



**LUIZA MOTA E SOUZA**

**ADUBAÇÃO NA FASE DE CRESCIMENTO DE MUDAS  
CLONAIIS DE EUCALIPTO**

**LAVRAS - MG  
2021**

**LUIZA MOTA E SOUZA**

**ADUBAÇÃO NA FASE DE CRESCIMENTO DE MUDAS CLONAIIS DE  
EUCALIPTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia  
Florestal, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo  
Orientador  
Me. Rodolfo Soares de Almeida  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2021**

**LUIZA MOTA E SOUZA**

**ADUBAÇÃO NA FASE DE CRESCIMENTO DE MUDAS CLONAIIS DE  
EUCALIPTO  
FERTILIZATION IN THE GROWTH PHASE OF CLONAL EUCALYPTUS  
SEEDLINGS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia  
Florestal, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 25 de novembro de 2021  
Dr. Lucas Amaral de Melo  
Me. Rodolfo Soares de Almeida  
Juscelina Arcanjo dos Santos

**LAVRAS - MG  
2021**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus por ter me dado saúde, força e paciência para superar os desafios e pelas oportunidades oferecidas.

Aos meus pais, Luiz e Silvania, agradeço pelo amor e apoio incondicionais. Por todas as renúncias em prol de um futuro melhor para nossa família, por terem sempre acreditado nas minhas vontades e conquistas e por todos os valores ensinados, nada seria sem vocês.

Ao meu irmão e melhor amigo, Gabriel, agradeço por ser minha inspiração de ser humano, pelo incentivo, carinho, paciência e parceria em todos os momentos.

Aos amigos que a graduação me proporcionou, em especial, Letícia, Allan e família, Andressa, Nicolas, João Victor, Vinícius e Luiz, por todo aprendizado compartilhado, além da amizade, paciência e dos momentos de alegrias e tristezas, que levo para a vida toda.

Às grandes amigas e parceiras da vida, Elloís, Isadora, Juana e Marina, por sempre estarem ao meu lado, acreditando e me incentivando em todos os momentos.

Às irmãs e companheiras da República *Poucas & Boas*, pelos momentos e memoráveis alegrias compartilhadas ao longo da graduação; não tenho palavras para agradecer, vocês são parte de mim.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, pela formação proporcionada, e a todos de seu corpo docente, que de alguma forma contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu orientador, Lucas Amaral de Melo e meu coorientador Rodolfo Soares de Almeida, não só pela constante orientação neste trabalho, mas, sobretudo pela convivência em minha trajetória acadêmica e, principalmente, pelo apoio, amizade, compreensão, e dos inúmeros e valiosos conselhos para a construção do conhecimento que levo para a vida.

Ao Núcleo de Estudos em Silvicultura, à Terra Júnior e à JEMA Reflorestamento agradeço por terem me dado a oportunidade de me descobrir engenheira florestal, além de todo o conhecimento compartilhado e amizades formadas.

À empresa Eucatex, especialmente Júlio, Marcos, Claudinei, Jonas, Tainara, Olavo, Alexandre, Lucas, Fernanda e Naiara pelo desenvolvimento deste trabalho, por todo apoio e confiança depositada em mim nesta fase; aqui formei uma grande família.

E, finalmente, a todos que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de parte do que sou. Muito Obrigada!

## RESUMO

Atualmente, sabe-se que o cultivo de eucalipto apresenta grande relevância no setor florestal brasileiro. Com a alta demanda de florestas cada vez mais produtivas, faz-se necessária a utilização de mudas com qualidade e boa sobrevivência em campo. Assim, diversos estudos voltados ao aperfeiçoamento das operações na produção de mudas em viveiro florestal são desenvolvidos. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo testar, durante o processo de produção de mudas clonais em viveiro florestal comercial, como diferentes tipos de adubação, promovidas na fase de pleno sol, podem causar diferença no desenvolvimento de mudas de eucalipto. Buscou-se também entender como as mudas se comportam durante essa fase e se ao final do processo produtivo elas têm a qualidade esperada para o plantio. Para alcançar os objetivos almejados, esta pesquisa foi realizada no viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, onde foram utilizadas mudas do clone A217, híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, advindas do processo produtivo da empresa. Distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, os oito tratamentos foram implementados durante a fase de produção a pleno sol, contendo 530 mudas por tratamento. Em cada tratamento, as mudas foram submetidas a diferentes tipos de adubações, constando a aplicação do adubo base de crescimento 1, adubo base de crescimento 2 e suas combinações com fertiactyl e fosfato monoamônico (MAP). Para a obtenção dos resultados as mudas foram avaliadas aos 30 e 45 dias, após início das adubações. Aos 30 dias foram avaliadas a altura e o vigor do sistema radicular das mudas presentes na terceira linha da vertical e classificada a quarta muda dessa linha. Aos 45 dias foram mensuradas a altura, o diâmetro do colo e o vigor do sistema radicular. Em ambas as avaliações foram anotadas as possíveis não conformidades com o padrão de qualidade empregados pela empresa. Foi possível verificar que houve diferença no desenvolvimento das mudas na fase de pleno sol, com base na adubação, sendo possível dizer que somente a utilização do tratamento com adubação base de crescimento 1 é suficiente para proporcionar o desenvolvimento das mudas, atendendo às expectativas e aos padrões de qualidade da empresa.

**Palavras-chave:** Produção de mudas. Miniestaquia. Fertilização. Qualidade.

## ABSTRACT

Currently, it is known that the cultivation of eucalyptus has great relevance in the Brazilian forest sector. With the high demand for increasingly productive forests, it is necessary to use seedlings with quality and good survival in the field. Thus, several studies aimed at improving operations in the production of seedlings in a forest nursery are developed. In this regard, this work aimed to test, during the production process of clonal seedlings in a commercial forestry nursery, how different types of fertilization, promoted in the full sun phase, can cause a difference in the development of eucalyptus seedlings. It was also sought to understand how the seedlings behave during this phase and whether at the end of the production process they have the expected quality for planting. To achieve the desired objectives, this research was carried out in the seedling production nursery of the Eucatex company, where seedlings of clone A217, a hybrid of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, from the company's production process, were used. Distributed in a completely randomized design, the eight treatments were implemented during the production phase in full sun, containing 530 seedlings per treatment. In each treatment, the seedlings were subjected to different types of fertilization, consisting of the application of base growth fertilizer 1, base growth fertilizer 2 and their combinations with fertiactyl and monoammonium phosphate (MAP). To obtain the results, the seedlings were evaluated at 30 and 45 days, after the beginning of fertilization. At 30 days, the height and vigor of the root system of the seedlings present in the third vertical line were evaluated, and the fourth seedling of this line was classified. At 45 days, height, collar diameter and root system vigor were measured. In both assessments, possible non-conformities with the quality standard employed by the company were noted. It was possible to verify that there was a difference in the development of the seedlings in the full sun phase, based on fertilization, and it is possible to say that only the use of the treatment with 1 growth base fertilization is sufficient to provide the development of the seedlings, meeting expectations and company's quality standards.

**Keywords:** Production of seedlings. Minicutting. Fertilization. Quality.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma geral da técnica de miniestaquia de eucalipto .....	12
Figura 2 - Fluxograma geral do processo de produção de mudas clonais de eucalipto por miniestaquia da empresa Eucatex.....	20
Figura 3 - Distribuição dos tubetes na bandeja e croqui da avaliação de 30 dias, que consiste na avaliação da terceira linha na vertical, da direita para esquerda, e classificação da quarta muda desta linha nos parâmetros de vigor e não conformidades .....	22
Figura 4 - Parâmetros utilizados na avaliação de vigor de mudas de eucalipto do clone A217, no viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex. A) Vigor 1; B) Vigor 2; C) Vigor 3.....	23
Figura 5 - Altura de mudas de eucalipto do clone A217, advindas do viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, aos 30 dias após o início das adubações, em função da aplicação de diferentes tipos de adubações .....	25
Figura 6 - Altura de mudas de eucalipto do clone A217, advindas do viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, aos 45 dias após o início das adubações, em função da aplicação de diferentes tipos de adubações. ....	25
Figura 7 - Diâmetro de colo de mudas de eucalipto do clone A217, advindas do viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, aos 45 dias após o início das adubações, em função da aplicação de diferentes tipos de adubações.....	26
Figura 8 - Porcentagem de mudas de eucalipto do clone A217 nos vigores: 1- mudas com poucas ou quase nenhuma raiz ativa; 2 - mudas com presença de algumas raízes ativas; 3 - mudas com grande parte do torrão, com raízes ativas. Avaliadas aos 30 dias após o início das adubações .....	27
Figura 9 - Porcentagem de mudas de eucalipto do clone A217 nos vigores: 1- mudas com poucas ou quase nenhuma raiz ativa; 2 - mudas com presença de algumas raízes ativas; 3 - mudas com grande parte do torrão, com raízes ativas. Avaliadas aos 45 dias após o início das adubações .....	28
Figura 10 - Porcentagem de mudas de eucalipto do clone A217 que apresentam não conformidade no que se refere a consistência do torrão, avaliadas aos 30 e 45 dias após o início das adubações .....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das adubações base de crescimento 1 e 2, utilizadas no viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex. ....	21
Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento com mudas de eucalipto do clone A217 advindas do viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, na fase de pleno sol.....	21
Tabela 3 - Resultados das análises de variância dos parâmetros altura (30 dias), altura (45 dias) e diâmetro do colo (45 dias) .....	24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Gênero <i>Eucalyptus</i> .....	10
2.2 Produção de mudas de <i>Eucalyptus</i> .....	11
2.2.1 Etapas de manejo das mudas de eucalipto.....	12
2.2.2 Nutrição e qualidade de muda .....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 Local e época.....	19
3.2 Produção de mudas.....	19
3.3 Insumos e condução do projeto .....	20
3.4 Avaliações e análises de dados do experimento.....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas popularmente conhecidas como eucalipto são de um grande grupo de espécies que juntas formam o gênero *Eucalyptus* (FLORES *et al.*, 2016). Altamente difundido no Brasil e por apresentar grande relevância no setor florestal, o gênero possui diversos estudos voltados ao aperfeiçoamento da sua utilização.

Atualmente, o setor brasileiro de árvores plantadas é considerado o mais produtivo do mundo. Em 2019, o Brasil apresentou 6,97 milhões de hectares em área plantada do gênero, com uma produtividade média de 35,3 m<sup>3</sup>/ha ao ano, nos plantios de eucalipto (IBÁ, 2020).

De acordo com Cruz *et al.* (2004), um dos principais fatores considerados para se obter florestas de alto padrão é a qualidade das mudas utilizadas no plantio, as quais devem ser bem desenvolvidas, vigorosas, resistentes ao estresse do transplante e livre de pragas e doenças. Atualmente, grande parte da produção comercial de mudas de eucalipto utiliza técnicas de clonagem e propagação vegetativa, gerando indivíduos geneticamente idênticos à planta-mãe (FERRARI *et al.*, 2004). Assim, para se obter mudas com qualidade e que sobrevivam em campo, o processo de produção em viveiro deve proporcionar todas as condições para que elas se desenvolvam corretamente e, ao final do ciclo de produção, estejam aptas para o plantio.

Com isso, a nutrição mineral se mostra um fator limitante e que afeta diretamente o desenvolvimento e a qualidade de mudas (CARNEIRO, 1995), assumindo grande importância em mudas de eucalipto, principalmente quando se visa à utilização mais adequada dos fertilizantes em função das exigências nutricionais dos clones (SGARBI *et al.*, 1997).

Mesmo quando a nutrição das mudas promove balanços desproporcionais de nutrientes, elas tendem a serem menos resistentes a fatores de estresse em campo (GOMES, 2001). Assim, é de grande importância que alternativas sejam testadas, a fim de promover melhores cenários de desenvolvimento para as mudas e melhores condições de sobrevivência em campo.

Como descrevem Ciavatta *et al.* (2014), o manejo de fertilização dos viveiros florestais pode sofrer alterações de acordo com a fase de desenvolvimento das mudas e a época do ano. E no que se refere às fases de desenvolvimento, elas se classificam em adubação de crescimento e adubação de rustificação. Devido ao aumento das exigências

nutricionais por parte das mudas, a alteração no manejo das fertilizações se faz necessário e de grande importância, principalmente na fase a pleno sol, onde as mudas estão finalizando seu ciclo de desenvolvimento.

Assim, apesar de tanta tecnologia e investimento na área, ainda é um grande desafio desenvolver e conduzir clones de alto rendimento em um viveiro florestal. Dessa forma, o objetivo do atual trabalho é testar, durante o processo de produção de mudas clonais em viveiro florestal comercial, como diferentes tipos de adubação, promovidas na fase de pleno sol, podem causar diferença no desenvolvimento de mudas de eucalipto.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Gênero *Eucalyptus*

O eucalipto é uma espécie arbórea pertencente à família das Mirtáceas e nativa, principalmente da Austrália. São mais de 670 espécies conhecidas, apropriadas para cada finalidade de aplicação da madeira (VALVERDE, 2007).

A introdução do gênero *Eucalyptus*, no Brasil, ocorreu no início do século XIX, com evidências de que em 1825 as primeiras árvores teriam sido plantadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (PEREIRA *et al.*, 2000). Porém, seu cultivo em escala econômica, deu-se a partir de 1904 através do trabalho do agrônomo silvicultor Edmundo Navarro de Andrade, para atender a demanda da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. E a partir de 1965, com a lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento, sua área de plantio no Brasil aumentou de 500 mil para 3 milhões de hectares (VALVERDE, 2007).

Atualmente, considera-se que o setor brasileiro de árvores plantadas é o mais produtivo do mundo. Em 2019, o Brasil apresentou uma produtividade média de 35,3 m<sup>3</sup>/ha ao ano nos plantios de eucalipto e, no mesmo ano, a área total de árvores plantadas totalizou 9,0 milhões de hectares, representando um aumento de 2,4% em relação a 2018. Desse total, 77% é representada por cultivo de eucalipto, com 6,97 milhões de hectares (IBÁ, 2020).

Nesse sentido, o aumento do consumo de produtos florestais tem impulsionado o crescimento dos programas de reflorestamento e florestamento no Brasil com espécies de alta produtividade e ciclo de corte relativamente curto. Dentro desse contexto, em razão dos diversos produtos que as espécies do gênero *Eucalyptus* permitem obter, o gênero se

destaca como o mais cultivado no país (SCHUMACHER; VIERA, 2016). Assim, de acordo com Foelkel (2005), o crescimento bem sucedido da eucaliptocultura brasileira foi impulsionado pelo uso, por exemplo, da biomassa combustível (lenha e carvão) e, depois, pela fabricação de celulose e papel.

Comprovada a relevância do setor no cenário brasileiro, é imprescindível que novos estudos acerca da eucaliptocultura sejam desenvolvidos, suprindo cada vez mais a falta de dados silviculturais sobre as espécies do gênero e assim proporcionando melhores e mais produtivos resultados.

## **2.2 Produção de mudas de *Eucalyptus***

Segundo Cruz *et al.* (2004), para se obter florestas de alto padrão vários fatores devem ser considerados, sendo um dos principais a qualidade das mudas utilizadas no plantio, apresentando-se bem desenvolvidas, vigorosas, resistentes ao estresse do transplante e livre de pragas e doenças, assegurando boa adaptação e crescimento após o plantio.

Atualmente, grande parte da produção comercial de mudas de eucalipto utiliza técnicas de clonagem e propagação vegetativa. Estas consistem em multiplicar assexuadamente partes de plantas (células, tecidos, órgãos ou propágulos), de modo a gerar indivíduos geneticamente idênticos à planta-mãe (FERRARI *et al.*, 2004).

Xavier e Comércio (1996) destacam que a propagação vegetativa permite melhorias na produtividade e qualidade das florestas, garantindo vantagens como: uniformidades dos povoamentos, melhor adaptação dos clones às condições locais e aumento na produtividade. Assim como proporciona maiores ganhos dentro de uma geração de seleção, uma multiplicação de indivíduos resistentes a pragas e doenças e também a melhora na qualidade da madeira e seus produtos.

Nesse sentido, na década de 1970, surgiu a estaquia, técnica de propagação vegetativa que visa suprir problemas com enraizamento de mudas. Essa técnica promove o enraizamento de partes da planta, podendo ser ramos, raízes e folhas (PAIVA; GOMES, 1995). Porém, na metade da década de 1990, surge uma variação da estaquia, a miniestaquia.

Essa variação, a miniestaquia, possui algumas vantagens em relação aos demais métodos, podendo citar: maior viabilidade econômica, com consequente aumento do rendimento operacional; otimização da área de jardim clonal; maior grau de juvenilidade e

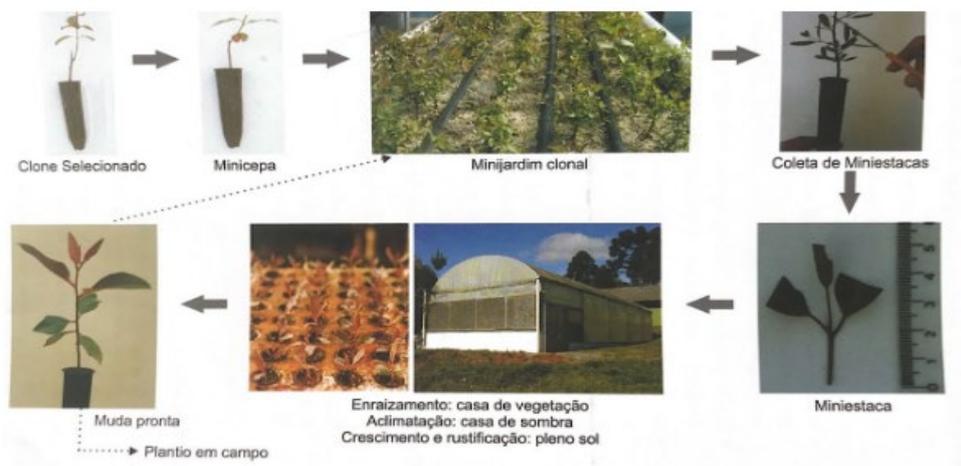
de enraizamento e menor exposição das estacas a doenças (HIGASHI; GONÇALVES, 2000). Sendo assim, por apresentar características almejadas na produção de mudas, a técnica é altamente utilizada nos viveiros florestais para fins comerciais.

Dessa forma, para garantir mudas de qualidade, inúmeros fatores devem ser levados em consideração. Assim, a escolha da técnica de produção das mudas, a escolha do local de instalação dos viveiros, infraestrutura do local para elas crescerem e se desenvolverem e os cuidados com seu manejo nesse período são fundamentais (CALDEIRA *et al.*, 2016).

### 2.2.1 Manejo de mudas de eucalipto no viveiro

Como descrito por Melo (2009), a produção de mudas através da miniestaquia pode ser dividida nas seguintes fases: produção de brotos em minijardim clonal, indução do enraizamento adventício em casa de vegetação climatizada, aclimatação à sombra, crescimento e rustificação.

Figura 1 - Fluxograma geral da técnica de miniestaquia de eucalipto.



Fonte: Wendling e Dutra (2017, p.73).

O processo de produção de mudas por miniestaquia se inicia na quebra da dominância apical através da poda do ápice da brotação da estaca enraizada. Assim, a parte basal da brotação da estaca podada constitui uma minicepa, que fornecerá as brotações (miniastacas) para a formação de futuras mudas. O conjunto de minicepas forma um minijardim clonal (WENDLING; DUTRA, 2017).

O minijardim clonal pode ser implantado em tubetes, vasos, sistema semi-

hidropônico em areia (canaletão) ou bandejas. O sistema mais indicado é o semi-hidropônico em canaletões, apresentando maior produtividade, qualidade dos brotos e facilidade de manejo (PENTEADO JUNIOR; GOULART, 2019).

Quanto à coleta de miniestacas, Wendling e Dutra (2017) afirmam que ela deve ser realizada de forma seletiva e em períodos definidos, conforme o vigor das brotações, priorizando a coleta de todas as miniestacas que tenham, no mínimo, 3 centímetros de comprimento, contendo de um a três pares de folhas e estejam cortadas ao meio. Porém, Alfenas *et al.* (2009) afirma que esse processo, quando acontece sem a redução foliar das miniestacas, pode favorecer o enraizamento, porque, além de evitar a entrada de possíveis patógenos pelos ferimentos nas folhas, é fonte de fotoassimilados e fitohormônios, responsáveis pela diferenciação celular meristemática (ALMEIDA *et al.*, 2020; ALFENAS *et al.*, 2009)

Ainda seguindo as recomendações de Wendling e Dutra (2017), após coletadas, as miniestacas devem ser acondicionadas em recipientes com água, para que possam chegar ao local de enraizamento em perfeitas condições de turgidez. O período entre a confecção e o estaqueamento das miniestacas no substrato tem como recomendação períodos inferiores a 15 minutos, devendo ser o mais reduzido possível para que as condições das miniestacas sejam mantidas.

A partir desse momento, fatores que se relacionam ao tipo de substrato e recipiente utilizados, necessitam de atenção. Isso decorre do fato de que esses fatores condicionam de forma limitante os padrões de qualidade e acompanharão todo o processo da formação da muda. Desse modo, a obtenção de mudas de boa qualidade exige a utilização de substrato que forneça os nutrientes necessários ao pleno desenvolvimento da planta (CECONI *et al.*, 2007). Seguindo essa mesma linha de pensamento, Gonçalves (1981) enfatiza que as funções básicas de um substrato são: capacidade de firmar as estacas, redução de umidade e aeração.

No que diz respeito a sua escolha, Peixoto (2017) afirma que o substrato deve apresentar determinadas características que podem facilitar e aumentar o sucesso do processo. Assim, para sustentar as estacas o meio deve ser suficientemente firme e denso e o material deve reter água de forma satisfatória para as espécies submetidas à propagação. Para evitar excesso de encharcamento ele deve ser suficientemente poroso e o meio deve ser livre de sementes de espécies invasoras, de nematóides e de diversos patógenos. Assim como deve ser passível e tolerante à pasteurização ou a tratamentos químicos e, deve ainda, fornecer nutrição mineral adequada para as plantas que são mantidas por períodos

prolongados no substrato de propagação. Wendling e Dutra (2017) chamam a atenção ainda para fatores de ordem econômica que se referem a termos de custo, disponibilidade, qualidade e facilidade de manuseio.

Pensando em diversas atribuições que um substrato deve possuir, dificilmente se encontra um material isolado que contém todas as características desejadas para atender às condições para o ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas (SOUZA *et al.*, 1995). Por essa razão, a esses são adicionados outros materiais ou produtos, melhoradores de suas características físicas e/ou químicas, que integram a mistura e funcionam como condicionadores (SANTOS *et al.*, 2000).

Existe uma gama de compostos que podem ser utilizados para a formulação de substratos. Como Wendling e Dutra (2017) descreve, eles podem ser classificados em inertes, como vermiculita (nome comercial de produto a base de mica expandida), casca de arroz carbonizada, moinha de carvão vegetal e orgânico, como turfa, fibra de coco, esterco bovino, de aves e suínos, cascas de pinus ou eucaliptos, compostos derivados de resíduos orgânicos, etc. Sendo que cada um deles apresenta peculiaridades com relação aos teores de macro e micronutrientes disponíveis, condutividade elétrica, capacidade de retenção e disponibilização de água, compactação sob irrigação, granulometria, porosidade, etc. Porém, Delarmelina *et al.* (2014) diz que, de forma geral, as formulações dos substratos são pobres em nutrientes essenciais para o crescimento da planta, sendo a adubação mineral necessária para que as mudas se desenvolvam de maneira satisfatória.

Como afirmam McNabb *et al.* (2002) e Lindgren (2002) *apud* Silva *et al.* (2012), há anos no Brasil, em razão dos ganhos obtidos em produtividade e homogeneidade já comprovados, o sistema mais utilizado para produção de mudas de eucalipto é composto por tubete plástico e substrato orgânico, e as mudas são propagadas vegetativamente. À vista disso, na década de 70, iniciou-se a utilização de tubetes para produção de mudas. Devido às suas vantagens operacionais, econômicas e biológicas, seu uso foi amplamente difundido no Brasil para mudas de rápido crescimento com fins comerciais (JOSÉ *et al.*, 2005).

O uso de tubetes permitiu vantagens e melhorias em razão do melhor controle nutricional das mudas, proteção das raízes contra choques mecânicos e desidratação, assim como facilidade do manuseio no viveiro, transporte, distribuição das mudas e plantio (GOMES; PAIVA, 2004). Assim como possibilitou maior quantidade de mudas por área, automatização do sistema de produção e reutilização por um tempo maior que cinco anos (DAVIDE; FARIA, 2008).

Os tubetes de 55 cm<sup>3</sup> são os recipientes mais utilizados na produção de mudas de eucalipto, porque esses possuem estrias internas que conduzem as raízes, impedindo seu enovelamento. Entretanto, eles podem oferecer pouco espaço para o desenvolvimento radicular das mudas, causando o estrangulamento das raízes (DE FREITAS *et al.*, 2013). Assim, considerando as vantagens e desvantagens do sistema, ele ainda é considerado o mais viável na produção comercial de mudas de eucalipto.

Nesse sentido, é importante ressaltar que o uso do substrato nos recipientes requer cuidados essenciais para evitar que o composto tenha problemas de falta ou excesso de compactação, fator que influencia diretamente na drenagem e no desenvolvimento radicular das mudas (WENDLING; DUTRA, 2017). Assim, após as minicepas serem estaqueadas nos tubetes preenchidos de substrato, elas entram na fase de enraizamento e formação das mudas, as quais são direcionadas para a casa de vegetação climatizada.

Segundo Wendling e Dutra (2017), a casa de vegetação deve possuir alta umidade relativa do ar, sendo promovida por nebulizadores que fazem a irrigação e controlada por um *timer*, para que a aspersão da água se dê em intervalos de tempo pré-estabelecidos e possam deixar as folhas das estacas sempre úmidas. No que se refere à temperatura dentro da casa, existe uma grande variação de exigências das diferentes espécies do eucalipto, porém ela deve ser controlada e se manter constante. Já em relação ao tempo de permanência na casa, a média é que as estacas fiquem entre 20 e 45 dias, mas dependendo da região, época do ano e da espécie, esta média pode variar.

Um bom indício utilizado no mercado para definir a época de retirada das mudas da casa de vegetação é a presença de raízes saindo do fundo dos tubetes, porém pode ser uma tendência em superestimar o tempo de permanência na casa (FERREIRA *et al.*, 2004). Seguindo do processo de enraizamento em casa de vegetação, autores como Wendling e Dutra (2017) afirmam a necessidade de casa de sombra durante o processo de produção de mudas; utilizando sombreamento em torno de 50% e deixando as mudas na casa por volta de 10 a 15 dias.

Porém, essa fase não é uma regra a ser seguida e muitas vezes pode não ser executada. Assim, a otimização das operações em cada uma dessas fases contribui para o sucesso da produção de mudas (FERREIRA *et al.*, 2004). Sua utilização é mantida em produções comerciais de acordo com a necessidade de cada viveiro, refletindo diretamente as diferentes formas de adaptações dos processos utilizados para a produção de mudas. Fatores como disponibilidade de espaço, instalações adequadas, equipes disponíveis para transferência de mudas, minimização de custos e maximização de resultados, influenciam

diretamente na tomada de decisão de utilizar ou não a casa de sombra.

Dependendo da utilização ou não da casa de sombra, o próximo passo é a transferência das mudas que desenvolveram raízes para áreas de pleno sol, onde irão completar processos de crescimento e rustificação (CALDEIRA *et al.*, 2016).

A fase de crescimento tem como principal objetivo o desenvolvimento da parte aérea das plantas, oscilando de 20 a 30 dias, até que a muda atinja a altura padrão pré-estabelecida (ALFENAS *et al.*, 2004). Ainda sobre essa fase, Wendling *et al.* (2008) diz que devido à aceleração do metabolismo das mudas elas apresentam um aumento das necessidades nutricionais e de consumo de água. Assim como ocorre também o aumento na busca por luz solar, resultando na necessidade de modificações no manejo de densidade das mudas. No caso do uso de tubetes, deve-se adotar a intercalação das mudas, com ocupação de 50% da área de cada bandeja, permitindo melhor aeração entre elas, reduzindo o risco de contaminação com fungos fitopatogênicos, melhorando a irrigação e aplicação de adubos e possibilitando melhor insolação das mudas.

Já a fase de rustificação tem a função de preparar a muda fisiologicamente para o plantio nas primeiras semanas que o sucedem. Sendo de grande importância que elas tenham reserva nutricional disponível para o pronto crescimento e, ao mesmo tempo, sejam resistentes ao estresse provocado pelas atividades de plantio, como falta de água, retirada dos tubetes e transporte (ALFENAS *et al.*, 2004). Para minimizar esses problemas, algumas práticas de rustificação das mudas, envolvendo manejo do regime de água e adubação, são adotadas (WENDLING *et al.*, 2008). As mudas que não estiverem dentro dos padrões estabelecidos deverão regressar à fase de rustificação ou para a de crescimento, dependendo da necessidade (SILVA *et al.*, 2003).

Outro fator de grande relevância na produção de mudas é a irrigação. Wendling *et al.* (2017) enfatiza que tanto o excesso quanto a falta d'água podem comprometer qualquer uma das fases de formação das mudas. Desse modo, para cada etapa do processo existem diferentes sistemas e dosagens de irrigação, realizados com água de boa qualidade e isenta de qualquer tipo de patógeno ou excessivo teor de sais.

Assim, após as mudas passarem por todo o processo de produção, que dura em média de 90 a 100 dias, respeitando os limites estabelecidos em cada uma das etapas, espera-se obter mudas de alta qualidade e com maior índice de sobrevivência em campo.

### **2.2.2 Nutrição e qualidade de muda**

A nutrição de mudas desponta como um dos principais responsáveis pela obtenção de maior produtividade e qualidade, além de proporcionar maior economia no processo de sua produção (NEVES *et al.*, 1990). Em espécies florestais, a fertilização mineral afeta diretamente o desenvolvimento e qualidade de mudas, promovendo melhor formação do sistema radicular, permitindo melhor adaptação e, conseqüentemente, sobrevivência após o plantio no campo (CARNEIRO, 1995).

Do ponto de vista nutricional, para que durante a produção de mudas elas não venham a ter seu crescimento prejudicado pela falta ou desbalanço de nutrientes, é de extrema importância que as adubações sejam feitas de maneira adequada e equilibrada. Porém, ainda é um grande desafio se recomendar adubações específicas, em virtude da grande diversidade de espécies (SMARSI *et al.*, 2011). Mudas com balanços desproporcionais de nutrientes tendem a serem menos resistentes a fatores de estresse em campo, como, por exemplo, doenças, seca, excesso de umidade e geadas (GOMES, 2001).

Como Ciavatta *et al.* (2014) descrevem, o manejo de fertilização dos viveiros florestais pode sofrer alterações de acordo com a fase de desenvolvimento das mudas e a época do ano. No que se refere às fases de desenvolvimento, elas se classificam em adubação de crescimento e adubação de rustificação. A primeira visa o crescimento da muda, portanto, fornece nutrientes necessários para o acúmulo de biomassa aérea e radicular. Já a adubação de rustificação visa adaptar a muda às condições de campo, provocando pequenos estresses nutricionais. Seguindo essa linha de pensamento, Sgarbi *et al.* (1999) afirmam que a eficiência dessas adubações depende de fatores advindos das doses e fontes dos nutrientes utilizados, da capacidade catiônica e das características físicas do substrato.

Em trabalho desenvolvido por Carneiro (1995), o autor cita que fatores relacionados ao estado nutricional desempenham um importante papel no vigor das mudas. Além disso a manipulação dos níveis de fertilização contribui para a melhoria dos valores dos parâmetros de avaliação do padrão de qualidade delas. Sendo caracterizado ainda pelo mesmo autor que parâmetros como altura, diâmetro do colo e correlações entre eles, estão entre as características morfométricas mais utilizadas para determinar a qualidade das mudas florestais, bem como as mais utilizadas na classificação e seleção de mudas.

Confirmando a importância desses parâmetros, Gomes e Paiva (2004) afirmam que a altura, combinada com seu diâmetro de colo, constitui uma das mais importantes características para estimar o crescimento inicial das mudas após o plantio em campo. Esses ainda se tratam de métodos não destrutivos e de fácil mensuração, que ainda

contribuem significativamente para a qualidade das mudas. Uma indicação feita por Sturion (1981) é que qualquer uma dessas variáveis não deve ser avaliada isoladamente como referência para a classificação de mudas, pois sozinhas elas podem classificar as plantas de maneira errada.

Existe ainda um padrão de qualidade desejável que grande parte das empresas florestais se fundamenta, para classificação e seleção das mudas, que são os seguintes: altura média entre 15 e 30 cm; diâmetro do coleto mínimo de 2 mm; sistema radicular composto de raízes vivas e bem desenvolvidas; rigidez da haste; número de folhas com no mínimo três pares; aspecto nutricional com ausência de sintomas de deficiência e resistência a pragas e doenças (GOMES; PAIVA, 1996).

Além das variáveis morfológicas analisadas em avaliações não destrutivas, ainda existem avaliações destrutivas de extrema importância que servem como indicador da qualidade das mudas. Uma delas é o Índice de Qualidade de Dickson, o qual é obtido por meio de uma fórmula balanceada que inclui as relações das características morfológicas, como a matéria seca total, a matéria seca da parte aérea, a matéria seca das raízes, a altura da parte aérea e o diâmetro de colo (GOMES; PAIVA, 2004). Considerando para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando várias características importantes (FONSECA, 2000). Porém, métodos destrutivos não são comumente utilizados em viveiros de produção comercial, devido à grande quantidade de mudas abatidas, causando uma perda significativa na produção.

Para que os parâmetros sejam alcançados, muitos fatores já citados anteriormente interferem na qualidade das mudas e merecem a devida atenção, sendo eles: a seleção de recipiente adequado, potencial genético da espécie, um bom substrato, uma irrigação e uma fertilização eficiente, além de tratos de manejo com bons níveis técnicos e tempo de permanência no viveiro (GOMES, 2001).

Contudo, mesmo se observando toda a importância que a exigência nutricional oferece, o conhecimento sobre as espécies arbóreas ainda é escasso. Isso justifica a realização de estudos que visam obter informações para a produção de mudas com melhor qualidade, objetivando otimizar o uso dos fertilizantes, atentando para os fatores econômicos e ambientais (GOMES; PAIVA, 2012).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e época

O estudo foi realizado no viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, localizado na Fazenda Santa Terezinha no município de Bofete, interior de São Paulo, nas coordenadas 23°3'58.70" S, 48°11'0.94" O. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é considerada como Cfa com precipitação pluvial em torno de 1400 milímetros anuais e cerca de 600 metros de altitude (VIANA E RODRIGUES, 2007). A região apresenta temperaturas entre 21°C e 32°C durante o ano e com maiores precipitações entre os meses de agosto a novembro.

O projeto iniciou-se em março de 2021, com a coleta de miniestacas no minijardim clonal e estaqueamento em tubetes. As mudas permaneceram 23 dias na casa de vegetação e 59 dias no pátio de pleno sol. A etapa em que envolvia as adubações foi realizada na fase de pleno sol, durante os meses de abril a maio.

#### 3.2 Produção de mudas

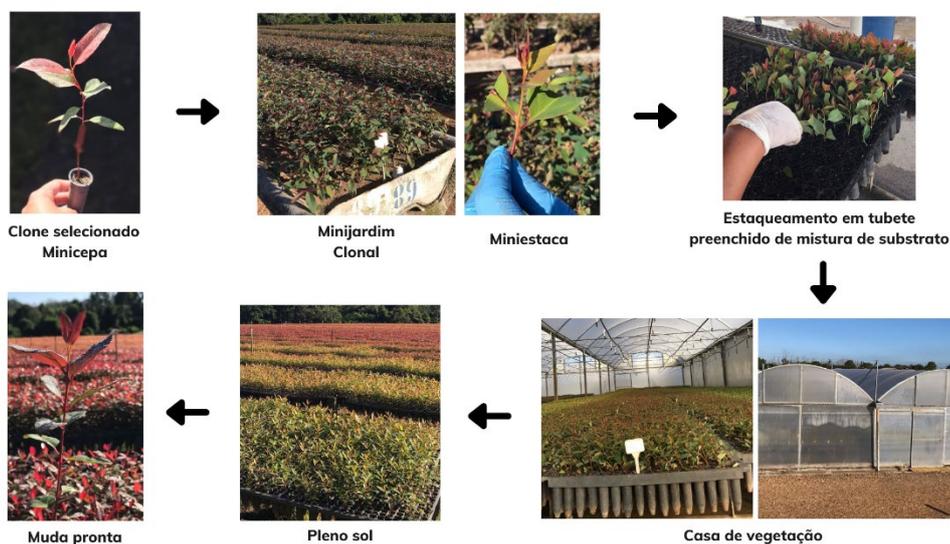
As mudas utilizadas no projeto foram obtidas no viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, que adota a técnica de miniestaquia, sendo o clone A217, híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, envolvido no processo.

Como recipiente, foram utilizados tubetes cônicos de plástico rígido com volume de 55 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato comercial Carolina Soil classe V. Segundo o fabricante, o substrato é composto por turfa de *sphagnum*, vermiculita expandida, casca de arroz torrefada, calcário dolomítico e traços de fertilizante NPK. As características descritas na embalagem do produto são: pH=5,5 (± 0,5); condutividade elétrica=0,7 (± 0,3) mS cm<sup>-1</sup>; densidade seca=130 kg m<sup>-3</sup>; capacidade de retenção de água – CRA5= 300% m/m e umidade máxima= 60%.

Das minicepas, mantidas em canaletões preenchidos de areia, foram coletadas semanalmente miniestacas com 6 a 7 centímetros de comprimento e até dois pares de folhas cortadas ao meio. As coletas foram realizadas com tesoura afiada e esterilizada, e as miniestacas foram mantidas em recipientes de isopor contendo água, em tempo inferior a 40 minutos até serem colocadas no substrato.

Após estaqueadas, as mudas permaneceram na casa de vegetação sob condições controladas de calor e alta umidade, com irrigação a cada 4 minutos com 20 segundos de duração no início e posteriormente diminuindo, até as raízes alcançarem a extremidade inferior do recipiente. Em seguida foram transferidas para a área de pleno sol, as quais também foram submetidas a regimes de irrigação decrescentes, iniciando com 3 minutos de duração a cada 15 minutos, e após a aclimação a frequência da irrigação diminuiu, e houve uma redução da densidade de 100% das mudas preenchidas na bandeja, para 30,6%.

Figura 2 – Fluxograma geral do processo de produção de mudas clonais de eucalipto por miniestaquia da empresa Eucatex.



Fonte: Da autora (2021).

### 3.3 Insumos e condução do projeto

Os tratamentos utilizados durante a fase de produção a pleno sol, foram: adubo base de crescimento 1, adubo base de crescimento 2, ambos descritos na Tabela 1, e suas combinações com fertiactyl e fosfato monoamônico (MAP), totalizando oito tratamentos (Tabela 2). O fosfato monoamônico (MAP) é um fertilizante mineral de liberação rápida, amplamente utilizado como fonte de fósforo e nitrogênio, elementos essenciais para as plantas; o fertiactyl é um fertilizante líquido que atua no crescimento, balanço hídrico e nutrição das plantas e contém em sua composição água, cloreto de potássio, hidróxido de potássio, ureia, 10,7% de estabilizantes, 0,5% de tensoativo, e tem como garantia 13% de nitrogênio, 5% de óxido de potássio e 6,5% de composto orgânico total.

Tabela 1 - Descrição das adubações base de crescimento 1 e 2, utilizadas no viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex.

<b>Fertilizante</b>	<b>Adubação crescimento 1</b>	<b>Adubação crescimento 2</b>
<b>Nitrato de cálcio</b>	255 gramas	50 gramas
<b>Fosfato monoamônico</b>	185 gramas	185 gramas
<b>Cloreto de potássio</b>	90 gramas	90 gramas
<b>Sulfato de amônio</b>	60 gramas	60 gramas
<b>Sulfato de Magnésio</b>	135 gramas	135 gramas
<b>Cloreto de Cálcio</b>	0 gramas	135 gramas

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento com mudas de eucalipto do clone A217 advindas do viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, na fase de pleno sol.

<b>Tratamentos</b>	<b>Adubação</b>	<b>Código</b>
<b>Tratamento 1</b>	Adubação de crescimento 1	Ad.C 1
<b>Tratamento 2</b>	Adubação de crescimento 2	Ad.C 2
<b>Tratamento 3</b>	Adubação de crescimento 1 + Fertiactyl 0,5 %	Ad.C 1 + Fert.
<b>Tratamento 4</b>	Adubação de crescimento 2 + Fertiactyl 0,5 %	Ad.C 2 + Fert.
<b>Tratamento 5</b>	Adubação de crescimento 1 (30 dias) + Adubação de crescimento 2 (30 dias)	Ad.C 1 (30) + Ad.C 2 (30)
<b>Tratamento 6</b>	Adubação de crescimento 1 + MAP 2,0 g/l	Ad.C 1 + MAP
<b>Tratamento 7</b>	Adubação de crescimento 2 + MAP 2,0 g/l	Ad.C 2 + MAP
<b>Tratamento 8</b>	Adubação de crescimento 1 + MAP 2,0 g/l + Fertiactyl 0,5 %	Ad.C 1 + MAP + Fert.

Fonte: Da autora (2021).

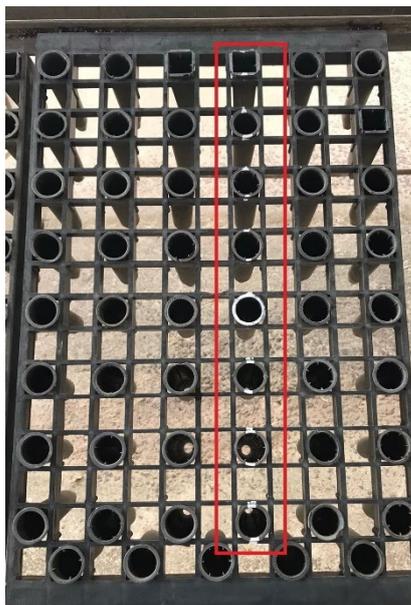
Para os tratamentos que possuíam os aditivos de MAP e Fertiactyl, a aplicação foi acrescida na adubação de base, utilizando doses de 10 gramas e 25 ml, respectivamente. A aplicação das adubações se iniciou nas mudas com 27 dias e foi realizada durante sete semanas, com frequência de duas vezes na semana, com um dia de intervalo entre elas, sendo realizada no primeiro dia a aplicação da adubação completa de cada tratamento e a segunda aplicação, somente com a adubação base de crescimento. Todas as adubações foram realizadas com a dosagem de 5 litros de solução por tratamento, divididas entre 10 bandejas contendo 53 mudas cada, ou seja, 500 ml por bandeja aplicados de forma

uniforme via regador, seguida da lavagem das folhas por irrigação de 1 minuto de duração, a fim de retirar os sais retidos sobre as folhas.

### 3.4 Avaliações e análises de dados do experimento

As mudas foram avaliadas aos 30 e 45 dias , após início das adubações em pátio de pleno sol, correspondendo respectivamente, 57 e 62 dias de idade das mudas. Aos 30 dias foram avaliadas a altura e o vigor do sistema radicular das mudas presentes na terceira linha da vertical e classificada a quarta muda dessa linha (Figura 3). Aos 45 dias foram mensuradas a altura, o diâmetro do colo e o vigor do sistema radicular de uma porcentagem das mudas separadas para expedição.

Figura 3 – Distribuição dos tubetes na bandeja e croqui da avaliação de 30 dias, que consiste na avaliação da terceira linha na vertical, da direita para esquerda, e classificação da quarta muda desta linha nos parâmetros de vigor e não conformidades.



Fonte: Da autora (2021).

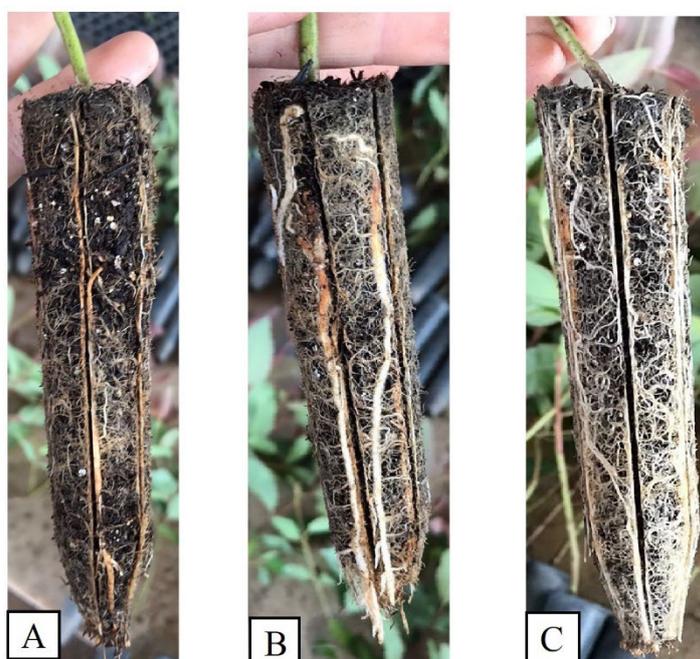
Em ambas as avaliações, foram anotadas as possíveis não conformidades com o padrão de qualidade empregados pela empresa, que considera a altura entre 20 a 40 centímetros, o diâmetro de colo superior a 2,5 milímetros e possíveis inconformidades, como a má rusticidade, sanidade das folhas, consistência do torrão e presença de mudas bifurcadas.

As avaliações morfológicas foram não destrutivas e contaram com o uso de régua graduada em centímetros e paquímetro digital com exatidão de  $\pm 0,02$  milímetros, para a

obtenção dos valores referentes, respectivamente, à altura e ao diâmetro de colo das mudas, sendo a medição da altura compreendida pelo comprimento do caule, desde a base, até o último par de gemas, e o diâmetro de colo correspondendo à medida do diâmetro da base da muda.

O vigor do sistema radicular foi classificado em três níveis: o vigor 1 caracteriza mudas com poucas ou quase nenhuma raiz ativa, o vigor 2, com a presença de algumas raízes ativas e o vigor 3, com grande parte do torrão, com raízes ativas (Figura 4).

Figura 4 – Parâmetros utilizados na avaliação de vigor de mudas de eucalipto do clone A217, no viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex. A) Vigor 1; B) Vigor 2; C) Vigor 3.



Fonte: Da autora (2021).

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, composto por oito tratamentos e dez repetições, sendo considerada parcela cada bandeja com 53 mudas. Totalizando 530 mudas por tratamento e 4.240 mudas para todo o experimento.

Os dados de altura e diâmetro de colo foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade de erro, analisadas utilizando o programa *Sisvar* (FERREIRA, 2010). Os dados referentes ao vigor e às inconformidades das mudas foram analisados de forma descritiva.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância dispostas na Tabela 3 apresentaram resultados significativos e coeficientes de variação baixos, provando que os dados são confiáveis e precisos. Assim, observa-se que houve diferença no desenvolvimento das mudas nos parâmetros altura e diâmetro do colo aos 30 e 45 dias, em função dos diferentes tipos de adubação.

Tabela 3 - Resultados das análises de variância dos parâmetros altura (30 dias de adubação), altura (45 dias de adubação) e diâmetro do colo (45 dias de adubação).

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Altura (30 dias)	Altura (45 dias)	Diâmetro (45 dias)
Tratamento	7	37,43*	56,48*	0,23*
Resíduo	72	3,44	2,39	0,02
Média geral		27,72 cm	31,27 cm	3,05 mm
CV (%)		6,69	4,95	4,88

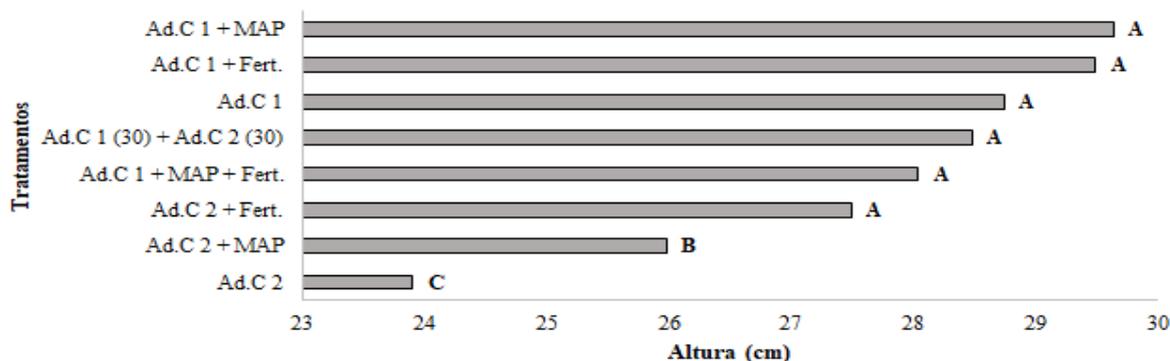
\* = significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F. CV(%) = Coeficiente de Variação em porcentagem.

Fonte: Da autora (2021).

Avaliando o parâmetro altura aos 30 dias, observa-se no Figura 5 que o tratamento Ad. C 2 possui as menores médias de desenvolvimento, seguido do tratamento Ad. C 2 + MAP, os quais se diferem de todos os outros tratamentos. Sendo possível inferir que os tratamentos com adubação base de crescimento 2 obtiveram menores desempenhos em relação aos demais, no qual o tratamento Ad. C 2 + MAP obteve uma melhora de 8,7% no desenvolvimento das mudas quando comparado com Ad. C 2, porém o acréscimo de MAP ainda não foi suficiente para que elas alcançassem os outros tratamentos. Observa-se ainda que o tratamento Ad. C 2 + Fert. se encontra no mesmo grupo dos demais tratamentos, evidenciando que o acréscimo de Fertiactyl teve influência na melhora do tratamento de adubação base crescimento 2, fazendo com que ele se igualasse aos demais.

Enfatizando assim que, em grande maioria, os tratamentos com adubações base de crescimento 1, obtiveram melhores resultados nessa análise, sendo eles: Ad.C 1 + MAP, Ad.C 1 + Fert., Ad.C 1, Ad.C 1 (30) + Ad.C 2 (30), Ad.C 1 + MAP + Fert. e Ad.C 2 + Fert.

Figura 5 – Altura de mudas de eucalipto do clone A217, advindas do viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, aos 30 dias após o início das adubações, em função da aplicação de diferentes tipos de adubações.

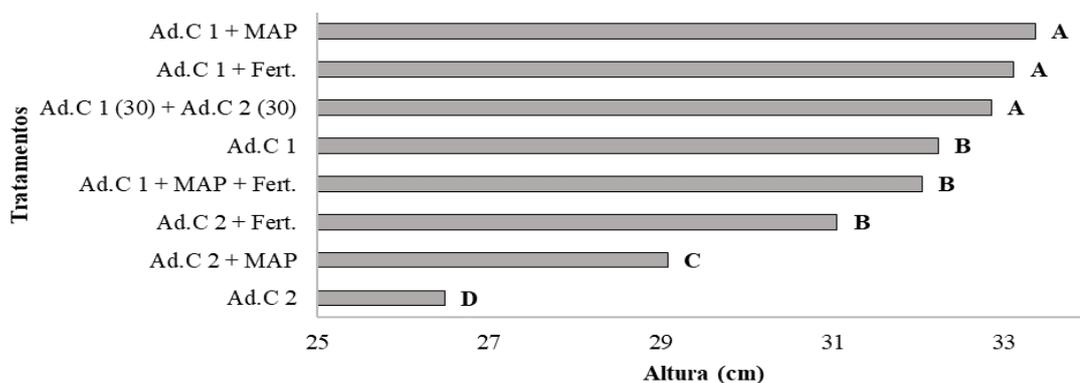


Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Da autora (2021).

Ainda, avaliando o parâmetro altura, porém aos 45 dias (Figura 6), observa-se que os tratamentos com adubação base de crescimento 2 continuaram possuindo o pior desenvolvimento, mostrando a necessidade de acréscimo de nutrientes, sendo eles Ad. C2 e Ad. C 2 + MAP. Diferentemente da avaliação feita aos 30 dias, esta análise separou os tratamentos em quatro grupos, sendo que os tratamentos Ad. C 1 + MAP, Ad. C 1 + Fet., Ad.C 1 (30) + Ad.C 2 (30) obtiveram o melhor desempenho no parâmetro avaliado, tendo em comum, dentro do mesmo grupo, a utilização da adubação base de crescimento 1, que disponibiliza nitrogênio em altas quantidades para as mudas.

Figura 6 - Altura de mudas de eucalipto do clone A217, advindas do viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, aos 45 dias após o início das adubações, em função da aplicação de diferentes tipos de adubações.

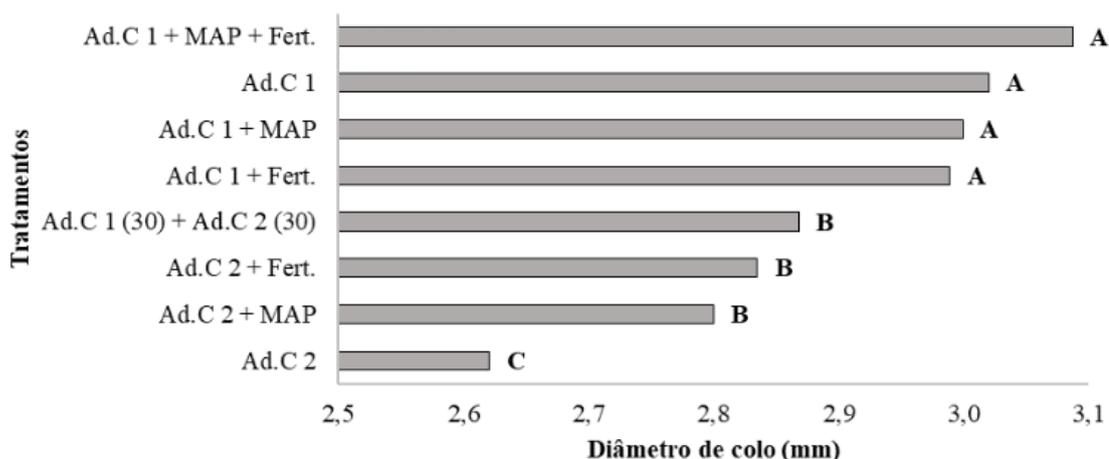


Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Da autora (2021).

Para o diâmetro de colo, aos 45 dias após a instalação do experimento (Figura 7), observa-se que os dados possuem o mesmo comportamento observado nas análises de altura, sendo os tratamentos com adubação base de crescimento 2 com menor desenvolvimento das mudas, e o tratamento Ad. C 2, com a menor média geral. Nota-se ainda que, tanto o MAP, quanto o Fertiactyl, quando adicionados aos tratamentos com adubação base de crescimento 2, foram suficientes para aumentar as médias de diâmetros, posicionando-os em outro grupo, porém não foram suficientes para se igualarem aos tratamentos com adubação base de crescimento 1. Ainda foi observado que os tratamentos com adubação base de crescimento 1, obtiveram o mesmo desenvolvimento, ao apresentar as melhores médias de diâmetro de colo.

Figura 7 - Diâmetro de colo de mudas de eucalipto do clone A217, advindas do viveiro de produção de mudas da empresa Eucatex, aos 45 dias após o início da instalação do experimento após o início das adubações, em função da aplicação de diferentes tipos de adubações.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Da autora (2021).

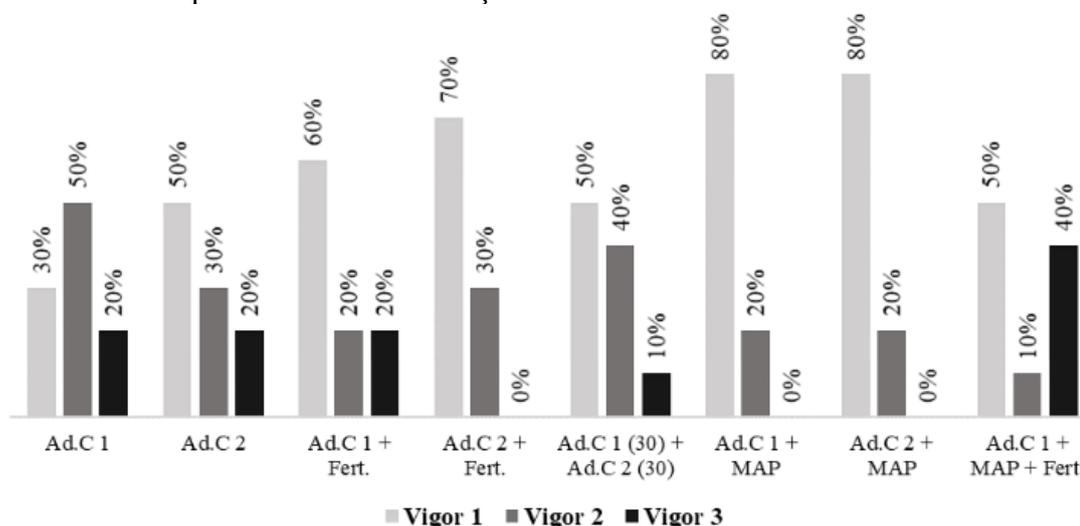
Assim, é possível afirmar que os melhores resultados são encontrados em tratamentos que têm a adubação base de crescimento 1, que quando comparados a adubação base de crescimento 2, os quais oferecem altas dosagens de nitrogênio para as plantas e são complementados por fertilizantes que promovem o melhor desenvolvimento. Tais resultados são comprovados por Gomes e Paiva (2013), que afirmam que a fertilização nitrogenada promove, de maneira geral, ganhos significativos no crescimento em altura e, conseqüentemente, no diâmetro nas mudas de espécies florestais. Hipótese

confirmada por Gonçalves *et al.* (2008), os quais afirmam que os efeitos observados no crescimento em altura e diâmetro de coleto das plantas, acontecem em decorrência da aplicação de nitrogênio, são esperados, já que esse nutriente exerce várias funções nos vegetais. As quais são citadas por Alves *et al.* (2015) afirmando que o nitrogênio participa diretamente de diversos processos fisiológicos, bioquímicos e morfológicos relacionados com fotossíntese, divisão e alongamento celular.

Por outra perspectiva, mesmo os tratamentos apresentando diferença no desenvolvimento das mudas, é possível observar que todos eles foram suficientes para atingir os parâmetros de qualidade impostos pela empresa em todas as avaliações. Parâmetros confirmados por Wendling e Dutra (2017) que consideram mudas de *Eucalyptus* com no mínimo 15 cm de altura e diâmetro de colo de 2 mm, adequadas para o plantio.

No que diz respeito à classificação visual das mudas quanto ao vigor do sistema radicular, observa-se que aos 30 dias a grande maioria dos tratamentos apresentaram mudas com vigor 1, sendo consideradas mudas com baixo desenvolvimento e sem a presença de raízes ativas (Figura 8), uma vez que ainda não permaneceram tempo necessário no processo produtivo. Nessa avaliação, os tratamentos Ad. C 1 + MAP + Fert e Ad. C 1 foram os que mais se destacaram, combinando grande quantidade de mudas no vigor 2 e 3.

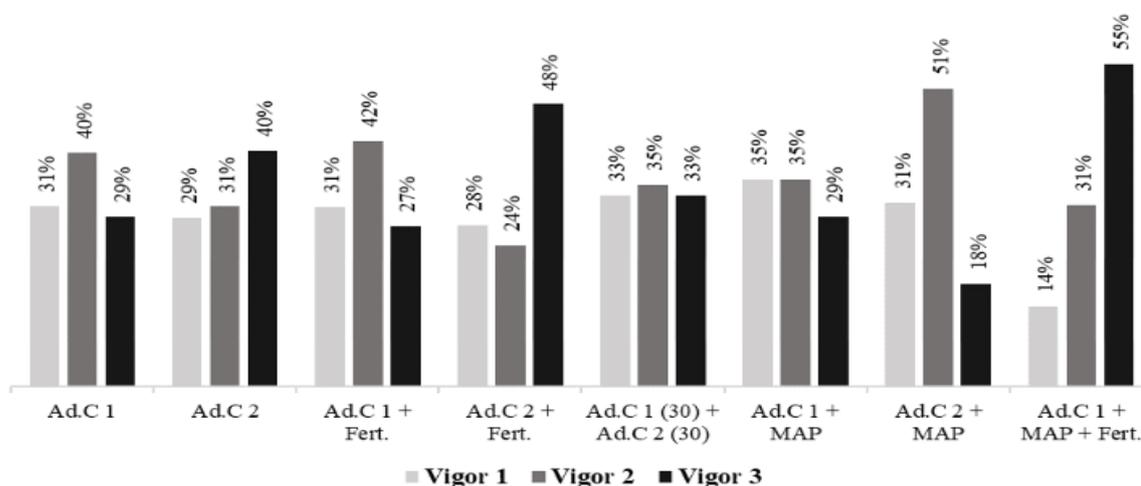
Figura 8 - Porcentagem de mudas de eucalipto do clone A217 nos vigores: 1- mudas com poucas ou quase nenhuma raiz ativa; 2 - mudas com presença de algumas raízes ativas; 3 - mudas com grande parte do torrão, com raízes ativas. Avaliadas aos 30 dias após o início das adubações.



Fonte: Da autora (2021).

Já aos 45 dias, a grande maioria dos tratamentos apresentaram mudas com vigor 2 e 3, demonstrando, de forma geral, uma melhora significativa no desenvolvimento de todas as mudas e aumento na presença de raízes ativas. Enfatizando a importância de se respeitar o tempo de permanência estipulado para cada fase de desenvolvimento no processo produtivo. E ainda, tendo o tratamento Ad. C 1 + MAP + Fert com a melhor classificação quando comparado aos demais (Figura 9).

Figura 9 - Porcentagem de mudas de eucalipto do clone A217 nos vigores: 1- mudas com poucas ou quase nenhuma raiz ativa; 2 - mudas com presença de algumas raízes ativas; 3 - mudas com grande parte do torrão, com raízes ativas. Avaliadas aos 45 dias após o início das adubações.



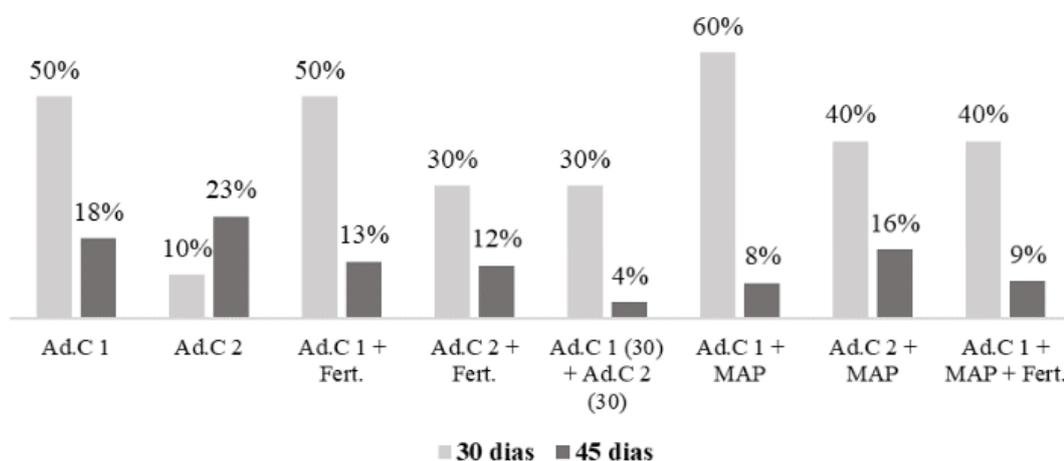
Fonte: Da autora (2021).

Para confirmar a importância desta análise, sabe-se que poucos estudos visam avaliar qualitativamente o sistema radicular das mudas, porém Davis e Jacobs (2005) relatam que a morfologia do sistema radicular e o estado fisiológico podem fornecer uma indicação mais precisa do potencial das mudas. Ainda, Freitas *et al.* (2005) mencionam que um dos fatores que pode interferir no desempenho inicial das mudas no campo é a quantidade de raízes finas no sistema radicular, uma vez que nessa etapa, as mudas passam por condições de estresse ambiental e as que apresentam grande produção dessas raízes são mais aptas a essas condições.

Por fim, ainda na avaliação visual das mudas, foram constatadas inconformidades somente no que se refere à consistência do torrão. Aos 30 dias, todos os tratamentos apresentaram elevada porcentagem de mudas com baixa consistência do torrão, o que implica mudas com ausência de sistema radicular ativo, torrão solto e pouco aderentes ao

tubete. Já aos 45 dias, percebeu-se significativa melhora nos valores referentes à consistência do torrão, o que significa que as mudas apresentaram respostas positivas às adubações ao longo do tempo e produziram mudas com melhor sistema radicular e torrão mais firme. O único tratamento que não apresentou melhora nesse quesito foi o tratamento Ad. C 2, como observa-se na Figura 10.

Figura 10 - Porcentagem de mudas de eucalipto do clone A217 que apresentam não conformidade no que se refere a consistência do torrão, avaliadas aos 30 e 45 dias após o início das adubações.



Fonte: Da autora (2021).

Desta forma, observando os resultados, é possível dizer que a diferença entre as concentrações dos fertilizantes nitrato de cálcio e cloreto de cálcio presentes nas adubações base de crescimento 1 e 2, provocaram diferença no desenvolvimento das mudas nos parâmetros avaliados. Onde a adubação de base crescimento 1 apresentou melhores resultados nas avaliações devida as altas concentrações de nitrogênio. E a combinação das adubações base de crescimento com fosfato monoamônico e Fertiacetyl tiveram a capacidade de maximizar os resultados, oferecendo complementação de nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio.

Ainda é possível inferir que o tratamento Ad. C 2 possui o pior desenvolvimento, em relação aos outros tratamentos, para todas as características avaliadas nos testes de média e nas classificações visuais. Por outro lado, o tratamento Ad. C 1 + MAP + Fert. se destaca pelos elevados valores observados nos testes de médias, possuindo também destaque em algumas avaliações visuais.

Por fim, analisando os dados de forma geral e objetiva, é possível dizer que

somente a utilização do tratamento com adubação base de crescimento 1 é suficiente para desenvolver as mudas, atendendo as expectativas e padrões de qualidade da empresa, principalmente quando se analisa os custos das adubações, no qual o tratamento Ad. C 1 acarreta em maiores economias na operação.

## 5 CONCLUSÃO

Foi possível verificar que houve diferença no desenvolvimento das mudas na fase de pleno sol, com base na adubação. Portanto, o tratamento Ad. C 1, composto somente com adubação base de crescimento 1, é considerado o de melhor desenvolvimento e mais adaptado à realidade da empresa, possibilitando a produção de mudas com padrão de qualidade que atende aos critérios atualmente utilizados.

## REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C., ZAUZA, A. A. V., MAFIA, R. G., ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 442p. Viçosa, MG. Editora UFV, 2004.
- ALFENAS, A. C., ZAUZA, A. A. V., MAFIA, R. G., ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto** (2. ed., 500 p.). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- ALMEIDA, R. S., ALMEIDA, D. B., FARIA, J. C. T., MELO, L. A., STEHLING, E. C., VILELA, E. S. Efeito na indução do enraizamento em função da forma e ao tempo de preparo das miniestacas de *Toona ciliata* e híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n127.09>. Acesso em: outubro de 2021.
- ALVES, J. M.; LEANDRO, W. M.; NETO, S. A. S. O.; LEÃO, A. K. M.; ALVES, C. C. F.; SOUCHIE, E. L. Effect of base saturation and nitrogen dose on cultivation of crambe. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 1, p. 14 – 22, 2015.
- CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler *et al.* Produção de mudas. *In: Silvicultura do Eucalipto no Brasil*/Mauro Valdir Schumacher, Márcio Vieira (org.) –cap. 2, p. 47. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2016. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=2wmuDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA47&dq=CALDEIRA,+Marcos+Vinicius+Winckler+et+al.+Produ%C3%A7%C3%A3o+de+mudas.+Silvicultura+do+Eucalipto+no+Brasil,+p.+47,+2016.+&ots=9S\\_52IPMO2&sig=wMXdtJnSMDdhSSPKWxMEnY0UTaA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=2wmuDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA47&dq=CALDEIRA,+Marcos+Vinicius+Winckler+et+al.+Produ%C3%A7%C3%A3o+de+mudas.+Silvicultura+do+Eucalipto+no+Brasil,+p.+47,+2016.+&ots=9S_52IPMO2&sig=wMXdtJnSMDdhSSPKWxMEnY0UTaA#v=onepage&q&f=false). Acesso em: outubro de 2021.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 451p., 1995.

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; MUNIZ, M. F. B. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 1, p. 25-32, 2007

·  
CIAVATTA, Simone Fernandes; SILVA, Magali Ribeiro da; SIMÕES, Danilo. Fertirrigação na produção de mudas de *Eucalyptu sgrandis* nos períodos de inverno e verão. **Cerne**, v. 20, p. 217-222, 2014.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GOMES, K. C. O.; GUERRERO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 100-107, 2004.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Viveiros florestais. *In*: DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. (Eds). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1. ed. cap.2, p.83-94. Lavras: MG, UFLA, 2008.

DAVIS, A. S.; JACOBS, D. F. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. **New Forests, Melbourne**, n. 30, p. 295-311, 2005.

DE FREITAS, Teresa Aparecida Soares *et al.* Crescimento e ciclo de produção de mudas de *Eucalyptus* em recipientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 419-428, 2013.

DELARMELINA, William Macedo *et al.* Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 224-233, 2014.

FERRARI, Márcio Pinheiro; GROSSI, Fernando; WENDLING, Ivar. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.

FERREIRA, E. M. *et al.* Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.183-187, 2004.

FLORES, Thiago Bevilacqua *et al.* ***Eucalyptus* no Brasil**: zoneamento climático e guia para identificação. Piracicaba: IPEF, 2016.

FOELKEL, Celso Edmundo Bochetti. **Eucalipto no Brasil**. 2005. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va04-florestas-plantadas03.pdf>. Acesso em: novembro de 2021.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. E *Aspidosperma polyneuron* Miill. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento 2000**. 113 f Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

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

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**. 2001. 126 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 185, p. 15-22, 1996.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros Florestais: (propagação sexuada). 3.ed. Viçosa: UFV-Universidade Federal de Viçosa, 2004. 116p.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV, 116p., 2012.

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

GONÇALVES, A.N. Aspectos fisiológicos da multiplicação vegetativa. In: **Seminário sobre propagação vegetativa**, Brasília, 1981. 8p

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.

HIGASHI, E. N.; GONÇALVES, A. N. Uso de ácido indolbutírico no enraizamento de eucaliptos. **Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**, 14 p., (Circular Técnica, nº 192, IPEF), 2000.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual Ibá 2020**. São Paulo: Café Art, 2020. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em: novembro de 2021.

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

MELO, Lucas Amaral de. **Armazenamento, aplicação de antioxidantes e otimização do tempo em casa de vegetação no enraizamento de miniestacas de híbridos de *Eucalyptus grandis***. 2009.

NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Relação solo-eucalipto. Viçosa, MG: **Folha de Viçosa**, 1990. p.100-124.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 1995. 40 p. (IPEF. Boletim, 322).

PEIXOTO, Paulo Henrique Pereira. **Propagação das plantas: Princípios e práticas**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.

PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, ICG dos R. Erva 20: sistema de produção para erva-mate. **Embrapa Florestas-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2019.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 113p., 2000. (**Embrapa Florestas. Documentos, 38**).

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 10(2): 1-15. 2000.

SCHUMACHER, Mauro Valdir; VIERA, Márcio (Ed.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciencia-Editora UFSM, 2016.

SGARBI, F. *et al.* Influência da aplicação de fertilizante deliberadamente controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla*. In: **Simpósio de fertilização e nutrição florestal**. Piracicaba: 8 p. 1999.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R.L.V.A.; TAKAHASHI, E.; CAMARGO, M.A.F. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva com omissões de macronutrientes, boro e zinco. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 69-82, dez. 1997.

SILVA, H. D. da; BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A. Sistemas de plantio. In: SILVA, H. D. (Org.). Cultivo do eucalipto. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2003. (Sistemas de produção, 4).

SMARSI, R. C.; OLIVEIRA, G. F.; REIS, L. L.; CHAGAS, E. A.; PIO, R.; MENDONÇA, V.; CHAGAS, P. C.; CURI, P. N. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de lichieira. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.1, p.129-131, 2011.

SOUZA, M.M.; LOPEZ, L.C.; FONTES, L.E. Avaliação de substratos para o cultivo do crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) White Polaris em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.1, n.2, p.71-74, 1995.

STURION, J. A. Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Mimosa scabrella*. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n. 2, p. 69-88, 1981.

VALVERDE, Sebastião Renato. Plantações de eucalipto no Brasil. **Revista da Madeira**, v. 18, n. 107, p. 130, 2007.

VIANI, Ricardo Augusto Gorne; RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. Sobrevivência em viveiro de mudas de espécies nativas retiradas da regeneração natural de remanescente florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1067-1075, 2007.

WENDLING, Ivar. *et al.* Sistema de produção de mudas de eucalipto e pinus. **Revista da madeira**. Edição nº 112, Abril, 2008. Disponível em: [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=1241&subj](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1241&subj). Acesso em: setembro 2021.

WENDLING, Ivar; DUTRA, Leonardo Ferreira. **Produção de mudas de eucalipto**. Brasília: Embrapa Florestas, 2017.

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