

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

**PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO NOS SISTEMAS
ELLEPOTS E TUBETES ASSOCIADA AO AIB**

RONALDO DIAS NOGUEIRA

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
MARÇO – 2023

RONALDO DIAS NOGUEIRA

**PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO NOS SISTEMAS
ELLEPOTS E TUBETES ASSOCIADA AO AIB**

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
MARÇO - 2023

N715p Nogueira, Ronaldo Dias.
Produção de mudas clonais de eucalipto nos sistemas Ellepots e tubetes associada ao AIB. / Ronaldo Dias Nogueira, 2023.
71f.
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, 2023.
Inclui referências. 51 - 62.
1. Mudas de eucalipto - Associado ácido indol-3-bultírico. 2. Propagação clonal. 3. Potencial de regeneração de raízes. 4. Recipientes. I. Novaes, Adalberto Brito. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós- Graduação em Ciências Florestais. III. T.

CDD: 634.97342

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

UESB – Campus Vitória da Conquista - BA

RONALDO DIAS NOGUEIRA

**PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO NOS SISTEMAS
ELLEPOTS E TUBETES ASSOCIADA AO AIB**

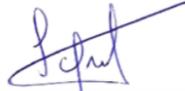
Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 17 de março de 2023.

Comissão Examinadora:

 Documento assinado digitalmente
POLIANA COQUEIRO DIAS ARAUJO
Data: 21/03/2023 17:46:20-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof^a Poliana Coqueiro Dias Araújo, (D.Sc. Ciência Florestal,) - UFERSA



Prof. Luís Carlos de Freitas, (D.Sc. Ciência Florestal) - UESB



Prof. Adalberto Brito de Novaes, (D.Sc., Engenharia Florestal) - UESB, Orientador
Aprovada em 17 de março de 2023.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e da fé, que me manteve perseverante para seguir no caminho certo diante dos obstáculos encontrados.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais – PPGCIFLOR, pela oportunidade de cursar o Mestrado.

Ao orientador, Professor Dr. Adalberto Brito de Novaes, pelos conhecimentos transmitidos, pela paciência, pelos puxões de orelha, pela confiança em mim depositada. Grande amigo “Betinho”, sem o qual não conseguiria finalizar essa dissertação.

À Professora Dra. Poliana Coqueiro Dias Araujo, pelos ensinamentos, sempre prestativa e à disposição para qualquer dúvida. Meu muito obrigado!

Ao meu pai, Aroaldo, minha mãe, Adelice e meus irmãos, Edilea, Elder e Danilo. Meus cunhados, Jeferson e Sanni. Minhas sobrinhas, Estela e Elisa. Por serem essenciais na minha vida. Em cada um de vocês eu levo o conceito de lar.

À minha namorada, Lethicia, por toda dedicação, carinho, compreensão, incentivo, parceria e coragem para encarar muitas horas na estrada comigo nessas aventuras “adrenalíticas”, te amo.

A todos os amigos do Laboratório de Silvicultura, que sempre me ajudaram nos trabalhos e com boas risadas diárias: Aldair Rocha, Ana Caetano, Ana Ruth, Ariane, Carolina, Dani, Dayana, Joanna Melo, Kaio Rocha, Kemele e Zilda.

Aos grandes amigos os quais Vitória da Conquista me deu, em especial o Prof. Dalton Longue, Flavia Belettine e Ida Nascimento. Total admiração e respeito por vocês.

A todos amigos da UESB e adjacências, que me ajudaram, de alguma forma, na conclusão do curso, Brito, motorista; Carol Meire; Douglas; Esmeraldo, viveirista; Fabrícia; Fabricio; Igo, “Índio” personal; Ivan; Joélio, motorista; Kyegla, Lucas, Natália, Natielly e Dona Zete.

Ao pessoal da PlantBem Bahia Ltda. Por possibilitar a instalação do experimento em especial para Ian, Ricardo e Sérgio. Ao Fabio e Daniel, da empresa

Janleaf, que contribuíram com os Ellepots®, bandejas e substrato para a execução do experimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. O Gênero Eucalyptus.....	4
3.2. Propagação clonal de Eucalyptus spp.	5
3.3. Recipientes utilizados na produção de mudas florestais.....	7
3.4. Ácido Indol-3-butírico (AIB).....	8
3.5. Importância da qualidade de mudas florestais.....	9
3.6. Parâmetros usados como indicadores de qualidade de mudas florestais.....	10
3.6.1. Parâmetros morfológicos.....	10
a) Altura da parte aérea (H).....	11
b) Diâmetro de colo.....	12
c) Relação H/D.....	13
d) Biomassas fresca e seca das partes aérea e radicial.....	14
e) Índice da qualidade de Dickson (IQD).....	14
3.6.2. Potencial de regeneração de raízes (PRR).....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. Descrição da área experimental.....	18
4.2. Tratamentos e procedimentos estatísticos.....	18
4.3. Recipientes, substratos e genótipos utilizados.....	20
4.4. Produção de mudas.....	21
4.5. Procedimentos e determinação dos parâmetros morfológicos.....	22
4.5.1. Índice de qualidade de Dickson (IQD).....	23
4.5.2. Procedimentos e determinação do Potencial de Regeneração de Raízes (PRR).....	24
4.6. Crescimento inicial das mudas em vasos.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1. Parâmetros morfológicos.....	28
5.1.1. Altura da parte aérea, diâmetro de colo e relação H/D.....	28
5.1.2. Biomassas frescas das partes aérea, radicial e total.....	31
5.1.3. Biomassas secas das partes aérea, radicial e total.....	33

5.1.4. Índice da qualidade de Dickson (IQD) e correlação de Pearson.....	35
5.2. Potencial de regeneração de raízes (PRR).....	37
5.2.1. Distribuição de raízes regeneradas.....	39
5.2.2. Correlações de Pearson entre o PRR e variáveis morfológicas.....	40
5.3. Crescimento inicial das mudas em vasos.....	41
5.3.1. Altura da parte aérea, diâmetro ao nível do solo e biomassa fresca da raiz	41
5.3.2. Correlação de Pearson entre o PRR e o crescimento inicial das plantas em vasos.....	46
5.3.3. Quantificação de raízes e deformações radiciais.....	46
6. CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS.....	51
ANEXOS.....	63

RESUMO

NOGUEIRA, Ronaldo Dias, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, março de 2023. Produção de mudas clonais de eucalipto nos sistemas Ellepots e tubetes associada ao AIB. Orientador: Adalberto Brito de Novaes.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar, por meio dos parâmetros morfofisiológicos e características radiciais, a qualidade de mudas de eucalipto provenientes dos clones I-144 (*Eucalyptus urophylla*) e VE-41 urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), produzidas em tubetes e Ellepots®, associada ao ácido indol-3-burtílico (AIB). O experimento foi conduzido em três etapas distintas. A primeira constou da produção das mudas e mensuração dos parâmetros morfológicos: altura da parte aérea, diâmetro de colo, relação H/D, biomassa fresca e seca da parte aérea, radicial e total e índice de qualidade de Dickson. Na segunda etapa, realizou-se a determinação do Potencial de Regeneração das Raízes (PRR) por meio do número total das raízes regeneradas, comprimento e distribuição espacial. A terceira tratou-se da avaliação do crescimento inicial das mudas em vasos por meio dos parâmetros morfológicos: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, biomassa fresca e ritmo de crescimento. Para a produção das mudas no viveiro, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em que os tratamentos tiveram um arranjo fatorial 2 x 2 x 2, com dois clones (I-144 e VE-41) dois sistemas de produção (tubetes e Ellepots®) e duas concentrações de AIB (0 e 1000 mg L⁻¹) com quatro repetições. Para a determinação do PRR, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com seis repetições. Na terceira etapa, as mudas foram transplantadas em vasos com capacidade volumétrica de 18L a pleno sol, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso (DBC), com três repetições. A análise estatística constou de análise de variância, teste de médias (Tukey 5%) e análise de regressão. Mudas provenientes do clone I-144 (*Eucalyptus urophylla*) apresentaram médias superiores entre todos os parâmetros morfológicos estudados em viveiro. Os dois modelos de recipientes avaliados, tubete e Ellepot, possibilitaram a produção de mudas com parâmetros morfológicos e fisiológico similares em condições de viveiro. Quando plantadas em vasos, mudas dos clones I-144 e VE-41, produzidas em recipientes Ellepots®, associadas ao AIB (1000 mg L⁻¹), apresentaram maior ritmo de crescimento inicial em vasos, pressupondo-se melhor

desempenho quando plantadas no campo. O potencial de regeneração de raízes (PRR) foi considerado preciso na determinação da qualidade das mudas, ao prognosticar o seu desempenho em condições de vasos, ressaltando-se os clones I-144 e VE-41, respectivamente, pelo número total e comprimento de raízes regeneradas. Mudas do clone VE-41 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) apresentaram, em geral, as médias mais baixas em viveiro e crescimento inicial em vasos.

Palavras-chave: Propagação clonal; potencial de regeneração de raízes; recipientes; ácido indol-3-butírico.

ABSTRACT

NOGUEIRA, Ronaldo Dias, M.Sc., State University of Southwest Bahia, March 2023. Production of eucalyptus clonal seedlings in Ellepots and tubes systems associated with AIB. Advisor: Adalberto Brito de Novaes.

The objective of this research was to evaluate, through morphophysiological parameters and root characteristics, the quality of eucalyptus seedlings from clones I-144 (*Eucalyptus urophylla*) and VE-41 urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), produced in tubes and Ellepots®, associated with indole-3-butyric acid (IBA). The experiment was conducted in three distinct stages. The first consisted of seedling production and measurement of morphological parameters: shoot height, stem diameter, H/D ratio, fresh and dry shoot, root and total biomass and Dickson's quality index. In the second stage, the Root Regeneration Potential (RRP) was determined by means of the total number of regenerated roots, length and spatial distribution. The third was the evaluation of the initial growth of the seedlings in pots through the morphological parameters: height of the aerial part, diameter of the stem, fresh biomass and rhythm of growth. For the production of seedlings in the nursery, a completely randomized experimental design was used, in which the treatments had a factorial arrangement 2 x 2 x 2, with two clones (I-144 and VE-41) two production systems (tubes and Ellepots®) and two concentrations of AIB (0 and 1000 mg L⁻¹) with four replications. To determine the PRR, a completely randomized design with six replications was used. In the third stage, the seedlings were transplanted into vases with a volumetric capacity of 18L in full sun, using the experimental design in randomized blocks (DBC), with three replications. Statistical analysis consisted of analysis of variance, mean test (Tukey 5%) and regression analysis. Seedlings from clone I-144 (*Eucalyptus urophylla*) showed higher means among all morphological parameters studied in the nursery. The two models of containers evaluated, tube and Ellepot®, enabled the production of seedlings with similar morphological and physiological parameters under nursery conditions. When planted in pots, seedlings of clones I-144 and VE-41, produced in Ellepots® containers, associated with IBA (1000 mg L⁻¹), showed a higher initial growth rate in pots, assuming better performance when planted in the field. The root regeneration potential (RRP) was considered accurate in determining the quality of the seedlings,

by predicting their performance in potted conditions, highlighting the clones I-144 and VE-41, respectively, by their total number and length of regenerated roots. Seedlings of the clone VE-41 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) presented, in general, the lowest averages in nursery and initial growth in pots.

Keywords: Clonal propagation; root regeneration potential; containers; indole-3-butyric acid.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* é amplamente cultivado nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. As suas espécies são as mais utilizadas em plantios comerciais no Brasil, principalmente para a produção de papel e celulose. A indústria de base florestal brasileira continua avançando em tecnologia e produtividade e, ainda assim, segue apontando e sugerindo novas alternativas tecnológicas para a grande maioria das operações envolvendo este setor.

No ano de 2021, foram 7,53 milhões de hectares plantados, sendo este gênero incumbido de suprir a demanda por madeiras com propriedades tecnológicas e silviculturais específicas a diferentes setores industriais, em especial, o de papel e celulose, painéis de madeira e carvão vegetal (IBA, 2022).

A pujança desse setor impulsiona a produção de mudas de eucalipto em grandes quantidades, necessitando de um melhor planejamento em um viveiro florestal. Existem vários fatores que influenciam a qualidade da muda, podendo citar os recipientes, que se destacam por ser um importante e frequente objeto de estudos nas pesquisas florestais. Desta forma, Novaes (1998) já observava que as pesquisas desenvolvidas em diversos países priorizavam a produção de mudas com o máximo de proteção e mínima exposição do sistema radicial, condições essas necessárias para atingir um bom padrão de qualidade. No Brasil alguns problemas relacionados com raízes ainda existem, o que força a discussão de alternativas que possam solucioná-los, principalmente, optando por sistemas de produção de mudas em recipientes com o mínimo de danos ao sistema radicial.

A correta escolha de um recipiente com forma e volumes adequados a uma boa formação de raízes é de fundamental importância para que se alcancem florestas mais produtivas. (CARNEIRO, 1995).

Os recipientes plásticos têm sido muito utilizados na produção de mudas florestais, mas há uma tendência de buscar novas alternativas, desejando um processo de produção de mudas florestais com alta qualidade e sustentabilidade. Assim, uma opção já existente, viável ecologicamente e economicamente, é a utilização de materiais renováveis e biodegradáveis. Os recipientes biodegradáveis surgem como uma alternativa ao sistema de produção convencional, agregando alguns benefícios, podendo citar o fato de não serem retirados no momento do

plantio e, dessa forma, proporcionarem menos estresse durante o plantio, alcançando altos índices de sobrevivência e crescimento inicial das mudas no campo.

A produção de mudas de *Eucalyptus* é oriunda essencialmente por sementes, contudo, empresas de base florestal utilizam técnicas de propagação vegetativa que permitem a multiplicação de genótipos superiores, acarretando povoamentos uniformes, com elevada produtividade e resistência a pragas e doenças. A técnica de propagação vegetativa mais utilizada na clonagem em escala comercial no País é a miniestaquia, que consiste na utilização de brotação de minicepas como fonte de propágulos vegetativos com grandes benefícios no âmbito da qualidade das mudas produzidas. Por outro lado, torna-se importante salientar que o uso das auxinas (regulador hormonal) com o objetivo de aumentar o número de raízes novas e aprimorar a qualidade do enraizamento de estacas, particularmente de plantas de eucalipto, ainda que usadas em doses pequenas, podem demonstrar resultados significativos (FERREIRA et al., 2015). A aplicação desses reguladores vegetais, como o ácido indol-3-butírico (AIB), costuma proporcionar efeitos positivos ou negativos aos processos de enraizamento e forte atuação na emissão de raízes adventícias, desde que tenha equilíbrio endógeno entre os reguladores vegetais. Todavia, as concentrações exógenas podem alterar-se a depender do material genético e tratos silviculturais.

2. OBJETIVO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar, por meio dos parâmetros morfofisiológicos e características radiciais, a qualidade de mudas de eucalipto provenientes dos clones I-144 (*Eucalyptus urophylla*) e VE-41 urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), produzidas em tubetes e Ellepots®, associada ao ácido indol-3-butírico (AIB).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O Gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália e ilhas próximas, com ocorrência natural em Nova Guiné e na Indonésia. Já foram contabilizadas mais de 700 espécies, sendo considerado esse número elevado se comparado a outros gêneros florestais (JUNIOR E CORCORONE, 2014; HARWOOD, 2011). Para Paiva et al, (2011), existe um crescente interesse nas espécies desse gênero, pois apresentam bons atributos, entre eles o rápido crescimento, boa adaptabilidade a diferentes tipos de solo e fibras com ampla exploração econômica.

Entre as suas espécies, destaca-se o *Eucalyptus urophylla*, nativa da Indonésia e de outras ilhas ao norte da Australia, Papua Nova Guiné, Filipinas e Timor. Encontra-se com maior frequência em altitudes por volta de 500 m, alcançando até 3000 m, locais considerados de clima tropical a subtropical úmido (BOLAND et al., 1992).

Esta trata-se de uma das espécies mais plantadas no Brasil, devido ao seu alto potencial de crescimento em termos de área plantada, em razão da tolerância ao fungo causador do cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*), sua boa produtividade e a sua ampla utilização, na produção de celulose e papel, chapas duras, serraria e produção de carvão, entre outras (JUNIOR; GARCIA, 2003). Apresenta uma boa capacidade de regeneração a partir de suas brotações, sua madeira é considerada medianamente leve, com relativa estabilidade e alta permeabilidade (SILVA, 2003). Essa espécie cresce em solos arenosos ou secos, mas desenvolve-se melhor em solos úmidos e profundos (HIGA et al., 2000).

Quanto ao *Eucalyptus grandis*, este ocorre nas regiões costeiras da Austrália em Newcastle, ao norte de Nova Gales do Sul, no sudeste de Queensland em pequenas áreas próximas a Mackay e no planalto de Atherton (BOLAND et al., 1992). As altitudes variam entre 0 m e 500 m em Nova Gales do Sul, e entre 800 m e 1.000 m no planalto de Atherton. O clima é predominantemente subtropical na região Norte, e temperado no limite Sul (NIESEN, 1998).

Essa espécie apresenta rápido crescimento, alta produtividade e é considerada a espécie mais plantada no mundo devido às suas características silviculturais desejáveis e à utilização da madeira para diversos fins, aliada à grande variabilidade genética e à facilidade de aquisição de sementes em quantidade e qualidade (MARTINS, 1999; SILVA, 2003).

3.2. Propagação clonal de *Eucalyptus* spp.

O método de propagação vegetativa corresponde a uma ação de multiplicar assexuadamente partes de plantas (células, tecidos, órgãos ou propágulos), originando indivíduos idênticos à planta mãe, desde que disponham de condições favoráveis para que ocorram as mudanças morfogenéticas que darão origem aos novos indivíduos. O sucesso desta técnica está em capturar os ganhos genéticos obtidos dos programas de melhoramento (WENDLING, 2003; FAGANELLO et al., 2015).

Vários métodos de propagação vegetativa têm sido desenvolvidos para espécies do gênero *Eucalyptus*. Atualmente, os principais usados em nível comercial são: miniestaquia, estaquia, microestaquia, micropropagação e enxertia (FERRARI et al., 2004). Não obstante, a técnica de miniestaquia tem sido a mais usada no País, compreendendo inúmeras vantagens (MAFIA et al., 2005).

Conforme Miguel (2009), em consequência de cruzamentos das espécies dentro do gênero *Eucalyptus*, é constante a procura por material genético que possibilite resultados satisfatórios em várias frentes como: maior eficiência no uso de nutrientes e consumo de água; maior resistência a doenças e ataques de pragas; mais apropriado a diferentes finalidades de uso e que tenha alta produtividade. Para este autor, o emprego de técnicas como hibridação e clonagem proporciona uma busca contínua para aumentar a produtividade, atendendo a inúmeros propósitos de usos múltiplos e diminuição dos custos de produção.

Ressalta-se ainda que a hibridação interespecífica constitui uma das vantagens do gênero. Atualmente, no Brasil, os cultivos com clones de híbridos se sobressaem, com excelentes produtividades, de 35 m³ a 55 m³ de madeira por ha/ano (ASSIS e MAFIA, 2007; CASTRO et al., 2016; IBÁ, 2022). Um dos híbridos mais utilizados e conhecidos no setor da indústria de base florestal do Brasil é o

urograndis, oriundo da hibridação do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Este cruzamento reúne as melhores características do *E. grandis*, o crescimento e qualidade física, química e anatômica da madeira e do *E. urophylla*, a adaptação e resistência a doenças, particularmente ao fungo, *Austropuccinia psiidi* que causa a ferrugem e o *Cryphonectria cubensis*, causador do cancro do eucalipto, sendo ambos os genótipos de grande importância para uso industrial visando, principalmente, produção de papel e celulose, entre outros fins (ASSIS e MAFIA, 2007; WILCKEN et al., 2008; FILHO; SANTOS, 2013; EMBRAPA FLORESTAS, 2014).

Quanto ao método da estaquia, esta estabelece um marco no desenvolvimento da produção de mudas de espécies florestais, especialmente do gênero *Eucalyptus*, a qual permitiu o desenvolvimento da silvicultura clonal de forma intensiva em diversas partes do mundo (TITON, 2001). Porém, ainda segundo este autor, surgiram algumas limitações, como a dificuldade de enraizamento de certos clones pelo método da estaquia, fato este que tem sido atribuído à maturação do material vegetal, levando à adoção de técnicas de reversão ao estado juvenil, mediante a utilização de ferramentas da biotecnologia, como a micropropagação. Entretanto, em decorrência de algumas limitações impostas pelo cultivo in vitro, surgiu a técnica da miniestaquia, tornando-se o método mais utilizado pelas empresas de base florestal na propagação clonal de *Eucalyptus* na atualidade (ALMEIDA et al., 2007).

3.3. Recipientes utilizados na produção de mudas florestais

Os recipientes são utilizados na produção de mudas florestais por cumprir diversas funções consideradas vitais, quando o objetivo é atingir alto padrão de qualidade, sendo o sistema mais utilizado no Brasil (TINUS e McDONALD, 1979) e (GOMES, 2001).

Para a produção de mudas de *Eucalyptus* spp., os recipientes sofreram constantes ajustes, desde o “torrão paulista”, os laminados de madeira, sacos plásticos até os tubetes rígidos de polietileno (CARNEIRO, 1995) e (WALKER et al., 2011).

Segundo Alfenas et al. (2009), muitos são os tipos de recipientes encontrados no mercado e, nas últimas décadas, houve uma evolução tecnológica nos sistemas de produção de mudas florestais, com ênfase na praticidade e melhoria da qualidade dos povoamentos florestais. Para Vargas et al. (2011), a produção de mudas em recipientes não adequados pode interferir na sua qualidade, causando alterações no sistema radicial e na parte aérea, influenciando o tempo de permanência das mudas no viveiro. De acordo com Gomes e Paiva (2013), o tipo de recipiente utilizado influencia na qualidade das mudas, bem como nos custos de produção. Recipientes com maiores volumes promovem uma arquitetura radicial semelhante à de mudas provenientes de semeadura direta.

Na atualidade, os recipientes de maior utilização pelas organizações silviculturais são os tubetes de plástico rígido. Estes recipientes, conforme Abreu et al. (2015), apresentam frisos verticais internos que direcionam as raízes para baixo, evitando o enovelamento e ainda permitem a poda natural das raízes por meio de um orifício na parte inferior, além de permitir uma fácil automatização das operações.

Com a crescente demanda, os viveiros florestais vêm desenvolvendo novas técnicas em busca da obtenção de mudas florestais com características morfofisiológicas e sanitárias apropriadas (CRUZ, 2012). Por esse motivo, muitas pesquisas voltaram a testar variados modelos de recipientes e, em alguns países escandinavos, chegou-se a obter sucesso com os sistemas de produção de mudas em blocos prensados, testados no Brasil, conforme Carneiro (1995) e Novaes (1998). Nessas pesquisas foi evidenciada a importância do sistema radicial, em que as raízes sofrem o mínimo de distúrbios, e a muda é plantada com substrato bem agregado, “possibilitando maior sobrevivência e bom desenvolvimento inicial no campo” (FERRAZ, 2009). Apesar dos trabalhos científicos evidenciarem a viabilidade técnica do sistema de blocos prensados, atualmente não existe uso em escala comercial (KELLER et al., 2009).

Problemas de qualidade de mudas, supostamente resultantes da utilização de recipientes de paredes rígidas, têm incentivado estudos com objetivo de desenvolver novas técnicas de produção de mudas florestais sem restrição radicial (FREITAS et al., 2009). Pesquisas têm buscado a utilização de materiais renováveis e biodegradáveis capazes de substituir os polímeros de origem do petróleo (BRIASSOULIS, 2006; SHEY et al., 2006). Os estudos com recipientes

biodegradáveis na área florestal têm recebido grande enfoque para a produção de mudas, tendo em vista que estes são caracterizados por apresentarem matéria orgânica, podendo encontrar decompositores no solo (FERRAZ, 2009).

Segundo Iatauro (2001), os tubetes de origem biodegradável apresentam várias vantagens, principalmente ao possibilitarem as raízes se desenvolvam livremente e, com menor estresse, na operação de plantio. Com a utilização desses recipientes, é possível reduzir os custos operacionais, evitando também os problemas advindos da remoção dos tubetes por ocasião do plantio das mudas no campo (WENDLING e DUTRA, 2010).

Dentro do grupo dos recipientes biodegradáveis, cita-se o recipiente com denominação comercial Ellepot®, o qual recentemente chegou ao mercado brasileiro e é confeccionado com uma lâmina de papel degradável que permite o crescimento de raízes laterais, não modificando a arquitetura natural do sistema radicial das mudas (ALFENAS et al., 2009; VIÉGAS, 2015).

Neste sentido, pesquisas com estes recipientes, também denominados de paperpots, ainda estão sendo realizadas a fim de viabilizar seu uso tanto em produção de mudas nativas brasileiras quanto de eucaliptos (VIÉGAS, 2015; BIERNASKI, 2018; SANTOS, 2018).

Dias (2011), ao confrontar o desenvolvimento de mudas de *Paratecoma peroba* produzidas em tubetes biodegradáveis e de polietileno, evidenciou um bom padrão de qualidade para ambos os casos, ressaltando a observação do volume do tubete a ser utilizado.

Segundo Biernaski (2018), foi observado que o desempenho inicial no campo de mudas de *Pinus maximinoi* produzidas com paperpots apresentou maior taxa de sobrevivência e crescimento inicial quando comparado com aquelas tubetes convencionais de volume próximo ao recipiente biodegradável.

Já Santos (2018), avaliando mudas clonais de eucalipto, verificou que os recipientes biodegradáveis com volume de 115 cm³ foram responsáveis por proporcionar mudas com características morfofisiológicas adequadas, tanto em viveiro como no campo.

3.4. Ácido Indol-3-butírico (AIB)

As auxinas são fitorreguladores que possuem ação no desenvolvimento de raízes adventícias, ativação de células do câmbio e promoção do crescimento de plantas (BRESINSKY, 2012; KERBAUY, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013). Entre os reguladores mais utilizados, está o AIB (FACHINELLO et al., 2005; BRONDANI et al., 2010; BORGES et al., 2011). Além de promover a formação de raízes esta auxina acelera a iniciação radicular, aumenta o número e a qualidade de raízes produzidas e também a uniformidade de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005). características estas que, conforme Dutra et al. (2012) e Smarsi et al. (2008), possibilitam a redução do tempo de permanência das estacas na fase de produção de mudas. O equilíbrio endógeno entre os reguladores vegetais apresenta forte influência na emissão de raízes adventícias, porém, as concentrações exógenas podem variar em razão das condições de trabalho e das características de cada material genético (BRONDANI et al., 2010) e ainda, variam com a espécie (WILSON, 1994), o clone (CHUNG e LEE, 1994) e o estado de maturação do propágulo (GOMES, 1987).

Segundo Wilson (1994), na propagação vegetativa de *Eucalyptus* spp. por estaquia, o AIB trata-se da auxina mais comumente utilizada, sendo as dosagens de 6.000 a 8.000 mg L⁻¹ as mais indicadas. Porém, com o advento da microestaquia e miniestaquia, a tendência é o uso de dosagens cada vez mais baixas ou, em alguns casos, até a suspensão de seu uso (ASSIS et al., 1992; XAVIER e COMÉRIO, 1996; TITON et al., 2003). Resultados positivos nos índices de enraizamento e sobrevivência das miniestacas podem ser alcançados com maiores eficiências nas concentrações entre 1.000 e 2.000 mg L⁻¹ para alguns clones (XAVIER et al., 2021).

3.5. Importância da qualidade de mudas florestais

A importância de produzir mudas com qualidade se verifica com o sucesso dos projetos florestais (GOMES e PAIVA, 2013). O principal objetivo, segundo Oliveira et al. (2016), é garantir um material de qualidade e em quantidades suficientes para atender aos empreendimentos florestais. O modelo de qualidade das mudas produzidas se modifica dentro da mesma espécie e entre espécies de forma que, boas características em altura, diâmetro de colo e biomassas aéreas e radiciais são fundamentais para atingir um aumento do índice de sobrevivência e a

redução dos tratos culturais do povoamento recém-implantado (CARNEIRO, 1995; RUDEK et al. 2013).

Segundo Barnett et al. (1983), a importância da produção de mudas de alto padrão de qualidade merece maior atenção durante o primeiro ano de plantio no campo, quando é comum ocorrer uma maior intensidade de evaporação em relação à precipitação. Conforme Carneiro (1995), para um bom controle da qualidade, é necessário observar e corrigir, acondicionamentos irregulares das mudas antes da sua expedição, condições inadequadas de transporte, o uso incorreto de técnicas de plantio, época de plantio apropriada etc.

A elevada taxa de sobrevivência observada em mudas com alto padrão de qualidade tem reflexos diretos nos custos de implantação do povoamento, já que o replantio é uma operação onerosa e dispensável em casos de baixa mortalidade no campo (GOMES e PAIVA, 2013; LEITE et al. 2005).

Segundo Santos et al. (2005), na perspectiva de uma procura constante pela melhor produtividade dos reflorestamentos, os índices que avaliam a qualidade da muda têm sido estudados em diversos trabalhos de pesquisa no setor florestal, estes, têm procurado definir os melhores sistemas de produção, adequando-os à obtenção de mudas com alto padrão de qualidade.

3.6. Parâmetros usados como indicadores da qualidade de mudas florestais

Os parâmetros estudados para definir a qualidade das mudas florestais, segundo Wakeley (1954), baseiam-se em dois aspectos, os fenotípicos, também conhecidos como parâmetros morfológicos, e os fisiológicos, também conhecidos como aspectos "internos" das mudas.

As características indicadoras da qualidade nas mudas são fortemente influenciadas pelas técnicas de produção, principalmente pela densidade, podas, grau de colonização da micorriza, fertilidade do substrato e volume disponível para cada planta. Não obstante, é importante levar consideração também a influência dos recipientes, e dessa forma, ao avaliar a qualidade, é sempre importante levar em consideração a metodologia utilizada na produção das mudas (CARNEIRO, 1995).

3.6.1. Parâmetros morfológicos

Os parâmetros morfológicos são os atributos determinados, física ou visualmente, utilizados para pressupor a qualidade de mudas florestais com o intuito de prognosticar o sucesso do desempenho das plantas no campo FONSECA, 2000. Segundo Gomes et al. (2002), essas características morfológicas são as mais utilizadas na determinação do padrão de qualidade das mudas.

Para Tsakalidimi et al. (2013), as variáveis morfológicas possibilitam prever com eficiência a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de essências florestais no campo. São várias as características utilizadas na avaliação da qualidade de mudas, Carneiro (1995); Dickson et al. (1960) destacam a altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa fresca da raiz (BFR), biomassa fresca total (BFT), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca da raiz (BSR), biomassa seca total (BST), comprimento de raiz, relação H/D, relação BSPA/BSR, Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Alfenas et al. (2009) observaram que características como qualidade, quantidade e distribuição de raízes também são importantes avaliações morfológicas.

a) Altura da parte aérea (H)

Variável mais antiga na classificação e seleção das mudas é de fácil determinação e considerada um dos mais importantes parâmetros na predição do desempenho das mudas no campo. (PARVIAINEN, 1981; GOMES e PAIVA, 2013). Além de ser um método não destrutivo e eficaz, tornou-se uma avaliação corriqueira nos viveiros e uma das mais importantes para estimar o crescimento das mudas no campo (ELOY et al., 2013; REIS et al., 1991). A medida exata da altura da parte aérea está condicionada às características da espécie florestal e das técnicas de produção, portanto, 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).

Segundo Alfenas et al. (2009), grande parte das empresas florestais consideram, especificamente para mudas de *Eucalyptus* spp., alturas ótimas variando entre 20 e 30 centímetros.

Diversos autores constataram um maior crescimento em altura no campo à medida que as dimensões das mudas, por ocasião do plantio, foram maiores (BARNETT, 1983; CARNEIRO, 1995). Um bom exemplo foi descrito por Figueiredo et al. (2011), que, ao estudarem a influência das variações biométricas de mudas clonais do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* sobre o crescimento inicial em campo, verificaram que as mudas de maior altura no viveiro foram as que apresentaram maior crescimento após o plantio.

Porém, conforme Carneiro (1995), não se deve utilizar como único parâmetro, sob pena de obter resultados controversos, tendo em vista que mudas sombreadas, adensadas, estioladas ou submetidas a adubações desbalanceadas, podem apresentar maiores alturas, todavia, menor resistência às condições adversas encontradas no campo, causando maior mortalidade, necessidade de replantios, baixo crescimento inicial e perdas econômicas. Exemplos foram constatados por Binotto et al. (2010), reportando que o uso da altura da parte aérea só foi eficiente quando analisada juntamente com o diâmetro de colo para mudas de *Eucalyptus grandis* e *Pinus eliotti*.

b) Diâmetro de colo (D)

Trata-se de uma variável facilmente mensurável, não destrutiva e é tida como uma das principais características para estimar a sobrevivência das mudas de espécies florestais logo após o plantio. Além de ser um bom indicador das taxas de assimilação líquida de produtos oriundos da fotossíntese (GOMES e PAIVA 2004); (GOMES, 2001); (ALMEIDA et al. 2014) e (MARANA et al. 2015). Vários pesquisadores, como Leles et al. (2000); Morgado et al. (2000); Gomes e Paiva (2006) e Figueiredo et al. (2011) mostraram que as mudas de *Eucalyptus* spp., com maior crescimento em diâmetro de colo e altura da parte aérea no viveiro, foram as responsáveis pelo maior crescimento inicial após o plantio. José et al. (2005) concluíram que a variável que mais se correlacionou com o potencial de crescimento radicial foi o diâmetro de colo, assim como verificaram que esta foi a variável que apresentou maior relação com as demais variáveis morfológicas, podendo ser usado com eficiência para predizer o padrão de qualidade de mudas florestais. No mesmo entendimento, Gomes e Paiva (2013) consideram essa variável de alta ligação com

as demais características das mudas, chegando a explicar cerca de 70% a 80% das diferenças em se tratando de peso de matéria seca.

Segundo Carneiro (1995), devido a elevada precisão da altura da parte aérea e diâmetro de colo, bem como a sua facilidade de medição a qual é determinada utilizando-se fita métrica e paquímetro, estas têm sido combinadas para estimar o crescimento e a sobrevivência das mudas após o plantio. Alguns autores, como Guerreiro e Colli Junior (1984), estudando os critérios para seleção de mudas aptas para o plantio de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus saligna*, afirmaram que o diâmetro de colo deve ter no mínimo 2 mm.

c) Relação H/D

A relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro de colo, sugerido por Carneiro (1985), indica o grau de equilíbrio de desenvolvimento entre essas duas variáveis, podendo também ser mensurado no viveiro, ao longo do período de desenvolvimento das mudas. Para Gomes et al. (2002), esta relação também é conhecida como coeficiente de robustez, sendo considerado um dos atributos morfológicos mais precisos, indicando informações de vigor da muda.

De forma geral, sabe-se que mudas com maiores dimensões em altura e diâmetro apresentam maior potencial de crescimento inicial no campo e, sendo assim, é de grande importância a sua avaliação tendo em vista a confiabilidade na predição de sua robustez (GOMES; PAIVA, 2013). A relação H/D assegura a rusticidade e pode refletir no melhor estabelecimento da muda no solo, o que constitui mais um parâmetro usado para estimar a qualidade de mudas (STURION; ANTUNES, 2000).

Carneiro (1995) afirma que uma elevada relação H/D indica um maior desenvolvimento da variável altura em detrimento do diâmetro de colo e, por conseguinte, pode resultar em morte de plantas por tombamentos no campo. No entanto, ainda segundo este autor, mudas com baixa relação H/D caracterizam-se por um baixo crescimento em altura e, dessa forma, essa relação deve posicionar-se de forma intermediária, podendo-se conforme a situação, optar por mudas com menor valor dessa relação, já que nesta situação se observa maior robustez e, portanto, maior sobrevivência após o plantio.

d) Biomassas fresca e seca das partes aérea e radicial

A biomassa é outro parâmetro que constata a qualidade das mudas, neste caso, mede-se a quantidade de matéria vegetal produzida (SANTANA et al., 2008). Nas mudas florestais, visando a determinação da biomassa, mede-se o peso da parte aérea e das raízes, bem como o peso total das mudas. A biomassa da parte aérea está relacionada à quantidade de folhas, em razão de serem órgãos fonte de fotoassimilados e nutrientes (BELLOTE e SILVA, 2000) e, ainda, determina o grau de rusticidade das plantas (GOMES e PAIVA, 2013). Conforme Paiva (2013), a biomassa da parte aérea está diretamente relacionada com o grau de rusticidade das mudas e, conseqüentemente, a sobrevivência das plantas no campo.

De acordo com Reis et al. (1989), um sistema radicial que apresenta maior biomassa fresca tende a conter maior número de ápices radiciais que exercem papel importante no processo de absorção. Para Carneiro (1995), ao opinar sobre a biomassa seca das raízes, essa variável apresenta fraca correlação com a qualidade das mudas, pois grande número de raízes finas, consideradas importantes do ponto de vista fisiológico, desaparecem por ocasião do processo de secagem e, dessa forma, comprometem a segurança dessa variável. Ainda segundo este autor, a qualidade do sistema radicial deve ser analisada sob o ponto de vista fisiológico, visando a uma melhor compreensão da importância das raízes na sobrevivência e crescimento inicial das mudas após o plantio.

Para a determinação dessas variáveis, é necessária a separação do sistema radicial da parte aérea de cada muda, e, após retirada dos resíduos de substrato, essas são acondicionadas à estufa com ventilação forçada e temperatura elevada, por 24h, para determinação da biomassa em balança de precisão (MAFIA et al., 2005).

e) Índice de qualidade de Dickson (IQD)

O índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme Johnson e Cline (1991), trata-se de uma promissora medida morfológica integrada. É apontado como um bom indicador da qualidade de mudas, por considerar para o seu cálculo a robustez

e o equilíbrio da distribuição da biomassa, sendo observados vários parâmetros importantes (FONSECA, 2000).

Este índice é determinado em função da altura da parte aérea (ALT), do diâmetro de colo (DC), biomassa seca da parte aérea (BSPA), que é dada pela soma da biomassa seca do coleto (BSC) e a biomassa seca de folhas (BSF) e da biomassa seca das raízes (BSR), por meio da fórmula (DICKSON et al., 1960):

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

Eloy et al. (2013), estudando a qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* concluíram ser o IQD uma variável morfológica altamente correlacionada com a massa seca total. Hunt (1990) recomendou este parâmetro como um bom indicador da qualidade de muda de *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies*. Por outro lado, Novaes (1998) recomenda o uso de outros parâmetros de cunho fisiológico, podendo citar o potencial de regeneração de raízes (PRR), considerado importante no prognóstico do desempenho das mudas após o plantio.

3.6.2. Potencial de Regeneração de Raízes (PRR)

As características fisiológicas a serem avaliadas em mudas florestais, de acordo com de Wakeley (1954), podem ser mais importantes quando comparadas aos efeitos de natureza morfológicas, ainda que a mensuração desses parâmetros requer um período de tempo maior, além de equipamentos de elevado custo.

A eficácia dos parâmetros morfológicos, em determinados casos, foi colocada em dúvida por Sutton (1979), que chama a atenção para as técnicas que alteram os fatores fisiológicos, como as que influenciam a regeneração de raízes. No entanto, Bacon (1979) reporta que a avaliação da condição fisiológica por meio de nutrientes, balanço hídrico e, principalmente, capacidade de regeneração de raízes, tem recebido amplo reconhecimento. Para garantir um maior desempenho das mudas no campo, Carneiro (1995) ressaltou a importância das raízes e suas atividades fisiológicas das quais dependem o crescimento das mudas. Ainda segundo este

mesmo autor, entre os parâmetros fisiológicos usados no estudo do sistema radicial, está o potencial de regeneração de raízes (PRR).

O PRR foi conceituado por vários autores (STONE et al. 1962; ABOD et al. 1979; RITCHIE 1985; SOUTH et al. 1988) como a combinação do potencial de iniciação de crescimento de raízes laterais com o potencial de seu alongamento. Esses autores recomendaram que as mudas amostradas para as medições das raízes apresentem alturas, diâmetro de colo e o tamanho do sistema radicial com dimensões padronizadas.

Ritchie e Dunlap (1980) avaliam o PRR como um índice importante na determinação do vigor fisiológico de mudas florestais. De acordo com Sutton (1980), este parâmetro deve ser trabalhado em um determinado intervalo de tempo, sendo que, quanto mais lento o processo de regeneração das raízes, menor a probabilidade de sobrevivência das mudas após o plantio. A sua determinação tem como vantagens, segundo Feret e Kreh (1985), uma maior rapidez na obtenção dos resultados, menor custo e maior precisão nas medições, além da possibilidade de ser utilizado, na maioria das vezes, com eficiência para prognosticar a taxa de sobrevivência e o desempenho das mudas no campo (PARVIAINEN, 1981; NOVAES et al., 2002; OLIVEIRA, 2017).

Barroso et al. (2000), estudando a regeneração de raízes de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*, concluíram que o PRR foi eficiente para prever o crescimento inicial das mudas após o plantio. Novaes et al. (2002) também obtiveram correlações positivas entre o comprimento total e o número de raízes regeneradas com a altura e diâmetro de mudas de *Pinus taeda* obtidas no campo, 18 meses após o plantio, sendo o PRR considerado um bom indicador do desempenho das mudas no campo. Novaes et al. (2014), avaliando a produção de mudas de *Azadirachta indica* (Nim) em sacolas plásticas e tubetes, observaram altas correlações do potencial de regeneração de raízes com a taxa de sobrevivência em campo.

De acordo com Böhm (1979), o PRR pode ser determinado por meio de caixas, aquários e tubos, por meio da contagem do número total de extremidades de raízes novas e de seu comprimento total. Segundo Carneiro (1995), as caixas devem apresentar largura de 10,0 a 15,0 cm, apresentando fundos e paredes de madeira e um dos lados de vidro e devem ficar inclinadas em um ângulo de 25 - 30°,

com o lado confeccionado de vidro voltado para baixo. Já nos aquários, Carneiro (1995) relata que são utilizadas dimensões variadas, mas com capacidade volumétrica de aproximadamente 37 litros de solução hidropônica com pH em torno de 6,0. Já para os tubos, recomenda-se que estes sejam de plásticos transparentes na forma cilíndrica, com furos na parte inferior, podendo ser utilizadas garrafas pet transparentes com volume de 2,0 litros, que, após a retirada do gargalo, tomam a forma de tubos de 25,0 cm de altura e 31,0 cm de circunferência.

Usualmente, para a determinação do PRR, são adotados alguns procedimentos, os quais consistem particularmente na padronização do sistema radicial, em que é realizada uma poda das raízes laterais a uma distância de aproximadamente 4,0 cm do eixo da raiz principal e, em seguida, as mudas são transplantadas em recipientes contendo substratos que favoreçam a regeneração das raízes (CARNEIRO, 1995).

Conforme Novaes et al. (1998), o PRR pode ser determinado em tubos por meio do número total de raízes novas e de sua distribuição espacial nos quatro quadrantes desses recipientes. Este autor ainda recomenda o uso de um substrato de preferência, o mesmo utilizado para a produção das mudas, que não exerça restrições para a livre regeneração das raízes.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Descrição da área experimental

A pesquisa foi conduzida em três etapas, sendo a primeira a produção de mudas utilizando a técnica de miniestaquia, realizada entre janeiro e abril de 2022 no Viveiro da Plantbem Bahia Ltda., localizado no município de Eunápolis-BA, nas coordenadas geográficas, 16° 19' 48", latitude sul e 39° 35' 09" longitude oeste, com altitude de 183 metros. O clima da região é classificado como Subúmido, apresentando temperatura média anual de 23,2 °C e precipitação média anual entre 1.000 e 1.200 mm.

A segunda etapa objetivou-se a avaliação dos parâmetros morfológicos e do potencial de regeneração de raízes (PRR), concomitantemente no Laboratório de Silvicultura e Casa de Vegetação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* de Vitória da Conquista – BA, coordenadas geográficas 14° 53' 2" (latitude sul) e 40° 47' 56" (longitude oeste) e altitude 923 m. A região apresenta temperatura média de 21°C, precipitação média anual de 855 mm, e o clima é semiárido de altitude, com vegetação de Mata de Cipó, classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana, de acordo com Novaes (2005).

A terceira etapa constou do plantio em vasos a céu aberto, simulando as condições de campo na área do *Campus* da UESB, e teve como objetivo avaliar o índice de sobrevivência e o crescimento inicial.

4.2. Tratamentos e procedimentos estatísticos

O experimento correspondente à primeira etapa foi instalado obedecendo-se a um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) cujos tratamentos constaram de um arranjo fatorial triplo 2 x 2 x 2, sendo dois genótipos (I-144 e VE-41), dois sistemas de produção (tubetes 55 cm³ e Ellepots® 63,5 cm³), duas concentrações de AIB (0 mg L⁻¹ e 1.000 mg L⁻¹) compreendendo oito tratamentos, quatro repetições e um total de 32 parcelas, constituídas de 35 mudas, perfazendo um total de 1.120 mudas avaliadas.

Quanto à etapa de avaliação do parâmetro fisiológico (Potencial de Regeneração de Raízes – PRR), foi adotado o mesmo arranjo fatorial da fase de viveiro com avaliações nos oito tratamentos, sendo que cada tratamento tinha seis repetições e uma muda por parcela, perfazendo um total de 48 mudas. Esse experimento foi desenvolvido em Tubos (garrafas Pet), contendo uma muda em cada tubo, sendo considerada como uma unidade experimental.

A terceira etapa foi desenvolvida com o objetivo de simular o desempenho das mudas no campo. Mudanças com 96 dias de idade foram utilizadas, e o experimento foi conduzido em vasos e mantidos a céu aberto. O delineamento experimental utilizado constou de blocos ao acaso (DBC), com oito tratamentos, em três repetições, totalizando 24 parcelas com três plantas cada uma, perfazendo um total de 72 plantas avaliadas em todo o experimento.

Todos os dados obtidos na primeira, segunda e terceira etapas foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, para a normalidade; e de Bartlett, para homogeneidade entre as variâncias. Em seguida, após a análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 95% de probabilidade, pelo programa estatístico AgroEstat versão 1.1. Os coeficientes de correlação de Pearson foram calculados com base nas médias dos tratamentos avaliados entre todas as variáveis, e as análises foram realizadas com o auxílio do programa Office Excel 2013.

Os tratamentos avaliados encontram-se na tabela 1.

TABELA 1 – Tratamentos e suas combinações.

Tratamento	Clones	Recipientes	AIB
1	I-144	Tubetes	0 mg L ⁻¹
2	I-144	Ellepots®	0 mg L ⁻¹
3	I-144	Tubetes	1.000 mg L ⁻¹
4	I-144	Ellepots®	1.000 mg L ⁻¹
5	VE-41	Tubetes	0 mg L ⁻¹
6	VE-41	Ellepots®	0 mg L ⁻¹
7	VE-41	Tubetes	1.000 mg L ⁻¹
8	VE-41	Ellepots®	1.000 mg L ⁻¹

4.3. Recipientes, substratos e genótipos utilizados

Foram utilizados nesta pesquisa os recipientes de plásticos conhecidos como tubetes, convencionalmente utilizados para a produção de mudas de espécies do gênero *Eucalyptus*. Estes recipientes corresponderam ao modelo cônico, com paredes rígidas, nas dimensões de 12,0 cm de altura, 3,0 cm de diâmetro na parte interna superior e 1,0 cm de diâmetro na parte interna inferior, contendo quatro saliências internas, com capacidade volumétrica para 55 cm³.

Também foram utilizados no experimento Paperpots, que são recipientes biodegradáveis da marca comercial Ellepot®, produzidos pela empresa Dinamarquesa Ellepot® AS (Figuras 1 A e B). Esses recipientes apresentam as suas paredes constituídas de uma película de celulose degradável e, no caso em estudo, utilizou-se unidades com 9,0 cm de altura e 3,0 cm de diâmetro, com capacidade volumétrica para 63,5 cm³.

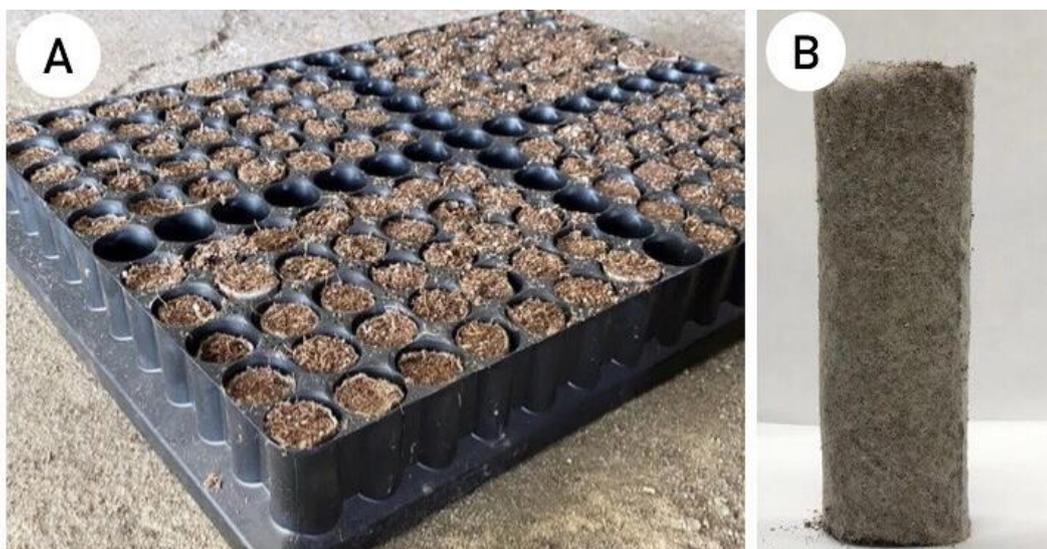


Figura 1. A – Bandejas contendo os recipientes Ellepots®. B – Unidade de recipiente Ellepot®. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Os genótipos utilizados corresponderam aos clones I-144 (*Eucalyptus urophylla*) e o híbrido urograndis VE-41 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*). O primeiro foi desenvolvido com o objetivo de servir o setor energético e cultivado em regiões com índices pluviométricos de aproximadamente 800 mm. O segundo foi desenvolvido com a finalidade de servir ao setor de papel e celulose, e utilizado em regiões com índices pluviométricos anuais oscilando entre 1.000 mm e 1.400 mm.

4.4. Produção das mudas

Para a produção das mudas, foram seguidos todos os métodos e procedimentos adotados pelo viveiro florestal da empresa Plantbem, supracitada. Utilizou-se o mesmo substrato nos dois recipientes, correspondendo à mistura de 30% de turfa, 40% de fibra de coco e 30% de perlita, acrescido do adubo de marca comercial Basacote® Plus 6M NPK 16-08-12 na quantidade de 3 kg/m³ do substrato, o qual foi homogeneizado por meio de uma betoneira e uso de água. Em seguida os tubetes de plástico rígidos foram preenchidos com o auxílio de uma mesa vibradora. Para o seu suporte, utilizou-se bandejas de polipropileno, com capacidade para 187 mudas.

Quanto aos recipientes biodegradáveis estes foram produzidos e preenchidos com o mesmo substrato em processo único, por meio de uma máquina do sistema Ellepot® de propriedade da JanLeaf, situado no município de São Paulo - SP. Em seguida, estes foram acondicionados em bandejas próprias com capacidade para 165 unidades. Após o preenchimento, os recipientes foram levados para o local de estaqueamento, onde foram utilizadas miniestacas apicais com altura variando de 8 a 10 cm e com dois pares de folhas coletadas no minijardim clonal e acondicionadas em caixas de poliestireno expandido, contendo água para manter as condições de turgescência. No estaqueamento, as miniestacas apicais foram tocadas na base da sua haste pelo AIB na forma de talco (Figura 2A). Em seguida foram inseridas diretamente no substrato a uma profundidade de até 2,0 cm.

Ao final do estaqueamento, os propágulos foram transferidos para a casa de vegetação climatizada (Figura 2B) e mantidos sob temperatura constante de 36 °C, umidade relativa de 80%, e irrigação via microaspersores, em intervalos de 5,0 minutos, com tempo de 15 segundos de duração, onde permaneceram por 22 dias. Posteriormente, as mudas foram transferidas para a área de aclimação a céu aberto, permanecendo por oito dias, com irrigações a cada dez minutos, com duração de 2,0 minutos.

A etapa subsequente compreendeu a transferência das mudas para a área de crescimento, onde ocorreu o raleamento consistindo na diminuição da densidade para 50% da capacidade das bandejas. Neste local as mudas permaneceram por mais 18 dias com a irrigação sendo efetuada em intervalos de três horas, com

duração de dez minutos. Ao final desse período, as mudas foram submetidas ao processo de rustificação com redução da irrigação e ainda, submetidas a cinco adubações diárias, via fertirrigação com Nitrato de Cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) na dosagem de $0,003 \text{ kg l}^{-1}$ de água, permanecendo por mais 44 dias, totalizando 92 dias decorridos do estaqueamento.



Figura 2. A – Operação de estaqueamento utilizando miniestacas apicais com fitormônio AIB. B – Experimento na casa de vegetação. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

4.5. Procedimentos e determinação dos parâmetros morfológicos

Decorridos 92 dias do estaqueamento, as mudas foram retiradas aleatoriamente dos seus respectivos recipientes, realizando-se uma lavagem cuidadosa do sistema radicular para a retirada de todos os resíduos de substrato presos às raízes. Em seguida, foi realizada uma avaliação do sistema radicular, objetivando-se a contagem visual do número de raízes laterais. Posteriormente, as mudas foram postas sobre folhas de papel na bancada do Laboratório de Silvicultura da UESB, por um período de 12 horas, visando ao escorrimento da água superficial (Figura 3A). Em seguida, foram mensurados a altura da parte aérea, por meio de uma régua graduada, e o diâmetro de colo, por meio de um paquímetro digital (Figura 3B). Em seguida, procedeu-se a separação entre a haste e o sistema radicular das mudas individualmente. A determinação da biomassa fresca e seca das partes aérea, raízes e total foi efetuada com auxílio de uma balança digital analítica.

Em seguida à determinação da biomassa fresca, o material foi acomodado em duas embalagens de papel, uma com a parte aérea e outra com o sistema radicular. Depois de etiquetado, o material foi levado para uma estufa previamente

aquecida, a 75°C, por um período de 72 horas, até atingir a massa seca constante. As embalagens permaneceram abertas para facilitar a eliminação da umidade e, em seguida a esse período, foi efetuada a determinação das biomassas secas, com o auxílio de uma balança digital analítica.

As variáveis morfológicas avaliadas nessa fase foram:

- a) Altura da parte aérea (cm);
- b) Diâmetro de colo (mm);
- c) Relação altura da parte aérea/diâmetro de colo (H/D);
- d) Biomassa fresca da parte aérea, do sistema radicial e total (g);
- e) Biomassa seca da parte aérea, do sistema radicular e total (g).



Figura 3. A – Mudanças postas sobre folhas de papel na bancada do Laboratório de Silvicultura da UESB para escoamento da água. B – Mensuração da altura da parte aérea por meio de uma régua graduada e o diâmetro de colo através de um paquímetro digital. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

4.5.1. Índice de qualidade de Dickson (IQD)

A partir da obtenção dos dados de altura da parte aérea, diâmetro de colo e das biomassas secas das partes aérea, raiz e total, calculou-se o IQD, no qual a Biomassa seca total (BST) foi dividida pela soma da Relação altura e diâmetro de colo (ALT/DC) e Relação Biomassa seca da parte aérea e Biomassa seca de raiz (BSPA/BSR). Foram realizadas ainda, análises de correlação de Pearson (ρ) entre o IQD e os parâmetros morfológicos estudados: altura da parte aérea (cm); Diâmetro de colo (mm); Relação altura da parte aérea/diâmetro de colo (H/D); biomassa fresca da parte aérea, do sistema radicial e total (g); biomassa seca da parte aérea, do sistema radicular e total (g), utilizando-se o software Microsoft Excel.

A correlação entre as variáveis avaliadas foi determinada baseando-se em uma tabela que qualifica a intensidade da correlação entre as variáveis, sendo esta apresentada abaixo (Tabela 2).

TABELA 2 - Classificação do coeficiente de correlação de Pearson (ρ).

Coeficiente de Correlação	Correlação
$\rho = 1$	Perfeita positiva
$0,8 \leq \rho < 1$	Forte positiva
$0,5 \leq \rho < 0,8$	Moderada positiva
$0,1 \leq \rho < 0,5$	Fraca positiva
$0 < \rho < 0,1$	Ínfima positiva
0	Nula
$-0,1 < \rho < 0$	Ínfima negativa
$-0,5 < \rho \leq -0,1$	Fraca negativa
$-0,8 < \rho \leq -0,5$	Moderada negativa
$-1 < \rho \leq -0,8$	Forte negativa
$\rho = -1$	Perfeita negativa

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

4.5.2. Procedimentos e determinação do Potencial de Regeneração de Raízes (PRR)

A avaliação do PRR foi realizada no viveiro florestal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. As mudas foram retiradas aleatoriamente de seus recipientes de origem e, em seguida, submetidas a uma separação cuidadosa do substrato preso às raízes as quais foram podadas a uma distância aproximada de 3,0 cm do eixo principal. Em seguida, as mudas foram transplantadas nos recipientes em formas de tubos. Estes recipientes foram confeccionados a partir de garrafas Pet transparentes e sem gargalos, padronizados com alturas e diâmetros, respectivamente, de 20 cm e 10 cm, com capacidade volumétrica de 1,9 litro. Esses tubos receberam 10 furos na sua parte inferior para facilitar a drenagem do excesso de água. Objetivando-se avaliar a distribuição espacial e vertical das raízes, quatro marcações foram efetuadas nas paredes externas de cada tubo, no sentido

longitudinal, dividindo-o em quadrantes iguais, denominados A, B, C e D e no sentido transversal, dividindo-o em partes superior e inferior. Este procedimento teve a finalidade de avaliar a distribuição espacial e vertical das raízes regeneradas tocadas nas paredes desses recipientes. Para o seu preenchimento, usou-se o substrato da marca comercial Vivatto Slim Plus®, composto de casca de pinus bioestabilizada, vermiculita e moinha de carvão. Após essa operação as mudas, com as raízes podadas, foram transplantadas no centro de cada recipiente e posteriormente, foi irrigada intensamente. Em seguida todos os recipientes foram revestidos com plásticos de coloração escura, visando proteger as raízes da incidência da luz e dispostos em uma bancada no interior do viveiro. As regas foram realizadas diariamente, de forma homogênea, em todo o experimento. A determinação do PRR foi efetuada mediante a contagem, a partir de cada ponto, tocado pela raiz nas paredes dos tubos, por meio de um pincel atômico. As avaliações foram finalizadas quando as raízes tocaram no fundo dos respectivos recipientes. (Figura 4 A, B, C e D).

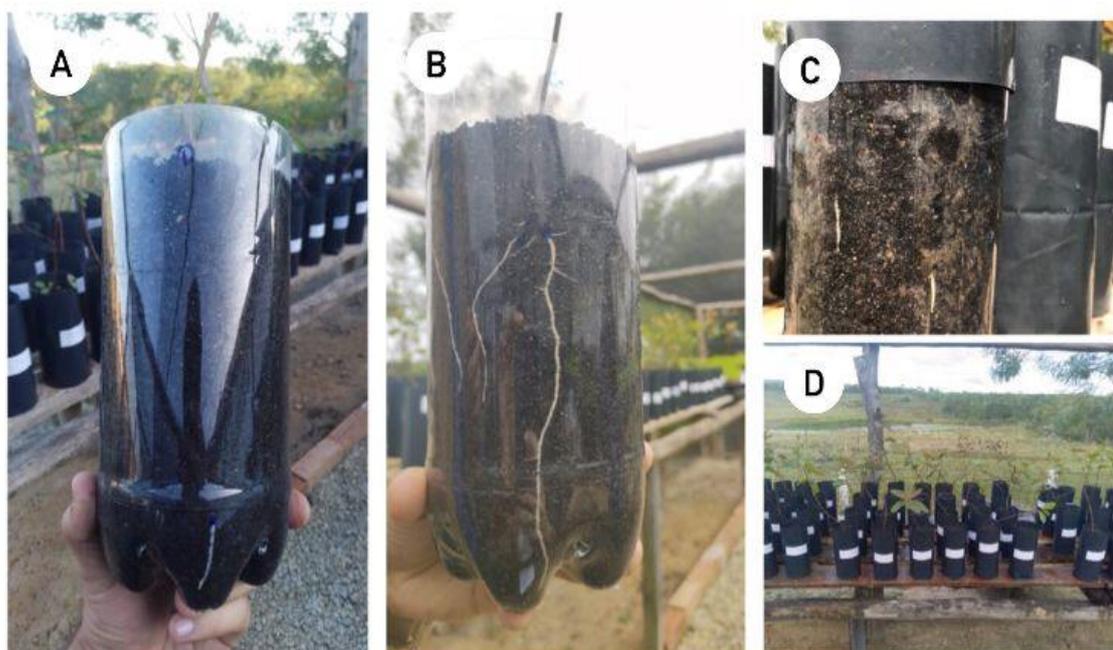


Figura 4. Aspectos do experimento visando à determinação do Potencial de Regeneração de Raízes (PRR) de mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, 92 dias após o transplante em tubos. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

As avaliações foram efetuadas em dias alternados, no período de 18 dias, por meio da determinação das seguintes variáveis:

- a) Número total de raízes regeneradas e tocadas nas paredes dos recipientes;
- b) Comprimento das raízes regeneradas;

- c) Distribuição espacial de raízes nos quatro quadrantes dos recipientes.
- d) Distribuição vertical de raízes nas partes superior e inferior dos recipientes.

4.6. Crescimento inicial das mudas em vasos

Esta etapa foi executada em uma área a pleno sol da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Foram utilizadas, nesta etapa, mudas com idade de 96 dias. Para a instalação desse experimento, foram utilizados vasos com capacidade volumétrica de 13 L, sendo preenchidos com solo retirado de uma camada arável (0-20 cm), proveniente da área experimental da UESB (Figura 5). Na ocasião realizou-se uma análise química e física do solo, cujos resultados encontram-se no Anexo A.

A adubação do solo ocorreu de acordo com os resultados obtidos da análise química. Realizou-se a adubação, por vaso, com 5,0 g do formulado NPK (10-18-25), que apresentou em sua formulação 0,02235 g de cobre, boro e zinco. Após o preenchimento desses recipientes, as mudas foram transplantadas de forma manual. A irrigação ocorreu utilizando-se 1,0 litro de água por vaso com o auxílio de um regador, três vezes por semana.

Ao final do experimento, decorridos 120 dias de sua instalação, realizou-se a retirada cuidadosa de cada planta em seu respectivo vaso. Em seguida realizou-se o destorroamento do solo em volta das raízes, de forma a evitar danos ao sistema radicial, o qual foi submetido a um processo de limpeza no próprio local, e as plantas foram levadas ao laboratório de Silvicultura da UESB, onde foram avaliadas as seguintes variáveis:

- a) Altura da parte aérea;
- b) Diâmetro do coleto;
- d) Biomassa fresca da raiz;
- e) Número de raízes laterais;
- f) Comprimento da maior raiz;
- g) Deformações radiciais.



Figura 5. Aspecto do experimento instalado em vasos com mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, 96 dias após o transplante em vasos. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros morfológicos

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

A avaliação da qualidade das mudas quanto às suas variáveis morfológicas foi realizada 92 dias após o estaqueamento. As análises de variância constam nas Tabelas 1, 2 e 3 do ANEXO B, as quais demonstraram haver interação significativa ($P < 0,05$) entre os três fatores (clones; recipientes e concentrações de AIB) para a variável Altura (H). Para a variável diâmetro de colo e relação H/D não houve interação ($P < 0,05$) entre os fatores, no entanto, foi constatada diferença significativa entre as variáveis avaliadas.

Os dados obtidos para altura da parte aérea constam na Tabela 3. As mudas provenientes do clone I-144 produzidas em Ellepots® na concentração de AIB 1.000 mg L⁻¹ apresentaram a maior altura da parte aérea, seguida do clone I-144 em tubetes e sem a presença da auxina. As menores médias dessa variável foram observadas em mudas provenientes do clone I-144 em tubetes na concentração de AIB 1.000 mg L⁻¹ e no sistema Ellepots®, sem AIB. Os resultados encontrados para esta variável apontam para maior crescimento da parte aérea do clone I-144, provavelmente por este apresentar maior intensidade de enraizamento quando comparado ao clone VE-41.

As mudas oriundas do clone VE-41 com maiores valores em altura foram produzidas no sistema Ellepots® nas concentrações de AIB 1.000 e 0 mg L⁻¹. Os menores valores encontrados dessa variável couberam aos recipientes tubetes nas concentrações de 1.000 e 0 mg L⁻¹, (Tabela 3).

As maiores alturas da parte aérea foram encontradas em mudas produzidas em Ellepots®, combinado com a concentração 1.000 mg L⁻¹ de AIB, provavelmente pelo fato de não haver restrições radiciais ao crescimento das raízes nestes recipientes. e indução ao desenvolvimento radicial promovida pelo uso do regulador AIB.

Ressalta-se ainda que, na presente pesquisa, todos os resultados obtidos para essa variável encontram-se dentro dos padrões e dimensões ideais considerados por Gonçalves et al. (2000) e, ainda, estão de acordo com os observados por Rocha et. al, (2022), em que foram encontradas maiores alturas em mudas provenientes do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus pellita*, e submetidas ao regulador AIB, quando comparadas às mudas produzidas sem a presença da auxina, na saída da casa de vegetação.

Tabela 3 – Valores médios de Altura da parte aérea (H) de mudas provenientes dos clones I-144 e clone VE-41, produzidas em Ellepots® e Tubetes, associada ao AIB, 92 dias após o estaqueamento.

Clone x Recipiente	Concentração AIB-0 (mg.L ⁻¹)	Concentração AIB-1000 (mg.L ⁻¹)
Clone I-144 x Tubete	29,50 aA	29,36 bA
Clone I-144 x Ellepot®	28,46 abB	33,95 aA
Clone VE-41 x Tubete	25,86 bA	26,59 bA
Clone VE-41 x Ellepot®	27,81 abA	28,00 bA

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras minúsculas para coluna e letras maiúsculas para linha. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Quanto à variável diâmetro de colo (Tabela 4), mudas provenientes do clone I-144 apresentaram a maior média, quando comparadas as do VE-41, apresentando diferença estatística. Este resultado pode estar associado ao maior volume de raízes encontrado para mudas desse clone, observado quando se determinou a biomassa fresca radicial. Já para os fatores recipientes e concentrações de AIB, não houve diferenças estatísticas. Contudo, considerando as dimensões para essa variável, os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo aos obtidos por Xavier et al. (2009), ao estudarem mudas clonais de *Eucalyptus* spp., concluindo que as mudas de boa qualidade devem apresentar diâmetros acima de 2 mm. Já Rocha et al. (2022), trabalhando com miniestacas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus pellita*, afirmaram que mudas produzidas em uma concentração de 8.000 mg L⁻¹ de AIB, obtiveram maiores valores de diâmetro de colo, resultados esses diferentes aos encontrados no presente trabalho.

Ao analisar a relação H/D, os dados constantes na Tabela 4 demonstraram não haver diferença significativa entre os fatores clones e concentrações de AIB. No entanto, há diferenças para o fator recipientes. Ainda assim, os valores de H/D encontrados são considerados ideais para o padrão de qualidade, conforme Lopes et al. (2007) e Lopes (2008), ao verificarem valores dessa relação superiores a 7,5 e próximos de 9,0. Batista et al. (2014), estudando mudas de *Eucalyptus urophylla*, observaram valores médios superiores a 9,0, sem comprometimento da qualidade das mudas. Outros resultados com mudas clonais de *Eucalyptus* spp. apresentaram qualidade satisfatória indicando relação H/D entre 8,5 e 11,9 (TOLEDO et al., 2015; CERQUEIRA et al., 2017; DELLAI et al., 2018; SILVA et al., 2018). Conforme Caldeira et al. (2012), estes resultados variam de acordo com as diferentes espécies deste gênero, bem como os seus sistemas de produção de mudas.

Quanto aos recipientes, as mudas produzidas no sistema Ellepots® apresentaram as maiores médias para esta variável, com diferença estatística, quando comparadas às produzidas em tubetes. Ainda que os volumes dos recipientes fossem semelhantes, a melhor relação H/D, foi observada nos Ellepots®, provavelmente em decorrência das suas características físicas de melhor favorecimento ao desenvolvimento natural das raízes, possibilitando assim o crescimento das raízes de forma mais livre, ao contrário dos tubetes.

Tabela 4 – Valores médios de diâmetro de colo e relação H/D de mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, produzidas em Ellepots® e Tubetes, associada ao AIB, 92 dias após o estaqueamento.

Tratamentos	Diâmetro de colo (DC) (mm)	H/D
I-144	3,18 a	9,53 a
VE-41	2,57 b	9,97 a
Tubete 55 cm ³	2,86 a	9,24 b
Ellepot® 63,5 cm ³	2,90 a	10,96 a
AIB-0 mg L ⁻¹	2,88 a	9,68 a
AIB-1000 mg L ⁻¹	2,88 a	9,82 a

Médias por fator seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.1.2. Biomassas frescas das partes aérea, radicial e total

As análises de variância das biomassas constam no ANEXO C, Tabelas 1, 2 e 3, as quais demonstraram haver interação significativa ($P < 0,05$) entre os três fatores (clones, recipientes e concentrações de AIB) para a variável biomassa fresca radicial (BFR). Para a variável biomassa fresca da parte aérea (BFA) e biomassa fresca total (BFT) não houve interação ($P < 0,05$) entre os fatores, no entanto, foi constatada diferença estatística entre as variáveis avaliadas.

Para biomassa fresca radicial (BFR) (Tabela 5), as mudas que apresentaram os melhores resultados foram as provenientes do clone I-144, produzidas em tubetes sem aplicação de AIB e Ellepots® na concentração 1000 mg L^{-1} de AIB o qual, mais uma vez exerceu efeitos positivos no desenvolvimento radicial das mudas produzidas. Alves (2018) também encontrou resultados superiores em mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas nestes recipientes biodegradáveis. As menores médias para essa variável foram obtidas de mudas produzidas do clone VE-41, também, não havendo diferença estatística. Estes resultados demonstram a superioridade do clone I-144, ficando evidente a qualidade desse material genético no enraizamento, quando comparado ao VE-41. De acordo com Reis et al. (1989), um sistema radicial mais volumoso tende a conter maior número de ápices radiculares que exercem importante papel no processo de absorção. Por conseguinte, Reis et al. (2006) afirmam que mudas que apresentam maior biomassa fresca do sistema radicial terão influência positiva direta na sobrevivência e crescimento inicial em campo. Nesse sentido, Chaves (2001) afirma que, além do desenvolvimento das raízes, a arquitetura do sistema radicial também deve ser considerada.

Tabela 5 – Valores médios de Biomassa fresca radicial (BFR) de mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, produzidas em Ellepots® e Tubetes, associados ao AIB, 92 dias após o estaqueamento.

A x B	Concentração AIB-0 (mg.L ⁻¹)	Concentração AIB-1000 (mg.L ⁻¹)
Clone I-144 x Tubete	0,86 aA	0,61 bB
Clone I-144 x Ellepot®	0,58 bB	0,82 aA
Clone VE-41 x Tubete	0,47 bA	0,44 bA
Clone VE-41 x Ellepot®	0,47 bA	0,42 bA

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras minúsculas para coluna e letras maiúsculas para linha. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Quanto à biomassa fresca da parte aérea (BFA) e total (BFT), os resultados das análises de variância não apresentaram interação significativa entre os três fatores, porém, houve diferenças significativas entre os clones estudados. Para recipientes e concentrações de AIB, não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Os resultados com as médias para esses parâmetros encontram-se na Tabela 6. Em relação aos dois clones estudados, o I-144 apresentou as maiores médias para biomassa fresca da parte aérea e total, mais uma vez demonstrando o seu potencial genético. Para Huang et al. (2013), avaliando-se os efeitos da rustificação em mudas de *Eucalyptus* spp., notaram-se modificações morfológicas, culminando com a indução do aumento em biomassa da parte aérea e de raízes, mesmo que em baixas quantidades. Quanto aos recipientes, as maiores médias foram encontradas em mudas produzidas em Ellepots®, apesar de não haver diferença estatística quando comparadas às médias obtidas em tubetes. Menores valores de biomassa fresca em tubetes foram encontrados por Lopes (2005), trabalhando com mudas de espécies de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *Corymbia citriodora*, citando a restrição radicial proporcionada por estes recipientes.

Tabela 6 – Valores médios da biomassa fresca da parte aérea (BFA) e total (BFT) de mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, produzidas em Ellepots® e Tubetes, associados ao AIB, 92 dias após o estaqueamento.

Tratamentos	Biomassa fresca	
	Parte Aérea (g)	Total (g)
I-144	2,34 a	3,06 a
VE-41	1,38 b	1,83 b
Tubete	1,76 a	2,35 a
Ellepots®	1,95 a	2,53 a
AIB-0 mg L ⁻¹	1,77 a	2,37 a
AIB-1000 mg L ⁻¹	1,94 a	2,52 a

Médias por fator seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.1.3. Biomassas secas das partes aérea, radicial e total

Na Tabela 7 constam os dados para essas variáveis. Os resultados das análises de variância quanto à biomassa seca da parte aérea e total não apresentaram interações entre os três fatores, porém, houve diferenças significativas somente entre os clones estudados. Para as biomassas secas das partes aérea e total, as maiores médias foram obtidas de mudas provenientes do clone I-144, inclusive com diferença estatística, reforçando a superioridade e, conseqüentemente, a qualidade das mudas produzidas com este material genético. Provavelmente, em razão da maior quantidade de folhas produzidas, quando comparadas ao clone VE-41, fator que influencia diretamente o crescimento da planta após o plantio. Mudas com estas características de maior biomassa seca, encontram-se estreitamente associadas com a sua rusticidade e desempenho no campo. Conforme Gomes e Paiva (2013), a biomassa seca da parte aérea pode ser utilizada com eficiência na indicação do vigor das mudas e, conseqüentemente, proporcionar maior resistência às adversidades no campo após o plantio.

Tabela 7 – Valores médios de biomassa seca das partes aérea e total de mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, produzidas em Ellepots® e Tubetes, associados ao AIB, 92 dias após o estaqueamento.

Tratamentos	Biomassa seca	
	Parte Aérea (g)	Total (g)
I-144	1,83 a	2,41 a
VE-41	1,11 b	1,48 b
Tubete 55	1,41 a	1,89 a
Ellepots® 76,90	1,53 a	2,01 a
AIB-0	1,41 a	1,90 a
AIB-1000	1,52 a	1,99 a

Médias por fator seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Os dados de biomassa seca radicial (BSR) constam na Tabela 8. As mudas com os melhores resultados, considerando as duas concentrações de AIB e os dois tipos de recipientes, foram obtidas do clone I-144, apresentando diferença estatística. Estes resultados são similares quando avaliada a biomassa fresca e total na Tabela 7. Os mais baixos valores encontrados couberam às mudas provenientes do clone VE-41, tanto para os recipientes quanto para as concentrações de AIB, não havendo diferença estatística. Os resultados encontrados no presente trabalho, para essa variável, foram superiores aos encontrados por Storck et al. (2016), trabalhando com mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e Batista et al. (2014), com mudas de *Eucalyptus urophylla*. Todavia, Carneiro (1995) salienta que, para melhor explicação e compreensão de biomassa seca de raiz, deve-se considerar a sua combinação com outras variáveis, entre elas, o volume de raízes.

Tabela 8 – Valores médios de Biomassa seca radicial (BSR) de mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, produzidas em Ellepots® e Tubetes, associada ao AIB. 92 dias após o estaqueamento.

A x B	Concentração AIB-0 (mg.L ⁻¹)	Concentração AIB-1000 (mg.L ⁻¹)
Clone I-144 x Tubete	0,69 aA	0,49 bB
Clone I-144 x Ellepot®	0,49 bB	0,67 aA
Clone VE-41 x Tubete	0,39 bA	0,35 bA
Clone VE-41 x Ellepot®	0,39 bA	0,36 bA

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si, Letras minúsculas para coluna e letras maiúsculas para linha. Foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de 95% de probabilidade. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.1.4. Índice de qualidade de Dickson (IQD) e correlação de Pearson

Os resultados obtidos para essa variável mostraram um maior valor de IQD para mudas provenientes do clone I-144 produzidas em recipientes Ellepots® na concentração de AIB 1000 mg L⁻¹, seguida imediatamente de mudas desse mesmo genótipo produzida em tubetes sem AIB (Figura 6). Estes resultados reforçam ainda a qualidade dos Ellepots® na produção de mudas de *Eucalyptus* spp., proporcionando adequada formação das raízes, o que é comprovado quando se analisa o desempenho das plantas em vasos. Resultados obtidos com mudas de *E. grandis* com idade de 120 dias mostram que os valores de IQD são diferentes de 0,20 (GOMES et al., 2002; BINOTTO et al., 2010). Quanto maior o IQD, melhor é a qualidade da muda produzida (CALDEIRA et al., 2012). Já os mais baixos valores foram encontrados em mudas provenientes do clone VE-41. Segundo estudos de Caldeira et al. (2007) e Gomes et al. (2023), o IQD pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do substrato, do volume do recipiente e, sobretudo, da idade em que a muda foi avaliada.

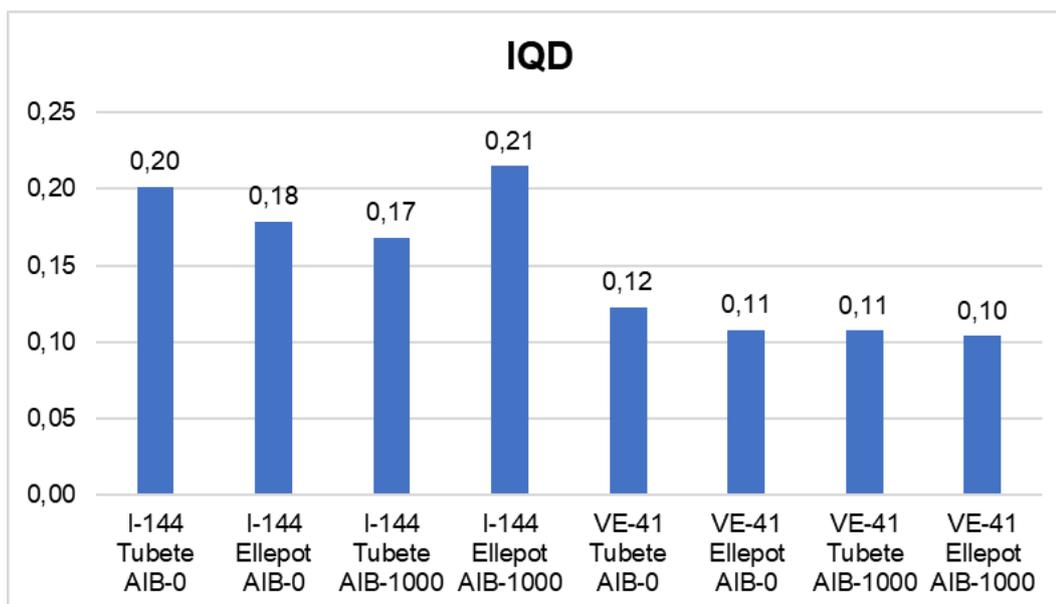


Figura 6. Valores médios do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) obtidos de mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, produzidas em Ellepots® e Tubetes, associada ao AIB, 92 dias após o estaqueamento. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A partir de uma análise da correlação de Pearson, apresentada na Figura 7, observou-se que a maioria dos coeficientes das variáveis estudadas apresentaram forte correlação com o IQD. Para a maioria desses coeficientes, já eram esperados os resultados, por exemplo, as relações entre diâmetro de colo; altura da parte aérea; biomassa seca da parte aérea; biomassa seca da raiz e biomassa seca total, em decorrência destas serem utilizadas na fórmula de cálculo do índice. Fonseca et al. (2002), estudando a qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, afirmaram que o índice de qualidade de Dickson foi altamente correlacionado com todos os parâmetros morfológicos da planta. José et al. (2005), pesquisando a produção de mudas de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), verificaram que o diâmetro de colo foi a variável que mais se correlacionou com o IQD, como também afirmaram Mexal e Landis (1990), Brisset et al. (1991), Johnson e Cline (1991).

Já para a correlação de IQD com a variável H/D esta foi considerada Fraca Negativa, provavelmente devido à relação H/D já ser um cálculo de divisão de outras duas variáveis morfológicas. Resultado semelhante foi encontrado por Rudek et al, (2013), considerada Ínfima Positiva para mudas de *Eucalyptus grandis*.



Figura 7. Coeficiente de correlação de Pearson (ρ) entre o IQD e parâmetros morfológicos. Onde: H = altura; DC = diâmetro de colo; BSA = biomassa seca aérea; BSR = biomassa seca radicial; BST = biomassa seca total; BFA = biomassa fresca aérea; BFR = biomassa fresca radicial; BFT = biomassa fresca total; H/D = relação altura/diâmetro; f.p.= forte positiva e f.n.= fraca negativa. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.2. Potencial de Regeneração de Raízes (PRR)

As análises de variância das variáveis, Número total e Comprimento de raízes regeneradas constam no ANEXO D, Tabelas 1 e 2. Observou-se diferenças significativas apenas para o fator clone, relativo à variável Número de raízes regeneradas. Para os recipientes utilizados e concentrações de AIB, não houve diferenças estatísticas. Para a variável Comprimento de raízes regeneradas, houve diferenças significativas para o fator clone e o fator concentrações de AIB (Tabela 9).

Ainda neta tabela, observou-se que as mudas provenientes do clone I-144 apresentaram valores bem superiores para Número total de raízes regeneradas, quando comparadas com as mudas provenientes do clone VE-41. Estes resultados reforçam o potencial apresentado por esse material genético quanto ao desenvolvimento e quantidade de raízes produzidas, pressupondo-se boas respostas no campo após o plantio. De acordo com Oliveira et al. (2006), mudas mais robustas e com maiores quantidades de raízes regeneradas demonstram, em campo, uma maior adaptação ao estresse ambiental, especialmente quanto à escassez de água e nutrientes. Serpa et al. (2017) encontraram diferenças significativas no teste de PRR entre mudas de diferentes espécies de *Eucalyptus* spp., destacando-se a importância da emissão de novas raízes para o

estabelecimento e desempenho no campo. Quanto às mudas produzidas nos recipientes Ellepots® e tubetes, não houve diferenças significativas para ambas as variáveis avaliadas, mesmo considerando o uso da concentração AIB (1000 mg L⁻¹).

Ao analisar o Comprimento de raízes regeneradas, foi observado diferença estatística entre as mudas provenientes dos dois clones, e também da concentração de AIB, destacando-se o clone VE-41 com maior comprimento de raízes, provavelmente esse material genético, apesar da baixa emissão, consegue potencializar o alongamento de suas raízes para além do que foi observado em mudas provenientes do clone I-144. Quanto aos resultados correspondentes aos dois recipientes, não foi constatada diferença estatística. Outros autores, como Santos (2018), ao analisar os resultados obtidos de mudas clonais de *Eucalyptus* spp., produzidas em Ellepots®, observaram um maior número de raízes emitidas e alongadas nestes recipientes, portanto, maior potencial de regeneração de raízes. Na presente pesquisa, os resultados foram contrários e essa diferença pode ser atribuída ao formato das células das bandejas nas quais foram postos os Ellepots®, onde as suas paredes rígidas provavelmente confinaram as raízes laterais das mudas para a parte inferior das bandejas, provocando restrições radiciais (Figuras 8 A e B).

Tabela 9 – Valores médios do número total e comprimento de raízes regeneradas, obtidas de mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, produzidas em Ellepots® e Tubetes, 18 dias após o transplante em tubos.

Tratamentos	N. Total de Raízes Regeneradas	Comp. de Raízes Regeneradas (cm)
I-144	165,5 a	24,34 b
VE-41	81,5 b	26,94 a
Tubete	134,7 a	25,63 a
Ellepot®	112,4 a	25,65 a
AIB-0 mg L ⁻¹	118,9 a	24,18 b
AIB-1000 mg L ⁻¹	128,1 a	27,10 a

Médias por fator seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

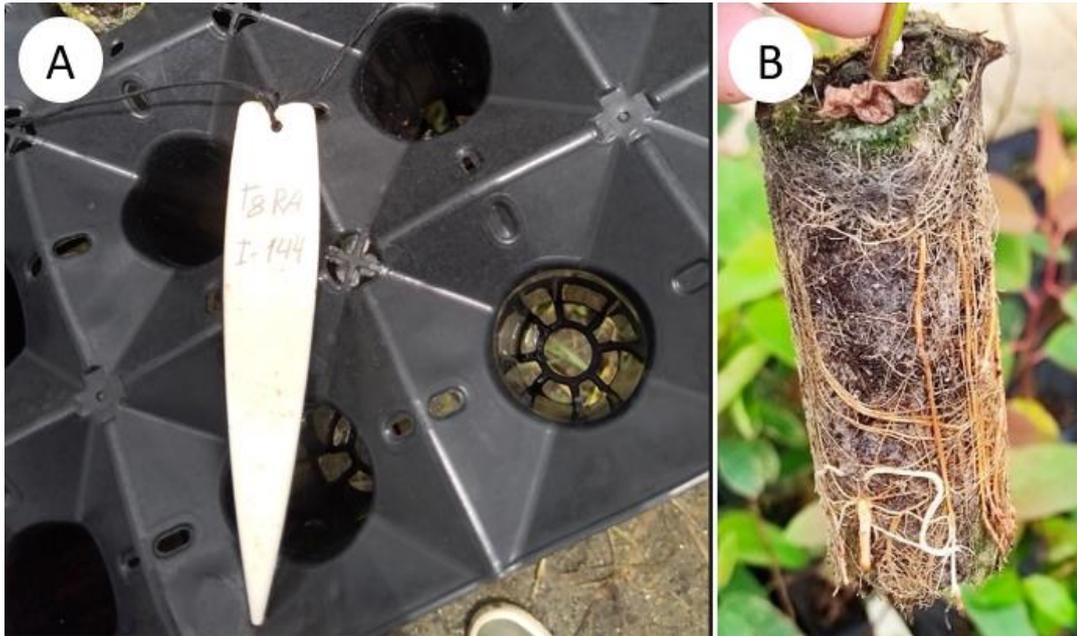


Figura 8. Bandeja do recipiente Ellepot® usada na produção de mudas (A). Aspecto do sistema radicial no recipiente Ellepot® (B). Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.2.1. Distribuição espacial de raízes regeneradas

A distribuição espacial de raízes regeneradas, avaliadas nos quatro quadrantes dos tubos, consta na Tabela 10. Para todas os tratamentos, conforme estatística não paramétrica, os resultados mostraram uma distribuição espacial uniforme de raízes em todos os quadrantes, podendo sugerir que, uma vez plantadas no campo, essas mudas apresentarão um sistema radicial bem distribuído, portanto, com maior capacidade de exploração do solo. Serpa (2014), ao avaliar o potencial de regeneração de raízes de mudas clonais de *Eucalyptus*, observou a mesma performance de distribuição espacial de raízes em todos os clones estudados. A homogeneidade de raízes regeneradas pode predizer um bom desenvolvimento das mudas nos primeiros anos de plantio, devido à maior capacidade de exploração do solo.

Tabela 10 – Valores médios do número total de raízes regeneradas por quadrantes, obtidas de mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41, produzidas em Ellepots® e Tubetes, 18 dias após o transplante em tubos.

Tratamentos	QUADRANTES			
	A	B	C	D
I-144	42,8	44,5	38,6	40,6
VE-41	26,1	27,5	27,4	24,0
Tubete	41,4	38,8	34,9	37,1
Ellepot®	27,4	33,3	31,1	27,5
AIB-0 mg L ⁻¹	24,0	27,1	23,3	21,9
AIB-1000 mg L ⁻¹	31,1	30,5	29,5	29,8

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.2.2. Correlações de Pearson entre o PRR e variáveis morfológicas

Conforme (Tabela 11), pode-se observar correlações positivas para todos as variáveis estudadas, com exceção da relação H/D, considerada fraca negativa. A variável altura da parte aérea apresentou correlação fraca positiva, o que já era esperado, pois os parâmetros que mais se correlacionam positivamente com o PRR são as biomassas fresca e seca, das partes aérea e radicial, indicando neste trabalho, correlação moderada positiva, admitindo-se, muito provavelmente que a biomassa fresca da parte aérea possibilitou uma maior produção de fotoassimilados, o que estimulou o processo de regeneração das raízes. Estes resultados confirmam as conclusões de Oliveira Júnior et al. (2011), trabalhando com mudas de *Eucalyptus urophylla*, reportando que as biomassas, principalmente a matéria seca das partes aérea, radicial e total, foram as variáveis que mais se relacionaram com o potencial de regeneração de raízes.

Tabela 11 – Coeficientes de correlação de Pearson (ρ) entre o PRR e as variáveis morfológicas: Altura da parte aérea (H); Diâmetro de colo (DC); biomassas frescas das partes aérea (BFA), radicial (BFR) e total (BFT); e as respectivas biomassas secas das partes aérea (BSA), sistema radicial (BSR), total (BST) e relação H/D.

H	DC	BSA	BSR	BST	BFA	BFR	BFT	H/D
0,48	0,72	0,59	0,68	0,63	0,60	0,69	0,64	-0,30
f. p.	m. p.	f.n.						

Onde: f.p.= fraca positiva; m.p.= moderada positiva e f.p.= fraca negativa. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.3. Crescimento inicial das mudas em vasos

As análises de variância para as variáveis morfológicas avaliadas em vasos constam no ANEXO F, Tabelas 1, 2 e 3. Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os três fatores (clones, recipientes e concentrações de AIB) para a variável altura da parte aérea. A interação foi não significativa ($P < 0,05$) entre os três fatores para as variáveis morfológicas diâmetro ao nível do solo e biomassa fresca da raiz.

5.3.1 Altura da parte aérea, diâmetro ao nível do solo e biomassa fresca da raiz.

Conforme a Tabela 12, observou-se nas análises de variância, diferenças significativas apenas para a variável altura (H) entre todos os fatores estudados, conforme o teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

As mudas provenientes do clone I-144 produzidas nos recipientes Ellepots, submetidas a concentração de AIB (1000 mg L^{-1}), quando transplantadas em vasos, apresentaram maior altura da parte aérea, apresentando diferença estatística. O mesmo ocorreu quando avaliadas as mudas pertencentes ao clone VE-41 nos dois tipos de recipientes, todavia, com médias inferiores dessa variável. Observou-se que os tratamentos submetidos à concentração de AIB (1000 mg L^{-1}) demonstraram uma tendência de incremento em altura da parte aérea. Estes resultados estão associados ao maior quantitativo de raízes produzidas em mudas provenientes do clone I-144 no viveiro, aliado aos efeitos positivos do AIB, bem como da qualidade dos recipientes Ellepots® que proporcionaram melhor arquitetura radicial às mudas.

Tabela 12 – Valores médios de Altura (H) de mudas de *Eucalyptus urophylla* (clone I-144) e *Urograndis* (clone VE-41), produzidas em Ellepots® e Tubetes, associada ao AIB, 120 dias após o transplântio em vasos.

Clone x Recipiente	Concentração AIB-0 (mg.L ⁻¹)	Concentração AIB-1000 (mg.L ⁻¹)
Clone I-144 x Tubete	53,33 aA	52,44 bA
Clone I-144 x Ellepot®	53,19 aB	60,77 aA
Clone VE-41 x Tubete	49,72 aA	53,83 abA
Clone VE-41 x Ellepot®	55,94 aA	56,33 abA

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras minúsculas para coluna e letras maiúsculas para linha. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Avaliando o desenvolvimento das plantas em vasos no período compreendido de 120 dias, conforme Figura 9, as mudas provenientes do clone I-144, produzidas em Ellepots® na concentração de AIB (1000 mg L⁻¹), apresentaram o maior ritmo de crescimento em altura quando comparadas às mudas dos demais tratamentos. A boa adaptabilidade desse material genético, bem como as características físicas dos recipientes Ellepots® e ainda, os efeitos do AIB nesta concentração, possibilitaram a boa sobrevivência e crescimento inicial nos vasos, pressupondo-se um bom desempenho das plantas em condições de plantio no campo. Em seguida, com menor ritmo de crescimento, observou-se mudas provenientes do clone VE-41 produzidas também em Ellepots® com e sem AIB. Resultados similares, com melhor ritmo de crescimento no campo, foram verificados por Santos (2018), trabalhando com mudas clonais de espécies de *Eucalyptus* spp., produzidas em Ellepots®. Também Fanola (2020), obteve os melhores resultados para mudas clonais do híbrido VCC-865 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) produzidas em recipientes paperpot com 115 cm³ de capacidade volumétrica. O ritmo mais baixo de crescimento foi verificado em mudas provenientes do VE-41, produzidas em tubetes sem o uso do AIB. Resultados similares foram obtidos por Morgado et al. (2000), trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em tubetes no período de 90 dias após o plantio.

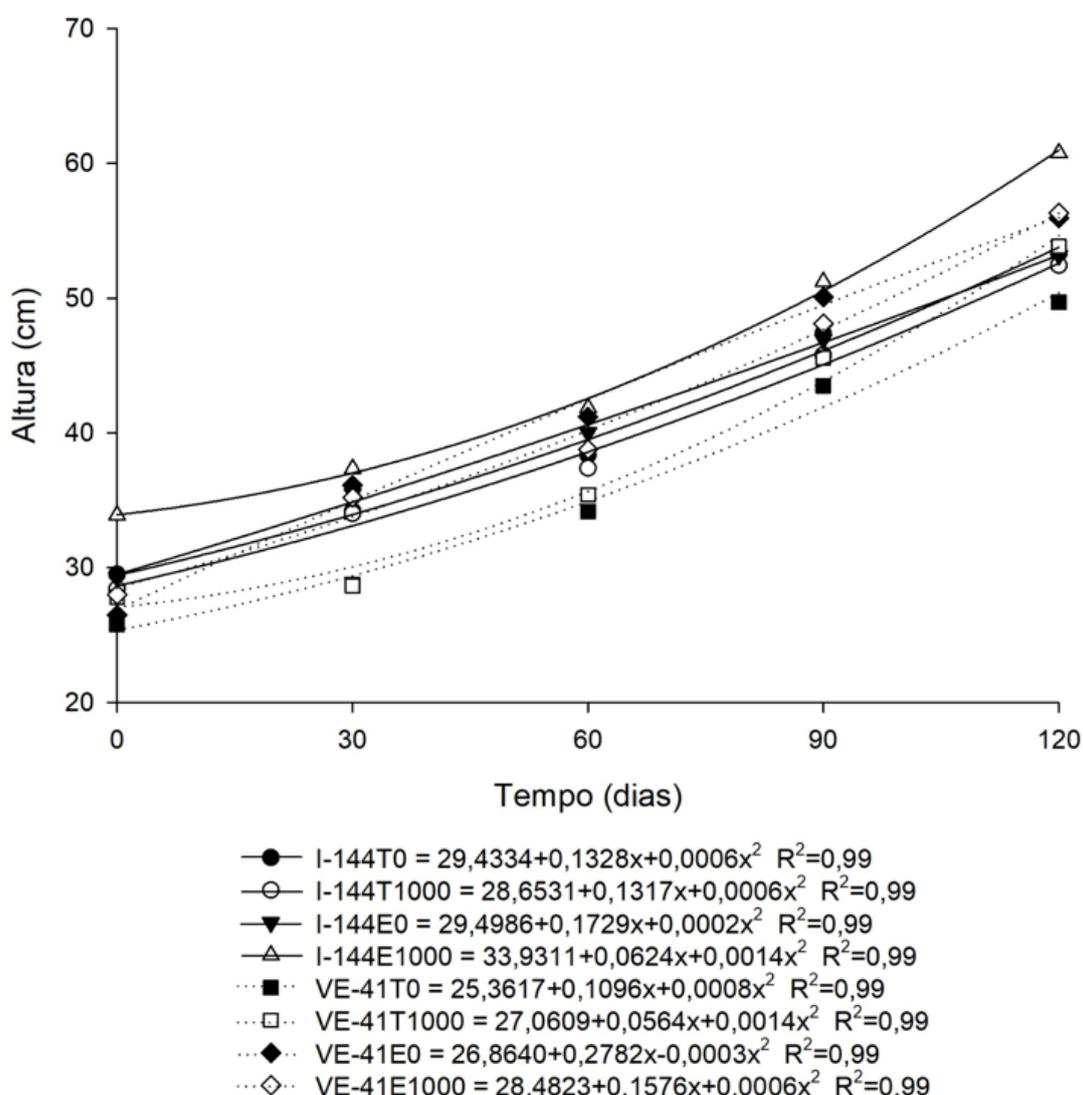


Figura 9. Ritmo de crescimento em altura da parte aérea de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* (clone I-144) e *urograndis* (clone VE-41), produzidas em Ellepots® e Tubetes, associada ao AIB, no período de 30, 60, 90 e 120 dias após o transplante em vasos.

Já para a variável diâmetro ao nível do solo, conforme a Tabela 13, não houve diferenças significativas em todos os tratamentos estudados. Os resultados encontrados mostraram-se uma similaridade no desempenho das plantas nos vasos para essa variável, sejam nos dois recipientes utilizados, bem como nas duas concentrações utilizadas de AIB, portanto, não houve efeitos dos tratamentos sobre essa variável. Rodrigues (2020) encontrou resultados similares, em mudas clonais provenientes do clone VCC-865 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), submetidas a concentrações de composto orgânico e produzidas em paperpots de 116,0 cm³ no período de 90 dias.

Tabela 13 – Valores médios de Diâmetro ao nível do solo (D) (mm) de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* (clone I-144) e *Urograndis* (clone VE-41), produzidas em Ellepots® e Tubetes, associada ao AIB, 120 dias após o transplântio em vasos.

Clone x Recipiente	Concentração AIB-0	Concentração AIB-1000 (mg.L ⁻¹)
Clone I-144 x Tubete	8,02	7,99
Clone I-144 x Ellepot®	8,26	8,10
Clone VE-41 x Tubete	7,64	7,94
Clone VE-41 x Ellepot®	8,06	7,89

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Quando avaliado o ritmo de crescimento da variável diâmetro a altura do solo de plantas em vasos, no período de 120 dias, (Figura 10), observou-se que mudas provenientes do clone VE-41 produzidas em Ellepots®, sem AIB, apresentaram ligeiramente maior ritmo de crescimento, quando comparadas com as mudas produzidas nos demais tratamentos. O desempenho desse material genético bem como as características físicas dos recipientes Ellepots® possibilitaram este melhor crescimento inicial nos vasos. O ritmo mais baixo de crescimento foi verificado em mudas provenientes do VE-41, produzidas em tubetes sem o uso de AIB. Morgado et al. (2000), também trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em tubetes, verificaram baixo ritmo de crescimento aos 90 dias após o plantio.

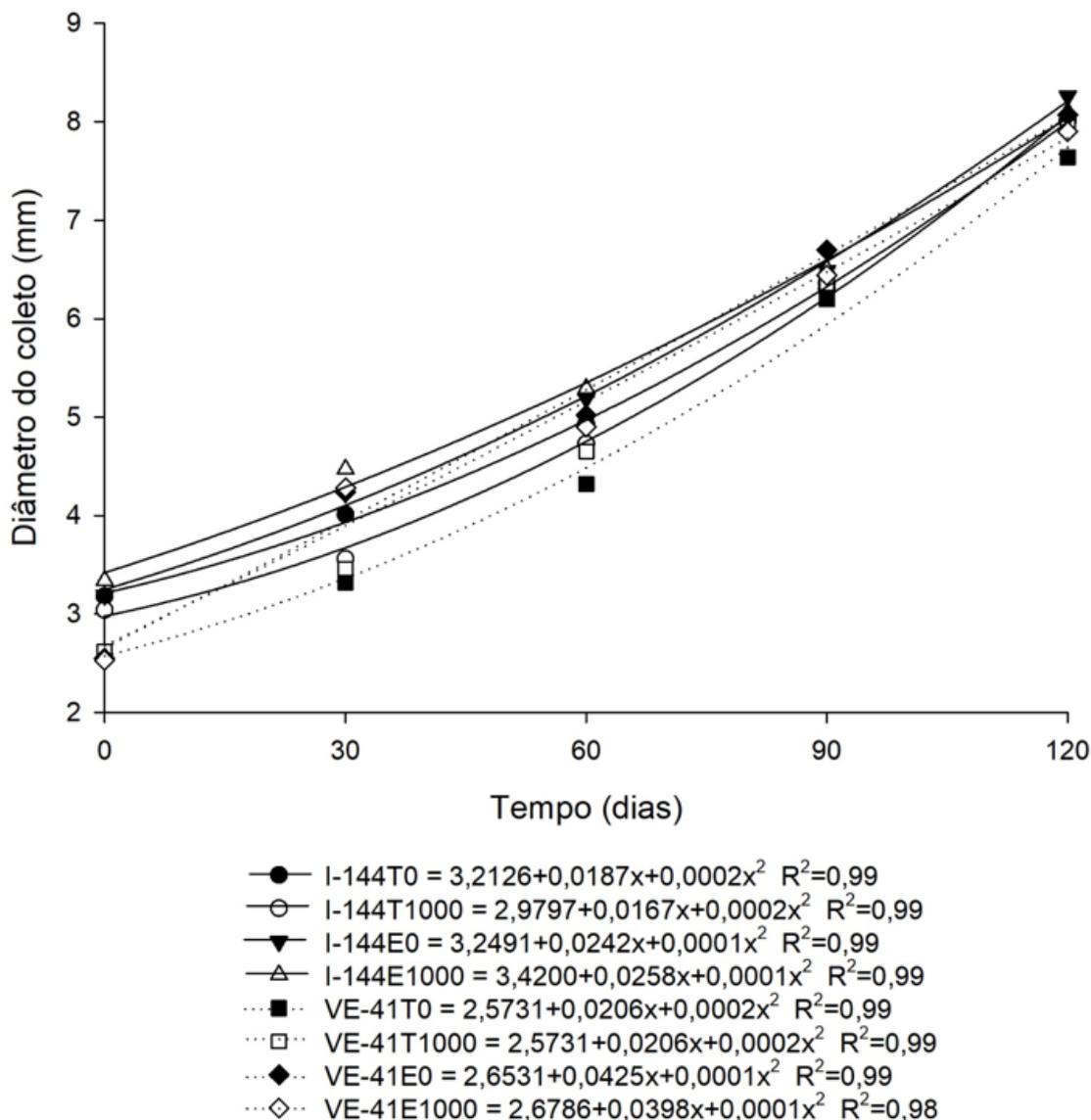


Figura 10. Ritmo de crescimento em diâmetro ao nível do solo de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* (clone I-144) e *Urograndis* (clone VE-41), produzidas em Ellepots® e Tubetes, associada ao AIB, no período de 30, 60, 90 e 120 dias após o transplante em vasos.

Quanto à variável biomassa fresca de raízes, conforme Tabela 14, não houve diferença significativa para nenhum dos fatores. No entanto, notou-se valores mais elevados em mudas provenientes do clone I-144, podendo pressupor maior crescimento das plantas em condições de campo. Observou-se também que mudas produzidas e submetidas à concentração AIB-1000 mg L⁻¹, obtiveram valores mais elevados, e ainda, mudas provenientes do clone VE-41 apresentaram os maiores resultados nos recipientes Ellepots®.

Tabela 14 – Valores médios de Biomassa fresca de raízes (BFR) de mudas de *Eucalyptus urophylla* (clone I-144) e *Urograndis* (clone VE-41), produzidas em Ellepots® e Tubetes, associada ao AIB, 120 dias após o transplante em vasos.

Clone x Recipiente	Concentração AIB-0 (mg.L ⁻¹)	Concentração AIB-1000 (mg.L ⁻¹)
Clone I-144 x Tubete	31,59 g	34,98 g
Clone I-144 x Ellepot®	27,98 g	29,18 g
Clone VE-41 x Tubete	17,25 g	18,51 g
Clone VE-41 x Ellepot®	23,11 g	20,25 g

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo.
Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.3.2 Correlação de Pearson entre o PRR e o crescimento inicial das plantas em vasos

Observou-se, conforme a Tabela 15, correlações positivas entre o PRR e as variáveis morfológicas avaliadas em vasos, sendo a altura da parte aérea a de menor correlação. O diâmetro à altura do solo obteve uma correlação moderada, e a biomassa fresca radicial foi forte positiva, sugerindo o PRR como preditor de uma resposta do desempenho das mudas após o plantio. Outros trabalhos, podendo citar os de José et al. (2005), trabalhando com *Schinus terebinthifolius*, também afirmaram que o potencial de crescimento de raízes apresentou correlação significativa com outras variáveis morfológicas de campo.

Tabela 15 – Coeficiente de correlação de Pearson (ρ) entre o PRR e as variáveis utilizadas na avaliação de crescimento de mudas em vasos.

	Variáveis	C. C. (ρ)	Correlação
PRR	H	0,07	Ínfima positiva
	D	0,60	Moderada positiva
	BFR	0,88	Forte Positiva

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.3.3 Quantificação de raízes e deformações radiciais

Aos 120 dias após transplantadas em vasos, as mudas foram avaliadas quanto às variáveis número e comprimento de raízes e deformações radiciais. (Figuras 11 e 12). O número de raízes aumentou na medida em que houve aplicação do AIB em mudas provenientes dos dois clones estudados. Para o número de raízes, ficou evidente o efeito do AIB no seu aumento, tanto em mudas provenientes do clone I-144 quanto do VE-41. O mesmo efeito foi evidenciado quando se avaliou essa mesma variável nos recipientes Ellepots®.

Quanto às deformações radiciais avaliadas, após a retirada das mudas dos vasos, não foram constatados efeitos diretos no crescimento das plantas, podendo observar que estas ocorreram de forma proporcional na medida em que aumentou o número de raízes emitidas. Para alguns autores, como Carneiro (1995), Novaes (2002) e Freitas et al. (2009), as deformações radiciais observadas no viveiro influenciam diretamente o desempenho das mudas no campo.

Quanto às deformações radiciais avaliadas, Santos (2018) observou-se uma proporcionalidade de mudas clonais de *Eucalyptus* spp., produzidas em Ellepots® com baixo índice de deformações radiciais e, conseqüentemente, melhor desempenho no campo, quando comparado às mudas produzidas em tubetes de 55 cm³. Contudo, na presente pesquisa, foram usadas bandejas com formato de células, para acomodação dos recipientes Ellepots®, fechado, ou seja, com paredes rígidas as quais provavelmente tenham impedido o crescimento livre das raízes, motivo pelo qual os resultados tenham sido diferentes aos encontrados por este autor.

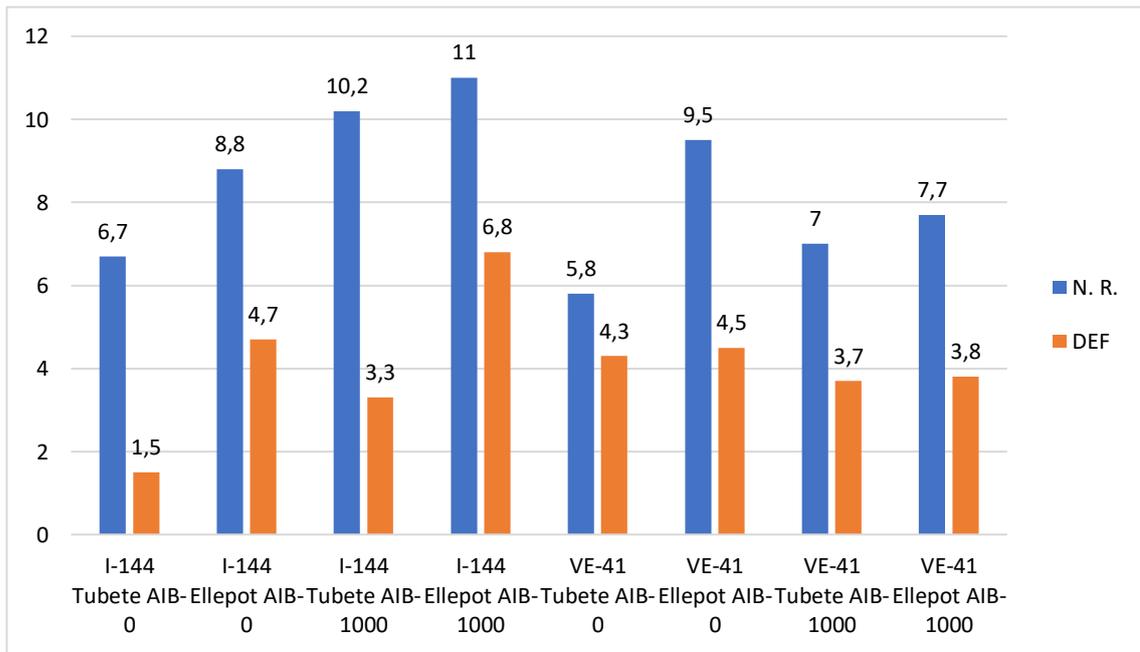


Figura 11. Número de raízes (N.R.) e deformações radiciais (DEF) de mudas de *Eucalyptus* spp. avaliadas em 120 dias após o transplante em vasos. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Para a variável crescimento de raízes (Figura 12), observou-se maior evidência do efeito do AIB no crescimento de raízes de mudas provenientes do clone I-144 produzidas em tubetes, também constatado ainda com menor evidência, em mudas do clone VE-41. Ressalta-se ainda, a boa performance das mudas provenientes do clone VE-41 transplantadas em vasos do ponto de vista da maior média de comprimento de raízes aos 120 dias bem como, a qualidade dos recipientes Ellepots® na produção das mudas provenientes dos dois clones estudados.

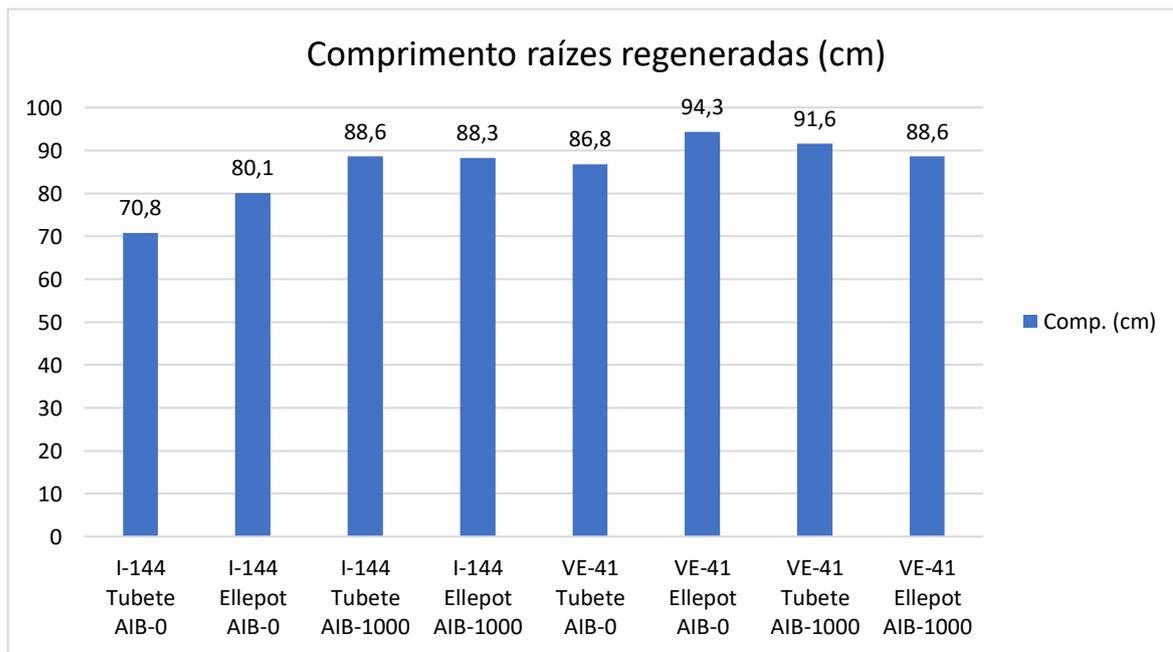


Figura 12. Comprimento de raízes regeneradas de mudas de *Eucalyptus* spp. avaliadas em 120 dias após o transplante em vasos. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

6. CONCLUSÕES

Mudas pertencentes ao clone I-144 (*Eucalyptus urophylla*) apresentaram médias superiores em todos os parâmetros morfológicos estudados em viveiro.

Os dois modelos de recipientes avaliados, tubetes e Ellepots®, possibilitaram a produção de mudas com características morfológicas e fisiológicas similares em condições de viveiro.

Mudas provenientes dos clones I-144 e VE-41 produzidas nos recipientes Ellepots®, associadas ao AIB (1000 mg L⁻¹), quando transplantadas em vasos, apresentaram maior ritmo de crescimento, pressupondo-se melhor desempenho em condições de plantio no campo.

O potencial de regeneração de raízes (PRR), em geral, foi considerado preciso ao prognosticar o desempenho das mudas, em condições de transplante em vasos.

Mudas provenientes do clone VE-41 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) apresentaram, em geral, as médias mais baixas para viveiro e crescimento inicial em vasos.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; FERREIRA, D. H. A. A.; MONTEIRO, F. A. S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 141-150, 2015.
- ABOD, S. A.; SHEPHERD, K. R.; BACHELARD, E. P. Effects of light intensity, air and soil temperatures on root regenerating potential of *Pinus caribae* var. *hondurensis* and *Pinus kesiya* seedlings. **Aust. For. Res.**, Camberra, v.9, p. 173-184, 1979.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2 ed. Viçosa: UFV. 500p. 2009.
- ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. M.; CRISOSTOMO, L. A.; ARAÚJO, N. A.; SILVA, J. C. V. Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de *Hylocereus undatus*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1018-1027, 2014.
- ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M.; PAIVA, H. N. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 455-463, maio/jun. 2007.
- ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Hibridação e clonagem. In: BORÉM, A. (Ed.) **Biotecnologia florestal**. Viçosa, MG: [s.n.], p.93-121, 2007.
- ASSIS, T. F.; ROSA, O. P.; GONÇALVES, S. I. Propagação por microestaquia. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, p.824-836. 1992.
- BACON, G. J. Seedling morphology as an indicator of planting stock quality in conifers. In: IUFRO WORKSHOP ON TECHNIQUES FOR EVALUATING PLANTING STOCK QUALITY. (1979: New Zealand). **Proceedings...** New Zealand, 1979.
- 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). Proceeding... New Orleans: USDA. For. Serv. Southern Forest Experiments Station, 1983. p. 405-407.
- BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* produzidas em Tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 7, n. 1, p. 238-250, 2000.
- BATISTA, R. O.; MAURO, A. M.; HAROLDO, N. P.; RAFAEL, O. B.; PAULO, R. C. O efeito da água residuária da suinocultura no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 127-135, 2014.

BELLOTE, A. J. F.; SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Gonçalves, J.L.M.; Benedetti, V. Nutrição e fertilização florestal. **IPEF**, p. 135-166, Piracicaba, 2000.

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

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

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

BOLAND, D. J. et al. **Forest trees of Australia**. 4ª ed. Australia Government Publishing Service: CSIRO, 1992.

BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; MELO, L. A.; ROSADO, A. M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 425-434, 2011.

BRESINSKY, A. **Tratado de botânica de Strasburger**. 36. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 1166 p

BRIASSOULIS, D. Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. **Polymer Degradation and Stability**, n.91, p.1256-1272, 2006.

BRISSET, J. C.; BARNETT, J. P.; LANDIS, T. D. Container seedlings. In: DURYEY, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Eds.). **Forest regeneration manual**. Netherlands: Klumer Academic, 1991. p. 117 - 142.

BRONDANI, G. E.; GROSSI, F.; WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; ARAUJO, M. A. Aplicação de IBA para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v. 32, n. 3, p. 667-674, 2010.

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.

CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, p. 1 - 8, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; SPATHELF, P.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 3, p. 11 - 17, 2005.

CARNEIRO, J. G. A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio.** Curitiba-PR: UFPR, 1985. 106 p. (Concurso para Professor Titular) – Universidade Federal Rural do Paraná. 1985.

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

CASTRO, C. A. de O. et al. Brief history of *Eucalyptus* breeding in Brazil under perspective of biometric advances. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 9, p. 1585-1593, Sept. 2016.

CERQUEIRA, P. H. A.; AZEVEDO, G. B.; SOUZA, A. M.; AZEVEDO, G. T. O. S. Adubação residual na produção de mudas clonais de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**. p. 119-129, 2017.

CHAVES, J. H. **Crescimento, fotossíntese e relações hídricas de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos.** 2001. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

CHUNG, D. Y.; LEE, K. J. Effects of clones, ortet age, crow position, and rooting substance upon the rooting of cuttings of Japanese larch (*Larix leptolepis* S. et Z. Gordon). **Forestry Genetics Research Institute**, v.83, n.2, p.205-210, 1994. CD-ROM.

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 100-107, dez. 2004.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Produção de mudas de canafístula cultivadas em latossolo vermelho amarelo álico em resposta a macronutrientes. **Cerne**. Lavras. v.18, n.1, 2012.

DELLAI, A.; SILVA, R. F.; ANDREAZZA, R. Ectomicorriza no crescimento de *Eucalyptus saligna* em solo contaminado com cobre. **Ciência Florestal**. p. 624-631, 2018.

DIAS, B. A. S. **Análise comparativa de tubetes biodegradáveis e de polietileno na produção de mudas de *Paratecoma peroba* (Record&Mell) Kuhl.** 2011. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and whitepine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DUTRA, T. R. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

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**, Viçosa-MG, 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.

EMBRAPA FLORESTAS. **Transferência de Tecnologia Florestal. Cultivo de Eucaliptos em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. 1. Ed. 138 p. Brasília, DF. 2014. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1010933> Acessado em 06/07/2021.

FACHINELLO, J. C. et al. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p. 69-109.

FAGANELLO, L. R. et al. Efeito dos Ácidos Indolbutírico e Naftalenoacético no enraizamento de estacas semilenhosas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 863-871, 2015.

FERET, P. P.; KREH, R. E. Seedling root growth potential as and indicator of loblolly pine field performance. **For. Sei. Local**, v. 31, n. 4, p. 1005-1011, 1985.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22p.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P. Avaliação econômica e energética da utilização de tubetes biodegradáveis para a produção de mudas de Petúnia-comum (*Petunia x hybrida*). **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol.24, n.4, p. 65-76, 2009.

FERREIRA, E. V.; BACCARIN, F. J. B.; SILVA, D. D. A.; VESPUCCI, I. L.; ALMEIDA, B. L. Influência da concentração e tempo de exposição ao AIB na rizogênese do *Eucalyptus urograndis*. In: **Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG**, 2015.

FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; BARROSO, D. G.; DAHER, R. F. Efeito das variações biométricas de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento no campo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 1, p. 01-11, 2011.

FILHO, E. P.; SANTOS, P. E. T. Escolha de cultivares de eucalipto em função do ambiente e do uso. **Comunicado Técnico Embrapa**. Colombo/PR, 11p., 2013.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micratha* (L.) Blume, *Cedrela fissilis* Veli. E *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. Produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 113 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2000.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZAM 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**, Viçosa, v. 26, p. 515 - 523, 2002.

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

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

GOMES, A. L. **Propagação clonal: princípios e particularidades**. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1987. 69 p. (Série Didáctica, Ciências Aplicadas, 1). 1987.

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

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. Viçosa-MG: UFV, 2001, 126 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa. 2001.

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

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 116 p. 2004.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV, 2006, 116 p.

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

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 310-350. 2000.

GUERREIRO, C. B.; COLLI JUNIOR, G. Controle de qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. Na Champion Papel e Celulose S.A. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS (1984.: Curitiba). **Métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/FUPEF., 1984. P. 127-133.

HARWOOD, C. Introductions: doing it right. **Developing a Eucalypt Resource. Learning from Australia and Elsewhere.** Christchurch: Wood Technology Research Centre, University of Canterbury, Workshop Proceedings, 43-54 p. 2011.

HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. **Plantio de Eucalipto na Pequena Propriedade Rural.** Colombo: Embrapa Floresta, 2000.

HUANG, M. D.; CHEN, T. L. L.; HUANG, A. H. C. Abundant type III lipid transfer proteins in Arabidopsis tapetum are secreted to the locule and become a constituent of the pollen exine. **Plant physiology**, Shanghai, v. 163, p. 1218-29, 2013.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Roseburg, 1990. **Proceedings...** p. 218-222. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, (RM-GTR-200). 1990.

IATAURO, R. A. **Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden.** Botucatu, 2001. 33p. Monografia. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. 2001.

IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2022.** Brasília, DF, 2022. 96 p. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2022.pdf> Acesso em: 05 de dezembro 2022

JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In: DURYEY, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (eds.). **Forest regeneration manual.** Netherlands: Klumer Academic, p. 143-162. 1991.

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**, Lavras-MG, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

JUNIOR, G. de F.; CORCORONE, M. **A história ambiental dos eucaliptos: Austrália, Brasil e Vale do Paraíba Paulista.** 28 p. Taubaté, 2014. Disponível em: https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2014_Resenha_Eucaliptos_Gerson_Freitas_Jr.pdf. Acessado em 29/06/2021.

JUNIOR, L. S.; GARCIA, J. N. Potencial de melhoramento genético em *Eucalyptus urophylla* procedente da Ilha Flores. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 23-32, 2003.

KELLER, L.; LELES, P.S.S.; OLIVEIRA NETO, S.N. COUTINHO, R.P.; NASCIMENTO, D.F. Sistema de blocos prensados na produção de mudas de espécies arbóreas. **Revista Árvore**, v.33, n.2, p. 305-314, 2009.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

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

LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; MORGADO, I. F. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em Tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 13-20, 2000.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho no campo**. Vitória da Conquista-BA: UESB, 2005, 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 2005.

LOPES, J. L. W. **Qualidade de mudas clonais do híbrido de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, submetidas a diferentes regimes hídricos**. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 171p. 2008.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.

LOPES, J. L. W.; SAAD, J. C. C.; GUERRINI, I. A.; LOPES, C. F. Crescimento inicial do eucalipto em função da aclimação em viveiro. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 199-211, 2011.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; SIQUEIRA, L.; FERREIRA, E. M.; LEITE, H. G.; CAVALLAZZI, J. R. P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 947-953, 2005.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P. Qualidade de mudas de jaracatiá submetidas a diferentes períodos de sombreamento em viveiro. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 275-282, 2015.

MARTINS, I. S. **Comparação entre métodos uni e multivariados aplicados na seleção em *Eucalyptus grandis***. 1999. 94p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1999.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** p. 17 - 35. Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990.

MIGUEL, E. P. **Avaliação biométrica e prognose da produção de *Eucalyptus urophylla* (S.T. Blake) na região norte do estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, PR. 2009. 165 f.

MORGADO, I. F.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S.; BARROSO, D. G. Nova metodologia de produção de mudas de *E. grandis* Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 27-33, 2000.

NIELSEN, I. R. **Utilização da madeira comercial do híbrido de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake X *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden na confecção de vigas laminadas coladas.** 1998. 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

NOVAES, A. B. **Avaliação morfológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná. UFPR. Curitiba, PR. 116 p. 1998.

NOVAES, A. B.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. dos 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**, Viçosa-MG, v. 26, n. 6, p. 675-681, 2002.

NOVAES, A. B.; LONGUINHOS, M. A. A.; RODRIGUES, J.; SANTOS, I. F. dos; GUSMÃO, J. C. Caracterização e demanda florestal da região sudoeste da Bahia. In: SANTOS, A. F. dos; NOVAES, A. B. de; SANTOS, I. F. dos; LONGUINHOS, M. A. A. (Org.). **Memórias do II Simpósio sobre Reflorestamento na Região Sudoeste da Bahia.** 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, v. 1, 2008, p. 25 - 43.

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**, Curitiba-PR, v. 44, n. 1, p. 101-110, 2014.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. S.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, D. J. S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado.** Editora Rede de Sementes do Cerrado, 124 p. 2016.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. A. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2009, 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

OLIVEIRA JÚNIOR; O. A.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. de. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p.1173-1180, 2011.

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

PAIVA, J. A. P.; PRAT, E.; VAUTRIN, S.; SANTOS, M.; SAN-CLEMENTE, H.; BROMMONSCHENKEL, S.; FONSECA, P. G. S.; GRATTAPAGLIA, D.; SONG, X.; AMMIRAJU, M. S. S.; KUDRNA, D.; WING, R. A.; FREITAS, A. T. **Advancing *Eucalyptus* genomics: identification and sequencing of lignin biosynthesis genes from deepcoverage BAC libraries.** BMC Genomics, v, 12, n. 1, p. 137, 2011.

PARVIAINEN, J. O. O desenvolvimento radicular das mudas florestais no viveiro e no local de plantio. In: Anais FUPEF - Seminário de sementes e viveiros florestais. **Anais** [...], Curitiba, v. 2, p. 111-130. 1981.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; FONTAN, I. C. I.; MONTE, M. A.; GOMES, A. N.; OLIVEIRA, C. H. R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus spp.* submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 6, p. 921-931, 2006.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.

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

RITCHIE, G. A.; DUNLAP, J. R. Root growth potential: its development and expression on forest tree seedling. N. Z. J. **For. Sei. Rotorua**, v. 10, n. 1, p. 218-248, 1980.

RITCHIE, G. A. Root growth potential: principles, procedures and predictive ability. In: EVALUATING SEEDLING QUALITY: PRINCIPLES PROCEDURES, AND PREDICTIVE ABILITIES OF MAJOR (1984: Corvallis, OR). **Proceedings...** Corvallis, OR: For. Res., 1985. p. 93-105.

ROCHA, F. M.; TITON, M.; FERNANDES, S. J. O.; SANTOS, P. H. R.; LAIA, M. L.; PENA, C. A. A. Uso de estufim e de AIB para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1460-1478, 2022.

RODRIGUES, V.A. Recipientes biodegradáveis e composto orgânico na produção de mudas de eucalipto. Vitória da Conquista - BA, UESB, 2020. 93p. (Dissertação: Mestrado em Agronomia; Área de Concentração: Fitotecnia). 2020.

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**, Goiânia-GO, v. 9, n. 17, p. 3775-3787, 2013.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD, N. B.; NOVAIS, R. F. Estimativa de biomassa de plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 697-706, 2008.

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

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

SANTOS, S. M. S.; CUNHA, D. V. P.; SILVA, R. A.; TEIXEIRA, E. C.; CARVALHO, F. D. Avaliação morfofisiológica em mudas de clones de eucalipto em viveiros comerciais na etapa de expedição. **Revista Cultivando o Saber**, v. 10, n. 2, p. 238-250, 2017.

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

SHEY, J.; IMAM, S. H.; GLENN, G. M.; ORTS, W. J. Properties of baked starch foam with natural rubber latex. **Industrial Crops and Products**, Tucson, [s.i], n.24, p.34-40, 2006.

SILVA, A. A.; DELATORRE, C.A. Alterações na arquitetura da raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 2, p. 152-163, 2009.

SILVA, F. A. M.; NUNES, G.M.; ZANON, A.; GUERRINI, I. A.; SILVA, R. B. Resíduo agroindustrial e lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus urograndis*. **Ciência Florestal**. p. 827-828, 2018.

SILVA, J. C. Descrição de algumas espécies de eucalipto. **Revista Madeira**, n. 75, 2003.

SMARSI, R. C. et al. Concentrações de ácido indolbutírico e tipos de substrato na propagação vegetativa de lichia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 07-11, 2008.

SOUTH, D. B. et al. Use of seedling size as a covariate for root growth potential studies. In: SOUTHERN SILVICULTURAL RESERACH CONFERENCE. (5.:1988:Memphis). **Proceedings**. New Orleans, 1988, p. 89-93. (Gen. Tech. Rep. SO. USDA. For. Serv., n.74)

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

STONE, E. C.; JENKINSON, J. L.; KRUEMAH, S. L. Root regenerating potential of Douglas-fir seedling lifted at different times of the year. **For. Sei.**, Bethesda, M. D., V.5, p. 228-297, 1962.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M.; GALVÃO, A. **Produção de mudas de espécies florestais. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, DF, p.125174, 2000.

SUTTON, R. F. Planting stock quality and grading. **Forest Ecology and management**. Amsterdam, v.2, p. 123-132, 1979.

SUTTON, R. F. **Techniques for evaluating planting stock quality**. For. Chron., Ontário, v. 56, p. 116-120, 1980.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.
- TINUS, R. W.; McDONALD, S. E. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. **Gen. Tech. Rep.** RM. USDA. For. Serv., Fort Collins, Colorado, n. 60, p. 1-256, 1979.
- TITON, M. et al. Efeito do AIN no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.1-7, 2003.
- TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e microestaquia** 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.
- TOLEDO, F. H. S. F.; VENTURIN, N.; CARLOS, L.; DIAS, B. A. S.; VENTURIN, R. P.; MACEDO, R. L. G. Composto de resíduos da fabricação de papel e celulose na produção de mudas de eucalipto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. p. 711-716, 2015.
- 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, p. 327-339, 2013.
- VARGAS, F. S.; REBECHI, R. J.; SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B. Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 169-177, 2011.
- VIÉGAS, L. B. **Viabilidade do recipiente biodegradável na produção de mudas florestais nativas**. Botucatu-SP: UNESP, 2015, 157 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista. 2015.
- WAKELEY, P. C. Planting the southern pines. **Agriculture Monography**, Washington, C., n.18, p. 1-233, 1954
- WALKER, C.; ARAÚJO, M.M.; MACIEL, C.G.; MARCUZZO, S.B. Viveiro florestal: Evolução Tecnológica e Legalização. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.5, p.08-14, 2011.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto por sementes**. Colombo: Embrapa Florestas, p.13, 2010.
- WENDLING, I. Propagação vegetativa. In: I Semana do Estudante Universitário, Florestas e Meio Ambiente. 2003. Colombo. **Anais...** Colombo – Paraná: Embrapa Florestas. 6p. 2003.
- WILCKEN, C. F. et al. **Guia prático de manejo de plantações de eucalipto**. Botucatu: FEPAF, 25 p., 2008.
- WILSON, P. J. The concept of a limiting rooting morphogen in woody stem cuttings. **Journal of Horticultural Science**, v.9, n.4, p.391-400, 1994.

XAVIER, A.; COMÉRIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de Eucalyptus. **Revista Árvore**, v.20, n.1, p.9-16, 1996.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura Clonal: Princípios e Técnicas**. 3 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2021. 275 p.

ANEXOS

Anexo A

Tabela 1. Análise química e física da amostra do solo utilizado nos vasos.

pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B.	t	T	V	m
<small>H₂O</small>	<small>mg.dm⁻³</small>										<small>---%---</small>
5,2	3	0,26	0,9	0,6	0,3	2,8	1,8	2,1	4,9	36	15
Terra fina		Areia grossa		Areia fina		Silte		Argila		Classe Textural	
<small>< 2 mm</small>		<small>2-0,20 mm</small>		<small>0,20-0,05 mm</small>		<small>0,05-0,002 mm</small>		<small>< 0,002 mm</small>			
<small>----- g kg -----</small>											
100		585		155		50		210		Franco Argilo Arenosa	

S.B.= soma de bases trocáveis; t= CTC efetiva; T= CTC a pH 7,0; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio. Fonte: Laboratório de Solos, UESB (2022).

Anexo B

Tabela 1. Análise de variância para efeitos principais e interações - Altura

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	84,6393	84,6393	28,71**
Fator B	1	23,9283	23,9283	8,12**
Fator C	1	19,5982	19,5982	6,65*
Int. AxB	1	0,0179	0,0179	0,01 ^{NS}
Int. AxC	1	9,7587	9,7587	3,31 ^{NS}
Int. BxC	1	12,9140	12,9140	4,38*
Int. AxBxC	1	19,0212	19,0212	6,45*
Tratamentos	7	169,8779	-	
Resíduo	24	70,7569	2,9482	
Total	31	240,6349	-	
Coeficiente de Variação: 5,98				

Tabela 2. Análise de variância para efeitos principais e interações – Diâmetro de colo

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	2,9715	2,9715	108,61**
Fator B	1	0,0101	0,0101	0,37 ^{NS}
Fator C	1	0,0000	0,0000	0,00 ^{NS}
Int. Ax B	1	0,1087	0,1087	3,98 ^{NS}
Int. Ax C	1	0,0007	0,0007	0,03 ^{NS}
Int. Bx C	1	0,0388	0,0388	1,42 ^{NS}
Int. Ax Bx C	1	0,0511	0,0511	1,87 ^{NS}
Tratamentos	7	3,1811	-	
Resíduo	24	0,6566	0,0273	
Total	31	3,8378	-	

Coeficiente de Variação: 5,73

Tabela 3. Análise de variância para efeitos principais e interações – Relação H/D

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	1,5135	1,5135	3,43 ^{NS}
Fator B	1	8,4546	8,4546	19,16**
Fator C	1	0,1466	0,1466	0,33 ^{NS}
Int. Ax B	1	0,9224	0,9224	2,09 ^{NS}
Int. Ax C	1	1,2765	1,2765	2,89 ^{NS}
Int. Bx C	1	0,5960	0,5960	1,35 ^{NS}
Int. Ax Bx C	1	0,0366	0,0366	0,08 ^{NS}
Tratamentos	7	12,9465	-	
Resíduo	24	10,5908	0,4412	
Total	31	23,5373	-	

Coeficiente de Variação: 6,81

Anexo C

Tabela 1. Análise de variância para efeitos principais e interações – Biomassa fresca da parte aérea

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	7,4262	7,4262	59,42**
Fator B	1	0,3032	0,3032	2,43 ^{NS}
Fator C	1	0,2350	0,2350	1,88 ^{NS}
Int. AxB	1	0,2068	0,2068	1,66 ^{NS}
Int. AxC	1	0,3369	0,3369	2,70 ^{NS}
Int. BxC	1	0,3958	0,3958	3,17 ^{NS}
Int. AxBxC	1	0,1533	0,1533	1,23 ^{NS}
Tratamentos	7	9,0575	-	
Resíduo	24	2,9996	0,1249	
Total	31	12,0572	-	

Coeficiente de Variação: 18,98

Tabela 2. Análise de variância para efeitos principais e interações – Biomassa fresca da raiz

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	0,5848	0,5848	51,96**
Fator B	1	0,0021	0,0021	0,19 ^{NS}
Fator C	1	0,0034	0,0034	0,31 ^{NS}
Int. AxB	1	0,0010	0,0010	0,09 ^{NS}
Int. AxC	1	0,0027	0,0027	0,25 ^{NS}
Int. BxC	1	0,1206	0,1206	10,72**
Int. AxBxC	1	0,1360	0,1360	12,08**
Tratamentos	7	0,8508	-	
Resíduo	24	0,2701	0,0112	
Total	31	1,1210	-	

Coeficiente de Variação: 18,12

Tabela 3. Análise de variância para efeitos principais e interações – Biomassa fresca total

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	12,1790	12,1790	60,03**
Fator B	1	0,2544	0,2544	1,25 ^{NS}
Fator C	1	0,1816	0,1816	0,90 ^{NS}
Int. AxB	1	0,1787	0,1787	0,88 ^{NS}
Int. AxC	1	0,4008	0,4008	1,98 ^{NS}
Int. BxC	1	0,9536	0,9536	4,70*
Int. AxBxC	1	0,5782	0,5782	2,85 ^{NS}
Tratamentos	7	14,7265	-	
Resíduo	24	4,8695	0,2028	
Total	31	19,5960	-	

Coeficiente de Variação: 18,40

Anexo D

Tabela 1. Análise de variância para efeitos principais e interações – Biomassa seca da parte aérea

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	4,1853	4,1853	67,14**
Fator B	1	0,1231	0,1231	1,97 ^{NS}
Fator C	1	0,1009	0,1009	1,62 ^{NS}
Int. AxB	1	0,1949	0,1949	3,13 ^{NS}
Int. AxC	1	0,2019	0,2019	3,24 ^{NS}
Int. BxC	1	0,1542	0,1542	2,47 ^{NS}
Int. AxBxC	1	0,0295	0,0295	0,47 ^{NS}
Tratamentos	7	4,9901	-	
Resíduo	24	1,4961	0,0623	
Total	31	6,4863	-	

Coeficiente de Variação: 16,95

Tabela 2. Análise de variância para efeitos principais e interações – Biomassa seca da raiz

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	0,3609	0,3609	61,21**
Fator B	1	0,0000	0,0000	1,01 ^{NS}
Fator C	1	0,0036	0,0036	0,62 ^{NS}
Int. AxB	1	0,0003	0,0003	0,06 ^{NS}
Int. AxC	1	0,0017	0,0017	0,30 ^{NS}
Int. BxC	1	0,0764	0,0764	12,97**
Int. AxBxC	1	0,0729	0,0729	12,37**
Tratamentos	7	0,5162	-	
Resíduo	24	0,1415	0,0058	
Total	31	0,6577	-	

Coeficiente de Variação: 16,01

Tabela 3. Análise de variância para efeitos principais e interações – Biomassa seca total

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	7,0044	7,0044	70,73**
Fator B	1	0,1183	0,1183	1,20 ^{NS}
Fator C	1	0,0661	0,0661	0,67 ^{NS}
Int. AxB	1	0,1781	0,1781	1,80 ^{NS}
Int. AxC	1	0,2413	0,2413	2,44 ^{NS}
Int. BxC	1	0,4479	0,4479	4,52*
Int. AxBxC	1	0,1953	0,1953	1,97 ^{NS}
Tratamentos	7	8,2518	-	
Resíduo	24	2,3769	0,0990	
Total	31	10,6287	-	

Coeficiente de Variação: 16,12

Anexo E

Tabela 1. Análise de variância para efeitos principais e interações – Número total de raízes regeneradas

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	84588,02	84588,02	45,03 **
Fator B	1	5963.02	5963.02	3.17 NS
Fator C	1	1017.52	1017.52	0.54 NS
Int. AxB	1	13433.52	13433.52	7.1525 *
Int. AxC	1	9605.02	9605.02	5.11 *
Int. BxC	1	4661.02	4661.02	2.48 NS
Int. AxBxC	1	5187.52	5187.52	2.76 NS
Tratamentos	7	124455.64	17779.37	9.46 **
Resíduo	40	75126.16	1878.15	
Total	47	199581.81	-	

Coeficiente de Variação: 35,07

Tabela 2. Análise de variância para efeitos principais e interações – Comprimento de raízes regeneradas

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	81.24	81.24	14.26 **
Fator B	1	0.00372	0.00372	0.0007 *
Fator C	1	102.51	102.51	18.00 **
Int. AxB	1	5.50	5.50	0.9661 NS
Int. AxC	1	9.33	9.33	1.6398 NS
Int. BxC	1	24.97	24.97	4.3872 *
Int. AxBxC	1	46.33	46.33	8.1382 **
Tratamentos	7	269.91	38.55	6.7725 **
Resíduo	40	227.73	5.69	
Total	47	497.65	-	

Coeficiente de Variação: 9,30

Anexo F

Tabela 1. Análise de variância para efeitos principais e interações – Altura da parte aérea

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	5,75	5,75	0,6087 ^{NS}
Fator B	1	107,31	107,31	11,3548 ^{**}
Fator C	1	46,99	46,99	4,9723 [*]
Int. AxB	1	0,1044	0,1044	0,0111 ^{NS}
Int. AxC	1	1,80	1,80	0,1911 ^{NS}
Int. BxC	1	8,46	8,46	0,8952 ^{NS}
Int. AxBxC	1	55,76	55,76	5,9003 [*]
Tratamentos	7	226,19	32,31	3,4191 [*]
Resíduo	16	151,21	9,45	
Total	23	377,41388	-	

Coeficiente de Variação: 5.65

Tabela 2. Análise de variância para efeitos principais e interações – Diâmetro do coleto

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	0,2576	0,2576	2,0551 ^{NS}
Fator B	1	0,1956	0,1956	1,5602 ^{NS}
Fator C	1	0,0010	0,0010	0,0085 ^{NS}
Int. AxB	1	0,0003	0,0003	0,0025 ^{NS}
Int. AxC	1	0,0384	0,0384	0,3063 ^{NS}
Int. BxC	1	0,1390	0,1390	1,1090 ^{NS}
Int. AxBxC	1	0,0439	0,0439	0,3503 ^{NS}
Tratamentos	7	0,6759	0,0965	0,7703 ^{NS}
Resíduo	16	2,0058	0,1253	
Total	23		-	

Coeficiente de Variação: 4.43

Tabela 3. Análise de variância para efeitos principais e interações – Biomassa fresca de raízes

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Fator A	1	746.35	746.35	86.7040
Fator B	1	1.2287	1.2287	0.1427
Fator C	1	3.3588	3.3588	0.3902
Int. AxB	1	108.70	108.70	12.6287
Int. AxC	1	14.39	14.39	1.6722
Int. BxC	1	14.99	14.99	1.7422
Int. AxBxC	1	1.4019	1.4019	0.1629
Tratamentos	7	890.44	127.20	14.7775 **
Resíduo	16	137.72	8.60	
Total	23	1028.17	-	

Coeficiente de Variação: 11.57

Anexo G

Figura de sistema radicial para contabilizar números de raízes laterais, comprimento e deformações nos vasos.

