



AMANDA CAMARGOS DE MOURA

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla*
x *Eucalyptus grandis* EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NA
EXPEDIÇÃO E PLANTIO**

LAVRAS – MG

2023

AMANDA CAMARGOS DE MOURA

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*
EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NA EXPEDIÇÃO E PLANTIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo

Orientador

Eng. Florestal Tiago Guilherme de Araújo

Coorientador

LAVRAS – MG

2023

AMANDA CAMARGOS DE MOURA

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Eucalyptus* spp. TRATADAS COM
DIFERENTES CALDAS NUTRITIVAS EM IMERSÃO**

**INITIAL GROWTH OF SEEDLINGS OF *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*
TREATED WITH DIFFERENT NUTRITIONAL SOLUTIONS IN IMMERSION**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a
obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 24 DE NOVEMBRO DE 2023.

Dr. Lucas Amaral de Melo – UFLA

Eng. Florestal Tiago Guilherme de Araújo – CENIBRA

Me. Lavínia Barbosa Oliveira – UFLA

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo

Orientador

Eng. Florestal Tiago Guilherme de Araújo

Coorientador

LAVRAS – MG

2023

AGRADECIMENTOS

Não podia deixar de agradecer primeiramente ao povo brasileiro, que, por meio do pagamento de impostos, financia as universidades e institutos federais. Obrigada pela educação gratuita e de qualidade.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais que, com o trabalho de seus profissionais capacitados, entregam um curso de Engenharia Florestal de qualidade.

Aos meus pais, Nilton e Vanessa, pelo apoio incondicional à minha formação acadêmica. Obrigada por acreditarem em mim e na minha capacidade.

À minha avó Isônia pelo zelo e carinho, mesmo nos meus sumiços mundo afora.

À empresa CENIBRA, em especial ao meu supervisor Fernando pela oportunidade de estagiar na empresa, pelos ensinamentos e pelo apoio durante esse período, ao meu coorientador Tiago pela paciência, disposição, apoio, conselhos e construção deste trabalho, e à toda equipe do DEPLA-D pela generosidade em compartilhar conhecimentos e experiências.

Ao meu orientador de estágio, professor Fausto, pela paciência durante esse período, e ao professor Lucas que me acolheu como orientada para a entrega do trabalho.

E, por fim, aos meus queridos amigos Marina, Fernandinha, Pedrinho e tantos outros que caminharam comigo durante esse tempo, ao apartamento 205 pela convivência caótica, porém, amorosa, a todo pessoal do NEEC-Flora e aos colegas do início, meio e fim de curso, principalmente àqueles que tornaram as aulas de Colheita e Manejo muito mais divertidas.

Minha gratidão por vocês é eterna! Obrigada!

“Você tem que agir como se fosse possível transformar radicalmente o mundo. E você tem que fazer isso o tempo todo.”

(Angela Davis)

RESUMO

Em empresas florestais são utilizadas algumas estratégias para o crescimento inicial das plantas em campo. Uma delas é a imersão do substrato das mudas em caldas nutritivas no viveiro florestal antes da expedição para fornecimento de nutrientes que estimulem um rápido crescimento da planta, principalmente visando o ganho de massa radicular. Outras estratégias de adubação em campo, como a adubação de plantio em coveta lateral, também são importantes para o arranque inicial das plantas, sendo uma prática já bem estabelecida pelas empresas do setor florestal. Diante disso, este trabalho teve como objetivo verificar o crescimento inicial de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* submetidos a diferentes caldas nutritivas de imersão com e sem a adubação de plantio em coveta lateral. Para isso, o experimento foi instalado em campo utilizando o delineamento em blocos casualizados em arranjo fatorial 6 x 2, sendo seis caldas de imersão e duas situações de adubação de plantio em coveta lateral (com adubação e sem adubação). Cada tratamento obteve cinco repetições e parcelas de 10 plantas. Foram coletados dados de altura e diâmetro de todas as plantas aos 45 e 90 dias. Aos 90 dias, também houve a coleta da planta média de cada parcela dos blocos 1, 3 e 5 para avaliação da massa seca radicular, massa seca da parte aérea e massa seca total. Foi realizada a Análise de Variância dos resultados pelo software RStudio, por meio do pacote ExpDes.pt. Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos para diâmetro e altura aos 45 e 90 dias e massa seca radicular. Para massa seca da parte aérea e massa seca total houve diferença significativa apenas para o fator adubação de plantio em coveta lateral. Os resultados não revelaram efeito positivo significativo para o uso das caldas de imersão, sendo recomendado a realização de mais estudos com diferentes doses para uma confirmação dos resultados. O uso da adubação de plantio em coveta lateral mostrou-se favorável por meio da massa seca da parte aérea e massa seca total, enfatizando a importância dessa adubação para o arranque inicial das mudas.

Palavras-chave: Caldas de imersão. Adubação de plantio. Coveta lateral. Crescimento inicial.

ABSTRACT

Forestry companies use different strategies to stimulate initial seedling growth in the field. One of them is the immersion of seedling substrates in nutritious mixtures in the forestry nursery to supply nutrients that stimulate rapid plant growth before shipping, mainly targeting root mass gain. Other strategies, such as fertilization of lateral pits, are also well-established as important stimulators of plant growth. Therefore, this work aimed to evaluate the initial growth of hybrid clones of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* seedlings immersed in different nutrient mixtures with and without lateral pit fertilization. The experiment was established in the field using a randomized block design in a 6 x 2 factorial arrangement, with six immersion mixtures and two lateral pit scenarios (with and without fertilization). Each treatment had five repetitions and each plot was composed of 10 plants. Plant height and diameter were collected at 45 and 90 days. After 90 days, the average plant of each plot was collected in blocks 1, 3 and 5 to evaluate root dry mass, aboveground dry mass and total dry mass. The data were analyzed through Analysis of Variance in the RStudio environment using the package ExpDes.pt. There was no significant difference between treatment means for diameter and height at 45 and 90 days and root dry mass. For aboveground dry mass and total dry mass, a significant difference was only found in the lateral pit fertilization scenario. The results did not reveal a significant positive effect of immersion solutions on initial seedling growth, but future studies should test different concentrations to confirm this finding. On the other hand, as evidenced by the increases in aboveground dry mass and total dry mass, lateral pit fertilization resulted in a significant improvement, underscoring its importance for initial plant growth.

Keywords: Immersion mixture. Planting fertilization. Lateral pit. Initial growth.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área experimental, em Santana do Paraíso, MG.....	14
Figura 2 – Médias de precipitação mensal da região de Santana do Paraíso, MG, entre os anos de 2000 e 2022.....	14
Figura 3 – Médias de temperatura mensal da região de Santana do Paraíso, MG, entre os anos de 2001 e 2022.....	15
Figura 4 – Processo de imersão das mudas em 25 litros de calda de imersão no viveiro.....	17
Figura 5 – Adubação de plantio em covetas laterais.....	18
Figura 6 – Escavação para retirada das raízes.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das caldas de imersão utilizadas, com especificação do produto utilizado e suas respectivas doses.....	16
Tabela 2 – Composição nutricional do MAP.....	16
Tabela 3 – Composição nutricional do produto A.....	17
Tabela 4 – Composição nutricional do produto B.....	17
Tabela 5 – Médias de altura e diâmetro de coleto aos 45 e 90 dias após plantio para cada tipo de calda de imersão nas duas situações de adubação.....	20
Tabela 6 – Médias de massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total aos 90 dias após plantio para cada tipo de calda de imersão nas duas situações de adubação.....	21
Tabela 7 – Valores percentuais da distribuição da massa seca pela planta e relação entre massa seca radicular e massa seca da parte aérea.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. Qualidade das mudas	11
2.2. Imersão do substrato das mudas em viveiro florestal	11
2.3. Papel dos nutrientes e adubação de plantio no crescimento do eucalipto	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1. Caracterização da área experimental	13
3.2. Instalação do experimento	15
3.3. Coleta e análise de dados	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores ambientais mais relevantes e que afetam a produtividade de reflorestamentos é o solo, devido a sua relação com a planta e os nutrientes por ele fornecido (Camargo et al., 2004). Boa parte dos solos brasileiros possuem problemas em relação à fertilidade natural. No geral são solos intemperizados, com elevada acidez, e pobre para o desenvolvimento das principais culturas (Bernardi; Machado; Silva, 2002).

A fração argila dos solos das regiões de clima subtropical, devido à intemperização avançada, é dominada por argilominerais do tipo 1:1, que possuem maior capacidade de adsorção de fósforo (Weber et al., 2005; Valladares et al., 2003). O fósforo é um macronutriente importante para os plantios de *Eucalyptus* spp. que, por ser pouco móvel no solo, deve ter uma aplicação localizada para resultar em maior disponibilidade para a planta, maior absorção, de forma que promova ganhos no seu crescimento inicial (Fernandez et al., 2000). O uso da adubação fosfatada também estimula a absorção de outros nutrientes, como nitrogênio e enxofre (Graciano et al., 2006).

Além do fósforo, os solos brasileiros possuem baixa disponibilidade de potássio e baixo teor de matéria orgânica, o que implica no fornecimento limitado de outros macronutrientes às plantas, refletindo na redução da produtividade (Gazola, 2017). Algumas espécies de eucalipto também podem ser exigentes em certos micronutrientes, como o boro e o zinco (Oliveira; Moraes; Buzetti, 1999). Devido a essa necessidade, são realizadas uma série de adubações para cultura de eucalipto, sendo uma delas a adubação de plantio, podendo ser feita, por exemplo, pela abertura de covas laterais ao lado da muda para aplicação localizada do adubo.

Em empresas florestais, com objetivo de ganho em crescimento radicular pós-plantio, são realizadas imersões de mudas em soluções com sulfato de amônio e fosfato monoamônico (Vomero, 2010). Essa imersão em caldas nutritivas é uma forma de disponibilização de nutrientes já solubilizados para uma absorção rápida das mudas e garantia de seu estabelecimento em campo.

Neste contexto, produtos contendo fósforo e diferentes micronutrientes podem ser testados de forma a procurar aquele que melhor garanta um acréscimo de crescimento em campo nos primeiros meses de plantio. Logo, o presente estudo teve como objetivo verificar o efeito de caldas de imersão nutritivas no crescimento inicial das plantas de eucalipto com e sem a influência da adubação de plantio em covetas laterais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Qualidade das mudas

Em um sistema de produção de mudas de eucalipto em viveiro florestal, os principais fatores que afetam o desenvolvimento e a qualidade das mudas são os materiais genéticos, os manejos hídricos e nutricionais, as embalagens e os substratos (Silva; Simões; Silva, 2012). Muitos dos problemas que afetam a qualidade das mudas estão relacionados à má formação do sistema radicular, que pode gerar em campo plantios desuniformes quanto ao crescimento das plantas, maior vulnerabilidade aos efeitos de matocompetição, dificuldade de absorção de água e nutrientes, resultando em quadros sintomatológicos de deficiência hídrica e, ou, nutricional, e probabilidade de queda por vento (Mafia et al., 2005; Freitas et al., 2005).

A formação radicular das mudas pode ser afetada desde o tipo e número de estrias de direcionamento presentes no tubete até a manutenção de mudas por maiores períodos no viveiro, o que reduz a velocidade de crescimento e induz a má formação (Mafia et al., 2005). Mudas com maior percentual de emissão de raízes, principalmente as raízes finas pelo papel que desempenham na absorção de água e nutrientes, são mais aptas em condição de estresse ambiental, garantindo maiores percentuais de sobrevivência e crescimento inicial no campo (Freitas et al., 2005). Além disso, a agregação do sistema radicular com o substrato é importante para garantir a sobrevivência e o desenvolvimento das mudas (Maeda et al., 2006).

Todos esses problemas que podem ocasionar mortalidade geram um oneroso processo de replantio para as empresas e, dependendo das más formações, as mortes também podem ocorrer no longo prazo, o que inviabiliza a atividade de replantio e gera uma perda ainda maior da produtividade (Mafia et al., 2005).

2.2. Imersão do substrato das mudas em viveiro florestal

Com o objetivo de acelerar o crescimento radicular das mudas após o plantio, empresas florestais realizam imersões de mudas em fosfato monoamônico e/ou sulfato de amônio (Vomero, 2010). Dessa forma, a muda tem uma disponibilidade imediata de fósforo assim que ela chega ao campo ao fornecer o elemento já solubilizado no seu substrato.

O fosfato monoamônico (MAP) é um fertilizante de alta concentração, completamente solúvel em água, e representa uma fonte eficiente de fósforo e nitrogênio para as plantas, tendo em sua composição 61% de P_2O_5 e 12% de N (Oliveira; Carielo; Moreira, 2013).

A imersão das mudas em calda também pode ter o objetivo de prevenir o ataque de cupins. Além do fertilizante, pode ser adicionado à calda produtos cupinidas à base de fipronil ou imidacloprid para evitar a destruição do sistema radicular e secamento das mudas por cupins, sendo então um tratamento preventivo (Wilcken et al., 2008).

2.3. Papel dos nutrientes e adubação de plantio no crescimento do eucalipto

Os solos brasileiros possuem baixa fertilidade devido ao intemperismo acelerado, causando a remoção de nutrientes por condições de alta temperatura e precipitação anual, além de possuírem altos teores de alumínio e alta capacidade de fixação de fósforo (Lopes; Guilherme, 2007). Logo, o uso de fertilizantes para suprir a necessidade nutricional das culturas de interesse econômico se torna necessário para promover a viabilidade e alto rendimento da produção.

A adubação de plantio tem como finalidade promover o arranque inicial do crescimento das mudas nos primeiros seis meses após o plantio, de forma a atender a demanda nutricional das plantas (Gonçalves, 1995). Essa adubação para o *Eucalyptus* spp. visa fornecer principalmente fósforo, cobre e zinco, além de pequenas doses de nitrogênio e potássio (Wilcken et al., 2008), e pode ser realizada por meio de covetas laterais.

A forte interação do fósforo com a fase sólida do solo constitui um grande limitante para a produção vegetal (Oliveira, 2022). A adubação é responsável por ganhos de produtividade da madeira entre 30 e 50% e, apesar do fósforo ser o macronutriente com menor concentração na planta, este tem alto efeito na produtividade por estar diretamente ligado ao metabolismo energético da planta e ao estímulo de crescimento radicular (Bazani et al., 2016; Vomero, 2010).

Em estudos com diferentes espécies do gênero *Eucalyptus*, Furtini Neto et al. (1996) constataram que o *Eucalyptus urophylla* é altamente responsivo à aplicação de fósforo, tanto para a produção de biomassa da parte aérea, quanto do sistema radicular. Os autores também concluíram que tanto o *Eucalyptus urophylla* quanto o *Eucalyptus cloeziana* tinham baixa capacidade de absorver o fósforo quando este se encontrava em baixas quantidades no solo,

mostrando que para uma utilização eficiente do nutriente, era exigido uma maior disponibilidade do nutriente no solo. Logo, a aplicação localizada do fertilizante fosfatado pode contribuir com a diminuição do processo de fixação de fósforo no solo e aumentar a disponibilidade do nutriente para as plantas (Bazani, 2014).

O nitrogênio também é um dos macronutrientes utilizados na adubação de plantio, porém em menores concentrações. O elemento constitui vários compostos na planta, com destaque para os aminoácidos, ácidos nucléicos e clorofila (Cantarella, 2007). Assis et al. (2018) em estudos com híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* destinados à produção de carvão concluíram que a adubação nitrogenada apresenta efeito significativo nas características de crescimento das árvores e estimativas de massa seca, não alterando características químicas e energéticas da madeira.

O potássio desempenha uma série de funções na planta referentes à ativação de sistemas enzimáticos participantes dos processos de fotossíntese e respiração (Ernani; Almeida; Santos, 2007). O elemento contribui para características essenciais às árvores no campo como resistência a secas, a geadas e ao ataque de pragas e fungos (Silveira, 2000).

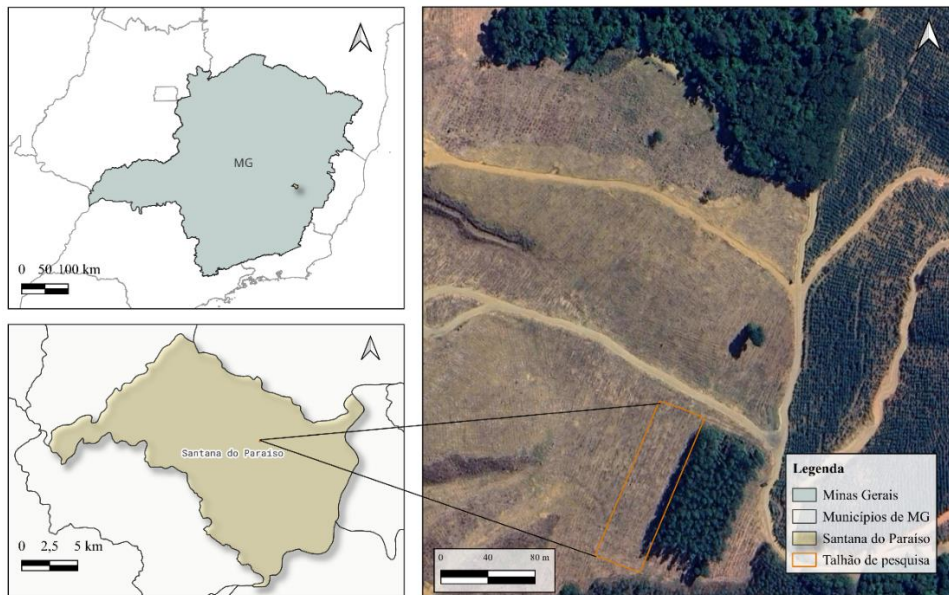
Outros macronutrientes e micronutrientes possuem papel importante no metabolismo das plantas de modo geral. O magnésio é um ativador de reações enzimáticas, influencia o movimento de carboidratos das folhas para outras partes das plantas e estimula a captação e transporte de fósforo na planta; o enxofre melhora o crescimento de raízes promovendo rigor e robustez; o boro influencia o transporte dos carboidratos, sendo que sua deficiência provoca paredes celulares menos resistentes; e o molibdênio participa de algumas enzimas da planta, repercutindo negativamente na formação de ácido ascórbico, no conteúdo de clorofila e na atividade respiratória das plantas em caso de ausência (Dechen; Nachtigall, 2007).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em área de cultivo próprio de uma empresa de base florestal no leste de Minas Gerais. O plantio foi realizado no município de Santana do Paraíso e ocupa uma área de 0,58 ha.

Figura 1 – Mapa de localização da área experimental, em Santana do Paraíso, MG.



Fonte: do autor (2023)

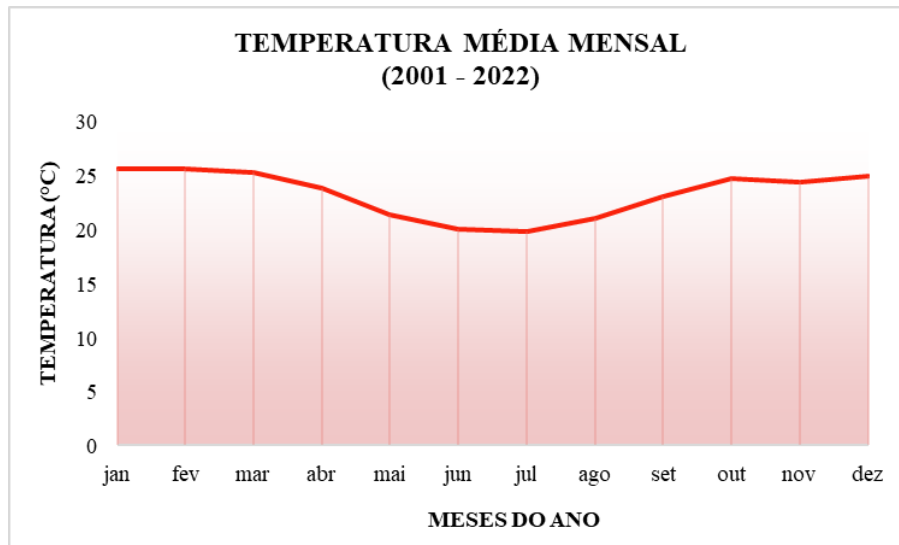
O clima da região é classificado como tropical úmido de savana com estação seca (Aw), com precipitações concentradas nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, correspondendo a 60% das ocorridas no ano (Sá Júnior, 2009). De acordo com dados da estação meteorológica pertencente à empresa, as médias anuais de temperatura e precipitação da região são de 23,3 °C e 1215,8 mm, respectivamente.

Figura 2 – Médias de precipitação mensal da região de Santana do Paraíso, MG, entre os anos de 2000 e 2022 obtidos em estação meteorológica da empresa.



Fonte: do autor (2023)

Figura 3 – Médias de temperatura mensal da região de Santana do Paraíso, MG, entre os anos de 2001 e 2022 obtidos em estação meteorológica da empresa.



Fonte: do autor (2023)

O município possui cinco unidades distintas de relevo, desde o escarpado, com altitudes que chegam a 1000 m de formações mais íngremes, até planícies aluvionares, com superfícies planas em altitudes de 220 a 245 m (Silva Neto, 2012). A área de estudo tem como característica uma formação plana, sendo que o tipo de solo que constitui a área é o Neossolo Flúvico.

3.2. Instalação do experimento

O arranjo experimental escolhido foi o Delineamento em Blocos Casualizados com arranjo fatorial, utilizando seis diferentes caldas de imersão (Tabela 1) e duas situações referentes à adubação de plantio (com adubação e sem adubação). Foram montados cinco blocos com 12 parcelas cada, sendo cada parcela composta por dez mudas.

A área experimental foi preparada previamente com subsolagem de 60 centímetros de profundidade e 80 centímetros de lateralidade (largura do revolvimento da faixa superficial do solo). Por meio da subsolagem também foi aplicado 300 kg.ha⁻¹ do adubo NPK 10-08-25 + 0,7% B + 0,5% Zn + 0,5% Cu, em filete contínuo entre 30 e 40 centímetros de profundidade.

No dia anterior à realização do plantio, no viveiro florestal, foram selecionadas 600 mudas clonais de um híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* com idade média de 100 dias.

As caldas de imersão consistem em soluções nutritivas utilizadas para saturar o substrato das mudas antes delas serem expedidas para campo. As diferentes caldas foram preparadas, todas contendo doses iguais de cupinicida ($300\text{g}\cdot 100\text{L}^{-1}$), para realização da imersão dos tubetes até o coleto das mudas. Foram utilizados para formulação das caldas, além do MAP (Tabela 2), dois outros produtos com diferentes composições nutricionais: o produto A (Tabela 3), com maior concentração de fósforo, e o produto B (Tabela 4), com maior concentração de potássio, e ácido bórico.

Tabela 1 – Descrição das caldas de imersão utilizadas, com especificação do produto utilizado e suas respectivas doses.

Calda de Imersão	Produto	Dose
1	Água	-
2	MAP	$1,5\text{ Kg}\cdot 100\text{ L}^{-1}$
3	Produto A + Produto B	$0,5\text{ Kg}\cdot 100\text{ L}^{-1}$ do Produto A e $150\text{ mL}\cdot 100\text{ L}^{-1}$ do Produto B
4	Produto A + Produto B	$1\text{ Kg}\cdot 100\text{ L}^{-1}$ de Produto A e $300\text{ mL}\cdot 100\text{ L}^{-1}$ do Produto B
5	Produto A	$1\text{ Kg}\cdot 100\text{ L}^{-1}$
6	MAP + Ácido bórico	$3\text{ g}\cdot 100\text{ L}^{-1}$ de Boro e $1,5\text{ Kg}\cdot 100\text{ L}^{-1}$ de MAP

Fonte: do autor (2023)

Tabela 2 – Composição nutricional do MAP.

Nutrientes	% p/p
Fósforo (P_2O_5)	60
Nitrogênio (N)	11

Fonte: do autor (2023).

Tabela 3 – Composição nutricional do produto A.

Nutrientes	% p/p
Nitrogênio (N)	5,0
Fósforo (P ₂ O ₅)	27,5
Magnésio (Mg)	8,0
Enxofre (S)	10,5
Boro (B)	2,5

Fonte: do autor (2023).

Tabela 4 – Composição nutricional do produto B.

Nutrientes	% p/p
Potássio (K ₂ O)	5,4
Molibdênio (Mo)	4,0

Fonte: do autor (2023).

No viveiro foram feitos 25 litros de solução para cada calda, lavando e utilizando a mesma caixa por vez. Para a imersão, usou-se uma bandeja do viveiro adaptada para 110 mudas. As mudas na bandeja foram submersas até o coleto e mantidas em solução por dois minutos.

Figura 4 - Processo de imersão das mudas em 25 litros de calda de imersão no viveiro.

Fonte: do autor (2023).

O plantio ocorreu em abril de 2023, realizado de forma manual, com auxílio de plantadeira. No mesmo dia as mudas foram irrigadas com quatro litros de água cada, sendo realizada mais uma irrigação três dias após o plantio.

A adubação de plantio em covetas laterais foi realizada aos 36 dias após o plantio. O procedimento consistiu na aplicação localizada de 100 gramas de NPK 14-30-06 com 0,25% de B, 1% de Zn e 1% de Cu, sendo dividida em duas covas ao lado da planta, a uma distância de, aproximadamente, 20 cm da muda (Figura 5).

Figura 5 – Adubação de plantio em covetas laterais.



Fonte: do autor (2023).

3.3. Coleta e análise de dados

Para avaliação do experimento, primeiramente foi realizada a avaliação de sobrevivência, aos 28 dias após o plantio. Na sequência, foram aferidos o diâmetro de colo e altura da parte aérea de todas as mudas nas idades de 45 e 90 dias após o plantio.

Também aos 90 dias, foram coletadas as plantas médias de cada tratamento dos blocos 1, 3 e 5, optando-se por não retirar de todos os blocos devido às dificuldades operacionais do procedimento, como o tempo gasto para a retirada de cada planta. Apesar disso, mantem-se um número suficiente de repetições para a avaliação, como a realizada por Freitas et al. (2009), que também utilizaram três mudas por tratamento para avaliação radicular de plantas após plantio em campo.

Para isso, em campo, foi realizada uma escavação manual por meio de abertura de trincheiras ao redor das plantas selecionadas, utilizando-se enxadão e pá, e, após a retirada, da terra, foi se escavando delicadamente ao redor até a retirada completa das raízes (Figura 6). Após a retirada separou-se a parte aérea do sistema radicular, armazenando os materiais em sacos de papel. Esses materiais foram levados ao laboratório da empresa, onde foram secos em estufa a 60 °C por 72 horas ou até peso constante. Antes da pesagem, foi retirado qualquer resquício de terra nas raízes. Não havia excesso de terra devido à textura mais arenosa do terreno, não sendo necessária a lavagem da raiz.

Figura 6 – Escavação para retirada das raízes.



Fonte: do autor (2023).

Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro. A análise foi realizada utilizando-se o software RStudio 4.2.2 por meio do pacote ExpDes.pt.

Após a ANOVA, foram realizados testes de média de Tukey a 5% de probabilidade de erro, para cada uma das variáveis analisadas durante o experimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as médias de diâmetro de colo e altura não houve diferença significativa aos 45 e 90 dias após o plantio. Para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular

(MSR) e massa seca total (MST) houve diferença significativa em MSPA e MST para a situação de adubação de plantio em covetas laterais, porém não para as caldas de imersão. Além disso, não houve interação entre os dois fatores. Os resultados estão apresentados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Médias de altura (Alt) e diâmetro de colo (DC) de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* aos 45 e 90 dias após plantio, para cada tipo de calda de imersão nas duas situações de adubação de plantio em covetas laterais.

Situação de adubação	Calda de imersão	Alt (cm)		DC (mm)	
		45 dias	90 dias	45 dias	90 dias
Com adubação de plantio em covetas laterais	1	45,2 Aa	67,7 Aa	6,0 Aa	11,8 Aa
	2	44,2 Aa	64,9 Aa	5,7 Aa	11,3 Aa
	3	44,0 Aa	65,8 Aa	5,7 Aa	11,0 Aa
	4	43,5 Aa	62,8 Aa	5,5 Aa	10,5 Aa
	5	45,5 Aa	67,8 Aa	6,0 Aa	11,5 Aa
	6	45,9 Aa	67,5 Aa	6,0 Aa	11,6 Aa
	Média	44,8	66,1	5,8	11,3
Sem adubação de plantio em covetas laterais	1	44,7 Aa	65,2 Aa	5,8 Aa	11,3 Aa
	2	45,2 Aa	66,8 Aa	6,1 Aa	11,7 Aa
	3	46,7 Aa	65,9 Aa	6,0 Aa	11,3 Aa
	4	44,7 Aa	61,6 Aa	5,9 Aa	10,3 Aa
	5	45,4 Aa	67,2 Aa	5,6 Aa	11,0 Aa
	6	47,7 Aa	67,7 Aa	6,5 Aa	12,4 Aa
	Média	45,7	65,8	6,00	11,3

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula para o efeito da adubação de plantio em covetas laterais e minúscula para efeito da imersão, nas colunas, não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: do autor (2023).

Tabela 6 – Médias de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* aos 90 dias após plantio para cada tipo de calda de imersão nas duas situações de adubação de plantio em covetas laterais.

Situação de adubação	Calda de imersão	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Com adubação de plantio em covetas laterais	1	76,2 Aa	18,2 Aa	94,4 Aa
	2	73,6 Aa	21,6 Aa	95,2 Aa
	3	67,3 Aa	17,5 Aa	84,8 Aa
	4	68,2 Aa	18,6 Aa	86,8 Aa
	5	86,9 Aa	21,8 Aa	108,6 Aa
	6	69,5 Aa	18,1 Aa	87,6 Aa
	Média	73,6	19,3	92,9
Sem adubação de plantio em covetas laterais	1	52,9 Ba	18,5 Aa	71,4 Ba
	2	59,4 Ba	16,4 Aa	75,8 Ba
	3	64,2 Ba	16,7 Aa	80,9 Ba
	4	61,2 Ba	15,6 Aa	75,8 Ba
	5	68,8 Ba	18,2 Aa	86,9 Ba
	6	59,3 Ba	19,0 Aa	78,3 Ba
	Média	61,0	17,2	78,2

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula para o efeito da adubação de plantio em covetas laterais e minúscula para efeito da imersão, nas colunas, não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: do autor (2023).

Não foi observado efeito da adubação de plantio em covetas laterais e das caldas de imersão aos 45 e 90 dias para o diâmetro de colo e altura das plantas. Outros estudos, como de Silva (2017), coletaram dados das plantas com idade mais avançada para avaliação da influência da adubação no crescimento inicial. No caso do autor, as medições foram feitas aos 7, 11, 14 e 17 meses de idade das plantas de *Eucalyptus* spp., obtendo uma diferenciação entre as adubações utilizadas em todas as idades. Isso pode indicar a necessidade de se realizar as medições em mais idades para verificar a tendência de crescimento e se com o avanço da idade há diferença significativa para a situação de adubação de plantio em coveta lateral.

Outro fator que pode ter influenciado no crescimento das plantas neste estudo foi a época de plantio, realizada em abril, com a avaliação final de 90 dias em julho. Com a diminuição

progressiva da precipitação na região, conforme demonstrado na Figura 2, há uma redução da umidade do solo. Essa umidade é o fator com maior influência no processo de absorção de nutrientes pela planta (Meurer, 2007), assim como ser fundamental para todos os processos metabólicos que geram crescimento.

Já para biomassa, existe diferença estatística para a massa seca da parte aérea e a massa seca total. As plantas submetidas à adubação de plantio em covetas laterais obtiveram maiores médias do que aquelas sem adubação. Porém, as caldas não influenciaram nessa diferença, visto que não houve efeito interativo entre os fatores.

O resultado das médias entre as diferentes caldas de imersão revela que as caldas com fertilizante não foram estatisticamente diferentes da calda sem fertilizante (calda 1 – apenas com água). Isso pode significar que essa disponibilização imediata de nutrientes pode não estar tendo um impacto significativo no resultado do plantio. A adubação de base feita no momento de preparo do substrato das mudas para produção no viveiro pode ser um dos fatores que permitiu que as plantas submetidas à calda 1 não se diferenciassem das demais. O produto utilizado no substrato das mudas do viveiro da empresa é o Osmocote 19-06-10, um fertilizante de liberação lenta que promove um suprimento contínuo de nutrientes, reduzindo a possibilidade de perda por lixiviação e mantendo a muda nutrida de forma constante (Dinalli; Castilho; Gazola, 2012). Este produto tem tempo de liberação de quatro meses e seu efeito pode estar persistindo no primeiro mês após o plantio.

Foi analisado também os percentuais de alocação de massa pela planta entre a parte aérea e a raiz (Tabela 7). A calda 1 foi a que obteve uma maior diferença entre percentual de massa seca radicular nas situações com e sem adubação de plantio em covetas laterais, apresentando proporções de 19,32% e 25,93% respectivamente. A adubação favoreceu o crescimento da parte aérea das plantas da calda 1, enquanto a falta dela ocasionou em menor massa de parte aérea. Logo, o percentual de massa do sistema radicular em relação à massa total da planta foi maior no tratamento sem a adubação. Em estudos com *Annona muricata* L. realizado por Soares, Lima e Crisóstomo (2007) foi verificado que em condições de baixa disponibilidade de fósforo, a planta destinou maior potencial de crescimento para o sistema radicular.

Tabela 7 – Valores percentuais da distribuição da massa seca pela planta e relação entre massa seca radicular (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, avaliadas aos 90 dias após o plantio em função da adubação de plantio em covetas laterais.

Situação de adubação	Calda de imersão	MSPA (%)	MSR (%)	MSR/MSPA
Com adubação de plantio em covetas laterais	1	80,7	19,3	0,2
	2	77,3	22,7	0,3
	3	79,3	20,7	0,3
	4	78,6	21,5	0,3
	5	80,0	20,1	0,3
	6	79,4	20,6	0,3
Sem adubação de plantio em covetas laterais	1	74,1	25,9	0,3
	2	78,4	21,6	0,3
	3	79,4	20,6	0,3
	4	80,8	19,2	0,2
	5	79,1	20,9	0,3
	6	75,7	24,3	0,3

Fonte: do autor (2023).

5. CONCLUSÃO

O uso de imersão do sistema radicular em soluções nutritivas não apresentou efeito positivo significativo para o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, avaliadas até os 90 dias após o plantio.

No entanto, foi observado ganho de massa seca total de mudas aos 90 dias após o plantio em função da adubação de plantio em covetas laterais, enfatizando a importância da prática para o arranque inicial das plantas.

REFERÊNCIAS

ASSIS, C. O. et al. Efeito da aplicação de nitrogênio na produção e qualidade da madeira e carvão vegetal de um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, p. 1–8, 2018.

BAZANI, J. H. **Eficiência de fertilizantes fosfatados solúveis e pouco solúveis, com ou sem complexação com substâncias húmicas, em plantações de eucalipto**. 2014. 129 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Recursos Florestal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

BAZANI, J. H. et al. Qualidade Silvicultural: a fertilização de base e sua influência no desenvolvimento inicial de plantações de eucalipto. **Informações Agronômicas - IPNI**, v. 24, n. 45, p. 1–11, 2016.

BERNARDI, A. C. DE C et al. Fertilidade do Solo e Demanda por Nutrientes no Brasil. Em: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. DE; PERES, J. R. R. (Eds.). **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 61–77.

CAMARGO, M. L. P. DE et al. Considerações sobre eficiência nutricional em *Eucalyptus*. **Científica**, v. 32, n. 2, p. 191–196, 2004.

DINALLI, R. P. et al. Utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de *Vigna radiata* L. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 21, n. 1, p. 10–15, 2012.

FERNANDEZ, J. Q. P. et al. Productivity of *Eucalyptus camaldulensis* affected by rate and placement of two phosphorus fertilizers to a Brazilian Oxisol. **Forest Ecology and Management**, [S.L.], v. 127, n. 1-3, p.93-102, mar. 2000.

FREITAS, T. A. S. DE et al. Efeito de deformação e poda das raízes de mudas de eucalipto sobre o crescimento no campo. **FLORESTA**, v. 39, n. 2, p. 355–363, 2009.

FREITAS, T. A. S. DE F. et al. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 853–861, 2005.

GAZOLA, R. DE N. **Adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na produtividade, ciclagem de nutrientes e no balanço nutricional do eucalipto**. 2017. 183 f. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2017.

GONÇALVES, J. L. DE M. Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, v. 15, p. 1–23, 1995.

GRACIANO, C. et al. Fertilization with phosphorus increases soil nitrogen absorption in young plants of *Eucalyptus grandis*. **Forest Ecology and Management**, v. 236, n. 2–3, p. 202–210, 1 dez. 2006.

MAEDA, Shizuo *et al.* **Substratos Alternativos para Produção de Mudanças de *Eucalyptus badjensis*, obtidos a partir de Resíduos das Indústrias Madeireira e Cervejeira e da Caprinocultura.** Colombo: Embrapa Florestas, 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37764/1/com-tec157.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

MAFIA, R. G. et al. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 947–953, 2005.

OLIVEIRA, L. E. Z. DE. **Estratégias de adubação fosfatada no longo prazo: resposta de culturas, distribuição espacial e adsorção de fósforo.** 2022. 136 p. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

OLIVEIRA, M. W. M. DE et al. Avaliação do efeito de estimulantes radiculares em mudas de *Eucalyptus urograndis*. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 1, p. 141–149, 2013.

OLIVEIRA, S. A. DE et al. Efeito da aplicação de NPK e micronutrientes no desenvolvimento de *Eucalyptus citriodora* Hook. **FLORESTA**, v. 29, n. 12, p. 27–36, 1999.

SÁ JÚNIOR, A. DE. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais.** 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SILVA, H. A. DE S. DA. **Adubação mineral de plantio em clones de *Eucalyptus urograndis* na região de Três Lagoas-MS.** 2017. 52 f. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2017.

SILVA, R. B. G. DA et al. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297–302, 2012.

SILVA NETO, A. T. S. **Caracterização geoambiental da área de expansão do município de Santana do Paraíso, Vale do Aço, MG.** 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geotecnia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

SILVEIRA, R. L. V. DE A. **Efeito do potássio no crescimento, nas concentrações dos nutrientes e nas características da madeira juvenil de progênies de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden cultivadas em solução nutritiva.** 2000. 169 p. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2000.

SOARES, I. et al. Crescimento e composição mineral de mudas de gravioleira em resposta a doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 4, p. 343–349, 2007.

VALLADARES, G. S et al. Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 111–118, 2003.

VOMERO, P. A. DE S. Z. **Efeito da imersão de mudas com fertilizante e cupinicida no crescimento de dois clones de eucalipto sob duas condições de umidade no substrato.** 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

WEBER, O. L. DOS S. et al. Cargas elétricas estruturais e variáveis de solos tropicais altamente intemperizados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 6, p. 867–873, 2005.

WILCKEN, C. F. et al. **Guia Prático de Manejo de Plantações de Eucalipto.** 21. ed. Botucatu: FEPAF, 2008. v. 1