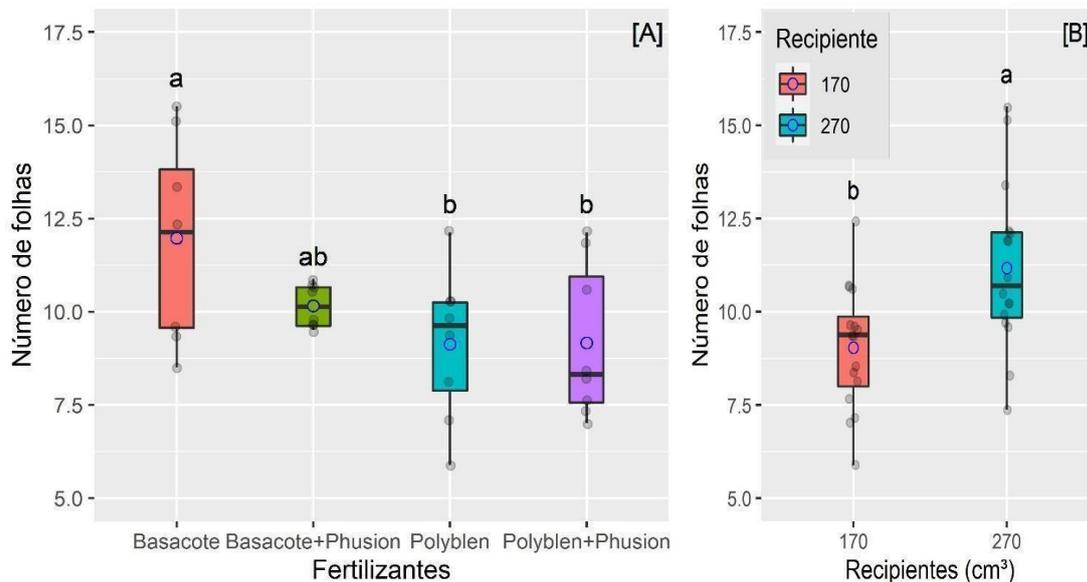


Figura 11 – Média do número de folhas (A e B) de mudas de *Cordia trichotoma*. A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.

4.5. Índice de Qualidade de Dickson (IQD)

Para os tratamentos com fertilizantes, observou-se diferença significativa, conforme ilustrado na Figura 12A. É possível observar que o tratamento utilizando Basacote e este com adição de Phusion obtiveram os mais elevados Índices de Qualidade de Dickson. As médias da biomassa seca total e as relações H/D e MSPA/MSR também apresentaram maiores valores para os tratamentos em que o Basacote esteve presente, com exceção da relação MSPA/MSR, igual para todos os tratamentos.

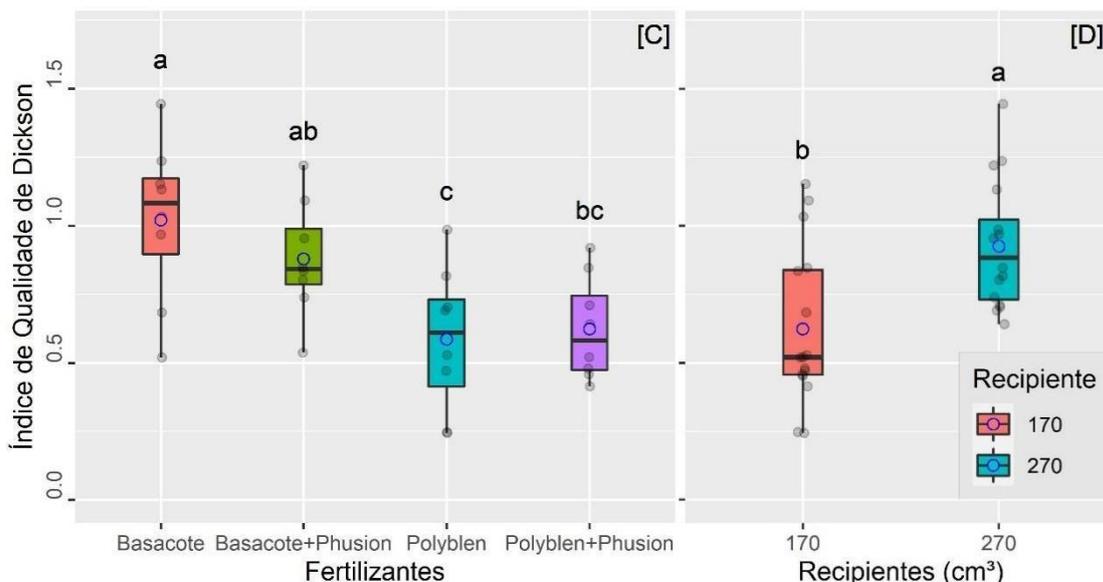


Figura 12 – Média do Índice de Qualidade de Dickson (C e D) de mudas de *Cordia trichotoma*. A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.

Segundo Caldeira et al. (2012), quanto maior o IQD, melhor a qualidade da muda produzida. Os valores de IQD das mudas para todos os fertilizantes estudados foram superiores ao índice mínimo, igual a 0,2, estabelecido por Dickson et al. (1960) como indicador de alta qualidade da muda para transplante. A partir desse índice e demais relacionados, é possível inferir que as mudas produzidas sob os tratamentos com Basacote demonstraram melhor desenvolvimento. O tempo de liberação dos nutrientes no fertilizante foi essencial na manutenção das condições favoráveis para o desenvolvimento das mudas.

As médias das diversas variáveis foram superiores para as mudas produzidas em maior volume (Figura 12B). As melhores condições do recipiente de 270 cm³ já mencionadas anteriormente possibilitaram melhor desenvolvimento do IQD. O índice de qualidade de Dickson é considerado um excelente indicador da qualidade das mudas, pois expressa a robustez e o balanço de distribuição da biomassa (LIMA FILHO et al., 2019). Os resultados alcançados para as mudas de *C. trichotoma* indicaram boa robustez, com equilíbrio entre altura e diâmetro e priorização do crescimento do sistema radicial em detrimento da parte aérea.

4.6. Potencial de Regeneração de Raízes

4.6.1. Número total de raízes regeneradas

Para essa variável, a influência dos tratamentos, combinando fertilizantes e recipientes, foi observada 90 dias após o transplante das mudas para os tubos. Não houve interação significativa entre os fatores para o número total das raízes regeneradas, demonstrando a independência entre os fatores para a variável analisada. A resposta dos tratamentos representados pelos fertilizantes está ilustrada na Figura 13 e a resposta estatística das médias correspondentes encontra-se ilustrada na Figura 14A.



Figura 13 – Mudas de *Cordia trichotoma* 90 dias após a poda das raízes para avaliação do potencial de regeneração de raiz (PRR).

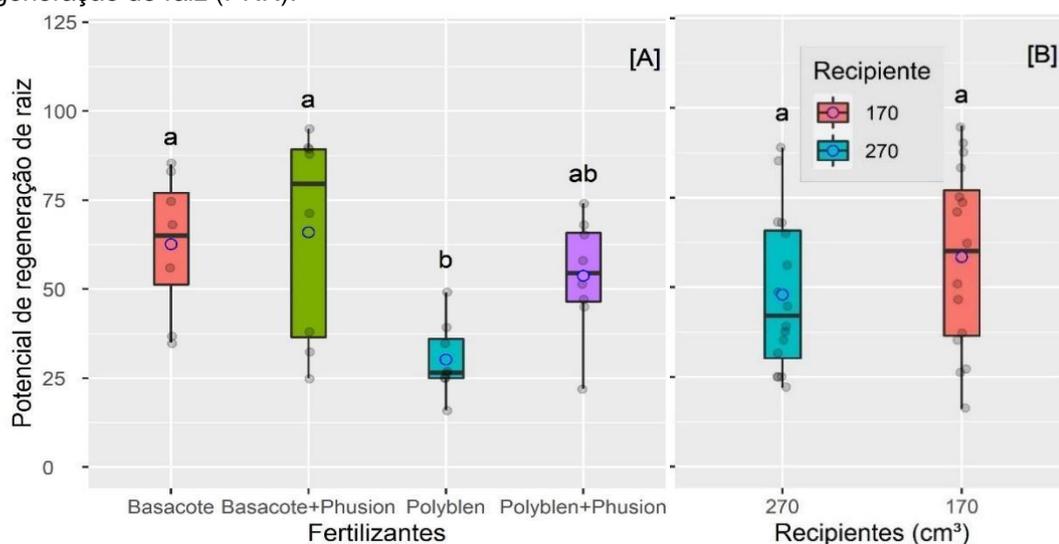


Figura 14 – Média para o índice de Potencial de Regeneração de Raízes (A e B) de mudas de *Cordia trichotoma*. A linha horizontal mais grossa representa a mediana; a caixa, o intervalo interquartil; e as linhas contínuas na vertical, os valores extremos. Médias seguidas pelas mesmas letras não indicam diferenças estatísticas significativas ($p = 0,05$) em ANOVA com o teste post-hoc de Tukey entre os tratamentos.

Observou-se diferença estatística entre os fertilizantes utilizados, em que o fertilizante Polyblen promoveu menor média para o total de raízes regeneradas. A garantia do tempo de liberação dos nutrientes no fertilizante Polyblen é de 120 dias, dessa forma, o efeito desse fertilizante não foi observado na regeneração das raízes, uma vez que a avaliação se iniciou a partir de 180 dias após a semeadura. Observou-se ainda que os tratamentos com Basacote e com adição de Phusion possibilitaram maior incremento na regeneração de raiz. A quantidade de fósforo disponível às mudas quando da confecção do substrato sugere efeito sobre a regeneração de raiz, encontrados em maior quantidade nos tratamentos citados, enquanto os baixos níveis de fósforo encontrados nos tratamentos com Polyblen sugerem reduzir o desenvolvimento do sistema radicial, como afirmam Taiz et al. (2017). Além disso, a superioridade do Basacote como fertilizante é dada pelo maior tempo de liberação dos nutrientes para o substrato, o que proporcionou médias mais elevadas das raízes emitidas. O PRR complementa os resultados anteriormente obtidos, sugerindo que o desenvolvimento de novas raízes está associado aos tratamentos com maiores médias para os parâmetros morfológicos estudados.

Em relação aos recipientes, não foram observadas diferenças estatísticas para as médias de regeneração de raízes das mudas de louro-pardo procedentes dos dois volumes estudados, ilustradas na Figura 14B. O efeito do volume dos recipientes não afetou a regeneração das raízes. Apesar das mudas serem procedentes de volumes diferentes, ambos os recipientes possuem o mesmo diâmetro, diferenciando-se apenas em comprimento. Entende-se que após transplante para os tubos, o enraizamento não sofreu influência do comprimento do sistema radicial, pois a maior parte das novas raízes emitidas se desenvolveram a partir de onde foi realizada a poda, conforme pode ser observado na Figura 15.

É possível sugerir também a atuação das auxinas onde houve a poda, uma vez que esses fito-hormônios são responsáveis pela formação de raízes adventícias (MELO, 2002; CUNHA et al., 2009). O estresse provocado induz a formação de novas raízes, resultando no aumento do volume de raízes fisiologicamente ativas. Estas, por sua vez, possuem maior potencial de absorção de água e nutrientes na solução do solo, favorecem a distribuição espacial das raízes e a translocação de nutrientes do sistema solo-planta.



Figura 15 – Sistema radicial de mudas de *Cordia trichotoma* antes (A, B e C) e depois (D, E e F) da poda das raízes.

Burcer et al. (2021) sugeriram que a poda da raiz pode ser recomendada para induzir alongamento das raízes primárias e o início de novas raízes laterais em mudas florestais. Freitas et al. (2009b) citam efeitos positivos no desenvolvimento das mudas de eucalipto após poda do sistema radicial. Já para Hossel et al. (2014), a poda do sistema radicial não foi indicada para espécies nativas como jaboticabeira, cerejeira-da-mata e uvaieira por afetar negativamente o desenvolvimento das mudas. É possível perceber que os processos fisiológicos relacionados à regeneração de raízes podem ser inerentes à espécie, promovendo o aumento ou limitando o desenvolvimento do sistema radicial.

Quanto à distribuição espacial das raízes regeneradas, descritas na Tabela 2, é possível observar homogeneidade na distribuição das raízes para as mudas de *C. trichotoma*. A formação de uma estrutura radicial adequada sugere maior capacidade de exploração do solo por essas plantas, após o plantio, de modo a aumentar o fluxo de absorção de água e nutrientes. Carneiro et al. (2007) citam que raízes bem desenvolvidas, livres de impedimentos e bem distribuídas assumem arquitetura semelhante ao que ocorre naturalmente em campo e, conseqüentemente, possibilitam maior índice de sobrevivência e crescimento inicial.

Tabela 2 – Percentual de raízes regeneradas, em cada quadrante, de mudas de *Cordia trichotoma* produzidas em tubetes de 170 cm³ e 270 cm³, 180 dias após o transplante em tubos.

Tratamentos	Quadrantes			
	A	B	C	D
	%			
Basacote	15,6	20,7	38,8	24,9
Basacote+Phusion	24,0	25,1	26,5	24,5
Polyblen	35,1	24,3	12,2	28,4
Polyblen+Phusion	28,3	16,1	36,1	19,6
Basacote	35,0	17,5	14,6	32,9
Basacote+Phusion	24,4	14,6	28,3	32,7
Polyblen	33,0	20,8	24,1	22,1
Polyblen+Phusion	19,8	34,0	26,7	19,5

4.7. Correlação entre os parâmetros morfológicos

Os coeficientes relativos à correlação de Pearson entre os parâmetros morfológicos avaliados constam na Tabela 3, com destaque para os valores significativos, variando de 0,60 a 0,90.

Tabela 3 – Coeficientes de correlação de Pearson entre os parâmetros morfológicos: altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (DC), biomassas secas das partes aérea (BSPA), sistema radicial (BSR) e total (BST), número de folhas de mudas (NF) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de *Cordia trichotoma*.

	H	BSPA	BSR	BST	NF	IQD
H	1*	0,9*	0,8*	0,8*	0,7*	0,6*
DC	0,9*	0,9*	0,8*	0,8*	0,8*	0,7*
IQD	-	0,9*	1*	0,9*	0,7*	1*

Os parâmetros morfológicos avaliados apresentaram correlações de moderada a forte, conforme a Tabela 3. As estimativas da correlação confirmam o balanço entre o desenvolvimento, apresentando mudas aptas para o plantio e prognóstico do sucesso quando em campo. Para as mudas de *C. trichotoma*, a variável altura foi positiva e fortemente correlacionada com o diâmetro, o que significa que a altura apresentou relação com o ganho em diâmetro em 90%. Dados do estudo de Berghetti et al. (2016) corroboram a forte correlação encontrada, com valores semelhantes para mudas da mesma espécie do atual estudo. A altura correlacionou-se fortemente com os demais parâmetros morfológicos, confirmando sua grande importância na inferência da qualidade das mudas.

O diâmetro de colo também foi fortemente correlacionado com os parâmetros BS, NF e IQD. Essa correlação foi estudada por Binotto, Lúcio e Lopes (2010) para mudas de eucalipto e pinus, e por Carpenedo Aimi et al. (2016) para cedro-canjerana, os quais encontraram correlações fortes, semelhantes ao atual estudo. O IQD correlacionou-se fortemente com a altura; o diâmetro, com a BS; e o número de folhas correlacionou-se mais fortemente com a MS. Esse resultado reforça a importância de estudar parâmetros de biomassa para melhor prognosticar a qualidade das mudas.

5. CONCLUSÕES

As características físicas do recipiente com capacidade volumétrica de 270 cm³ possibilitaram melhor qualidade morfológica às mudas de *Cordia trichotoma*, sendo indicado quando associado com o fertilizante Basacote

A presença de micronutrientes e o maior tempo de liberação no fertilizante com formulação NPK 15-8-12 (Basacote 9M[®]) promoveu maiores médias para os parâmetros indicadores de qualidade.

O sistema radicial das mudas apresentou potencial de regeneração similar para os tratamentos com formulação NPK 9-40-00 (Phusion[®]) e NPK 15-8-12 (Basacote 9M[®]).

A poda das raízes possibilitou a formação de novas raízes, fisiologicamente ativas, associando seu maior potencial de regeneração aos tratamentos com melhores atributos morfológicos.

6. 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. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 141-150, 2015.
- AGUILAR, M. V. M.; MASSAD, M. D.; DUTRA, T. R.; MENEZES, E. S.; DOS SANTOS, A. R.; SILVA, F. G. Produção de mudas de *Albizia lebbek* (L.) Benth sob diferentes formulações e doses de Osmocote®. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 1, p. 153-160, 2020.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009, 500 p.
- ALMEIDA, R. E. M. **Fertilização nitrogenada no consórcio milho-braquiária em solos de clima tropical úmido no sistema de integração lavourapecuária**. Piracicaba-SP: USP, 2014, 149 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.
- AMORIM, S. A.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DE MELO JÚNIOR, J. C. F.; NASCIMENTO DIAS, D.; SILVA, T. S.; SILVA, K. A. Sugar apple seedling production as a function of substrates and slow-release fertilizer. **Comunicata Scientiae**, v. 11, p. e3146-e3146, 2020.
- AUCA, E. C; DIONISIO, L. F. S; LOZANO, R. M. B; SCHWARTZ, G. Propagation of Brazil nut (Humb. y Bonpl) seedlings using seeds in minigreenhouses. **Revista Agroambiente On-line**, v. 12, n. 4, p. 300-313, 2018.
- BARNETT J. P. Relating seedling morphology of container- grown southern pines to field success. In: **Convention of the society of american foresters**. Proceeding... New Orleans: USDA. For. Serv. Southern Forest Experiments Station, 1983. p. 405-407.
- BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; NOVAES, A. B.; LELES, P. S. S. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 291-296, 2000.
- BELLOTE, A. J. F.; SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-166.
- BERGHETTI, A. L. P.; ARAUJO, M. M.; BOVOLINI, M. P.; TONETTO, T. D. S.; MUNIZ, M. F. B. Morfologia de Plântulas e Controle de Patógenos em Sementes de *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, 2015.

BERGHETTI, A. L. P.; ARAUJO, M. M.; TABALDI, L. A.; CARPENEDO AIMI, S. C.; TONETTO, T. D. S.; TURCHETTO, F.; BRUNETTO, G. Morphological and physiological parameters in young plants of *cordia trichotoma* submitted to the application of phosphorus in the soil. **Revista Árvore**, v. 44, 2020.

BERGHETTI, A. L. P.; ARAUJO, M. M.; TONETTO, T. S.; CARPENEDO AIMI, S. C.; NAVROSKI, M. C.; TURCHETO, F.; ZAVISTANOVICZ, T. C. Growth of *Cordia trichotoma* seedlings in different sizes of recipients and doses of fertilizer. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 28, p. 2450-245, 2016.

BIERNASKI, F. A. ***Pinus maximinoi* H. E. Moore: melhoramento genético, maturação de sementes, métodos de propagação e tipos de recipientes**. Curitiba-PR: UFPR, 2018. 140 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson Quality Index in forest seedlings. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

BIRCHLER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, M.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales**, v. 7, p. 110-121, 1998.

BOHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979.

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, p. 223-232, 2010.

BRASIL. **Instrução normativa n. 46 de 22 de novembro de 2016**. Definições, exigências, especificações, garantias, registro de produto, autorizações, embalagem, rotulagem, documentos fiscais, propaganda e tolerâncias dos fertilizantes minerais destinados à agricultura. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21295271/do1-2016-12-07-instrucao-normativa-n-46-de-22-de-novembro-de-2016-21295017>. Acesso em: 11 set. 2021.

BURCER, P. A. R.; CARANDANG, W. M.; GASCON, A. F.; TIBURAN JR, C. L. Effect of Root Pruning on the Root Growth Potential (RGP) of Three Philippine Native Tree Species. **Philippine Journal of Science**, v. 150, n. 2, p. 429-444, 2021.

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; ARTHUR, J. C.; GUSMÃO, A. V. V.; LOPES, N. F. Fertilization and containers in the seedlings production and post-planting survival of *Schizolobium parahyba*. **Ciencia Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1644-1657, 2019.

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; RESENDE, A. S.; CABREIRA, W. V.; SILVA E SOUSA, T. J. Controlled-Release Fertilizer and Container Volume to Produce *Inga laurina* Seedlings. **Floresta e Ambiente**, v. 28, n. 1, p. 1-9, 2021.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LUBE, S. G.; GOMES, D. G.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR; FUPEF, 1995. 451 p.

CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SOARES, L. M. S. Crescimento de mudas em raiz nua de *Pinus taeda* L., sob cinco espaçamentos em viveiro e seu desempenho em campo. **Revista Brasileira Agrocências**, v. 13, n. 3, p. 305-310, 2007.

CARNEIRO, M. A. **Crescimento inicial e propagação vegetativa de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida Ex Steudel (louro-pardo)**. Dourados-MS: UFGD, 2013, 65 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Grande Dourados.

CARPENEDO AIMI, S.; MACHADO ARAUJO, M.; BENÍTEZ LEÓN, E.; GOMEZ DE OLIVEIRA, G.; SILVA CUNHA, F. Volumen de contenedores y dosis de fertilizante de liberación controlada en el crecimiento de plantas de *Cabralea canjerana* producidas en vivero. **Bosque (Valdivia)**, v. 37, n. 2, p. 401-407, 2016.

CARVALHO, P. E. R. **Louro Pardo: taxonomia**. Colombo: EMBRAPA Florestas, Circular Técnica, n. 66, 2002.

_____. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, v. 1.

CUNHA, A. C. M. M.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 58, p. 35-35, 2009.

DA ROS, C. O., Rex, F. E., Ribeiro, I. R., Kafer, P. S., Rodrigues, A. C., Silva, R. F. D., & Somavilla, L. Uso de Substrato Compostado na Produção de Mudas de *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 549-558, 2015.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2008. 175 p.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, I. E. Quality appraisal of white spruce and white in seedlings stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Mattawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DIONISIO, L. F. S.; AUCA, E. C.; SCHWARTZ, G.; BARDALES-LOZANO, R. M.; AGURTO, J. J. M.; CORVERA-GOMRINGER, R. Effects of pruning and recipient volume on seedlings' quality of *Bertholletia Excelsa* bonpl. (Lecythidaceae). **European Academic Research**, v. 9, n. 2, p. 1198-1212, 2021.

DIONISIO, L. F. S.; SCHWARTZ, G.; ALMEIDA M. J. S.; ROCHA, T. S.; CORVERA, R. Seedling production of *Bertholletia excelsa* in response to seed origin and position inside fruit. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n. 3, 2019.

ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 374-384, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília: EMBRAPA, 2013, 353 p.

FELIPPI, M.; MAFFRA C. R. B.; CANTARELLI E. B.; ARAÚJO M. M.; LONGHI S. J. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 631-641, 2012.

FIGUEIREDO, F. A. M.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; BARROSO, D. G.; DAHER, R. F. Efeito das variações biométricas de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 1-11, 2011.

FIGUEIREDO, F. A. M.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; CAMPOSTRINI, E.; THIEBAUT, J, T. L.; BARROSO, D. G. Condutividade hidráulica de raiz e capacidade fotossintética de mudas clonais de eucalipto com indução de deformações radiculares. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 277-287, 2014.

FIGUEIREDO, F. A. M.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; THIEBAUT, J, T. L.; ABAD, J. I. M.; BARROSO, D. G.; FERRAZ, T. M. Correlations between Eucalyptus Clonal Cutting Quality and Performance after Planting. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 4, 2019.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FREITAS, M.; SILVA, A. P.; CANEVA, R. A.; BEIG, O. **Avaliação e controle de qualidade em florestas de eucaliptos**. Piracicaba: IPEF, 1980, 8 p. (Circular Técnica, 91).

FREITAS, T. A. S. D., BARROSO, D. G., CARNEIRO, J. G. D. A., PENCHEL, R. M.; COUTINHO, M. P. Outplanting performance of *Eucalyptus* clonal cuttings produced in different containers and substrates. **Revista Árvore**, v. 32, p. 1019-1028, 2008.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; SOUZA, L. S.; CARNEIRO, J. G. A. Efeito da poda de raízes sobre o crescimento das mudas de eucalipto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 1-6, 2009.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hillex Maidem, em "Win- Strip". **Revista Árvore**, v. 5, n. 1, p. 35-42, 1991.

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

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV, 2013, 116 p. (Série Didática).

HAASE, D. L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. **Tree Planters' Notes**, v. 52, n. 2, p. 24-30, 2008.

HOSSEL, C.; OLIVEIRA, J. S. M. A. D.; WAGNER JÚNIOR, A.; MAZARO, S. M.; CITADIN, I. Manejo da poda de raízes no transplante de mudas de fruteiras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 761-765, 2014.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual Iba 2020**. São Paulo: Café Art, 2020. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

JESUS, R. M.; MENANDRO, M. S.; COUTO, H. T. Z. Efeito do tamanho do recipiente, tipo de substrato e sombreamento na produção de mudas de louro (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.) e Gonçalves-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). **IPEF**, Piracicaba, n. 37, p. 13-19, 1987.

LANA, M. C.; LUCHESE, A. V.; BRACCINI, A. L. Disponibilidade de nutrientes pelo fertilizante de liberação controlada Osmocote e composição do substrato para produção de mudas de *Eucalyptus saligna*. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 1, p. 68-81, 2010.

LANG, A.; MALAVASI, U. C.; DECKER, V.; PÉREZ, P. V.; ALEIXO, M. A.; MATOS MALAVASI, M. Aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico-branco em área de domínio ciliar. **Floresta**, v. 41, n. 2, 2011.

LEITE, H. G.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, C. A. B.; PAULA, R. A.; PIRES, I. E.; SILVA, M. L. Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 955-964, 2005.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. S.; ABREU, A. H. M.; FONSECA, A. C.; SILVA, E. V. 2. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o bio-sólido como substrato. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 27-39, 2019.

LISBOA, A. C.; SANTOS, P. S.; NETO, S. N. O.; CASTRO, D. N.; ABREU, A. H. M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, v. 68, p. 97-106, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 1.

MACHADO, G. G.; PASTORINI, L. H.; SOUZA, L. A.; BARBEIRO, C.; SILVA SANTOS, L. Germinação de diásporos e crescimento inicial de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud (Boraginaceae). **Iheringia. Série Botânica.**, v. 70, n. 2, p. 279-286, 2015.

MACEDO, A. C. **Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993, 17 p.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. D. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micrantha* Cham. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 1, p. 11, 2006.

MANTOVANI, N. C.; FRANCO, E. T. H.; VESTENA, S. Regeneração in vitro de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel). **Ciência Florestal**, v. 1, n. 2, p. 93-101, 2001.

MATIAS, E. F. F.; ALVES, E. F.; NASCIMENTO SILVA, M. K.; ALENCAR CARVALHO, V. R.; COUTINHO, H. D. M.; COSTA, J. G. M. The genus *Cordia*: botanists, ethno, chemical and pharmacological aspects. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 5, p. 542-552, 2015.

MELO, N. F. Introdução aos hormônios e reguladores de crescimento vegetal. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINÁRIO CODA DE NUTRIÇÃO VEGETAL, 1., 2002, Petrolina. **Anais...** Petrolina: CODA, 2002.

MELO, L. A.; ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA, R. R. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 47-55, 2018.

MENDONÇA, E. A. F.; RAMOS, N. P.; PAULA, R. C. Viabilidade de sementes de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (Louro-pardo) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n. 2, p. 64-71, 2001.

MORAES NETO, S. F.; GONÇALVES, J. L. M.; RODRIGUES, C. J.; GERES, W. L. A.; DUCATTI, F.; AGUIRRE JÚNIOR, J. H. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 779-789, abr. 2003.

MOTA, E. R.; SMIDERLE, O. J.; DIONISIO, L. F. S.; GRAÇAS SOUZA, A.; MONTENEGRO, R. A.; SCHWARTZ, G Seedling quality of *Agonandra brasiliensis* in response to different Osmocote® doses and recipient volumes. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

NOVAES, A. B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. Curitiba-PR: UFPR, 1998, 133 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

NOVAES, A. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. S. Avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em diferentes tipos de recipientes e o seu desempenho no campo. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 675-681, 2002.

NOVAES, A. B.; SILVA, H. F.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B. Qualidade de mudas de Nim Indiano produzidas em diferentes recipientes e seu desempenho no campo. **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 101-110, 2014.

OLIVEIRA, J. C. **Qualidade de mudas de angico-vermelho produzidas em diferentes substratos e seu desempenho no campo**. Vitória da Conquista-BA: UESB, 2017, 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

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

RADOMSKI, M. I.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; CARDOSO, D. J. Louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.) em sistemas agroflorestais. **Embrapa Florestas-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012.

REYES, J. T. S.; FLORES, H. J. M.; PÉREZ, D. C. M. A.; SÁNCHEZ, A. R.; RAMOS, J. H. Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero “Morelia”, estado de Michoacán. **Revista Mexicana de Ciencias Forestales**, v. 5, n. 26, p. 98-111, 2014.

RITCHIE, G. A.; TANAKA Y. Root growth potential and the target seedling. In: ROSE, R.; CAMPBELL, S. J.; LANDIS, T. D. (eds.). **Target Seedling Symposium: Proc., Combined Meeting Western Forest Nursery Associations**. U.S.D.A. Forest Service, GTR RM-200, p. 37-52, 1990.

RODRIGUES, V. A. **Recipientes biodegradáveis e composto orgânico na produção de mudas de eucalipto**. Vitória da Conquista-BA: UESB, 2020, 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; BOGNOLA, I. A.; POMIANOSKI, D. J. W.; SOARES, P. R. C.; BARROS, L. T. S. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 75, p. 227-234, 2013.

SALVADORI, S. L.; DUARTE, C. U. N. B. D.; SILVA, A. F. G. DA; KLEIN, W. L. Análise de Sobrevivêrescimento de *Cordia trichotoma*, *boraginaceae*, *Lamiales*, no sul de Mato Grosso do Sul – Brasil. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 735-742, 2013.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de Tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2005.

SANTOS, R. A. **Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus* spp. produzidas nos sistemas Ellepot® e Tubetes**. Vitória da Conquista-BA: UESB, 2018, 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

SCHEEREN, L. W.; SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento do louro-pardo, *Cordia trichotoma* (vell.) Arrab. ex Steud., na depressão central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 169-176, 2002.

SERPA, M. F. P.; CAIRO, P. A. R.; LACERDA, J. J.; NOVAES, A. B. Root system growth and Eucalyptus clones performance in Vitória da Conquista, Bahia, Brazil. **Nativa**, Sinop-MT, v. 5, n. 6, p. 428-433, 2017.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012.

SOUSA, J. A.; LÉDO, F. D. S.; SILVA, M. R. Produção de mudas de hortaliças em recipientes. **Embrapa Acre-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1997.

STORCK, E. B.; SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* em diferentes recipientes. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 39-46, 2016.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; MACHADO, L.; ROSA, T. S. Feasibility of *Cordia trichotoma* (Vell.) wood and its by-products for particleboard manufacturing. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 36, n. 8, p. 833-846, 17 nov. 2017.

VALLONE H. S.; GUIMARÃES R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; DIAS, F. P.; CARVALHO, A. M. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p.1327-1335, 2009.

VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, L. S. B.; OLIVEIRA SILVA, E. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, v. 38, n. 4, 2008.

VIÉGAS, L. B. **Viabilidade do recipiente biodegradável na produção de mudas florestais nativas**. Botucatu-SP: UNESP, 2015, 169 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

WAKELEY, P. C. Planting the southern pines. **Agriculture Monography**, Washington, n. 18, p. 1-233, 1954.

WILLE, V. K. D.; WASTOWSKI, A. D.; PEDRAZZI, C.; SAUER, M. P. Composição química da madeira de *Cordia trichotoma*. **Ciência Florestal**, p. 169-176, 2017.

ZACCHEO, P. V. C.; AGUIAR, R. S.; STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J. Tamanho de recipientes e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 603-607, 2013.

ZANUNCIO, V. S. S.; STEFANELLO, T. H.; LIMA, L. B. Germinating dynamics and seedling production of *Cordia trichotoma* (VELL.) Arrabida Ex Steudel. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 68757-68770, 2020.

ZHANG, X.; WANG, C.; CHEN, Y. Properties of selected biodegradable seedling plug-trays. **Scientia horticultrae**, v. 249, p. 177-184, 2019.