

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

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Erythrina velutina* Willd. EM
DIFERENTES RECIPIENTES E IDADES DE EXPEDIÇÃO,
ASSOCIADOS AO SEU DESEMPENHO NO CAMPO**

ALDAIR ROCHA ARAUJO

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
JULHO – 2024

ALDAIR ROCHA ARAUJO

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Erythrina velutina* Willd. EM
DIFERENTES RECIPIENTES E IDADES DE EXPEDIÇÃO,
ASSOCIADOS AO SEU DESEMPENHO NO CAMPO**

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 Mestre.

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

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
JULHO – 2024

A687p

Araujo, Aldair Rocha.

Produção de mudas de *Erythrina velutina Willd.* em diferentes recipientes e idades de expedição, associados ao seu desempenho no campo. / Aldair Rocha Araujo, 2024.

55f. : il. color.

Orientador(a): Dr. Adalberto Brito de Novaes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Vitória da Conquista, 2024.

Inclui referências F. 43 - 54

1. Mulungu. 2. Tubetes. 3. Sacos plásticos. 4. Raízes. I. Novaes, Adalberto Brito de. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. III. T.

CDD 581.7

Catálogo na fonte: Karolyne Alcântara Profeta – CRB 5/2134

UESB – Campus Vitória da Conquista - BA

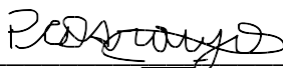
ALDAIR ROCHA ARAUJO

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Erythrina velutina* Willd. EM
DIFERENTES RECIPIENTES E IDADES DE EXPEDIÇÃO,
ASSOCIADOS AO SEU DESEMPENHO NO CAMPO**

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 Mestre.

Aprovada em 29 de julho de 2024.


Comissão Examinadora:



Prof.^a Dra. Poliana Coqueiro Dias Araujo (D.SC., Ciência Florestal) – UFERSA



Prof.^a Dra. Thaís Brito Souza (D.SC., Engenharia de Biomateriais) – UEMG



Prof. Dr. Adalberto Brito de Novaes (D.SC. em Engenharia Florestal) – UESB,
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque eu sei que o Senhor está sempre cuidando de tudo. Tua graça me basta e Teu amor me sustenta.

Aos meus pais, José e Valdelice, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória, por todo amor, exemplo, dedicação e confiança. À minha querida irmã, Helení, e à minha amada sobrinha, Heloisa, que são meu apoio incondicional e fonte constante de amor e inspiração. Vocês são preciosas para mim!

Aos meus queridos tios, tias, primos e primas, por todo o amor, apoio e alegria que vocês trazem à minha vida.

Aos meus irmãos em Cristo da Comunidade Santo Antônio, agradeço pela amizade, carinho, atenção e apoio que me ofereceram, mesmo a distância.

Agradeço à minha namorada, Adielle, que sempre esteve ao meu lado durante o meu percurso acadêmico.

Ao Professor Dr. Adalberto Brito de Novaes, pela orientação, amizade, confiança e incentivo constantes, especialmente pela paciência e pela confiança depositada em mim.

A todos os meus professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais (PPGCIFLOR) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pela excelência da qualidade técnica de cada um e pela amizade construída. À Fabrícia, secretária do PPGIFLOR, por todo o auxílio e amizade, pelos valiosos apoios prestados.

Aos amigos que fiz na universidade, tanto na pós-graduação em Ciências Florestais quanto os que conheci da pós-graduação em Agronomia. Pessoas incríveis.

A todos meus queridos amigos do Laboratório de Silvicultura: Ana Caetano, Ana Clara, Ana Ruth, Beatriz, Carolina, Daniele, Joanna, Júlia, Karina, Lucas Rafael, Rebeca e Ronaldo, e a todos que passaram por lá, pela agradável convivência, carinho, amizade, momentos de descontração e apoio. Em especial, Joanna, Ronaldo, Ana Caetano e Lucas, irmãos de coração, que sempre estiveram dispostos a ajudar

quando necessário. À Zilda e Dona Zete, colaboradoras do laboratório, pela amizade, ajuda e apoio constante.

A Esmeraldo, viveirista do Viveiro Floresta da UESB, e seus colaboradores, pela ajuda na instalação e manutenção da primeira etapa desta pesquisa, além da amizade construída durante esse processo.

À Diretoria do Campo Agropecuário (DICAP) da UESB, na pessoa de Carlos (Dui), e seus colaboradores, pela facilitação da execução das etapas de viveiro e campo desta pesquisa, além da amizade construída durante esse processo.

As grandes amizades que Vitória da Conquista me proporcionou são inestimáveis, especialmente Dona Corina, proprietária da residência onde morei. Aos irmãos em Cristo da Pastoral do Canto da Igreja de Nossa Senhora de Aparecida pelo acolhimento caloroso, destacando Camila e Ivete. Também não posso deixar de mencionar minhas parceiras incríveis no Ministério de Música Mãe de Pentecostes, Alessandra, Joanne e Phamella.

À Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco e do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF), pela contribuição com as sementes de mulungu que foi essencial para realização da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro fundamental para realização dessa pesquisa.

A todos aqueles que, mesmo não tendo seus nomes citados, contribuíram de alguma forma para a realização deste objetivo, os meus mais sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 <i>Erythrina velutina</i> Willd.....	4
3.2. Importância da qualidade de mudas de essências florestais na restauração florestal	5
3.3. Recipientes utilizados na produção de mudas	6
3.4. Parâmetros associados a qualidade de mudas florestais	9
3.4.1 Parâmetros morfológicos	10
3.4.2 Parâmetros fisiológicos - Potencial de Regeneração de Raízes (P.R.R.)..	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Localização dos estudos	14
4.2 Recipientes utilizados na produção das mudas	15
4.2.1 Sacos plásticos	15
4.2.2 Tubetes	16
4.3 Substratos	16
4.4 Tratamentos e procedimentos estatísticos.....	17
4.5 Instalação da etapa de viveiro e avaliação dos parâmetros morfológicos	18
4.6 Instalação e avaliação do potencial de regeneração de raízes (P.R.R.).....	22
4.7 Instalação e avaliação do desempenho das mudas no campo	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. 1. Fase de viveiro.....	27
5.1.1 Altura da parte aérea, diâmetro de colo e relação H/D	27
5.1.2 Biomassa fresca	29
5.1.3 Biomassa seca e Índice de qualidade de Dickson	30
5.2. Potencial de Regeneração de Raízes.....	33
5.2.1 Número total de raízes regeneradas.....	33
5.2.1 Distribuição horizontal de raízes regeneradas em tubos	34
5.3 Desempenho das mudas no campo.....	35
6. CONCLUSÕES	42
7. REFERÊNCIAS.....	43
APÊNDICES	55

RESUMO

ARAUJO, Aldair Rocha, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, julho de 2024. **Efeitos de diferentes recipientes e idades de expedição na qualidade de mudas de *Erythrina velutina* Willd.**, Orientador: Adalberto Brito de Novaes.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a qualidade morfofisiológica das mudas de *Erythrina velutina* Willd., considerando os efeitos de diferentes recipientes e idades de expedição no viveiro, bem como seu crescimento inicial no campo. A pesquisa foi conduzida em três etapas distintas: produção das mudas e avaliação dos parâmetros morfológicos, avaliação do Potencial de Regeneração de Raízes (P.R.R.) em tubos, e avaliação no campo, considerando altura da parte aérea, diâmetro de coleto, área de copa e sobrevivência, cinco meses após o plantio. Para a produção das mudas no viveiro, utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com um arranjo fatorial 4 x 3, incluindo quatro tipos de recipientes (Tubetes de 180 cm³ e 288 cm³, sacos plásticos de 245 cm³ e 597 cm³) e duas idades de expedição (60 e 90 dias) com cinco repetições. Para determinação do P.R.R., foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com oito repetições. No campo, adotou-se o delineamento experimental, em blocos casualizados, com três repetições. A análise estatística constou de análise de variância, teste de médias e análise de regressão. Mudas de *Erythrina velutina* produzidas em tubetes de 288 cm³ e expedidas aos 90 dias de idade apresentaram os melhores resultados no viveiro, com as maiores médias para a maioria dos parâmetros avaliados, demonstrando um desenvolvimento inicial superior. Mudas em sacos de 245 cm³, expedidas aos 90 dias, e mudas em sacos de 597 cm³, expedidas aos 60 dias de idade, tiveram o melhor crescimento e desempenho no campo no período de cinco meses, mostrando que o volume do recipiente e a idade de expedição influenciam o crescimento das mudas. Mudas produzidas em tubetes de 288 cm³, expedidas aos 60 e 90 dias, apresentaram o mais baixo desempenho no campo. O P.R.R. mostrou-se um parâmetro confiável para avaliar a qualidade das mudas e prever a sua sobrevivência no campo.

Palavras-chave: mulungu, tubetes, sacos plásticos, raízes.

ABSTRACT

ARAUJO, Aldair Rocha, M.Sc., State University of Southwest Bahia, June 2024.
Effects of different containers and shipping ages on the quality of *Erythrina velutina* Willd. seedlings. Advisor: Adalberto Brito de Novaes

The objective of this research was to evaluate the morphophysiological quality of *Erythrina velutina* Willd. seedlings, considering the effects of different containers and shipping ages in the nursery, as well as their initial growth in the field. The research was conducted in three distinct stages: seedling production and evaluation of morphological parameters, evaluation of the Root Regeneration Potential (P.R.R.) in tubes, and field evaluation, considering shoot height, collar diameter, canopy area, and survival five months after planting. For seedling production in the nursery, a completely randomized experimental design with a 4 x 3 factorial arrangement was used, including four types of containers (180 cm³ and 288 cm³ tubes, 245 cm³ and 597 cm³ plastic bags) and two shipping ages (60 and 90 days) with five replicates. For the determination of P.R.R., a completely randomized experimental design with eight replicates was used. In the field, a randomized block experimental design with three replicates was adopted. Statistical analysis included analysis of variance, mean tests, and regression analysis. In the nursery phase, seedlings produced in 288 cm³ tubes and shipped at 90 days showed the highest averages for the vast majority of evaluated characteristics. However, after transplanting to the field, these seedlings were outperformed by those produced in 245 cm³ and 597 cm³ plastic bags, shipped at 60 and 90 days, respectively, which demonstrated the best results. The root regeneration potential (P.R.R.), a physiological parameter, in conjunction with morphological parameters evaluated in the study, proved to be an efficient indicator for predicting the initial performance of *Erythrina velutina* Willd. plants. The lowest averages for most parameters evaluated in the field were observed in seedlings produced in 288 cm³ tubes and shipped at 60 and 90 days.

Keywords: mulungu, tubes, plastic bags, roots.

1.INTRODUÇÃO

A restauração florestal é crucial para a recuperação de ecossistemas degradados, podendo mitigar as mudanças climáticas e preservação da biodiversidade. A América do Sul tem o Brasil como o país que mais desmata florestas, segundo a FAO (2007), daí a necessidade premente de envidar esforços no sentido de buscar soluções práticas que possam solucionar essas questões. E uma delas trata-se do aprimoramento das pesquisas com espécies florestais nativas, voltadas para integrar projetos de restauração ambiental, ainda muito incipientes no país. A produção de mudas, principalmente de espécies florestais nativas, é uma estratégia essencial para o sucesso desses projetos de restauração. A sua escolha criteriosa, visando ao restabelecimento das funções ecológicas dessas áreas, requer atenção especial. Dessa forma, a introdução de espécies arbóreas leguminosas em áreas degradadas é uma prática comprovada e amplamente recomendada na restauração ambiental, devido aos múltiplos benefícios que essas plantas oferecem na melhoria da fertilidade do solo, promovendo um ambiente mais favorável para o crescimento de outras espécies vegetais.

Neste contexto, dentre as várias espécies florestais nativas, há a *Erythrina velutina*, popularmente conhecida como mulungu. Trata-se de uma árvore nativa do bioma Caatinga situado no Nordeste do Brasil, que possui grande relevância ecológica e socioeconômica, sendo amplamente utilizada na recuperação de ecossistemas degradados. Devido ao seu rápido crescimento, capacidade de proporcionar sombra e habilidade de fixar nitrogênio do solo, torna-se uma espécie valiosa na restauração florestal, facilitando o estabelecimento de outras espécies nativas regenerantes. Por sua vez, quando se trata da elaboração de projetos com essa finalidade, são as mudas produzidas de alto padrão de qualidade o ponto-chave para o sucesso desses empreendimentos.

Neste sentido, deve-se considerar a escolha certa dos recipientes como fator a influenciar diretamente as características morfológicas e fisiológicas das mudas, principalmente em relação ao sistema radicial. No Brasil, são muitos os problemas existentes e ainda se procura investigar os recipientes mais adequados que promovam a produção das mudas sob todos os pontos de vista de qualidade. A idade de expedição das mudas para o campo, trata-se de outro aspecto ainda pouco

estudado e que necessita de mais investigações, principalmente considerando a sua influência no desempenho das plantas no campo. A idade ótima para o plantio, muitas vezes é baseada, geralmente, em valores empíricos, considerando-se apenas as variáveis morfológicas no momento da expedição e, no entanto, a escolha criteriosa e com base científica pode contribuir para a redução de custos com replantios e na redução dos tratos culturais, promovendo, conseqüentemente, a redução de gastos com a execução do projeto. Por sua vez, para além das variáveis morfológicas, deve-se buscar outros parâmetros indicadores de qualidade das mudas no viveiro que possam melhor prever o desempenho das plantas no campo, principalmente os fisiológicos que, conforme Wakeley (1954), são mais importantes que os efeitos de ordem morfológica. Quanto à espécie, objeto da presente pesquisa, ainda são escassos os estudos sobre muitos dos processos de produção de suas mudas em viveiro limitando, conseqüentemente, a otimização de práticas que favoreçam um melhor desempenho das suas plantas no campo e alcance dos objetivos ensejados quando da elaboração dos projetos ambientais.

Conforme o exposto, a escolha criteriosa e mais assertiva da espécie, em combinação com a qualidade das suas mudas, torna-se um fator de fundamental importância quando o objetivo se refere ao êxito de um programa de restauração ambiental, principalmente considerando a sobrevivência e o desempenho das plantas no campo após o plantio, acarretando em redução de custos com a execução do projeto.

2. OBJETIVO

Objetivou-se com esta pesquisa, avaliar a qualidade morfofisiológica das mudas de *Erythrina velutina* Willd., considerando os efeitos dos recipientes sacos plásticos e tubetes, as idades de expedição 60 e 90 dias e o seu desempenho no campo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *Erythrina velutina* Willd.

A espécie florestal *Erythrina velutina* Willd., popularmente conhecida como mulungu, é uma leguminosa arbórea nativa das regiões tropicais da América do Sul, especialmente do Brasil. Pertencente à família Fabaceae (*Leguminosae-Papilionidae*), essa espécie é reconhecida por suas flores vibrantes e propriedades medicinais (SILVA et al., 2019). O nome "*Erythrina*" deriva do grego "*erythros*", que significa vermelho, uma referência à cor das flores da maioria das espécies do gênero. O epíteto específico "*velutina*" refere-se à textura aveludada de suas folhas e ramos. (CARVALHO, 2008).

Encontrada em áreas úmidas, como várzeas e beira de rios da Caatinga, bioma da Região Semiárida do nordeste brasileiro, essa espécie também é encontrada nos biomas Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Cerrado, bem como em formações vegetacionais, como a orla litorânea de Pernambuco e a floresta latifoliada semidecídua de Minas Gerais e São Paulo (CARVALHO, 2008). No entanto, sua presença também foi observada em outros países, como as Antilhas, a Venezuela, o norte da Colômbia, o Equador, o Peru e nações da América Central (ADETUNJI et al., 2024)

Em termos dendrológicos, é descrita como uma árvore decídua e heliófila, que atinge de 8 a 15 metros de altura e possui diâmetro à altura do peito (DAP) de 40 a 80 cm, com tronco geralmente reto, ocasionalmente tortuoso, com fuste curto de até 5 metros e casca lisa ou levemente áspera, medindo até 25 mm de espessura, apresentando ramos dicotômicos e espinhentos, com uma copa ramificada (CARVALHO, 2008). Possui folhas compostas trifoliadas medindo de 6 a 12 cm de comprimento, caracterizadas por uma textura de papel, parte inferior pulverulenta e superfície superior densamente peluda (CARVALHO, 2008). Suas flores são monoclinicas, vermelhas ou vermelho-laranja, dispostas em inflorescências tipo racemo. O fruto de *E. velutina* é seco, tipo legume, de marrom escuro ou esverdeado, contendo de uma a três sementes duras, oblongas, de cor vermelho escuro ou vermelho-laranja, com dispersão zoocórica (RIBEIRO; DANTAS, 2018).

Segundo Silva et al. (2019), sua madeira é empregada na fabricação de tamancos, jangadas, caixotes, moirões para cercas, cochos e molduras, entre outros itens, por ter característica leve e macia. A árvore é ornamental, especialmente durante a floração, o que tem incentivado seu uso no paisagismo (RIBEIRO; DANTAS, 2018). Do ponto de vista fitoquímico, os extratos obtidos da casca, caule, folhas, flores e sementes exibem características bioatividades, como efeitos anti-inflamatórios, ansiolíticos, anticonvulsivantes, neuroprotetores, analgésicos, antimicrobianos e antioxidantes, validando alguns de seus usos medicinais tradicionais, mostrando potencial terapêutico promissor para condições como convulsões, distúrbios do sistema nervoso central, ansiedade, insônia e inflamação, principalmente devido ao seu conteúdo de alcaloides e flavonoides (ADETUNJI et al., 2024).

Essa espécie é classificada como pioneira, ocorrendo preferencialmente nas formações secundárias e áreas abertas. Apresenta dispersão bastante irregular e descontínua (LORENZI; MATOS, 2008). Apresenta associação simbiótica com *Bradyrhizobium* spp., *Rhizobium* spp., *Ensifer* spp. e *Paraburkholderia* spp. (MENEZES et al., 2017). É recomendada para a recuperação de matas ciliares e de ecossistemas degradados, pois se trata de uma árvore de grande resistência à seca, apresentando rusticidade e rápido crescimento (BENTO et al., 2010).

Holanda et al. (2010) observaram que a espécie *E. velutina* apresentou resultados satisfatórios em termos de altura e diâmetro da copa quando tratada com biotêxtil, mostrando-se tolerante à competição com espécies como *Brachiaria decumbens*. Esse desempenho pode ser atribuído ao fato de essa espécie pertencer ao grupo ecológico das pioneiras, caracterizado pelo rápido crescimento e tolerância à intensa luminosidade (HOLANDA et al., 2005).

3.2. Importância da qualidade de mudas de essências florestais na restauração florestal

De acordo com Carneiro (1995), os critérios para a classificação da qualidade das mudas baseiam-se fundamentalmente em duas premissas de elevada importância, que são o aumento do percentual de sobrevivência das mudas e a diminuição da frequência dos tratamentos culturais após plantio. Mudas de alta qualidade geram plantios mais uniformes, diminuem a necessidade de intervenções culturais

frequentes, reduzem as taxas de mortalidade e, por conseguinte, a necessidade de replantio, o que ajuda a diminuir os custos de produção (RUDEK et al., 2013). A redução significativa nos custos dos tratamentos culturais ocorre devido ao potencial de crescimento das mudas e por competição conseguem controlar de forma mais eficaz a vegetação invasora (MORGADO et al., 2000). Segundo Silva (1998), a qualidade das mudas é manifestada por meio de características morfológicas, fisiológicas e nutricionais, sendo influenciada por fatores genéticos e pelos procedimentos de manejo no viveiro.

De acordo com Araújo et (2018), pesquisas na área de Silvicultura buscam identificar atributos mensuráveis no viveiro, capazes de expressar o desempenho das mudas após o plantio. Entretanto, observa-se que, no viveiro, os atributos apresentam resposta diferenciada conforme a espécie, os insumos, o tipo e volume do recipiente, o substrato e a adubação, e o manejo utilizado na produção, incluindo irrigação, densidade de mudas e intensidade luminosa. Também é importante considerar o tempo de permanência das mudas em cada fase, como germinação/enraizamento, aclimação, crescimento e rustificação, além da época de cultivo. Estes mesmos autores afirmam que, apesar da qualidade das mudas utilizadas ser de fundamental importância para alcançar êxito na implantação de povoamentos, aspectos do sítio e clima local, escolha de espécies apropriadas, época de plantio e realização de tratamentos culturais também influenciam o desempenho das mudas após o plantio.

3.3. Recipientes utilizados na produção de mudas florestais

Um recipiente para a produção de mudas florestais é qualquer material que comporta meios de cultivo, drene e permita o desenvolvimento saudável das raízes, mantendo a sua integridade quando da remoção do torrão, contendo o sistema radicular intacto com o mínimo de trauma à planta (WILKINSON et al, 2014). Compreender as propriedades e funcionalidades dos recipientes é essencial para que os produtores escolham os mais adequados às suas necessidades. (HAASE et al, 2016).

O tipo e as dimensões dos recipientes afetam o desenvolvimento das raízes, a quantidade de água e nutrientes minerais disponíveis para o crescimento das plantas, o layout do viveiro, o tamanho da bancada, o cronograma de produção e o método de transporte das plantas (WILKINSON et al, 2014, CAPRISTO e SANTOS,2022). Depois

que um recipiente é selecionado, pode ser caro e demorado mudar para outro tipo (DUMROESE et al., 2009).

A escolha do recipiente adequado no processo de produção das mudas de espécies florestais nativas ainda é controversa. (GRIEBELER et al., 2021). Os viveiros frequentemente cultivam diversas espécies, o que exige o uso de diferentes tipos de recipientes (HAASE et al., 2021). Isso se deve ao fato de que as espécies nativas possuem distintos padrões de crescimento e períodos para a formação do sistema radicial (THOMAS et al., 2016). Os recipientes mais comuns para a produção de mudas incluem tubetes de polipropileno e sacos de polietileno (CABREIRA et al, 2019; MATOS et al, 2022; SIMÕES et al, 2021).

Os sacos plásticos de polietileno são amplamente utilizados em viveiros devido ao seu baixo custo, facilidade de aquisição e flexibilidade em diferentes tamanhos (HAASE et al., 2021). Associado a esses recipientes, o substrato, definido como o meio de cultivo que oferece suporte físico ao sistema radicial das mudas e garante as condições necessárias para suprir água, oxigênio e nutrientes, sendo sua composição fundamental para a qualidade das plantas produzidas (CARNEIRO, 1995).

Os viveiros que trabalham com sacos plásticos de polietileno utilizam substrato à base de solo, geralmente argiloso, denso, pouco fértil e mal drenado, para o cultivo de mudas. (HAASE et al., 2021). Para melhorar a qualidade do meio de cultivo, alguns viveiros misturam materiais adicionais, como areia, esterco, composto orgânico ou resíduos sólidos urbanos, com o solo (GOMES e PAIVA, 2004; CARNEIRO e VIEIRA, 2020; OWINO et al., 2022; YUSNAWETI et al.; 2022). Essa prática visa aumentar a fertilidade do solo, a drenagem e o crescimento geral das mudas

Estes recipientes, embora permitam um bom desenvolvimento inicial das mudas, apresentam desvantagens relacionadas à deformação radicial como o espiralamento das raízes laterais e a dobra da raiz pivotante no fundo dos recipientes (DUMROESE et al, 2009). Por sua vez, a necessidade de retirada da muda antes do plantio pode causar danos às raízes, comprometendo a sua sobrevivência após o plantio (BLICK et al, 2014). Apesar dessas limitações, estudos mostram que os sacos plásticos de polietileno são eficazes para espécies nativas, especialmente em regiões onde as condições de cultivo não exigem o uso de alternativas mais avançadas (ZAVISTANOVICZ et al, 2021, MORAIS JUNIOR et al, 2020).

Outro sistema de produção de mudas muito utilizado é o uso de tubetes de polipropileno, disponíveis no mercado em tamanhos, volumes e formas diferenciadas, sendo indicados de maneira geral para diferentes espécies florestais (FRANCO et al., 2020). São caracterizados por suas paredes rígidas com nervuras verticais internas ou fendas para direcionar o crescimento da raiz para baixo, evitando o espiralamento (KHURRAM et al., 2017). Estes recipientes geralmente usam substratos comerciais sem o componente solo, sendo os substratos compostos principalmente por materiais orgânicos e inorgânicos. (HAASE et al., 2021). Esses substratos apresentam características físicas e químicas superiores em comparação com o solo, incluindo porosidade e aeração adequadas, alta capacidade de troca catiônica e baixa densidade aparente. (WILKINSON et al., 2014).

Vários materiais orgânicos alternativos podem ser utilizados para o preenchimento dos tubetes, como composto (RAVIV, 2017), casca de coco (KRISHNAPILLAI et al., 2020; MARIOTTI et al., 2020), casca de arroz (BONAGURO et al., 2017), serragem (GONZÁLEZ-OROZCO et al., 2018), biochar (DUMROESE et al., 2020; SIMIELE et al., 2022), lodo de esgoto (DE LUCIA et al., 2013; GABIRA et al., 2021), moínha de carvão e substratos comerciais, entre outros materiais (DAVID e FARIA, 2008). Esses materiais orgânicos podem ser combinados com componentes inorgânicos, como vermiculita e perlita (HAASE et al., 2021).

Os recipientes mencionados também se destacam pelo menor consumo de substrato, economia de espaço na área de produção, redução nos custos de transporte e pela possibilidade de reutilização, o que os torna uma opção sustentável para viveiros comerciais (DIAS et al., 2016). Por sua vez, estes podem restringir o crescimento das mudas devido ao seu tamanho reduzido, causando deformações nas raízes (ZAVISTANOVICZ et al., 2021). Seu custo inicial mais elevado e a necessidade de estruturas específicas para suporte também representam desafios que podem limitar sua adoção em determinados contextos (VENTURA, 2012). Apesar dessas limitações, estudos mostram que o uso de tubetes de polipropileno favorece o crescimento e a sobrevivência de mudas de espécies nativas em diferentes condições de cultivo (MATOS et al., 2022).

Diversos trabalhos demonstram a eficácia desses recipientes na produção de mudas de espécies nativas e exóticas. Morais Junior et al. (2020) observaram bons resultados no crescimento de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*, *Ceiba speciosa*,

Cytharexylum myrianthum, *Hymenaea courbaril* e *Peltophorum dubium* utilizando sacos plásticos de 1177 cm³ e tubetes de 180 cm³.

De forma semelhante, Griebeler ‘ sacos plásticos de 1.500 cm³ e tubetes de 180 cm³ na produção de mudas de *Cabralea canjerana*, *Cedrela fissilis*, *Cordia trichotoma*, *Erythrina cristagalli* e *Luehea divaricata*. Os autores verificaram que a sobrevivência e os aspectos morfofisiológicos das espécies avaliadas não foram afetados pelo tipo de recipiente, sugerindo que tubetes com volume reduzido de 180 cm³ possam se tornar uma alternativa viável para a produção de mudas.

Bomfim et al. (2009), em um experimento com mudas de *Pterogyne nitens*, observaram que as mudas produzidas em sacos plásticos de 2.090 cm³ apresentaram o melhor desempenho tanto no viveiro quanto no campo após 24 meses. Em comparação, os tubetes de 50 cm³ resultaram nos menores valores em todas as variáveis avaliadas. Novaes et al. (2014), ao avaliar a qualidade morfofisiológica de mudas de *Azadirachta*, em diferentes sacos plásticos e tubetes, visando alcançar maior produtividade no campo, concluíram que as mudas produzidas em sacos plásticos de 382 cm³, seguidas pelas produzidas em tubetes 288 cm³, apresentaram superior desempenho no campo aos 15 meses após o plantio.

3.4. Parâmetros associados à qualidade de mudas florestais

Na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, e nos internos das mudas, denominados de fisiológicos (CARNEIRO, 1995). Ainda segundo este autor, estes parâmetros são influenciados pelo sistema de produção da muda, ou seja, pela fertilidade do substrato, volume, forma e composição do recipiente, dentre outros, que resultarão em mudas com diferentes condições de vigor e capacidade de sobrevivência no campo em condições adversas (CARNEIRO, 1995).

3.4.1. Parâmetros morfológicos

A determinação das características morfológicas das mudas, que estão relacionadas ao seu desempenho no campo, é essencial para prever o sucesso do

plantio e deve ser uma prioridade na prática florestal (TSAKALDIMI et al., 2013). Entre os principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das mudas estão a altura da parte aérea (H), o diâmetro do colo (D), a biomassa fresca e seca da parte aérea (BFPA e BSPA), a biomassa fresca e seca da raiz (BFR e BSR), a biomassa fresca e seca total (BFT e BST), o comprimento da raiz, a relação entre altura e diâmetro (H/D), a proporção entre biomassa seca da parte aérea e das raízes (BSPA/BSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (CARNEIRO, 1995; CAETANO, 2023; OLIVEIRA, 2023).

A altura da parte aérea é um dos parâmetros mais antigos na classificação e seleção de mudas e continua sendo amplamente utilizada para essa avaliação (ELOY et al., 2013). Além de ser uma variável de fácil medição e um método não destrutivo, tem sido eficiente na estimativa do padrão de qualidade das mudas nos viveiros (GOMES et al., 2002). Esse parâmetro é definido como a distância vertical entre a linha do solo, ou a cicatriz cotiledonar, até a gema terminal (JOSÉ, 2003).

Apesar de sua ampla utilização, a medida exata da altura da parte aérea está condicionada às características da espécie florestal e às técnicas de produção, e não existe consenso sobre a dimensão ideal das mudas no momento de sua expedição para o campo (GOMES e PAIVA, 2013; DUTRA et al., 2013; NOGUEIRA, 2023).

Outra característica morfológica importante é o diâmetro de colo, parâmetro de fácil mensuração e obtido pelo método não destrutivo (GOMES et al., 2004), sendo comumente medido na cicatriz cotiledonar (JOSÉ, 2003). Esse atributo está fortemente correlacionado tanto com a sobrevivência quanto com o ritmo de crescimento das mudas após o plantio (CARNEIRO, 1995), além de se relacionar com a altura e o peso da biomassa seca, variando entre espécies e condições de cultivo (JOSÉ, 2003; BINOTTO et al., 2010).

A relação H/D, ou índice de robustez, reflete o equilíbrio no desenvolvimento das mudas entre a parte aérea e o diâmetro do colo, combinando dois parâmetros em um único índice, sem unidade (CARNEIRO, 1995). Valores muito baixos indicam hipertrofia, fora do padrão de qualidade desejado, enquanto valores muito altos sugerem estiolamento e risco de tombamento após o plantio (MUNGUAMBE, 2013; RUDEK et al., 2013; RODRIGUES, 2020).

A biomassa vegetal consiste em um dos principais parâmetros morfológicos de avaliação de qualidade de mudas florestais, e são consideradas as biomassas fresca

e seca relativas às partes aérea, raiz e total. (CANEIRO, 1995). A biomassa fresca total é determinada por pesagem depois de lavar as raízes, e posteriormente separa-se a parte aérea das raízes cortando-as na altura do colo e pesa-se cada componente individualmente (RODRIGUES, 2020; MATOS et al., 2022). Embora a biomassa fresca e a seca estejam relacionadas, um aumento no peso fresco nem sempre significa mais biomassa seca, pois pode indicar apenas maior teor de água, sem ganhos produtivos (OLIVEIRA, 2023).

A biomassa seca da parte aérea expressa o grau de rusticidade das plantas e está diretamente relacionada à sobrevivência das mudas após o plantio (GOMES e PAIVA, 2013). No entanto, a biomassa seca das raízes, segundo Carneiro (1995), pode apresentar limitações na avaliação da qualidade das mudas, pois raízes finas, essenciais para a sobrevivência e o crescimento inicial em campo, contribuem pouco para o peso total após a secagem, comprometendo a confiabilidade dessa variável. Assim, o autor destaca 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 no desempenho inicial das mudas no campo.

Para quantificar a biomassa seca, Böhm (1979) relata que a secagem geralmente é realizada em estufa a 105 °C por 10 a 20 horas. No entanto, também pode ser conduzida a temperaturas mais baixas, entre 60°C e 75°C, desde que o tempo de secagem seja aumentado.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi desenvolvido na tentativa de integrar as principais características morfológicas que indicam a qualidade das mudas, sendo calculado mediante a relação entre a biomassa seca total (BST) e a soma das relações: altura da parte aérea / diâmetro do colo (H/D) e biomassa seca da parte aérea/biomassa seca da raiz (BSPA/BSR), (DICKSON et al., 1960), expresso pela equação abaixo:

$$IQD = \frac{BST(g)}{\frac{H(cm)}{D(mm)} + \frac{BSPA(g)}{BSR(g)}}$$

Segundo Abreu et al. (2015), quanto maior for esse valor dentro de um lote de mudas, melhor será o padrão de qualidade, no entanto, são necessários mais estudos para determinar faixas de valores ótimos para mudas de espécies florestais nativas.

3.4.2 Parâmetros fisiológicos - Potencial de Regeneração de Raízes (P.R.R.)

Wakeley (1954), reconheceu que os efeitos das qualidades fisiológicas das mudas podem ser mais importantes que os efeitos de ordem morfológica. No entanto, de acordo com Gomes e Paiva (2004), a obtenção desses parâmetros demanda muito tempo e são destrutivos e, às vezes, são até complicados e de difícil mensuração e análise. Carneiro (1995) ressaltou a importância das raízes, visando assegurar maior desempenho de mudas, pois estas estão fortemente associadas às suas atividades fisiológicas, o que é fundamental para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial, após o plantio no campo.

Entre os parâmetros fisiológicos utilizados no estudo do sistema radicial, com o objetivo de avaliar a qualidade das mudas, está o potencial de regeneração de raízes (P.R.R.). Segundo Ritchie e Dunlap (1980), o P.R.R. é considerado uma avaliação do vigor fisiológico e tem sido usado na determinação da qualidade das mudas. Este parâmetro representa a capacidade da muda iniciar e desenvolver novas raízes em um determinado intervalo de tempo (SUTTON, 1980).

De acordo com Parviainen (1981), o P.R.R. é uma característica que prognostica o percentual de sobrevivência e o crescimento após o plantio, apresentando as vantagens de maior rapidez na obtenção dos dados e menor custo, além de maior precisão nas medições da qualidade fisiológica.

Conforme Böhm (1979), o P.R.R. pode ser determinado utilizando dispositivos denominados *rizotrons*, como caixas, aquários e tubos, por meio da contagem do número total de extremidades de raízes novas e de seu comprimento total. Carneiro (1995) recomenda que as caixas tenham uma largura de 10,0 a 15,0 cm, com fundos e paredes de madeira, e um dos lados de vidro, inclinadas em um ângulo de 25 a 30°, com o lado de vidro voltado para baixo. Em relação aos aquários, Carneiro (1995) menciona que são utilizados com várias dimensões, mas com uma capacidade volumétrica de cerca de 37 litros de solução hidropônica, com pH próximo de 6,0. Para os tubos, sugere-se o uso de plásticos transparentes em forma cilíndrica, com furos na parte inferior.

Para a determinação do P.R.R., são seguidos alguns procedimentos específicos, em princípio padronizando o sistema radicial, realizando a poda das

raízes laterais a aproximadamente 4,0 cm do eixo da raiz principal e, em seguida, as mudas são transplantadas para recipientes com substratos que promovam a regeneração das raízes (CARNEIRO, 1995).

De acordo com Novaes et al. (1998), o P.R.R. pode ser determinado em tubos contando o número total de novas raízes e sua distribuição espacial nos quatro quadrantes dos recipientes. O P.R.R. se correlaciona positivamente com o desempenho das mudas em campo, como foi relatado por Serpa et al. (2017), pesquisando as características do sistema radicial de diferentes clones de eucalipto. Novaes et al. (2002), avaliando mudas de *Pinus taeda* produzidas em diferentes tipos de recipientes, e o seu desempenho no campo, constataram ser um bom indicador da sobrevivência após o plantio. Pardos et al. (2003) evidenciaram que mudas de *Pinus halepensis* com maior P.R.R. exibiram taxas de sobrevivência significativamente mais elevadas após o plantio.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização dos estudos

A presente pesquisa foi desenvolvida em três etapas distintas. A primeira envolveu a produção das mudas no Viveiro de Florestal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Vitória da Conquista, e a avaliação dos parâmetros morfológicas no Laboratório de Silvicultura. A segunda etapa consistiu na avaliação do potencial de regeneração de raízes (P.R.R.), realizada em casa de vegetação na UESB. A terceira etapa foi conduzida no Campo Agropecuário da UESB, localizado nas coordenadas geográficas de 14°53'0.45" de latitude sul e 40°47'47.35" de longitude oeste, com altitude de 937 m (Figura 1).



Figura 1 - Localização do experimento de campo.

A região apresenta relevo plano a levemente ondulado, com precipitação pluviométrica anual variando de 700 a 1.100 mm, sendo os meses mais chuvosos de novembro a março. A temperatura média anual é de 21 °C. Na Figura 2, constam os dados climáticos do período de condução dos experimentos. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, com textura média, topografia plana e boa drenagem. A vegetação característica e predominante da região é a Mata de Cipó, caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (NOVAES et al., 2008).

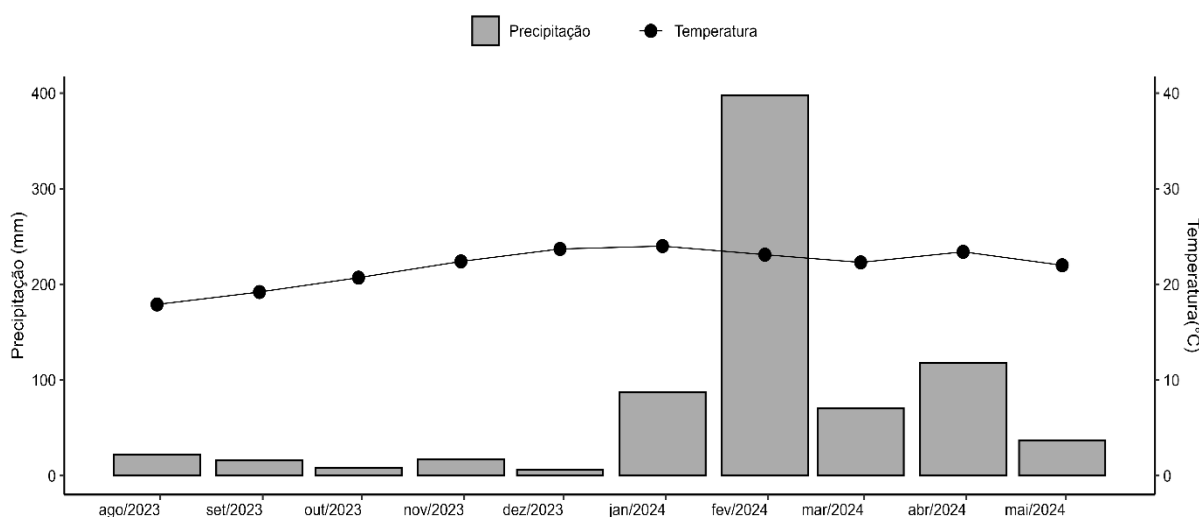


Figura 2 – Valores médios mensais de temperatura (°C) e precipitação pluviométrica (mm) registrados durante o período em que os experimentos foram conduzidos em Vitória da Conquista, BA. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia- INMET .

4.2 Recipientes utilizados na produção das mudas

4.2.1 Sacos plásticos

Foram utilizados plásticos de polietileno em dois tamanhos diferentes. O primeiro tinha dimensões comerciais de 10,0 cm de diâmetro e 18,0 cm de altura (Figura 2A). Estes recipientes foram caracterizados quanto às suas dimensões, quando ocupados com o substrato, os quais apresentaram um diâmetro de 7,0 cm e altura de 18,0 cm, apresentando uma capacidade volumétrica aproximada de 575 cm³. O segundo tamanho tinha dimensões de 9,0 cm de diâmetro e 15,0 cm de altura e

quando preenchidos com o substrato, apresentara um diâmetro de 6,0 cm e altura de 14,0 cm e capacidade volumétrica de substrato aproximada de 245 cm³ (Figura 2B).

4.2.2 Tubetes

Foram empregados dois modelos de tubetes cônicos de polipropileno. O primeiro apresentou as dimensões de 13,5 cm de altura, 5,0 cm de diâmetro interno na parte superior e 1,2 cm de diâmetro na parte inferior, contando com oito saliências internas e capacidade volumétrica de 180 cm³ (Figura 3C). O segundo modelo apresentou as dimensões de 18,0 cm de altura e 5,0 cm de diâmetro na parte superior com o fundo aberto apresentando 1,4 cm. Este modelo contou com oito saliências internas e capacidade volumétrica de 288 cm³ (Figura 3D). Os dois modelos de tubetes foram acomodados em bandejas de polipropileno medindo 43,5 cm de largura e 62 cm de comprimento com capacidade para 54 unidades.

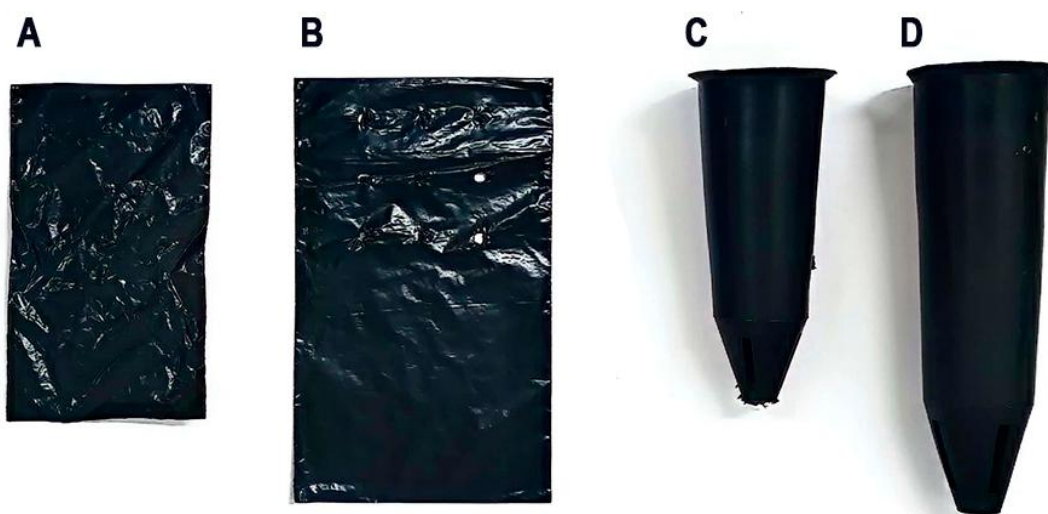


Figura 3 – Recipientes utilizados na produção de mudas de *Erythrina velutina*.

4.3 Substratos

Para o enchimento dos sacos plásticos, utilizou-se o substrato constituído por seis partes de terra de subsolo e quatro partes de esterco de curral curtido, previamente peneirado. Este substrato foi enriquecido com 80 g de ureia (N), 650 g de superfosfato simples (P₂O₅) e 90 g de cloreto de potássio (KCl) por metro cúbico

de substrato. Na ocasião, foram coletadas amostras do solo utilizado na composição do substrato, visando à realização da análise química. As principais características químicas do substrato estão apresentadas na Tabela 1.

O substrato utilizado para o enchimento dos tubetes constou da marca comercial Vivatto Slim Plus®, composto por casca de pinus, vermiculita e carvão vegetal, enriquecido com Osmocote®, fertilizante de liberação lenta à base de NPK (14-14-14), na proporção de 8,0 g por litro de substrato.

Tabela 1 – Características químicas do solo utilizado na composição do substrato utilizado em sacos plásticos.

pH	P	K ⁺	Ca ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B	t	T	V	M	
H ₂ O	Mg.dm ³	-----cmolc.dm ⁻³ de solo-----						%				
4,5	2	0,15	0,5	0,5	0,5	3,3	1,2	1,7	4,5	23	30	

S.B: Soma de Bases Trocáveis; t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; C.E.: Condutividade Elétrica; V: Saturação de Bases; m: Saturação por Alumínio; PST: Porcentagem de Sódio Trocável e M.O: Matéria Orgânica

4.4 Tratamentos e procedimentos estatísticos

Os tratamentos foram constituídos a partir da combinação dos quatro tipos de recipientes e duas épocas de expedição das mudas para o campo (60 e 90 dias), possibilitando um arranjo fatorial 4 x 2. Na etapa de viveiro, o experimento foi instalado obedecendo-se a um delineamento inteiramente casualizado, dada a homogeneidade das condições ambientais do local da sua instalação. Foram testados oito tratamentos com cinco repetições, totalizando 40 parcelas, cada uma contendo 32 mudas, resultando em um total de 1.280 mudas em todo o experimento. Os tratamentos foram:

- T1 – Sacos plásticos de 245 cm³ x 60 dias;
- T2 – Sacos plásticos de 245 cm³ x 90 dias;
- T3 – Sacos plásticos de 597 cm³ x 60 dias;
- T4 – Sacos plásticos de 597 cm³ x 90 dias;
- T5 – Tubetes de 180 cm³ x 60 dias;
- T6 – Tubetes de 180 cm³ x 90 dias;
- T7 – Tubetes de 288 cm³ x 60 dias;
- T8 – Tubetes de 288 cm³ x 90 dias;

A segunda etapa correspondeu à determinação do potencial de regeneração de raízes (P.R.R.). O experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado com os mesmos tratamentos estabelecidos acima, com oito repetições. Cada repetição consistiu em um tubo, cada um contendo uma muda, ou seja, uma unidade experimental, totalizando 64 parcelas experimentais. A terceira etapa foi realizada no campo, adotando-se os mesmos tratamentos utilizados na fase de viveiro, com um delineamento experimental em blocos casualizados (DBC). Foram utilizados três blocos, com três plantas em cada parcela, totalizando 72 plantas em todo o experimento.

Os dados obtidos de todas as etapas foram submetidos à verificação dos pressupostos da análise de variância (ANOVA), onde a normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) e a homocedasticidade pelo teste de Bartlett ($p < 0,05$). Uma vez atendidos esses pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância por meio do teste F (ANOVA, $p < 0,05$). Havendo diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). O ritmo de crescimento das mudas no campo foi avaliado ao longo do tempo por intermédio de análise de regressão, utilizando a técnica dos polinômios ortogonais. As variáveis dependentes foram altura da parte aérea, diâmetro ao nível do solo e área da copa, em razão da idade (dias). Os modelos de regressão foram definidos com base na significância ($p < 0,05$) e no maior valor do coeficiente de determinação (R^2). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R, versão 4.4.0. Os gráficos foram plotados utilizando o programa RStudio.

4.5 Instalação da etapa de viveiro e avaliação dos parâmetros morfológicos

Para a instalação do experimento, as bandejas com os tubetes e sacos plásticos, preenchidos com os respectivos substratos, foram colocadas diretamente no solo em uma área do viveiro exposta a pleno sol (Figura 4). Com o auxílio de um cano cortado em bisel, os sacos plásticos foram preenchidos, assegurando uma boa acomodação do substrato nestes recipientes. Os tubetes foram preenchidos com substrato umedecido, postos nas bandejas com o uso de uma pá. Em seguida, uma leve vibração manual foi aplicada nas bandejas para que o substrato se acomodasse uniformemente dentro dos tubetes, completando o volume necessário.



Figura 4 – Aspectos do experimento instalado no viveiro.

As mudas foram produzidas a partir de sementes doadas pela Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco (PISF), mantida pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF), em Petrolina, PE. Antes da semeadura direta nos recipientes, foi efetuada uma pré-germinação visando maximizar o processo de germinação. Primeiramente, as sementes foram desinfetadas com uma solução de hipoclorito de sódio (0,5%) por 30 segundos e, em seguida, lavadas com água destilada. Posteriormente, foi efetuado um pequeno corte no tegumento, na região oposta ao hilo, com o auxílio de um alicate, seguido de imersão em água à temperatura ambiente (25°C) por 10 minutos (Figura 5).

As sementes foram semeadas nos respectivos recipientes em bandejas de polipropileno com 128 células, preenchidas com substrato comercial Bioplant Plus®, composto por casca de pinus, turfa de sphagnum, fibra de coco, casca de arroz carbonizada, vermiculita e nutrientes, com uma semente por célula. As bandejas foram mantidas em viveiro coberto com tela com 50% de sombreamento, com irrigação duas vezes ao dia, manhã e tarde. Oito dias após a semeadura, as sementes pré-germinadas com radículas formadas foram transplantadas definitivamente para os recipientes. Foram adicionadas duas sementes em cada recipiente, seguida pela aplicação de uma cobertura morta composta do mesmo substrato utilizado para o enchimento dos tubetes. Quando as plântulas atingiram aproximadamente 5,0 cm de altura, foi realizado o raleamento, mantendo-se apenas a plântula de melhor formação

e mais central em cada recipiente. As mudas foram irrigadas duas vezes ao dia, uma vez pela manhã e outra à tarde, utilizando um regador plásticos com crivo fino, com capacidade para 12 litros.

Para a obtenção das mudas com idades de 60 e 90 dias, foi elaborado um cronograma específico. Primeiramente, realizou-se uma sementeira com o objetivo de produzir mudas que atingiriam 90 dias antes de serem transferidas para o campo. Trinta dias após essa primeira sementeira foi realizada uma segunda sementeira. Esse procedimento foi necessário para garantir que, quando as mudas da primeira sementeira completassem 90 dias, as mudas da segunda estivessem com 60 dias de desenvolvimento.

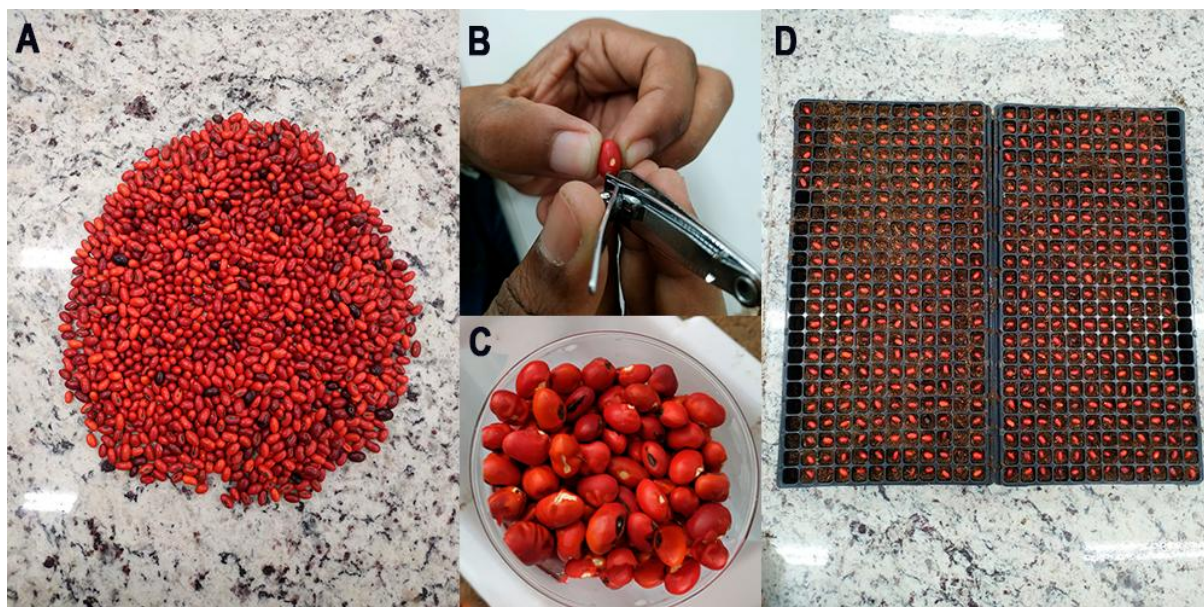


Figura 5 – Etapas do processo da superação de dormência de sementes de *Erythrina velutina* (A) separação das sementes;(B) Corte do tegumento;(C) Sementes após imersão em água e (D) sementeira em bandejas.

Decorridos 60 e 90 dias das sementeiras, as mudas foram retiradas e levadas ao Laboratório de Silvicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, onde foram avaliados a altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (D), biomassa fresca e seca da parte aérea (BFPA e BSPA) e biomassa fresca e seca da raiz (BFR e BSR). Os valores obtidos dessas características foram utilizados para estabelecer as relações altura/diâmetro (H/D) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), sendo calculado pela equação 1 (DICKSON et al., 1960).

$$IQD = \frac{BST(g)}{\frac{H(cm)}{D(mm)} + \frac{BSPA(g)}{BSR(g)}}$$

Equação 1

Sendo: IQD = Índice de Qualidade de Dickson;

BST = Biomassa seca total;

H = Altura da parte aérea;

D = Diâmetro de colo;

BSPA = biomassa seca da parte aérea;

BSR = biomassa seca de raiz.

Para a avaliação dos parâmetros morfológicos, foram retiradas aleatoriamente 10 mudas por repetição de cada tratamento e, posteriormente, o sistema radicial foi submetido a uma lavagem cuidadosa, retirando o substrato aderido às raízes. Posteriormente, as mudas foram postas sobre papel absorvente em uma bancada do Laboratório de Silvicultura, onde permaneceram por um período de 12 horas, visando ao escoamento da água superficial. Após esse período, foram mensuradas as variáveis morfológicas descritas acima. A altura da parte aérea foi mensurada com régua graduada, enquanto, no diâmetro de colo (mm), utilizou-se um paquímetro digital. Posteriormente, foi realizada a separação das mudas em partes aérea e sistema radicial, efetuando a pesagem das partes em separado, utilizando-se uma balança analítica de precisão para determinação da biomassa fresca da parte aérea e da raiz. (Figura 6).

Na sequência, as porções do material vegetal foram armazenadas em sacos de papel Kraft devidamente identificados e levadas à estufa de ar forçado à 65°C até atingir peso seco constante, o que ocorreu aproximadamente 72 horas depois, ocasião em que foi determinada, por meio de novas pesagens, a biomassa seca das partes aérea, raiz e total.



Figura 6 - Mudas dispostas sobre folhas de papel absorvente na bancada do Laboratório de Silvicultura da UESB, visando ao escoamento da água superficial e determinação da biomassa fresca.

4.6 Instalação e avaliação do potencial de regeneração de raízes (P.R.R.)

Este experimento foi instalado utilizando-se tubos, também denominados rizotrons, que possibilitam a observação do crescimento radicial das mudas, conforme a metodologia utilizada por Novaes et al. (2002). Utilizou-se garrafas PET transparentes as quais, após seccionadas à altura dos gargalos, tomaram a forma de tubos denominados rizotrons, com dimensões de 25,0 cm de altura e 9,9 cm de

diâmetro, com capacidade volumétrica de 1,9 litro e apresentando nove furos na parte inferior para facilitar a drenagem do excesso de água (Figura 7). Para a avaliação da distribuição espacial das raízes, foram efetuados quatro riscos verticais na parte externa desses recipientes, dividindo-os em quatro quadrantes, A, B, C e D. Para o seu preenchimento, foi utilizado o substrato pré-umedecido Bioplant Plus®, o mesmo utilizado na produção das mudas em tubetes.

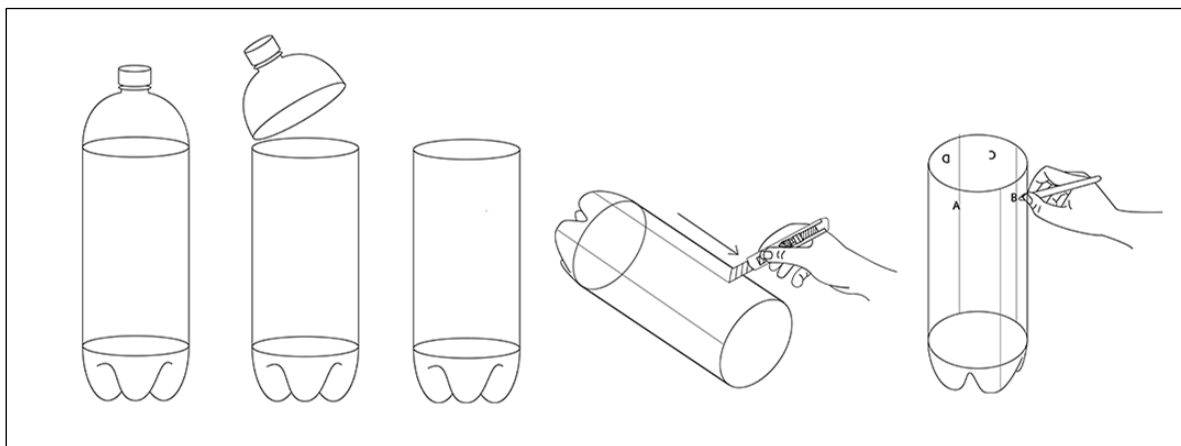


Figura 7 – Aspectos da confecção dos tubos para a avaliação do potencial de regeneração de raízes (P.R.R.).

Após a retirada dos tubetes e sacos plásticos, e antes do transplante para os tubos, as mudas foram submetidas a uma lavagem cuidadosa e realizadas podas no sistema radicial secundário, onde todas as raízes foram podadas com o auxílio de uma tesoura a uma distância aproximada de 3-4 cm do eixo principal (Figura 8). Em seguida, as mudas foram transplantadas nos respectivos recipientes, os quais, após esse processo, foram envolvidos com uma lona plástica de coloração preta para evitar a interferência da luz nas raízes.

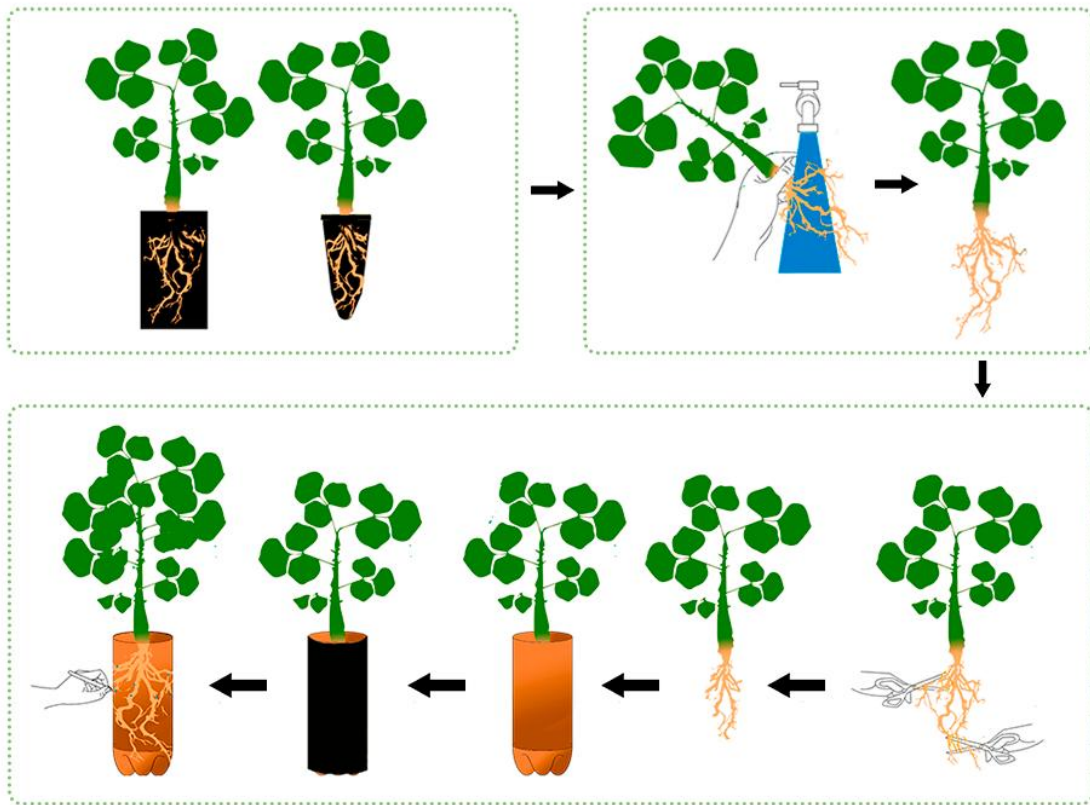


Figura 8 – Etapas de instalação do experimento em tubos, visando a determinação do potencial de regeneração de raízes (P.R.R.).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com homogeneidade de luz e temperatura, onde os tubos permaneceram por 25 dias (Figura 9). Durante esse período, a irrigação diária foi efetuada manualmente com o uso de um regador. A avaliação do potencial de regeneração de raízes foi efetuada em dias alternados, a partir da contagem dos pontos tocados pelas raízes nas paredes dos tubos, momento em que foram marcados com pincel atômico, visando acompanhar a distribuição espacial das raízes nos respectivos quadrantes, por meio da contagem do número de extremidades de raízes novas presentes nos quadrantes. A avaliação foi finalizada quando as primeiras raízes começaram a tocar o fundo dos respectivos recipientes. O período de duração do teste correspondeu a 18 dias.



Figura 9 – Experimento visando à determinação do potencial de regeneração de raízes (P.R.R.).

4.7 Instalação e avaliação do desempenho das mudas no campo

Este experimento foi instalado em uma área experimental localizada no campo agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Após a limpeza do terreno utilizando a capina manual, foi efetuado o preparo do solo, que consistiu na abertura manual de covas com dimensões de 40,0 x 40,0 cm (diâmetro e profundidade) e espaçamento de 3,0 x 3,0 m (Figura 10). Ressalta-se que, devido às dificuldades encontradas para a aquisição do implemento subsolador, optou-se pelo método de abertura de covas, também considerando o curto período de avaliação das mudas no campo, cinco meses. Na ocasião, foram retiradas amostras compostas do solo para a realização das análises químicas (Tabela 2).

Tabela 2 – Análise química do solo da área experimental.

pH	P	K ⁺	Ca ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B	t	T	V	m
H ₂ O	Mg.dm ³	-----cmol _c .dm ⁻³ de solo-----									%
4,6	1	0,10	0,6	0,4	0,6	3,4	1,1	1,7	4,5	24	35

S.B: Soma de Bases Trocáveis; t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; C.E.: Condutividade Elétrica; V: Saturação de Bases; m: Saturação por Alumínio

O plantio das mudas foi realizado em dezembro de 2023. No ato do plantio foi realizada uma adubação de base com 250 g/cova do formulado NPK (04-30-10). As mudas foram posicionadas no centro da cova e receberam um litro da solução de hidrogel. Após o plantio, todo o experimento foi submetido a cinco irrigações semanais durante o período de avaliação. O controle de formigas cortadeiras (*Atta spp.*) foi realizado com iscas granuladas à base de sulfluramida sempre que necessário, antes

e durante os cinco meses de condução do experimento. Capinas entre as linhas foram efetuadas para facilitar a coleta de dados.



Figura 10 – Abertura das covas e plantio das mudas de *Erythrina velutina* no campo.

No campo foi avaliado o índice de sobrevivência das plantas a cada 30 dias e durante cinco meses. Neste período, foram avaliadas a altura da parte aérea, o diâmetro do coleto e a área da copa das plantas. A altura da parte aérea foi mensurada com um bastão graduado, enquanto o diâmetro do coleto (mm) foi medido com um paquímetro digital. O diâmetro da copa foi medido com o auxílio de uma trena graduada, sendo a área da copa calculada por meio da fórmula: $AC = (DC^2 * \pi) / 4$, onde DC é o valor médio do diâmetro da copa nos sentidos norte-sul e Leste-Oeste.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Fase de viveiro

Conforme a ANOVA (Apêndice 1A), houve interação significativa entre o tipo de recipiente e a idade de expedição das mudas com efeitos em todas as variáveis avaliadas ($p < 0,05$)

5.1.1 Altura da parte aérea, diâmetro de colo e relação H/D

Mudas com 90 dias atingiram as maiores médias de crescimento em comparação às de 60 dias nos sistemas de produção em sacos plásticos de 245 e 597 cm³ e tubetes de 288 cm³, conforme ilustrado na Figura 11A. No entanto, no sistema de produção em tubetes de 180 cm³, não foram observadas diferenças significativas entre as idades.

Ao analisar os sistemas de produção em cada idade, verificou-se que, aos 60 dias, as mudas cultivadas em tubetes de 180 cm³ apresentaram maior crescimento em altura, com diferenças estatisticamente significativas em relação aos demais recipientes. Aos 90 dias, os tubetes de 288 cm³ proporcionaram o maior desenvolvimento em altura, enquanto os tubetes de 180 cm³ e os sacos plásticos de 597 cm³ e 245 cm³ apresentaram valores inferiores, em ordem decrescente.

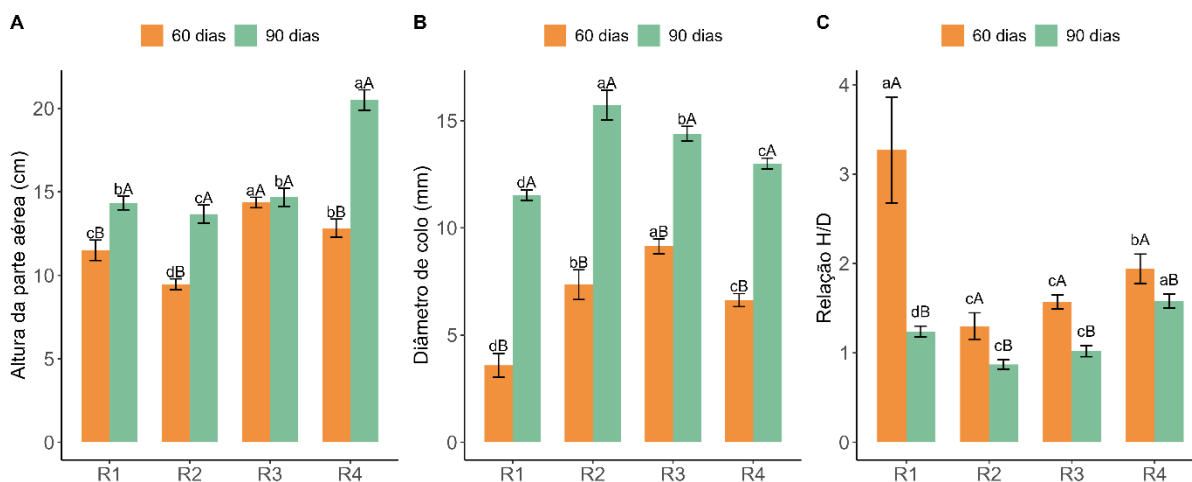
O melhor desempenho das mudas nos tubetes de 180 cm³ aos 60 dias de idade pode ser atribuído a um equilíbrio entre a disponibilidade de espaço para o crescimento radicial e uma restrição moderada, que possivelmente estimulou um desenvolvimento inicial mais acelerado. Aos 90 dias, o maior crescimento em altura das mudas nos tubetes de 288 cm³ indica que, com o tempo, recipientes de menor volume passaram a limitar mais o desenvolvimento. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de as mudas produzidas em condições de restrição radicial, como as dos tubetes, conforme mostrado por Abreu et al. (2015), terem sido submetidas a um processo de rustificação no viveiro, apresentando uma arquitetura do sistema radicial mais eficiente, devido às características inerentes ao recipiente e ao substrato

utilizado. Esse efeito pode contribuir para o desenvolvimento de mecanismos de tolerância às condições de campo, favorecendo o desempenho pós-plantio (JOSÉ et al., 2005).

As maiores médias de diâmetro de colo foram observadas em mudas com 90 dias (Figura 11B), independentemente do sistema de produção. Entre os sistemas avaliados dentro de uma mesma idade, aos 60 dias, as mudas produzidas no sistema de tubetes de 180 cm³, que resultaram nas maiores médias de altura, também apresentaram os maiores valores de diâmetro de colo, diferenciando-se significativamente dos demais sistemas. Nesta idade, o uso de recipientes com volumes menores, como os tubetes de 180 cm³, pode ter proporcionado um ambiente mais favorável para o crescimento inicial das mudas, otimizando a concentração de nutrientes e a retenção de umidade ao redor das raízes.

Aos 90 dias, as maiores médias de diâmetro de colo foram observadas em mudas produzidas em sacos plásticos de 597 cm³, com diferenças significativas em relação aos demais tratamentos. Provavelmente, deveu-se ao maior tempo de formação das mudas e ao volume de substrato neste recipiente, que proporcionou maior disponibilidade de nutrientes e eficiência no uso da água, favorecendo o aumento do diâmetro de colo. Bomfim et al. (2009), ao estudarem a qualidade morfológica de mudas de *Pterogyne nitens* produzidas em tubetes e sacos plásticos, obtiveram resultados semelhantes para essa característica.

Quanto à relação altura/diâmetro (H/D), as maiores médias foram obtidas de mudas produzidas aos 60 dias (Figura 11C). Os sistemas de produção em sacos plásticos de 245 cm³, aos 60 dias e tubetes de 288 cm³ aos 90 dias, apresentaram uma relação significativamente maior dentro das suas respectivas idades. Na prática, convencionou-se que, quanto menor esse valor, melhor o equilíbrio do desenvolvimento da muda e conseqüentemente maior será a capacidade de sobrevivência no campo (CARNEIRO, 1995; GOMES e PAIVA, 2004). Mudas de qualidade em se tratando de espécies florestais devem apresentar uma relação altura/diâmetro (H/D) entre 0,2 e 10, de acordo com José et al. (2009). Os resultados do presente estudo estão dentro desse intervalo, mostrando que as mudas produzidas apresentam um bom equilíbrio de desenvolvimento em todos os sistemas de produção testados, sugerindo boas condições de desenvolvimento após o plantio.



R1: Sacos plásticos de 245 cm³; R2: Sacos plásticos de 597 cm³; R3: Tubetes de 180 cm³; R4: Tubetes de 288 cm³. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si nas comparações entre idades de expedição das mudas para o mesmo recipiente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre recipientes dentro de cada tempo de expedição das mudas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As barras de erro representam o desvio padrão.

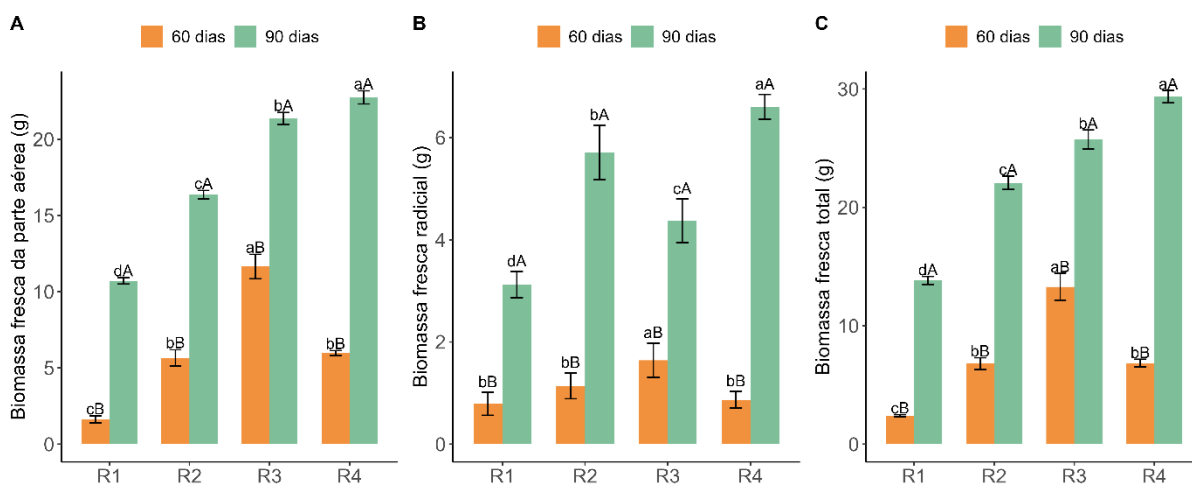
Figura 11 – Valores médios de altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D) e Relação H/D de mudas de *Erythrina velutina* produzidas em diferentes recipientes, aos 60 e 90 dias após a semeadura.

5.1.2 Biomassa fresca

Para os parâmetros de biomassa fresca das partes aérea, radicial e total, as melhores médias foram obtidas das mudas produzidas em tubetes de 180 cm³ aos 60 dias; e, em tubetes de 288 cm³, aos 90 dias (Figura 12). Esse padrão foi semelhante ao observado para a altura da parte aérea, o que pode ser explicado pelo fato de que os fatores que influenciam o crescimento em altura também atuam diretamente na produção de biomassa.

Especificamente, o maior volume de substrato nos tubetes de 288 cm³ não apenas proporcionou maior espaço para o desenvolvimento radicial, mas também pode ter favorecido a formação de um sistema radicial mais ramificado e com maior densidade de raízes finas, conforme sugerido por Wang et al. (2017). Essas raízes finas são cruciais para a absorção eficiente de água e nutrientes, o que pode explicar a maior biomassa aérea e radicial, observada nessas mudas (CARNEIRO, 1995). Por sua vez, um sistema radicial mais desenvolvido confere maior vigor e resistência às mudas, aumentando suas chances de sobrevivência após o plantio em campo. De

acordo com Freitas et al. (2005), a quantidade de raízes finas presentes no sistema radicial é um dos fatores que influenciam o desempenho inicial das mudas no campo, garantindo maiores taxas de sobrevivência e crescimento inicial após o plantio. Mudanças vigorosas, com sistema radicial bem desenvolvido, têm maior probabilidade de sobreviver e crescer mais rapidamente em condições adversas de campo (SAMPAIO et al., 2010).



R1: Sacos plásticos de 245 cm³; R2: Sacos plásticos de 597 cm³; R3: Tubetes de 180 de cm³; R4: Tubetes de 288 cm³. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não se diferem nas comparações entre idades de expedição das mudas para o mesmo recipiente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não se diferem entre recipientes dentro de cada tempo de expedição das mudas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As barras de erro representam o desvio padrão.

Figura 12 – Médias para biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa fresca radicial (BFR) e biomassa fresca total (BST) das mudas de *Erythrina velutina*, produzidas em diferentes recipientes, aos 60 e 90 dias após a semeadura.

5.1.3 Biomassa seca e Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Para a biomassa seca, conforme as Figuras 13A, 13B e 13C, as mudas produzidas em tubetes de 180 cm³ aos 60 dias; e, em tubetes de 288 cm³, aos 90 dias, apresentaram os maiores pesos para as partes aérea e total, seguindo o mesmo padrão observado para a biomassa fresca. Vale ressaltar que, para a biomassa seca radicial, conforme a Figura 13B, houve uma diferença em relação à biomassa fresca. Enquanto na biomassa fresca apenas os tubetes de 180 cm³ aos 60 dias

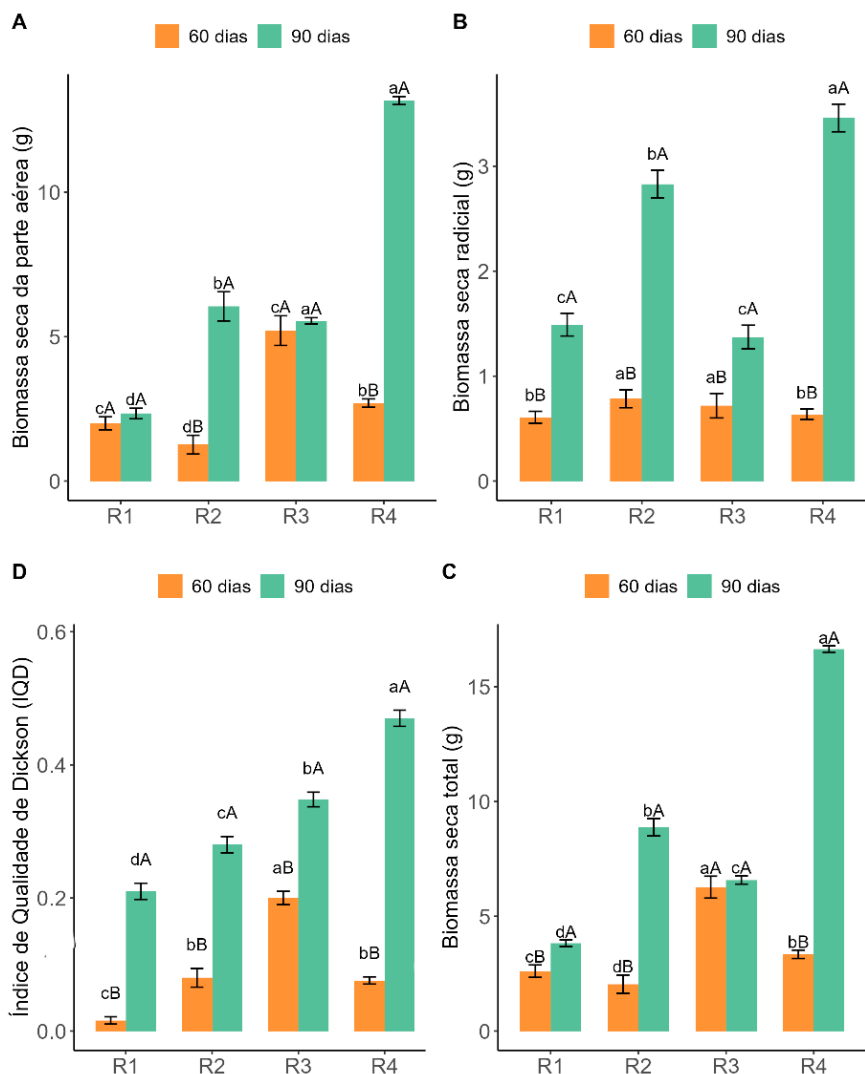
apresentaram os maiores pesos, na biomassa seca radicial, tanto os tubetes de 180 cm³ quanto os sacos plásticos de 597 cm³, ambos aos 60 dias, foram estatisticamente iguais e superiores aos demais recipientes.

Estes resultados podem ser explicados pelas diferenças no volume dos recipientes e no tempo de crescimento. Aos 60 dias, os sacos plásticos de 597 cm³, assim como os tubetes de 180 cm³, proporcionaram condições ideais para o desenvolvimento do volume de raízes. No entanto, aos 90 dias, apenas os tubetes de 288 cm³ apresentaram a maior média, sugerindo que o maior volume dos sacos de 597 cm³ pode ter se tornado menos eficiente com o tempo. Plantas com maior desenvolvimento radicial no viveiro têm maior probabilidade de sobrevivência após o plantio em campo, pois um investimento em biomassa radicial garante uma melhor aclimação em comparação àquelas com sistemas radiciais menores (COSTA et al., 2020; GOMES e FREIRE, 2019).

No que diz respeito à biomassa seca total da muda, as maiores médias para esse parâmetro foram encontradas em mudas produzidas em tubetes de 288 cm³ aos 90 dias. Estes resultados podem estar associados à altura da parte aérea, uma vez que maiores alturas propiciam um aumento no acúmulo de biomassa, conforme confirmado por Trautenmüller et al. (2017), influenciando diretamente a obtenção de mudas com maior biomassa total. Acredita-se que, quanto maior o valor da biomassa seca total, melhor será a qualidade das mudas produzidas no viveiro, bem como a sobrevivência e o crescimento das plantas após o plantio no campo (SANTOS et al., 2020).

O IQD trata-se de um indicador amplamente utilizado para avaliar a qualidade das mudas conforme Matos et al. (2022) e, dessa forma, valores mais elevados desse índice indicam mudas mais vigorosas e equilibradas, refletindo uma melhor distribuição da biomassa entre a parte aérea e o sistema radicial (CALDEIRA et al., 2012; LIMA FILHO et al., 2019). Na presente pesquisa, observou-se que os maiores valores de IQD foram registrados aos 90 dias em comparação às mudas avaliadas aos 60 dias, sendo o maior valor obtido nas mudas produzidas em tubetes de 288 cm³. Esse tratamento diferiu estatisticamente dos demais, evidenciando sua superioridade em qualidade (Figura 13D). Os valores de IQD podem variar em razão da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do

volume do recipiente e, principalmente, da idade em que a muda foi avaliada (GOMES et al., 2013).



T1: Sacos plásticos de 245 cm³ + 60 dias; T2: Sacos plásticos de 245 cm³ + 90 dias; T3: Sacos plásticos de 597 cm³ + 60 dias; T4: Sacos plásticos de 597 cm³ + 90 dias; T5: Tubetes de 180 cm³ + 60 dias; T6: Tubetes de 180 cm³ + 90 dias; T7: Tubetes de 288 cm³ + 60 dias; T8: Tubetes de 288 cm³ + 90 dias. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras de erro representam o desvio padrão.

Figura 13 – Médias da biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca radicial (BSR), biomassa seca total (BST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas seminais de *Erythrina velutina*, produzidas em diferentes recipientes, aos 60 e 90 dias após a semeadura.

5.2. Potencial de Regeneração de Raízes (P.R.R.)

No Apêndice 1B está apresentada a análise de variância do número total de raízes regeneradas, referente à avaliação do P.R.R. em tubos.

5.2.1 Número total de raízes regeneradas

Os dados relativos ao número total de raízes regeneradas estão apresentados na Tabela 5. A análise estatística utilizando o teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) revelou diferenças significativas entre os tratamentos estudados (Tabela 3).

Tabela 3 – Número total de raízes regeneradas de mudas de *Erythrina velutina* produzidas em diferentes recipientes com idades de 60 e 90 dias, 18 dias após o transplante em tubos.

Tratamento	Número total de raízes regeneradas
T1 - Sacos plásticos (245 cm ³) x 60 dias	21,62 b
T2 - Sacos plásticos (245 cm ³) x 90 dias	44,88 a
T3 - Sacos plásticos (597 cm ³) x 60 dias	23.88 b
T4 - Sacos plásticos (597 cm ³) x 90 dias	48.75 a
T5- Tubetes (180 cm ³) x 60 dias	50.13 a
T6 -Tubetes (180 cm ³) x 90 dias	55.88 a
T7 -Tubetes (288 cm ³) x 60 dias	60.88 a
T8- Tubetes (288 cm ³) x 90 dias	37.25 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Os resultados da Tabela 3 indicam que os sistemas de produção mudas em sacos plásticos de 245 cm³ aos 90 dias, sacos plásticos de 597 cm³ aos 90 dias, tubetes de 180 cm³ aos 60 dias, tubetes de 180 cm³ aos 90 dias e tubetes de 288 cm³ aos 60 dias apresentaram um número significativamente maior de raízes regeneradas em comparação com os sistemas de produção com sacos plásticos de 245 cm³ aos 60 dias, sacos plásticos de 597 cm³ aos 60 dias e tubetes de 288 cm³ aos 90 dias. Essa diferença sugere que as condições de produção nesses sistemas foram mais favoráveis para o desenvolvimento do sistema radicial das mudas.

Espera-se que um maior número de raízes regeneradas esteja associado a uma maior capacidade de absorção de água e nutrientes, o que pode contribuir para uma melhor sobrevivência das mudas após o plantio no campo. Segundo Carneiro (1995), o potencial de regeneração de raízes é uma característica que prognostica o percentual de sobrevivência e o crescimento após o plantio. Novaes et al. (2002) observaram, em *Azadirachta indica*, que mudas com maior capacidade de regeneração radicial, avaliadas em tubos, também apresentaram maior taxa de sobrevivência e desenvolvimento no campo.

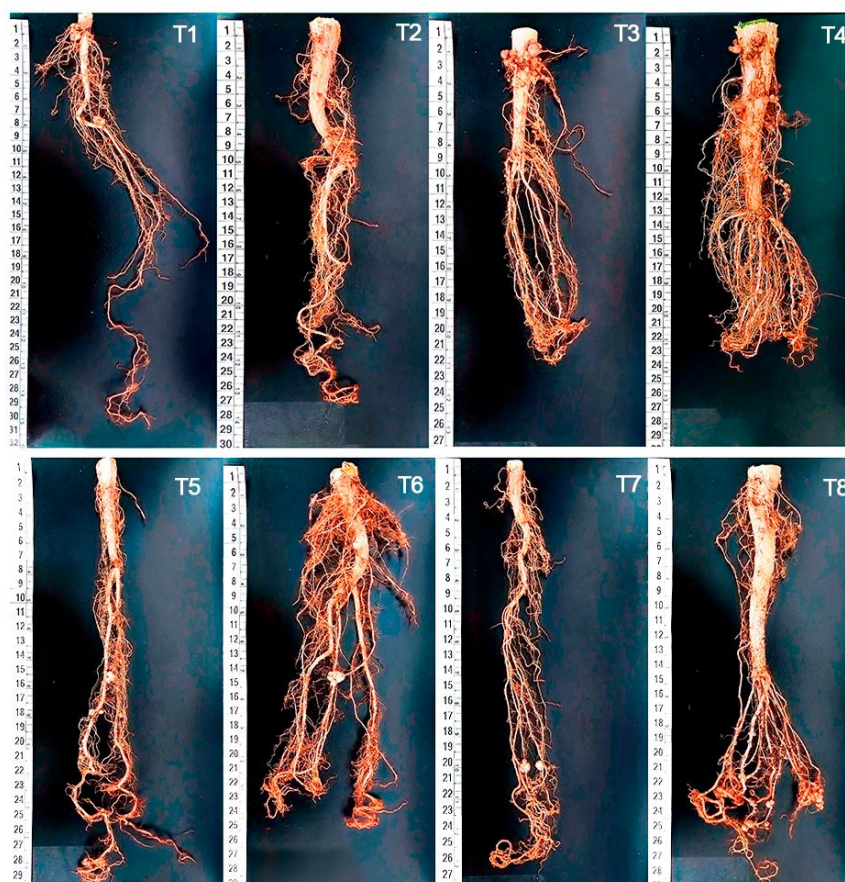
5.2.1 Distribuição horizontal de raízes regeneradas em tubos

A distribuição espacial das raízes regeneradas, avaliadas nos quatro quadrantes dos tubos, está apresentada na Tabela 4. Para todos os tratamentos, conforme a estatística não paramétrica, os resultados revelaram que as mudas produzidas nos sistemas tubetes de 180 cm³ aos 60 dias e sacos plásticos de 597 cm³ aos 90 dias apresentaram distribuição uniforme nos quatro quadrantes. Isso sugere a formação de um sistema radicial mais eficiente para a exploração do solo após o plantio. De acordo com Nogueira et al. (2023), a homogeneidade das raízes regeneradas pode indicar um bom desenvolvimento das mudas nos primeiros anos de plantio, devido à maior capacidade de absorção de água e nutrientes. Serpa (2014), ao avaliar o potencial de regeneração de raízes em mudas clonais de *Eucalyptus* cultivadas em tubos, observou a mesma distribuição espacial das raízes em todos os clones estudados. Por sua vez, constatou-se que essas mudas apresentaram desempenho semelhante durante os seis primeiros meses após o plantio no campo.

As mudas expedidas aos 90 dias, em comparação as 60 dias, apresentaram raiz principal bem definida (Figura 14). Mudanças com raízes pivotantes bem desenvolvidas tendem a apresentar maior taxa de sobrevivência e crescimento inicial no campo (OLIVEIRA, 2017).

Tabela 4 – Valores médios do número total de raízes regeneradas por quadrante de mudas de *Erythrina velutina* Will, produzidas em diferentes recipientes com duas diferentes idades, 18 dias após transplante em tubos.

Recipientes	Idades	Quadrantes			
		A	B	C	D
Sacos plásticos 245 cm ³	60 dias	8,3	3,9	4,9	5,7
	90 dias	12,9	5,9	13,9	13,9
Sacos plásticos 597 cm ³	60 dias	8,9	8,7	11,3	12,9
	90 dias	8,3	5,3	5,1	5,3
Tubetes 180 cm ³	60 dias	15,5	11,6	11,5	11,3
	90 dias	14,6	10,3	11,3	14,3
Tubetes 288 cm ³	60 dias	14,3	12,1	13,0	12,9
	90 dias	14,9	10,0	10,0	12,9



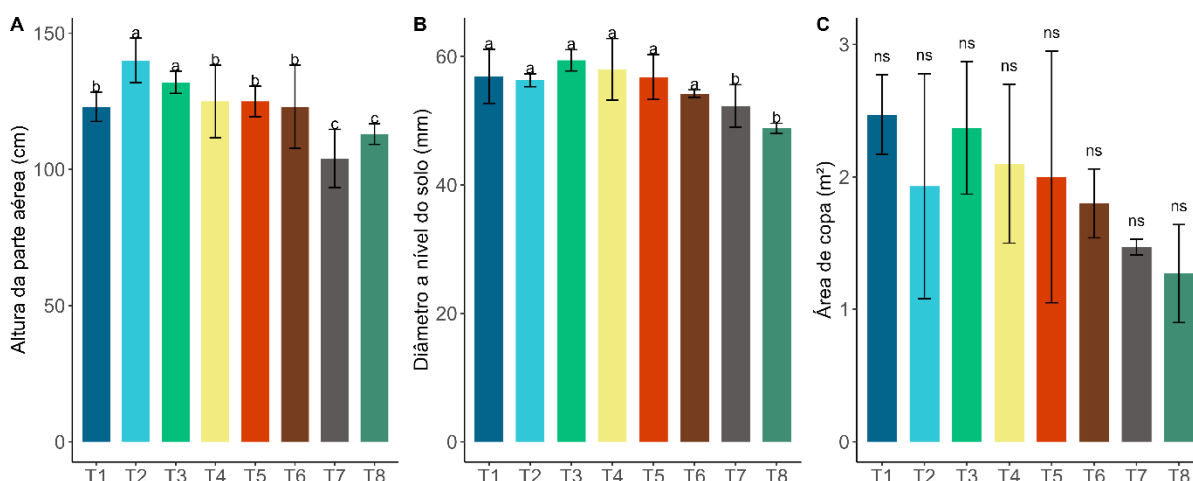
T1: Sacos plásticos de 245 cm³ + 60 dias; T2: Sacos plásticos de 245 cm³ + 90 dias; T3: Sacos plásticos de 597 cm³ + 60 dias; T4: Sacos plásticos de 597 cm³ + 90 dias; T5: Tubetes de 180 cm³ + 60 dias; T6: Tubetes de 180 cm³ + 90 dias; T7: Tubetes de 288 cm³ + 60 dias; T8: Tubetes de 288 cm³ + 90 dias.

Figura 14 – Desenvolvimento de raízes de mudas de *Erythrina velutina*, 18 dias após o transplante em tubos.

5.3 Desempenho das mudas no campo

No campo, ao avaliar o índice de sobrevivência, não foi observada mortalidade, resultando em 100% de sobrevivência em todos os tratamentos ao longo dos 150 dias de avaliação. Esse resultado pode estar associado aos elevados índices pluviométricos registrados nos três primeiros meses após o plantio, combinados à alta qualidade das mudas produzidas, ambos fatores fundamentais para o estabelecimento efetivo das plantas. A qualidade das mudas, as características do solo e a precipitação adequada são determinantes para a sobrevivência das plantas no campo, conforme Dominguez-Lerena et al. (2006), Bartieres et al. (2016), Shalizi et al. (2019) e Stuepp et al. (2020).

A altura da parte aérea foi favorecida nos sistemas de produção de mudas em sacos plásticos de 245 cm³ aos 90 dias e 597 cm³ aos 60 dias de idade, que alcançaram os maiores valores apesar de não apresentarem diferença estatística entre si. (Figura 15A). Esse desempenho pode estar associado à combinação entre o volume do recipiente e o tempo de permanência no viveiro, proporcionando condições ideais para o desenvolvimento inicial.



T1: Sacos plásticos de 245 cm³ + 60 dias; T2: Sacos plásticos de 245 cm³ + 90 dias; T3: Sacos plásticos de 597 cm³ + 60 dias; T4: Sacos plásticos de 597 cm³ + 90 dias; T5: Tubetes de 180 cm³ + 60 dias; T6: Tubetes de 180 cm³ + 90 dias; T7: Tubetes de 288 cm³ + 60 dias; T8: Tubetes de 288 cm³ + 90 dias. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras de erro representam o desvio padrão.

Figura 15 – Valores médios para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e área de copa de mudas de *Erythrina velutina*, cinco meses após o plantio

No caso das mudas produzidas em sacos plásticos de 597 cm³ com idades de 60 dias, o transplante em um estágio mais jovem pode ter ocorrido no momento ideal, evitando limitações ao crescimento radicial e favorecendo uma rápida adaptação no campo. Recipientes de maior volume geralmente favorecem o melhor crescimento das mudas, proporcionando mais espaço para a expansão das raízes e, conseqüentemente, maior crescimento aéreo (ARAÚJO et al., 2023).

Por sua vez, os menores valores observados no mesmo sistema, quando mantido por 90 dias, podem estar relacionados ao início da limitação do desenvolvimento radicial, devido à permanência no viveiro por um período que excede a capacidade do recipiente adequada ao desenvolvimento das mudas da espécie em estudo. Essa limitação é ainda mais acentuada em mudas mais velhas, mantidas por

longos períodos em pequenos recipientes, que tendem a desenvolver raízes anormais, comprometendo seu desenvolvimento e aumentando o risco de falhas na revegetação (GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al., 2011; STORCK et al., 2016).

As mudas cultivadas em sacos plásticos de 245 cm³ aos 90 dias apresentaram desempenho superior, mesmo com o período prolongado em viveiro. Este resultado pode estar associado ao fato de que tempos estendidos no viveiro permitem maior acúmulo de reservas energéticas, favorecendo o crescimento inicial e o sucesso do estabelecimento após o plantio (MENDONÇA et al., 2020). O equilíbrio entre o volume reduzido e o tempo prolongado garantiu mudas vigorosas e bem adaptadas ao campo, confirmando a eficiência de recipientes menores quando o manejo do tempo é adequado.

Em relação ao diâmetro do coleto, a maioria dos tratamentos apresentou valores semelhantes, exceto os sistemas de produção em tubetes de 288 cm³ por 60 e 90 dias, que registraram as menores médias (Figura 15B). Esses mesmos tratamentos também apresentaram menor altura da parte aérea (Figura 15A), evidenciando o impacto negativo do formato do recipiente no desenvolvimento das mudas.

A partir dos resultados obtidos, pode-se inferir que o menor diâmetro do coleto e a reduzida altura da parte aérea (Figura 15A e 15B) observados nas plantas produzidas em tubetes de 288 cm³ estão relacionados a alterações fisiológicas que afetam a absorção de água e nutrientes, decorrentes de fatores estruturais, como o maior comprimento e a rigidez das paredes do recipiente. Essas características podem limitar a expansão das raízes e intensificar o confinamento do sistema radicial, que, além de modificar sua estrutura e arquitetura, compromete significativamente o crescimento da parte aérea e o desenvolvimento das mudas (SCHIAVO & MARTINS, 2003).

A influência da altura do recipiente no crescimento das mudas é maior do que a do diâmetro e do seu volume, especialmente em espécies florestais com crescimento radicial pivotante (LIMA FILHO et al., 2019). No presente estudo, pode-se inferir que, embora os tubetes de 180 cm³ e 288 cm³ possuam o mesmo diâmetro, a menor altura do modelo de 180 cm³ favoreceu o desenvolvimento de um sistema radicial mais equilibrado, permitindo melhor crescimento tanto da raiz pivotante quanto das laterais. Isso contribuiu para a redução do estresse, facilitando a retomada do

crescimento após o transplante e garantindo melhor adaptação e desempenho no campo.

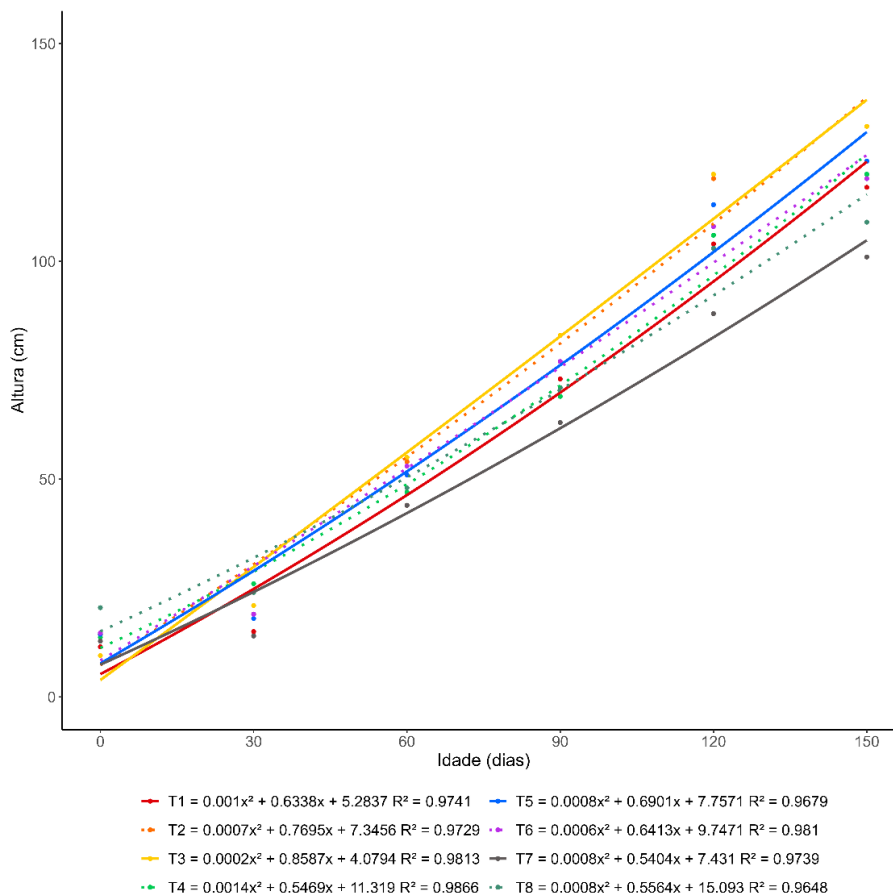
Recipientes de maiores volumes oferecem melhores condições para o desenvolvimento das mudas, contudo, eles devem ser utilizados principalmente para espécies de crescimento lento, que necessitam permanecer no viveiro por um longo período, ou quando se desejam mudas bem desenvolvidas (CUNHA et al., 2005). No entanto, no caso de *Erythrina velutina*, uma espécie de crescimento rápido e com raiz pivotante, recipientes com maior volume, como os tubetes de 288 cm³, nem sempre são vantajosos, pois podem não favorecer um desenvolvimento radicial adequado.

Os dados apresentados na Figura 15C correspondem aos valores médios obtidos para a área de copa em cada tratamento. Embora os valores médios indiquem variações aparentes entre os tratamentos, o teste de ANOVA revelou que essas diferenças não são estatisticamente significativas ao nível de confiança adotado, podendo estar associadas à influência predominante de fatores genéticos e ambientais na formação da copa, reduzindo o efeito dos recipientes utilizados na fase de viveiro. Por sua vez, o intervalo de cinco meses após o plantio pode não ter sido suficiente para que diferenças expressivas se manifestassem nesse parâmetro. Estudos de longo prazo poderiam fornecer informações adicionais sobre a relação entre o tipo de recipiente e a arquitetura da copa.

Quanto ao ritmo de crescimento em altura da parte aérea no campo, verificou-se a superioridade das mudas produzidas em sacos plásticos de 245 cm³ e de 597 cm³, expedidas aos 90 e 60 dias, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 16. Destaca-se ainda o desempenho das mudas produzidas em tubetes de 180 cm³ e expedidas aos 60 dias, cujo crescimento foi ligeiramente inferior aos anteriores. Todavia, entre os três tratamentos citados, apenas as mudas em sacos plásticos de 597 cm³ expedidas aos 60 dias não corresponderam aos resultados superiores, obtidos na fase de viveiro para o P.R.R. avaliado em tubos.

O menor ritmo de crescimento em altura foi observado nas mudas produzidas em tubetes de 288 cm³ e expedidas aos 60 dias, seguido pelas mudas do mesmo recipiente expedidas aos 90 dias. Entre essas, apenas as últimas apresentaram baixos valores de P.R.R. no viveiro. Resultados semelhantes foram encontrados por Bomfim et al. (2009), que verificaram a superioridade das mudas produzidas em sacos plásticos, especialmente naqueles de maior volume, em relação às produzidas em

tubetes, considerando o crescimento em altura no campo e o efeito do tipo de recipiente.



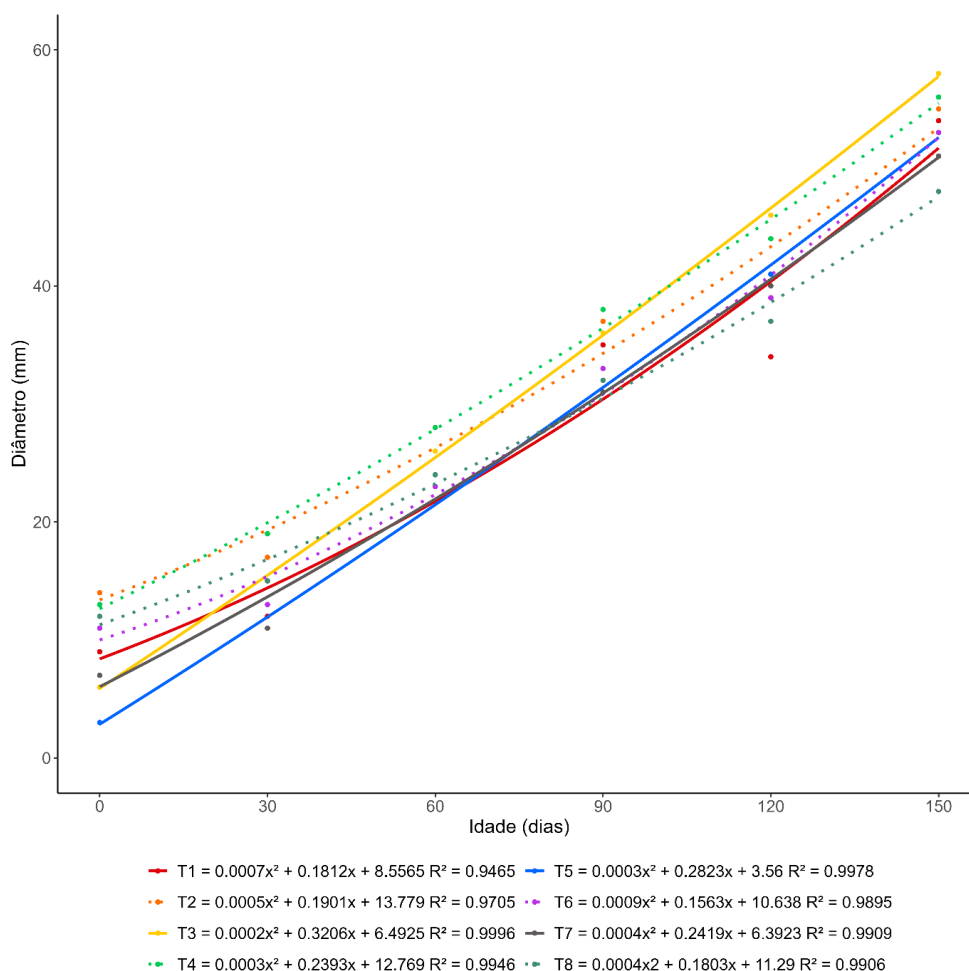
T1: Sacos plásticos de 245 cm³ + 60 dias; T2: Sacos plásticos de 245 cm³ + 90 dias; T3: Sacos plásticos de 597 cm³ + 60 dias; T4: Sacos plásticos de 597 cm³ + 90 dias; T5: Tubetes de 180 cm³ + 60 dias; T6: Tubetes de 180 cm³ + 90 dias; T7: Tubetes de 288 cm³ + 60 dias; T8: Tubetes de 288 cm³ + 90 dias.

Figura 16– Ritmo de crescimento inicial em altura de plantas de *Erythrina velutina* no período de cinco meses após o plantio.

Quanto ao diâmetro do coleto, este segue um comportamento similar ao da altura da parte aérea, destacando-se as mudas produzidas em sacos plásticos de 245 cm³ e expedidas aos 90 dias, bem como as de 597 cm³ expedidas aos 60 dias, que apresentaram o maior ritmo de crescimento (Figura 17). Em seguida, as mudas de 597 cm³ expedidas aos 90 dias apresentaram um crescimento ligeiramente mais lento, apesar dos altos valores de P.R.R. no viveiro. Esse resultado sugere que, embora o P.R.R. seja um indicador relevante da qualidade das mudas, outros fatores, como a precocidade no estabelecimento e o menor estresse no transplante, podem ter

influenciado positivamente o desempenho superior das mudas de 597 cm³ expedidas aos 60 dias no campo.

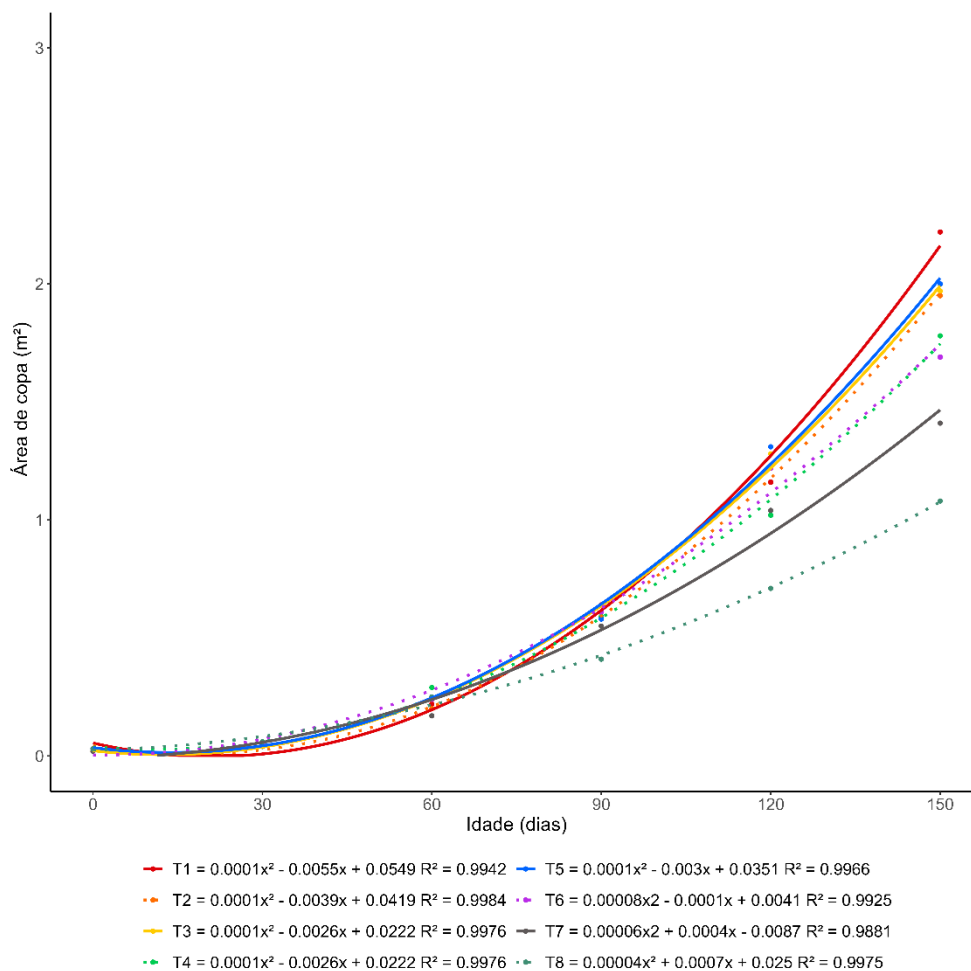
As mudas produzidas em tubetes de 288 cm³, expedidas aos 60 e 90 dias, apresentaram um ritmo de crescimento inferior, padrão semelhante ao observado para a altura da parte aérea. Ao analisar as características indicadoras da qualidade de mudas de *Azadirachta indica*, Novaes *et al.* (2014) também identificaram um menor crescimento em mudas cultivadas em tubetes em comparação às produzidas em sacos plásticos.



T1: Sacos plásticos de 245 cm³ + 60 dias; T2: Sacos plásticos de 245 cm³ + 90 dias; T3: Sacos plásticos de 597 cm³ + 60 dias; T4: Sacos plásticos de 597 cm³ + 90 dias; T5: Tubetes de 180 cm³ + 60 dias; T6: Tubetes de 180 cm³ + 90 dias; T7: Tubetes de 288 cm³ + 60 dias; T8: Tubetes de 288 cm³ + 90 dias.

Figura 17 – Ritmo de crescimento em diâmetro do coleto de plantas de *Erythrina velutina* no período de cinco meses após plantio.

Ao avaliar a área de copa das plantas no mesmo período (Figura 18), destacou-se a superioridade das mudas em sacos plásticos de 245 cm³, expedidas aos 60 dias, em relação aos demais tratamentos, apesar de seus menores valores de P.R.R. O menor crescimento foi observado nas mudas em tubetes de 288 cm³, expedidas aos 90 dias. No processo de revegetação, as espécies pioneiras são essenciais para o desenvolvimento das espécies dos estágios finais da sucessão, pois seu rápido crescimento e sombreamento protegem o solo e melhoram as condições microclimáticas, favorecendo o plantio (PEREIRA et al., 2012).



T1: Sacos plásticos de 245 cm³ + 60 dias; T2: Sacos plásticos de 245 cm³ + 90 dias; T3: Sacos plásticos de 597 cm³ + 60 dias; T4: Sacos plásticos de 597 cm³ + 90 dias; T5: Tubetes de 180 cm³ + 60 dias; T6: Tubetes de 180 cm³ + 90 dias; T7: Tubetes de 288 cm³ + 60 dias; T8: Tubetes de 288 cm³ + 90 dias.

Figura 18 – Ritmo de crescimento inicial em área de copa de plantas de *Erythrina velutina* Willd. no período cinco meses após plantio.

6. CONCLUSÕES

Mudas de *Erythrina velutina* produzidas em tubetes de 288 cm³ e expedidas aos 90 dias de idade apresentaram os melhores resultados no viveiro, com as maiores médias para a maioria dos parâmetros avaliados, demonstrando um desenvolvimento inicial superior.

Mudas em sacos de 245 cm³, expedidas aos 90 dias, e mudas em sacos de 597 cm³, expedidas aos 60 dias de idade, tiveram o melhor crescimento e desempenho no campo no período de cinco meses, mostrando que o volume do recipiente e a idade de expedição influenciam o crescimento das mudas.

Mudas produzidas em tubetes de 288 cm³, expedidas aos 60 e 90 dias, apresentaram o mais baixo desempenho no campo.

O P.R.R. mostrou-se um parâmetro confiável para avaliar a qualidade das mudas e prever a sua sobrevivência no campo.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; FERREIRA, D. H. A. A.; MONTEIRO, F.A. S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 141 - 150, 2015.
- ADETUNJI T. L.; ACHO, M. A.; SAMUEL, V.O.; OHORO C.R.; RAMULONDI, M. *Erythrina velutina* Willd.: A review of its traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 319, p. 1-30, 2024.
- ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A.; TABALDI, L. A.; RORATO, D. G.; TURCHETTO, F.; ZAVISTANOVICZ, T. C.; BERGHETTI, A. L. P.; AIMI, S. C.; TONETTO, T. S.; GASPARIN, E.; KELLING, M. B.; ÁVILA, A. L.; DUTRA, A. F.; MEZZOMO, J. C.; GOMES, D. R.; GRIEBELER, A. M.; SILVA, M.R.; BARBOSA, F.M.; LIMA, M.S.. Caracterização e análise de atributos morfológicos e fisiológicos indicadores da qualidade de mudas em viveiro florestal. In: ARAUJO, M.M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. (Org.). **Produção de sementes e mudas, um enfoque à silvicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2018, p. 346-365.
- ARAÚJO, D. F.; TOMAZ, J. S.; BEZERRA, C.S.; ROSADO, S. I. P.; MARQUES, M. J.; MARTINS, N.O.A. Efeito de diferentes volumes e tipos de recipientes no crescimento inicial de mudas de *Adenantha pavonina* L. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 6, n. 3, p. 59 -69, 2023. DOI: 10.32406/v6n3/2023/59-69/agrariacad
- AIMI, S. C. **Qualidade de diásporos e crescimento de mudas de *Myrocarpus frondosus* Allemão no viveiro e no campo**. Santa Maria – RS: UFSM, 2018. 146 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria.
- BARNETT, J. P. Relating seedling morphology of container-grown southern pines to field success. Separata de: CONVENTION OF THE SOCIETY OF AMERICAN FORESTERS (1983: Portland). **Proceedings...** New Orleans: USDA. For. Serv. Southern Forest Experiments Station, 1983. p. 405 - 407.
- BARTIERES E. M. M.; CARNEVALI, N. H. S.; LIMA, E. S. L.; CARNEVALI, T. O.; MALLMANN, V. Hidrogel, calagem e adubação no desenvolvimento inicial, sobrevivência e composição nutricional de plantas híbridas de eucalipto. **Brazilian Journal of Forestry Research** v. 36, n.86, p.145-151, 2016.
- BENEDITO, D. C. D.; NOVAES, A. B.; COELHO, K. C.; FANOLA, H. C. B.L.; RODRIGUES, V. A. Qualidade de mudas de *Caesalpinia peltophoroides* produzidas em diferentes sistemas de produção. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, v.17, n.55, p. 01-11, 2024
- BENTO, S.R.S. et al. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* WILLD.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 111-117, 2010.

BLICK, A. P.; OLIVATO, J. B.; YAMASHITA, F.; SOUZA, J.R. P. Biodegradable Bags for the Production of Plant Seedlings. **Polímeros**, v. 24, n. 5, p. 547-553, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.1589>

BINOTTO, A. F.; COL LÚCIO, A.D.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in Forest seedlings. **Revista Cerne**, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

BIRCHLER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros definitórios e implementacion practica, **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v. 7, n.1/2, p. 109-121,1998.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 188 p.

BOMFIM, A. A.; NOVAES, A. B.; SÃO JOSÉ, A. R.; GRISI, F. A. Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 33-40, 2009.

BONAGURO, J.E.; COLETTI, L.; ZANIN, G. Environmental and agronomic performance of fresh rice hulls used as growing medium component for *Cyclamen persicum* L. pot plants. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2125 – 2132, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.11.071

CABREIRA; G. V.; LELES, P.S.S.; ALONSO; J.M.; ABREU; A.H.M.; LOPES; N. F.; SANTOS, G. R. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, v. 47, n. 2, p. 165 - 176, 2017.

CAETANO, A. P. C. **Condução de minicepas em ambiente de estufim e efeito do ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de miniestacas e na qualidade de mudas de eucalipto no viveiro e campo**. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2023, 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; 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.

CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Influência da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. **Pasturas Tropicales**, v. 28, n. 2, p. 8 – 17, 2006

CAPRISTO, D. P.; SANTOS, C.C. Custos de produção e comercialização de mudas. In: ZUFFO, A. M.; AGUILERA, J. G. (Org). **Pesquisas agrárias e ambientais: Volume XII**. Nova Xavantina: Pantanal Editora, 2022, p. 1 – 143.

CARGNELUTTI FILHO, A.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E.; FOLTZ, D. R. B. Dimensionamento Amostral para Avaliação de Altura e Diâmetro de Plantas de Timbaúva. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, p. 1-9, 2018

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

CARNEIRO, R. S. A. ; VIEIRA, C. R. Produção de Mudas de Espécies Florestais em Substrato Contendo Esterco de Aves ou Esterco Bovino. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 4, p. 386–395, 2020. DOI: 10.17921/1415-6938.2020v24n4p386-395.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v.3:Embrapa Florestas, Colombo, 2008., 593.p.

CARVALHO, P.E.R. **Mulungu (*Erythrina velutina*)**. Colombo – PR: EMBRAPA Florestas (Circular técnica, 160.), 2008,8 p.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sobreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, n.65, p. 22-29, 2004.

CONSTANTINO, V.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ROSA, J.M.C.; VIANA, J. J. Efeitos de métodos de produção de mudas e equipes de plantadores no crescimento de *Pinus taeda* Linnaeus. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 355-366, 2010.

COSTA, C. C.; ALMEIDA, L. E.; CASTRO, V. R. Avaliação dos parâmetros morfológicos de espécies nativas da Mata Atlântica em tubetes biodegradáveis. **Revista Ambientale**, v.12 , n.4, p. 45 – 54, 2020.

COSTA, J.R.S; ALMEIDA, G.N.; SILVA, L.G.C.; ALMEIDA, G.N.; SILVA, E.C.A. Condicionamento de mudas de Moringa a diferentes ciclos de rega. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 1, p. 80-87, 2019

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DE LUCIA, B.; CRISTIANO, G.; VECCHIETTI, L.; REA, E.; RUSSO, G. Nursery Growing Media: Agronomic and Environmental Quality Assessment of Sewage Sludge-Based Compost, **Applied and Environmental Soil Science**, 2013, p. 1 - 10, 2013. DOI: 10.1155/2013/565139

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Produção de sementes e mudas de espécies florestais. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008. p.83-124.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; MOREIRA, J. F.; POLIDORO, J. C.; DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and White pine seedling stock in nurseries. **Fosresty Chronicle**, v. 36, p. 10 – 13, 1960.

DIAS; I. M.; BARRETO; Í. D. C.; FERREIRA, R.A. Effect of phosphatic fertilizer dosage on optimal volume determination for seedling production of native forest species.

Scientia Agraria Paranaensis, v. 15, n. 4, p. 471-475, 2016. DOI: 10.18188/1983-1471/sap.v15n4p471-475

DOBNER JÚNIOR, M. TRAZZI, P. A.; HIGA, A. R.; SEITZ, R. A. Influência do volume do tubetes e do método de plantio no crescimento de um povoamento de *Pinus taeda* aos nove anos de idade. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 7 - 14, 2013

DOMINGUEZ-LERENA, S.; SIERRA, N.H.; MANZANO, I.C.; BUENO, L.O.; RUBIRA, J.L.P.; MEXAL, J.C. Container characteristics influence *Pinus pinea* seedling development in the nursery and field. **Forest Ecology and Management**, v.221, p.63-71, 2006.

DUMROESE, R. KASTEN; LUNA, TARA; LANDIS, THOMAS D. **Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries - Volume 1**: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C., 2009, 302 p

DUMROESE, R.K.; PAGE-DUMROESE, D.S.; PINTO, J.R. Biochar potential to enhance forest resilience, seedling quality, and nursery efficiency. **Tree Plant. Notes**, v. 63, n.1, p. 61–68, 2020.

DUTRA T. R.; MASSAD M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 72-78, 2013.

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**, v. 43, n. 3, p. 373 -384, 2013.

FARIAS JÚNIOR, J. A.; CUNHA, M.C.L.; FARIAS, S. G. G.; MENEZES JÚNIOR, J.C. Crescimento inicial de mudas de turco sob diferentes tipos de recipientes e níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.3, p.228-232, 2007.

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

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; PENCHEL FILHO, R. M.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. de A. Desempenho radicial de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 853 – 861, 2005.

FREITAS, T. A. S.; LOPES, E. C. S.; ARAUJO, J. F. G.; SANTOS, L. B.; MENDONÇA, A. V. R. Produção de mudas de *Senegalia bahiensis* Benth. em diferentes volumes de tubetess. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1105-1123, 2021

FRANCO, C. B.; OLIVEIRA, C. E. S.; SILVA, K. C.; STEINER, F. Quality of pre-sprouted sugarcane seedlings in response to size of tube and mini setts. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 14, n. 1, p. 3089-3103, 2020. DOI: 10.3895/rbta.v14n1.10397

GABIRA, M.M.; SILVA, R. B. G.; BORTOLHEIRO, F. P. A. P.; MATEUS, C. M. D. A.; BOAS, R. L. V.; ROSSI, S.; GIRONA, M. M.; SILVA, M.R. Composted sewage sludge as an alternative substrate for forest seedlings production. **iForest**, v. 14, p. 569-575, 2021. DOI: 10.3832/IFOR3929-014

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de Tubetess e fertilização N - P- K. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R... Parâmetros morfológicos na avaliação de 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**. 3. ed. Editora UFV, Viçosa:, 2004. 116 p.

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

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

GOMES, A. D. V.; FREIRE, A. L. O. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função do substrato e sombreamento. **Scientia Plena**, v.15, n. 11, p. 1 – 9 ,2019. doi: 10.14808/sci.plena.2019.110203

GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELENA, W. M.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 123-131, 2013.

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V., NAVARRO-CERRILLO, R.M., VILLAR, R. Artificial regeneration with *Quercus ilex* L. and *Quercus suber* L. by direct seeding and planting in southern Spain. **Annals of Forest Science**, v. 68, p. 637–646, 2011. DOI:10.1007/s13595-011-0057-3.

GRAVE, F., FRANCO, E. T. H.; PACHECO, J. P.; SANTOS, S. R. Crescimento de plantas jovens de Açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. **Revista Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, p. 289-298, 2007.

GRIEBELER, A.M.; ARAUJO, M. M.; TABALDI, L. A.; STEFFEN, G. P. K.; TURCHETTO, F.; RORATO, D. G.; BARBOSA, F. M.; BERGHETTI, A. L. P.; NHANTUMBO, L. S.; LIMA, M. S. Type of container and *Trichoderma* spp. inoculation enhance the performance of tree species in enrichment planting. **Ecological Engineering**, v. 169, p. 1 -12, 2021. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2021.106317

GONZÁLEZ-OROZCO, M.M.; PRIETO-RUÍZ, J.Á.; ALDRETE, A.; HERNÁNDEZ-DÍAZ, J.C.; CHÁVEZ-SIMENTAL, J.A.; RODRÍGUEZ-LAGUNA, R. Nursery production of *Pinus engelmannii* Carr. with substrates based on fresh sawdust. **Forests**, v. 9, n. 11, p. 1 – 15, 2018. DOI: 10.3390/f9110678

GROSSNICKLE, S.T.; MACDONALD, J.E. Seedling quality: History, application, and plant attributes. **Forests**, v.9, n.283,p. 1 -23, 2018.

HAASE D. Morphological and physiological evaluations of seedling quality. In: National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations; 2007; Washington. Washington: USDA Forest Service Proceedings; 2007. p. 3-8.

HAASE, D. L.; BOUZZA, K.; EMERTON, L.; FRIDAY, J. B.; LIEBERG, B.; ALDRETE, A.; DAVIS, A. S. The High Cost of the Low-Cost Polybag System: A Review of Nursery Seedling Production Systems. **Land**, v. 10, n. 8, p. 1 -19, 2021

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R.N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2010.

HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, L. G. C.; SANTOS, C. M.; CASADO, A. P. B.; PEDROTTI, A.; RIBEIRO, G. T. Riparian fragments affected by bank erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 148-152, 2005.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooptreatment on morphology of conifer seedlings. In: Target Seedlings Symposium, Meeting of the Western Forest Nursery Associations, 1990, Roseburg. Proceedings.... Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p.218-222.

JOSÉ, A. C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para vegetação de áreas degradadas**. Lavras – MG: UFLA, 2003, 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Lavras.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L.. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubetes, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* RADDI). **Agrarian Dourados**, v. 2, n. 3, p. 73-86, 2009.

KRISHNAPILLAI, M.V.; YOUNG-UHK, S.; FRIDAY, J.B.; HAASE, D.L. Locally produced cocopeat growing media for container plant production. **Tree Plant. Notes**, v.63, n. 1, p. 29–38, 2020.

KHURRAM, S.; BURNEY, O. T.; MORRISSEY, R. C.; JACOBS, D.F. (2017) Bottles to trees: Plastic beverage bottles as an alternative nursery growing container for

reforestation in developing countries. **Plos One**, v. 12, n. 5, p. 1 – 21, 2017. DOI:10.1371/ journal.pone.0177904

KUAN-HUNG, L. I. N., CHUN-WEI, W. U., & CHANG, Y. S. . Applying Dickson quality index, chlorophyll fluorescence, and leaf area index for assessing plant quality of *Pentas lanceolata*. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 47, n.1, 169-176, 2019

LISBOA, A.C.; SANTOS, P. S.; OLIVEIRA NETO, S.N.; 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**, n. 68, p. 97 - 106, 2005

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. S.; ABREU, A. H. M.; SILVA, E. V.; FONSECA, A. C. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 27-39, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509819340>

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 544p.

MASSAD,M.D.; DUTRA,T.R.; MEIRELES,I.E.S.; SANTOS,A.R.; MENEZES,E.S.; SARMENTO,M.F.Q.Efeito da densidade na bandeja e do volume do recipiente sobre o crescimento de mudas de Canafístula (*Peltophorum dubium*).**Brazilian Journal of Development**, v.9, n.3, p.9763-9769, 2023.

MARIOTTI, B.; MARTINI, S.; RADDI, S.; TANI, A.; JACOBS, D.F.; OLIET, J.A.; MALTONI, A. Coconut coir as a sustainable nursery growing media for seedling production of the ecologically diverse *Quercus* species. **Forests** ,v. 11, n. 5 , p. 1 -19, 2020. DOI: **10.3390/f11050522**

MATOS, P. S.; DE OLIVEIRA, J. C.; MEDEIROS, W. P.; DE NOVAES, A. B. Roots characteristics and effects of containers on the quality of *Toona ciliata* M. Roemer seedlings. **Floresta**, v. 52, n. 2, p. 359-366, 2022.

MELO, R. R.; CUNHA, M. C. L.; Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 67-77, 2008.

MENDONÇA, A. V. R.; SANTOS, J.P. A.; VERDE, D. S. V.;SOUZA,M.O.; SOUZA, J. S.Production of seedlings of *Psidium cauliflorum* Landrum & Sobral. **Revista Caatinga**, v. 33, n.2, p.433–445, 2020. DOI:10.1590/1983-21252020v33n216rc

MENEZES, K.A.S.; ESCOBAR, I.E.C.; FRAIZ, A.C.R.;MARTINS, L.M.V.; FERNANDES JUNIOR, P.I. Genetic variability and symbiotic efficiency of *Erythrina*

velutina Willd root nodule bacteria from the Semi-Arid region in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.41, p.1-13, 2017.

MORGADO, I. F.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S.; BARROSO, D. G. Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 709-712, 2000.

MORAIS JUNIOR, J.V.T.M.; JACOVINE, L. A. G.; OLIVEIRA, K.; ALBUQUERQUE, T. P.; FAUSTINO, I. S.; SILVA, L. B.; ALVES, E. B. B. M.; TORRES, C. M. M. E.; PAIVA, H. N.; CRUZ, R.A. Performance of Five Native Atlantic Forest Species Planted in Containers of Different Size for Restoring Degraded Areas in Minas Gerais. **Forests**, v.11, p. 1 – 9, 2020.

MUNGUAMBE, J. F. **Qualidade morfológica de mudas clonais de eucalipto na fase de expedição em viveiros comerciais**. Lavras- MG: UFLA, 2013, 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras.

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, 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.; LONGUINHOS, M. A. A.; RODRIGUES, J.; SANTOS, I. F.; GUSMÃO, J. C. Caracterização e demanda florestal da região sudoeste da Bahia. In: SIMPÓSIO SOBRE REFLORESTAMENTO NA REGIÃO SUDOESTE DA BAHIA, 2., 2008, Colombo, Memórias [...]. Colombo: Embrapa Florestas, v. 1, p. 25-43, 2008.

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.

NOGUEIRA, R, D. **Produção de mudas clonais de eucalipto nos sistemas Ellepots e tubetes associada ao AIB**. Vitória da Conquista -BA, UESB, 2023, 71.p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais.

OLIVEIRA, A. M. **Produção de mudas de *Pinus maximinoi* em recipientes biodegradáveis: análises de diferentes volumes, idades de expedição e desenvolvimento no campo**. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2023, 92 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

OLIVEIRA, J. C. **Qualidade de mudas de angico-vermelho produzidas em diferentes substratos e seu desempenho no campo**. Vitória da Conquista -BA, UESB, 2017, 94p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

OWINO, J. O.; ONYANGO, A. A.; ANGAINE, P. M.; INOTI, S.K. Effect of soil mixtures on early growth performance of *Grevillea robusta* and *Cupressus lusitanica* seedlings in the highlands of Kenya. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 34, n. 22, p. 597-609, 2022. DOI: 10.9734/IJPSS/2022/v34i2231413

PARDOS, M.; ROYO, A.; GIL, L.; PARDOS, J.A. Effect of nursery location and outplanting date on field performance of *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* seedlings. **Forestry**, v. 76, n. 1, p. 67–81, 2003.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: Seminário de sementes e viveiros florestais, 1., 1981, Curitiba. **Anais.Curitiba: FUPEF**, 1981. p.59-90.

PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41,p. 102–110, 2012.

PEZZUTTI, R. V.; CALDATO, S. Sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *Pinus taeda* L. com diferentes diâmetros do colo.**Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 355-362, 2011.

RAVIV, M.Can compost improve sustainability of plant production in growing media?. **Acta Horticulturae**, p. 119–134, 2017.DOI:10.17660/actahortic.2017.1168.17

REIS, E. R.; LÚCIO, A. D. C.; FORTES, F. O.; LOPES, S. J.; SILVEIRA, B. D. Período de permanência de mudas de *Eucalyptus grandis* em viveiro baseado em parâmetros morfológicos. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 809 - 814, 2008.

REIS,R.G.E.; PEREIRA, M.S.; GONÇALVES, N.R. ; PEREIRA, D. S.; BEZERRA, A. M.E.Emergência e qualidade de mudas de *Copernicia prunifera* em função da embebição das sementes e sombreamento. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 43-49, 2011.

RESENDE, L. A.; PINTO, L.V.A. ; SANTOS,E.C. SILVA, S. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio na recuperação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Árvore**, v.39, n.1, p.147-157, 2015

RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F. **Mulungu *Erythrina velutina* Willd.** Londrina – PR: EMBRAPA Semiárido, (ABRATES. Nota técnica, 7),2018, 5 p.

RITCHIE, G.A.; DUNLAP, L. Root growth potential: its development and expression on forest tree seedling. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 10, n. 1, p. 218-248, 1980.

RITCHIE, G.A.; LANDIS, T.D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D.L.. Assessing plant quality. In: LANDIS TD, DUMROESE RK, HAASE DL. **Seedling processing, storage and outplanting**. Washington: U.S. Department of Agriculture, Forest Service; 2010., p. 17-81.

RUDEK, A.; GARCIA, F. A. O.; PERES, F. S. B. Avaliação da qualidade de mudas de eucalipto pela mensuração da área foliar com o uso de imagens digitais. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p. 3775 -3786, 2013.

RODRIGUES, V. A. **Recipientes biodegradáveis e composto orgânico na produção de mudas de eucalipto**. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2020, 86 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

SAMPAIO, P. T. B.; SIQUEIRA, J. A. S.; COSTA, S.; BRUNO, F. M. S. Propagação vegetativa por miniestacas de preciosa (*Aniba canellila* (H. B.K) MEZ). **Acta Amazônica**, v. 40, n. 4, p. 687-692, 2010.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SANTOS, A. R.; GONÇALVES E. D., O.; GIBSON, E.L.; ARAÚJO, E.F.; CALDEIRA, M.V.W. Controlled-release fertilizer in the growth of *Dalbergia nigra* seedlings. **Floresta**, v.50, n.2, p. 1203–1212, 2020.

SCALON, S.P.U; MUSSURY R.M.; RIGONI, M.R. et al. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.1, p.1-5, 2002.

SCHIAVO, J.A.; MARTINS, M.A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorriza e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.38, n.2, p.173-178, 2003.

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**, v. 5, n. 6, p. 428–433, 2017.

SHALIZI, M.N.; GOLDFARB, B.; BURNEY, O.T.; SHEAR, T.H. Effects of five growing media and two fertilizer levels on polybag raised Camden whitegum (*Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage) seedling morphology and drought hardiness. **Forests**, v.10, n.7,p. 1 – 17, 2019.

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**.v. 46, n. 1, p. 39 - 46, 2016. DOI: 10.5380/ufv.v46i1.38907

SILVA, A. A. D.; MELO, D. A. ; GUIMARAES, G. H. C. ; ARAUJO, J. M. Avaliação da qualidade de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) submetidas a diferentes métodos de quebra de dormência. **Revista Principia**, v. 45, p. 11-19, 2019.

SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de Eucalyptus grandis Hills ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse**

hídrico durante a fase de rustificação. Curitiba – PR: UFPR, 1998. 105p. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

SIMIELE, M.; DE ZIO, E.; MONTAGNOLI, A.; TERZAGHI, M.; CHIATANTE, D.; SCIPPA, G.S.; TRUPIANO, D. Biochar and/or Compost to Enhance Nursery-Produced Seedling Performance: A Potential Tool for Forest Restoration Programs. **Forests**, v. 13, n. 4, p. 1 – 22, 2022. DOI: 10.3390/f13040550

SIMÕES, D.; GIL, J.F.S.; DA SILVA, R.B.G.; MUNIS, R.A.; DA SILVA, M.R. Stochastic Economic Analysis of Investment Projects in Forest Restoration Involving Containerized Tree Seedlings in Brazil. **Forests**, v.12, n. 10, p. 1 - 12. 2021. DOI: 10.3390/f12101381

STUEPP, C.A.; KRATZ, D.; GABIRA, M.M.; WENDLING, I. Survival and initial growth in the field of eucalyptus seedlings produced in different substrates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55,p. 1 - 12, 2020.

SUTTON, R. F. Techniques for Evaluating Planting Stock Quality. International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO) Workshop, New Zealand August 1979. **The Forestry Chronicle.**, Ontário,v. 56,n. 3, p. 116-120, 1980.

TRAUTENMÜLLER, J.W.; BORELLA, J.; MINATTI, M.; COSTA JÚNIOR, S.; WOYCIKIEWICZ, A. P. F.; BALBINOT, R.; SANQUETTA, C. R. Avaliação de plantas de *Cordia americana* em viveiro utilizando caracteres morfológicos. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2 n. 2 p. 65-70 2017.

THOMAS, B.R., SCHREIBER, S.G., KAMELCHUK, D.P. Impact of planting container type on growth and survival of three hybrid poplar clones in Central Alberta, Canada **New Forests**. v. 47, p. 815–827, 2016. DOI: 10.1007/s11056-016-9546-4

TRAZZI, P. A.; SANTOS, J. A.; DOBNER JÚNIOR, M.; HIGA, A. R.; ROTERS, D. F.; CALDEIRA, M. V. W. A qualidade morfológica de mudas de *Pinus taeda* afeta o seu crescimento em campo no longo prazo?. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 127, 2020.

TSAKALDIMI, M.; GANATSAS, P.; JACOBS, D. F. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. **New Forests**, v.44, n.3, p.327-339, 2013.

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

WANG, G.; LIU, F.; XUE, S. Nitrogen addition enhanced water uptake by affecting fine root morphology and coarse root anatomy of Chinese pine seedlings. **Plant Soil**, v. 418, p. 177–189, 2017

VENTURA, M. J. S. **Compensação da fertilização de base em mudas de *Colubrina glandulosa* Perkins e *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos produzidas em tubetes.** Lavras - MG: UFLA, 2012, 134 p. Tese (Doutorado Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras. 2012.

WILKINSON, K. M.; LANDIS, T. D.; HAASE, D. L.; DALEY, B. F.; DUMROESE, R. K., eds. 2014. **Tropical Nursery Manual: A guide to starting and operating a nursery for native and traditional plants**. Agriculture Handbook 732. Washington, DC: United States Department of Agriculture, Forest Service, 2014, 376 p.

YUSNAWETI, Y.; YULFIDESI, Y.; JAMILAH, J.; SURYANI, S.; MINHAMINDA, M.;MADANI, R. T. . Komposisi campuran tanah-kompos daun lamtoro sebagai amandemen pada media tumbuh polibag untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap pembibitan UTAMA. **Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia**, v. 24, n. 2, p. 120–125, 2022. DOI: 10.31186/jipi.24.2.120-125

ZAVISTANOVICZ, T. C.; AIMI, S. C.; ARAUJO, M. M.; BERGHETTI, Á. L. P.; GOMES, D. R.; BARBOSA, F. M. Production techniques of arboreal species seedlings and use of mulching in an altered area. **Revista Árvore**, v. 45, p. 1 – 11, 2021. DOI: 10.1590/1806-908820210000020

APÊNDICES

Apêndice 1A – Resumo da análise de variância dos parâmetros morfológicos de mudas de *Erythrina velutina* Willd., produzidas em diferentes recipientes, aos 60 e 90 dias após a semeadura.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado médio				
		H (g)	D (mm)	H/D	BFPA (g)	BFR (g)
Recipiente(R)	3	48,111*	37,87**	2,7189**	203,13*	6,041**
Idade (I)	1	140,775**	487,83**	7,1066**	1339,23**	147,494**
R x I	3	23,536*	5,22**	1,5766**	31,20**	6,349**
Resíduo	32	0,249	0,21	0,0527	0,18	0,105
C.V (%)		3,59	4,54	14,36	3,56	10,71

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado médio				
		BFT (g)	BFSA (g)	BSR (g)	BST (g)	IQD
Recipiente (R)	3	258,88**	61,445**	2,6811**	79,387**	0,06125**
Idade (I)	1	2375,91**	145,848**	25,6480**	293,872**	0,54756**
R x I	3	62,51**	62,240**	2,5896**	89,844**	0,02979**
Resíduo	32	0,37	0,095	0,0107	0,089	0,00012
C.V (%)		4,06	6,44	6,96	4,75	5,13

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Apêndice 1B – Resumo da análise de variância dos dados de número total de raízes regeneradas obtidos em mudas de *Erythrina velutina* Willd., produzidas em diferentes recipientes, aos 60 e 90 dias após a semeadura, 18 dias após o transplante para rizotrons tipo tubos.

Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	7	11426.19	16332,312	2,87**
Resíduo	56	31755.25	567,058	
C.V. (%)	55,5			

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Apêndice 1C - Resumo da análise de variância para as características altura de planta (H) e diâmetro do colo (D) e Área de copa (AC) de plantas de *Erythrina velutina* Willd. no período de 150 dias após plantio.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado médio		
		H (g)	D (mm)	AC (m ²)
Tratamento	7	367,40**	35,069*	0,50738 ^{ns}
Bloco	2	464,83**	5,130 ^{ns}	0,09125 ^{ns}
Resíduo	14	31,11	9,117	0,35363
C.V. (%)		4,53	5,46	30,89

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}Não significativo pelo teste F.