

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA**

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL

CLEYTON BATISTA ALVERNAZ

**DENSIDADE DE MINICEPAS NA PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE
CLONES DE *EUCALYPTUS* SPP. EM MINIJARDIM CLONAL EM VASOS SOB
CONDIÇÕES AMAZÔNICAS**

**Ji-Paraná,
2026**

CLEYTON BATISTA ALVERNAZ

**DENSIDADE DE MINICEPAS NA PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE
CLONES DE *EUCALYPTUS* SPP. EM MINIJARDIM CLONAL EM VASOS SOB
CONDIÇÕES AMAZÔNICAS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Engenharia Florestal do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia, *Campus* Ji-Paraná, como parte
dos requisitos necessários para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Florestal

Orientadora: Profa. Dra. Janice Ferreira do
Nascimento

Coorientador: Dr. Paulo Roberto Magistrali

**Ji-Paraná,
2026**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Alvernaz, Cleyton Batista.

Densidade de minicepas na produção de miniestacas de clones de *eucalyptus spp.* Em minijardim clonal em vasos sob condições amazônicas / Cleyton Batista Alvernaz. - Ji-Paraná, 2026.
22 f. : il.

Orientador(a): Profª Dra. Janice Ferreira do Nascimento.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Ji-Paraná, 2026.

1. Propagação vegetativa. 2. Produtividade. 3. Sobrevivência de minicepas. 4. Material genético. 5. Silvicultura. I. Nascimento, Janice Ferreira do (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864

CLEYTON BATISTA ALVERNAZ
DENSIDADE DE MINICEPAS NA PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE CLONES
DE *EUCALYPTUS* SPP. EM MINIJARDIM CLONAL EM VASOS SOB
CONDIÇÕES AMAZÔNICAS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Engenharia Florestal do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia, *campus* Ji-Paraná, como parte
dos requisitos necessários para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Florestal

Aprovado pela Banca Examinadora em 01 de jul de 2026

BANCA EXAMINADORA

Dra. Janice Ferreira do Nascimento
Profa. Orientadora
Instituto Federal de Rondônia-Campus-Ji-Paraná

Dr. Paulo Roberto Magistrali
Prof. Co-orientador
Universidade Federal de Uberlândia-UFU

Dra. Lorena de Souza Tavares Bressiani
Avaliadora interna
Instituto Federal de Rondônia-Campus-Ji-Paraná

Ji-Paraná - RO, 01 de julho de 2026

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1 Área experimental e implantação do minijardim clonal.....	10
2.2 Manejo das minicepas.....	11
2.3 Delineamento experimental.....	12
2.4 Variáveis avaliadas.....	12
2.5 Análise estatística.....	13
3 RESULTADOS	13
3.1 Produção de miniestacas.vaso ⁻¹	13
3.2 Produtividade média de miniestacas. minicepa ⁻¹	14
3.3 Sobrevivência das minicepas.....	15
4 DISCUSSÃO	15
AGRADECIMENTOS	18
REFERÊNCIAS.....	19
ANEXO A - Tabelas estatísticas complementares.....	22

DENSIDADE DE MINICEPAS NA PRODUÇÃO DE MINISTACAS DE CLONES DE *EUCALYPTUS* SPP. EM MINIJARDIM CLONAL EM VASOS SOB CONDIÇÕES AMAZÔNICAS

RESUMO

A produtividade de minijardins clonais de eucalipto é influenciada por diversos fatores de manejo, entre eles a densidade de minicepas. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes densidades de minicepas sobre a produção de ministacas, a produtividade média por minicepa e a sobrevivência de dois clones de *Eucalyptus* spp. cultivados em minijardim clonal em vasos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×2 , composto por três densidades de minicepas por vaso e dois materiais genéticos (AEC144 e EG2010). Foram observados efeitos significativos da densidade de minicepas, do material genético e da interação entre esses fatores sobre a produção de ministacas por vaso. O aumento da densidade promoveu maior produção total de ministacas em ambos os materiais genéticos, com resposta mais expressiva para o clone AEC144. Em contrapartida, a produtividade individual das minicepas foi reduzida nas maiores densidades, especialmente para o clone AEC144. A sobrevivência das minicepas foi influenciada pelo material genético, sem efeito significativo da densidade de cultivo. Os resultados demonstram que o aumento da densidade de minicepas favorece a produtividade do minijardim clonal, embora reduza o desempenho individual das minicepas, evidenciando a importância do manejo dessa variável na propagação clonal de *Eucalyptus* spp.

Palavras-chave: propagação vegetativa; produtividade; sobrevivência de minicepas; material genético; silvicultura.

MINISTUMP DENSITY IN THE PRODUCTION OF MINICUTTINGS FROM *EUCALYPTUS* SPP. CLONES GROWN IN A POTTED CLONAL MINI-GARDEN UNDER AMAZONIAN CONDITIONS

ABSTRACT

The productivity of eucalyptus clonal minigardens is influenced by several management factors, including ministump density. In this context, the present study aimed to evaluate the effects of different ministump densities on minicutting production, productivity per ministump, and survival of two *Eucalyptus* spp. clones cultivated in a clonal minigarden established in pots. The experiment was conducted in a completely randomized design, arranged in a 3×2 factorial scheme, consisting of three ministump densities per pot and two genetic materials (AEC144 and EG2010). Significant effects of ministump density, genetic material, and the interaction between these factors were observed on minicutting production per pot. Increasing ministump density promoted greater total minicutting production in both genetic materials, with a more pronounced response for clone AEC144. In contrast, individual ministump productivity decreased at higher densities, particularly for clone AEC144. Ministump survival was influenced by genetic material, with no significant effect of cultivation density. The results demonstrate that increasing ministump density enhances the productivity of clonal minigardens, although it reduces individual ministump performance, highlighting the importance of density management in the clonal propagation of *Eucalyptus* spp.

Keywords: vegetative propagation; productivity; ministump survival; genetic material; forestry.

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro totalizou aproximadamente 10,52 milhões de hectares de florestas plantadas em 2024, sendo o eucalipto responsável por cerca de 77% da área plantada nacional (IBÁ, 2025). A expansão da eucaliptocultura no Brasil está associada ao rápido crescimento, à elevada produtividade e à ampla adaptabilidade das espécies e híbridos do gênero *Eucalyptus*, amplamente utilizados em diferentes segmentos da cadeia produtiva florestal (Xavier; Silva, 2010; Wendling et al., 2021).

Na Amazônia Legal, especialmente no estado de Rondônia, o cultivo de eucalipto tem se expandido em resposta à crescente demanda por madeira proveniente de florestas plantadas e à necessidade de suprimento regional de matéria-prima florestal (Cipriani et al., 2015). Estudos realizados na região evidenciam o potencial produtivo de diferentes clones sob condições amazônicas, reforçando a importância da seleção de materiais genéticos adaptados às condições edafoclimáticas locais (Cipriani et al., 2012; Cipriani et al., 2013).

Entre as espécies utilizadas em programas de melhoramento genético e propagação clonal, destacam-se *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus pellita*, devido ao elevado potencial produtivo e à adaptação às condições tropicais. *Eucalyptus urophylla* é amplamente empregado em plantios comerciais por apresentar rápido crescimento, boa capacidade de adaptação e resistência a importantes doenças, enquanto *Eucalyptus pellita* tem se destacado pelo bom desempenho em regiões de elevada precipitação e por sua capacidade de adaptação a diferentes condições de sítio. Dessa forma, híbridos envolvendo essas espécies têm sido amplamente utilizados em programas de melhoramento florestal, buscando reunir características de produtividade, adaptação e qualidade da madeira para diferentes ambientes de cultivo (Hutapea et al., 2023).

O aumento da demanda por mudas clonais de qualidade impulsionou o avanço das técnicas de propagação vegetativa no setor florestal brasileiro, destacando-se a miniestaquia como um dos principais métodos utilizados na produção comercial de mudas de eucalipto (Ferriani et al., 2010; Xavier et al., 2021). Nesse contexto, diferentes sistemas de condução de minijardins clonais vêm sendo empregados visando maior controle nutricional, maior emissão de brotações e elevada sobrevivência das minicepas.

Os sistemas comerciais de minijardim clonal são tradicionalmente conduzidos em canaletões semi-hidropônicos, os quais proporcionam elevada produtividade de miniestacas e maior controle nutricional das minicepas (Alfenas et al., 2004; Xavier et al., 2021). Entretanto, esses sistemas demandam maior investimento em infraestrutura, manejo especializado e monitoramento contínuo da fertirrigação, fatores que podem limitar sua adoção por pequenos produtores e viveiros de menor escala.

Nesse cenário, o cultivo de minicepas em vasos surge como alternativa potencial para condução de minijardins clonais em menor escala, devido à simplicidade operacional, menor custo de implantação e facilidade de manejo em ambientes protegidos. Além disso, sistemas conduzidos em recipientes favorecem maior individualização das plantas e uniformidade experimental, reduzindo interferências associadas à competição radicular e à heterogeneidade do substrato.

Estudos conduzidos com diferentes espécies florestais demonstram a viabilidade do uso de recipientes na condução de minijardins clonais. Stuepp et al. (2016), trabalhando com *Acer palmatum*, observaram elevada sobrevivência e produtividade de minicepas conduzidas em vasos. De forma semelhante, Lienard et al. (2026), avaliando *Handroanthus roseoalbus*, destacaram a eficiência do sistema em ambiente protegido para manutenção da produtividade de miniestacas. A produtividade dos minijardins clonais é influenciada por fatores relacionados ao manejo das minicepas, incluindo nutrição mineral, condições ambientais, material genético e densidade de cultivo (Carvalho Neto et al., 2012; Canguçu et al., 2022). A densidade de minicepas pode interferir diretamente na produtividade e sobrevivência das plantas, sendo observado que menores densidades favorecem maior produção de miniestacas por minicepa e menor mortalidade (Souza et al., 2014).

Apesar da importância da densidade de cultivo para a otimização da produção clonal de eucalipto, ainda são escassas as informações sobre o comportamento produtivo de clones cultivados em sistema de vasos sob condições amazônicas, especialmente em Rondônia. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades de minicepas sobre a produção de miniestacas, a produtividade média por minicepa e a sobrevivência de dois clones de *Eucalyptus* spp. conduzidos em minijardim clonal em vasos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental e implantação do minijardim clonal

O estudo foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Ji-Paraná, localizada no município de Ji-Paraná, RO (10°53'07"S; 61°57'06"O; 170 m de altitude). A região apresenta clima do tipo Am, com temperatura média anual de aproximadamente 25°C e precipitação média anual de 2.500 mm (Alvares et al., 2013).

O experimento foi conduzido em sistema de minijardim clonal em vasos com volume de 8 L (Figura 1a). Para favorecer a drenagem e evitar a perda de substrato, foi disposta no fundo de cada recipiente uma camada de aproximadamente 4 cm de brita grossa recoberta por manta geotêxtil.

O substrato foi composto por palha de arroz carbonizada (25%), terra de subsolo (25%) e areia (50%). Após o preparo da mistura, realizou-se a correção do pH com calcário dolomítico na dose de 5 kg.m⁻³, seguida de homogeneização, umedecimento e incubação por sete dias.

Foram utilizadas mudas dos clones AEC144 (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) e EG2010 (*Eucalyptus pellita* F. Muell x *Eucalyptus* sp.), provenientes de viveiro florestal comercial da empresa Eletrogoes Florestal, localizada no município de Pimenta Bueno, Rondônia (Figura 1b e c).

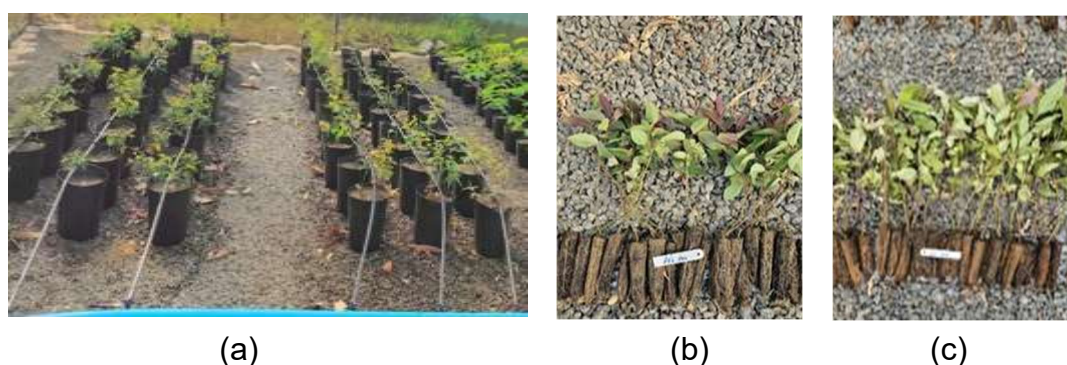


Figura 1. (a) Minijardim clonal conduzido em vasos sob irrigação por gotejamento e materiais genéticos utilizados no experimento: (b) clone AEC144 (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) e (c) clone EG2010 (*Eucalyptus pellita* F. Muell. x *Eucalyptus* spp.).

As mudas foram submetidas à rebaixamento sendo realizado poda apical entre 8 e 10 cm de altura, mantendo-se um par de folhas para formação das minicepas.

Posteriormente, foram realizadas podas sucessivas dos brotos emitidos em intervalos de dez dias, visando promover arquitetura em taça, favorecer a emissão lateral de brotações e uniformizar as coletas.

As brotações destinadas à miniestaquia foram coletadas quinzenalmente, selecionando-se aquelas com comprimento entre 6 e 10 cm e folhas completamente expandidas (Xavier et al., 2021). Brotações inferiores a 6 cm permaneceram nas minicepas até atingirem tamanho adequado para utilização nas coletas subsequentes. Foram realizadas dez coletas sucessivas ao longo de 150 dias de condução experimental (Figura 2).

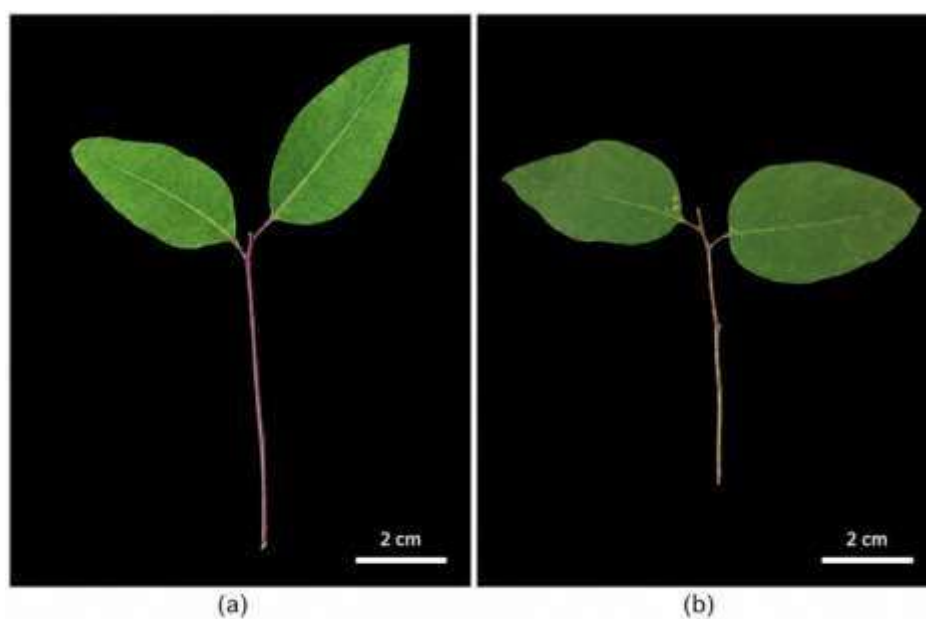


Figura 2. Miniestacas representativas dos clones (a) AEC144 e (b) EG2010 utilizadas nas avaliações realizadas no minijardim clonal. As miniestacas apresentavam comprimento entre 6 e 10 cm e folhas completamente expandidas.

2.2 Manejo das minicepas

Durante a condução experimental, foram realizadas adubações de manutenção a cada 30 dias, utilizando-se 13g.vaso⁻¹ de fertilizante mineral contendo 10g macro e 3g micronutrientes (8,0% de N; 9,0% de P₂O₅; 9,0% de K₂O; 3,0% de Ca; 2,0% de S; 1,0% de Mg; além de B, Co, Cu, Fe, Mo e Zn), com o objetivo de manter a disponibilidade nutricional e o vigor das minicepas.

A irrigação foi realizada por sistema de gotejamento, com frequência de três aplicações diárias, mantendo o substrato próximo à capacidade de campo. Durante o período experimental foram realizados tratos culturais conforme a necessidade,

incluindo controle manual de plantas daninhas, monitoramento fitossanitário e controle de pragas. O manejo fitossanitário foi realizado conforme a necessidade, visando à manutenção da sanidade das minicepas. Para o controle preventivo de doenças fúngicas, aplicou-se fungicida à base de azoxistrobina + ciproconazol, preparado na concentração de 2 mL do produto comercial diluídos em 1 L de água, sendo a solução aplicada por pulverização sobre a parte aérea das minicepas. O controle de formigas cortadeiras foi realizado por meio da aplicação de isca formicida à base de sulfluramida, distribuída conforme a ocorrência da praga e de acordo com as recomendações do fabricante.

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3×2 , composto por três densidades de minicepas por vaso (1, 3 e 5 plantas) e dois materiais genéticos (AEC144 e EG2010), totalizando seis tratamentos.

Foram utilizadas dez repetições por tratamento, totalizando 60 unidades experimentais, sendo cada vaso considerado uma unidade experimental. Os vasos foram distribuídos aleatoriamente na casa de vegetação.

2.4 Variáveis avaliadas

As variáveis avaliadas foram a produção de $\text{miniastacas.vaso}^{-1}$, a produção de $\text{miniastacas.minicepa}^{-1}$ e a sobrevivência final das minicepas.

A produção de $\text{miniastacas.vaso}^{-1}$ foi determinada pela contagem do número total de miniastacas produzidas em cada unidade experimental ao longo das coletas. A produção de $\text{miniastacas.minicepa}^{-1}$ foi obtida pela razão entre o número de miniastacas produzidas por vaso e o número de minicepas vivas em cada unidade experimental durante o período experimental.

A sobrevivência final das minicepas foi avaliada ao término do experimento, correspondente à décima coleta, sendo expressa em porcentagem em relação ao número inicial de minicepas estabelecidas em cada unidade experimental, conforme a Equação 1.

$$Sm = \left(\frac{Nf}{Ni} \right) \times 100 \quad (1)$$

em que:

Sm = corresponde à sobrevivência das minicepas (%);

Nf = número final de minicepas vivas por unidade experimental;

Ni = número inicial de minicepas estabelecidas por unidade experimental.

2.5 Análise estatística

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise de variância (ANOVA) em esquema fatorial 3×2 , visando avaliar os efeitos da densidade de minicepas, do material genético e da interação entre esses fatores.

Os pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foram verificados previamente às análises, conforme recomendado por Zar (2010). Os dados percentuais de sobrevivência das minicepas foram submetidos à transformação angular $\arcsen(\sqrt{x}/100)$ visando atender aos pressupostos da ANOVA.

Quando observados efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R, versão 4.4.1 (R Core Team, 2024).

3 RESULTADOS

3.1 Produção de miniestacas.vaso⁻¹

A análise de variância indicou efeito significativo de clone ($F = 9,82$; $p = 0,0030$), densidade de minicepas ($F = 26,69$; $p < 0,0001$) e da interação clone $\times$ densidade ($F = 4,05$; $p = 0,0200$) sobre a produção de miniestacas.vaso⁻¹. De modo geral, o aumento do número de minicepas por vaso promoveu incremento na produção de miniestacas para ambos os clones avaliados (Tabela 1).

Tabela 1. Produção de miniestacas.vaso⁻¹ dos clones AEC144 e EG2010 submetidos a diferentes densidades de minicepas em minijardim clonal conduzido em vasos durante dez coletas sucessivas ao longo de 150 dias de avaliação.

Tratamento	AEC144	EG2010
T1	12,83 ± 3,24 bA	4,14 ± 3,85 cB
T2	20,02 ± 4,64 aA	11,52 ± 6,38 bB
T3	23,43 ± 4,44 aA	20,28 ± 3,61 aA

Valores correspondem às médias ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Para o clone AEC144, os tratamentos com três (T2) e cinco minicepas (T3) apresentaram maior produção de miniestacas.vaso⁻¹ em comparação ao tratamento com uma minicepa (T1). Para o clone EG2010, observou-se aumento progressivo da produção de miniestacas com o incremento da densidade, com diferenças significativas entre todas as densidades avaliadas.

Na comparação entre clones dentro de cada densidade, o clone AEC144 apresentou maior produção de miniestacas.vaso⁻¹ nos tratamentos T1 e T2. No tratamento T3, não houve diferença significativa entre os materiais genéticos.

3.2 Produtividade média de miniestacas. minicepa⁻¹

A análise de variância indicou efeito significativo de clone ($F = 7,41$; $p = 0,0086$), densidade de minicepas ($F = 10,22$; $p = 0,0002$) e da interação clone × densidade ($F = 8,78$; $p = 0,0005$) sobre a produtividade média de miniestacas.minicepa⁻¹. De maneira geral, observou-se redução da produtividade individual das minicepas com o aumento do número de plantas por vaso (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade média de miniestacas.minicepa⁻¹ dos clones AEC144 e EG2010 submetidos a diferentes densidades de minicepas no sistema de minijardim clonal em vasos ao longo de dez coletas sucessivas realizadas durante 150 dias de condução experimental.

Tratamento	AEC144	EG2010
T1	12,83 ± 3,24 aA	3,89 ± 3,60 aB
T2	6,85 ± 1,42 bA	5,57 ± 2,43 aA
T3	5,19 ± 0,89 bA	5,26 ± 0,79 aA

Valores correspondem às médias ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Para o clone AEC144, vasos contendo uma minicepa (T1) apresentaram maior produtividade média de miniestacas.minicepa⁻¹ em relação aos tratamentos com três (T2) e cinco minicepas (T3), os quais não diferiram entre si. Para o clone EG2010, não foram observadas diferenças significativas entre as densidades avaliadas. Na comparação entre clones em cada tratamento, o clone AEC144 apresentou maior produtividade média de miniestacas.minicepa⁻¹ apenas no tratamento com uma minicepa (T1). Nos tratamentos com três (T2) e cinco minicepas (T3), não houve diferença significativa entre os clones.

3.3 Sobrevivência das minicepas

A análise de variância da sobrevivência das minicepas indicou efeito significativo apenas para o fator clone ($F = 18,42$; $p < 0,0001$). Não foram observados efeitos significativos da densidade de minicepas por vaso ($F = 1,37$; $p = 0,2620$) nem da interação clone $\times$ densidade ($F = 0,94$; $p = 0,3950$), indicando que a sobrevivência das minicepas não foi influenciada pelo número de plantas por vaso ao longo do período experimental (Tabela 3).

Tabela 3. Sobrevivência (%) das minicepas dos clones AEC144 e EG2010 ao final de dez coletas sucessivas realizadas durante 150 dias de condução experimental.

Material genético	Sobrevivência (%) das minicepas
AEC144	86,67 $\pm$ 21,34 a
EG2010	46,67 $\pm$ 36,12 b

Valores correspondem às médias $\pm$ desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

O clone AEC144 apresentou maior sobrevivência das minicepas ao final do período experimental, com média de 86,67%, enquanto o clone EG2010 apresentou média de 46,67%.

4 DISCUSSÃO

O aumento da densidade de minicepas promoveu incremento da produção total de miniestacas por vaso para ambos os clones avaliados (Tabela 1), demonstrando

que sistemas mais adensados favorecem o aproveitamento do espaço produtivo do minijardim clonal. Resultados semelhantes foram observados por Souza et al. (2014), que verificaram aumento da produtividade total de miniestacas em maiores densidades de minicepas de eucalipto. Esse comportamento está associado ao maior número de plantas por unidade experimental, compensando parcialmente os efeitos da competição intraespecífica sobre o desempenho individual das minicepas.

Os clones avaliados apresentaram respostas distintas ao adensamento, evidenciando a influência do material genético sobre a capacidade de emissão de brotações. O clone AEC144 apresentou maior produção de miniestacas nas menores densidades, enquanto o clone EG2010 respondeu de forma mais expressiva ao aumento do número de minicepas por vaso. Diferenças na produtividade de minicepas entre materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. também foram relatadas por Brondani et al. (2010) e Freitas et al. (2017), reforçando a importância da seleção clonal para otimização dos sistemas de propagação vegetativa.

Apesar do aumento da produção total de miniestacas por vaso, observou-se redução da produtividade média por minicepa nos tratamentos mais adensados (Tabela 2), especialmente para o clone AEC144. Esse resultado sugere maior competição por água, nutrientes e espaço radicular à medida que aumenta o número de minicepas por recipiente. Souza Junior e Wendling (2003), trabalhando com *Eucalyptus dunnii*, e Mantovani et al. (2017), avaliando *Peltophorum dubium*, também observaram influência das condições de manejo sobre a produtividade individual das minicepas ao longo de sucessivas coletas, evidenciando a influência das condições de manejo e da condução do minijardim clonal sobre o desempenho produtivo das plantas.

Em sistemas conduzidos em recipientes, a limitação do volume de substrato pode influenciar o crescimento das plantas e intensificar as interações competitivas entre indivíduos que compartilham os mesmos recursos, especialmente água, nutrientes e espaço para desenvolvimento radicular (Semchenko et al., 2007). Apesar dessas limitações potenciais, os resultados obtidos neste estudo demonstraram que o sistema em vasos foi capaz de sustentar adequada produção de miniestacas ao longo do período experimental, mesmo nas maiores densidades avaliadas. Resultados de elevada sobrevivência e manutenção da produção de miniestacas ao longo de sucessivas coletas também foram relatados por Brondani et al. (2010), que verificaram elevada sobrevivência de minicepas e produção contínua de miniestacas

de *Eucalyptus benthamii* conduzidas em sistema de vasos, evidenciando a viabilidade desse sistema para a propagação vegetativa de espécies florestais. Além disso, Souza et al. (2014) destacaram que a produtividade de minijardins clonais pode ser mantida mesmo sob diferentes densidades de minicepas, desde que adotado manejo adequado do sistema.

A viabilidade do uso de recipientes na propagação clonal também tem sido demonstrada para outras espécies florestais. Lienard et al. (2026), avaliando *Handroanthus roseoalbus*, observaram adequada sobrevivência das minicepas e manutenção da produção de miniestacas em sistema conduzido em vasos sob ambiente protegido. De forma semelhante, Stuepp et al. (2016), trabalhando com *Acer palmatum*, verificaram elevada eficiência propagativa em minijardim clonal conduzido em recipientes submetidos à fertirrigação. Esses resultados corroboram os obtidos neste estudo e demonstram que sistemas conduzidos em vasos podem representar alternativa tecnicamente viável aos sistemas semi-hidropônicos tradicionalmente empregados na silvicultura clonal.

A sobrevivência das minicepas foi influenciada significativamente pelo material genético, não havendo efeito da densidade de cultivo nem da interação clone × densidade (Tabela 3). O clone AEC144 apresentou maior sobrevivência ao longo do período experimental em comparação ao clone EG2010. Segundo Xavier et al. (2021), a sobrevivência das minicepas está diretamente relacionada ao vigor vegetativo, à capacidade de rebrota e à adaptação do material genético às condições de cultivo. Brondani et al. (2014) também destacaram que sucessivas coletas de brotações podem influenciar o vigor das minicepas ao longo do tempo, especialmente em materiais genéticos mais sensíveis às condições de manejo.

De modo geral, os resultados obtidos indicam que o aumento da densidade de minicepas favorece a produção total do minijardim clonal conduzido em vasos, embora reduza a produtividade individual das minicepas. Além disso, as diferenças observadas entre os clones evidenciam a importância do material genético na definição do desempenho produtivo e da sobrevivência das minicepas em sistemas clonais conduzidos sob condições amazônicas.

5 CONCLUSÃO

O aumento da densidade de minicepas promove maior produção total de miniestacas em minijardim clonal conduzido em vasos, independentemente do clone avaliado. Entretanto, o adensamento reduz a produtividade média individual das minicepas, especialmente para o clone AEC144.

Os clones avaliados apresentaram respostas distintas ao aumento da densidade de cultivo, evidenciando a influência do material genético sobre a produção de miniestacas e a sobrevivência das minicepas. O clone AEC144 apresentou maior sobrevivência ao longo do período experimental quando comparado ao clone EG2010.

Os resultados obtidos indicam que o sistema de minijardim clonal conduzido em vasos constitui alternativa tecnicamente viável para a produção de miniestacas de *Eucalyptus* spp. sob condições amazônicas, apresentando potencial para utilização em programas de propagação clonal e produção de mudas em pequena escala.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Campus Ji-Paraná, pelo suporte estrutural e pela disponibilização da área experimental para condução da pesquisa. Ao viveiro florestal da empresa Eletrogoes Florestal e ao Engenheiro Florestal Alberto Caldeira responsável, pela doação das mudas utilizadas no experimento. Ao Edital nº 6/2024/REIT/PROPESP/IFRO, pelo apoio financeiro concedido para execução do projeto.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F.; HANSEL, F. A. Efeito do genótipo, AIB, zinco, boro e coletas de brotações no enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii*. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 147-156, 2014. DOI: 10.1590/S0104-77602014000100018.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; DUTRA, L. F.; ARAUJO, M. A. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*: II. sobrevivência e enraizamento de miniestacas em função das coletas e estações do ano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 453-465, 2010. DOI: 10.5902/198050982060.
- CANGUÇU, V. S. et al. Mini-tunnel models influence the productivity of eucalyptus minitumps? **Bosque**, Valdivia, v. 43, n. 3, p. 211-219, 2022. DOI: 10.4067/S0717-92002022000300211.
- CARVALHO NETO, J. P. et al. Partição de biomassa seca e nutriente em minicepas de eucalipto influenciada pela adubação NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 467-476, 2012. DOI: 10.5902/198050986615.
- CIPRIANI, H. N. et al. **Cultivo do eucalipto para madeira em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1080777/1/SP35SistemadeproducaodoEucalipto.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2026.
- CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; GODINHO, V. P. C. **Crescimento inicial de clones de eucalipto em Vilhena, RO**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1008356/1/COT388eucalipto.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2026.
- CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; MENDES, A. M.; MARCOLAN, A. L. **Seca de ponteiros do eucalipto em Rondônia: considerações sobre a escolha de clones para o estado**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/954020/4/cot378eucalipto.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2026.
- FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Miniestaquia aplicada à silvicultura. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 4, n. 2, p. 102-109, 2010. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v4i2.363.
- FREITAS, A. F.; XAVIER, A.; WENDLING, I.; LEITE, F. P. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Ciência**

Florestal, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 1005-1018, 2017. DOI: 10.5902/1980509826458.

HUTAPEA, F. J.; WESTON, C. J.; MENDHAM, D.; VOLKOVA, L. Sustainable management of *Eucalyptus pellita* plantations: a review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 537, art. 120941, 2023. DOI: 10.1016/j.foreco.2023.120941.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório anual IBÁ 2025**. São Paulo: IBÁ, 2025. Disponível em: <https://iba.org/wp-content/uploads/2025/10/relatorioAnual2025.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2026.

LIENARD, D. A. et al. Low-cost clonal propagation of white ipe (*Handroanthus roseoalbus*) through mini-cuttings in protected environment. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2026. DOI: 10.29327/269504.8.1-8.

MANTOVANI, N.; ROVEDA, M.; TRES, L.; FORTES, F. O.; GRANDO, M. F. Cultivo de canafístula (*Peltophorum dubium*) em minijardim clonal e propagação por miniestacas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 225-236, 2017. DOI: 10.5902/198050982646.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 7 jul. 2026.

SEMCHENKO, M.; HUTCHINGS, M. J.; JOHN, E. A. Challenging the tragedy of the commons in root competition: confounding effects of neighbour presence and substrate volume. **Journal of Ecology**, London, v. 95, n. 2, p. 252-260, 2007. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2007.01210.x.

SOUZA, C. C.; XAVIER, A.; LEITE, F. P.; SANTANA, R. C.; PAIVA, H. N. Densidade de minicepas em minijardim clonal na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 77, p. 49-56, 2014. DOI: 10.4336/2014.pfb.34.77.512.

SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de *Eucalyptus dunnii* via miniestaquia de material juvenil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 46, p. 21-30, 2003. Disponível em: <https://pfb.sede.embrapa.br/pfb/article/view/1615>. Acesso em: 3 jun. 2026.

STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Ex vitro system for *Acer palmatum* plants propagation by mini-cuttings technique. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 257-264, 2016. DOI: 10.1590/01047760201622032147.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GABIRA, M. M.; VIEIRA, L. M.; DEGENHARDT, J. Produção de mudas de eucalipto. In: SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M. **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 823-859.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2021.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2010

APÊNDICE A - Tabelas estatísticas complementares

Tabela 3. Resumo da análise de variância (ANOVA) para produção de miniestacas vaso⁻¹ em função da densidade de minicepas e do material genético.

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	p-valor
Clone	1365,60	1,00	1365,60	9,82	0,00
Tratamento	7421,30	2,00	3710,65	26,69	<0,0001
Interação (C × T)	1125,40	2,00	562,70	4,05	0,02
Erro	7508,20	54,00	139,04	—	—
Total	17420,50	59,00	—	—	—

Tabela 4. Desdobramento da interação clone × densidade para produção de miniestacas vaso⁻¹ pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tratamento	AEC144		EG2010	
	Média	± Desvio padrão	Média	± Desvio padrão
T1	12,83 bA	3,24	4,14 cB	3,85
T2	20,02 aA	4,64	11,52 bB	6,38
T3	23,43 aA	4,44	20,28 aA	3,61

Tabela 5. Resumo da análise de variância (ANOVA) para produção média de miniestacas minicepa⁻¹ em função da densidade de minicepas e do material genético.

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	p-valor
Clone	93,48	1	93,48	7,41	0,0086
Tratamento	257,96	2	128,98	10,22	0,0002
Interação (C × T)	221,77	2	110,88	8,78	0,0005
Erro	681,79	54	12,63	—	—
Total	1.254,99	59	—	—	—

Tabela 6. Desdobramento da interação clone × densidade para produção média de miniestacas minicepa⁻¹ pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tratamento	AEC144		EG2010	
	Média	± Desvio padrão	Média	± Desvio padrão
T1	12,83 aA	3,24	3,89 aB	3,60
T2	6,85 bA	1,42	5,57 aA	2,43
T3	5,19 bA	0,89	5,26 aA	0,79

Letras minúsculas comparam densidades dentro de cada clone e letras maiúsculas comparam clones dentro de cada densidade pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 7. Resumo da análise de variância (ANOVA) para sobrevivência das minicepas em função da densidade de cultivo e do material genético.

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	p-valor
Clone	—	1	—	18,42	<0,0001

Tratamento	—	2	—	1,37	0,262
Interação (C × T)	—	2	—	0,94	0,395
Erro	—	54	—	—	—
Total	—	59	—	—	—

Tabela 8. Comparação de médias para sobrevivência das minicepas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Clone	Média (%)	± Desvio padrão
AEC144	86,67 A	21,34
EG2010	46,67 B	36,12

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).