

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

NATHÁLIA GABRIELE FRANCA DIAS

CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE MOGNO-AFRICANO EM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTES E
VOLUMES DE RECIPIENTES

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2023

NATHÁLIA GABRIELE FRANCA DIAS

CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE MOGNO-AFRICANO EM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTES E
VOLUMES DE RECIPIENTES

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial
para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2023

NATHÁLIA GABRIELE FRANCA DIAS

CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE MOGNO-AFRICANO
EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTES E
VOLUMES DE RECIPIENTES

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 06 de julho de 2023

COMISSÃO EXAMINADORA

Marcos Vinicius Winckler Caldeira (Orientador)

Universidade Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente
 CRISTIANE COELHO DE MOURA
Data: 17/07/2023 10:13:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Cristiane Coelho de Moura (Examinador)

Universidade Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente
 ROBERT GOMES
Data: 17/07/2023 10:08:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Robert Gomes (Examinador)

Universidade Federal do Espírito Santo



Djone Richer Momolli (Examinador)

Universidade Federal do Espírito Santo



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
MARCOS VINICIUS WINCKLER CALDEIRA - SIAPE 1651281
Departamento de Ciências Florestais e da Madeira - DCFM/CCAE
Em 18/07/2023 às 12:46

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/751859?tipoArquivo=O>

Não nos cansemos de fazer o bem. Pois se não desanimarmos, chegará o tempo certo em que faremos a colheita.

Gálatas 6:9

Agradeço a Deus em primeiro lugar, que sempre me conduziu me dando forças para continuar colocando boas pessoas no meu caminho.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, Antonio José Dias e Aldaiza Carmo Franca Dias, que sempre estiveram do meu lado, me apoiando e incentivando em todos os momentos.

Ao meu marido Lucas Polido, que esteve comigo durante toda essa jornada, batalhando junto comigo para que esse sonho se tornasse realidade, compreendendo minha ausência enquanto eu me dedicava à realização desse sonho.

Aos amigos antigos, e aos novos, que tornaram minha caminhada mais fácil e prazerosa durante a graduação. Em especial aos meus amigos, Rayana, Ricardo e Williana, que estiveram presentes comigo em todos os trabalhos nesses cinco anos.

À minha querida supervisora de estágio e amiga, Marianna Abdalla Prata, por toda força e apoio durante minha escrita do TCC.

À turma de Engenharia Florestal 2018/1 e demais amigos que fiz na UFES pelos momentos compartilhados.

Aos meus queridos professores pelos ensinamentos, especialmente ao meu orientador Marcos Vinicius Winckler Caldeira, por aceitar participar desse trabalho, me orientando e sempre contribuindo para minha melhoria.

Agradeço ao meu coorientador Júlio César Tannure Faria, por sempre estar disposto a ouvir minhas ideias e por todo apoio e dedicação.

Agradeço a Cássia, Dione, Lorena e Júlio, por estarem me auxiliando durante a pesquisa. A banca avaliadora pela disponibilidade de contribuir com meu crescimento profissional na avaliação deste trabalho.

Por fim, sou grata a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O uso de Fertilizantes de Liberação Controlada constitui uma das formas de suprimento nutricional ao longo de um tempo determinado para o desenvolvimento das mudas em viveiro. O objetivo do estudo foi a avaliação do crescimento inicial de mudas da espécie *Khaya grandifoliola* em concentrações crescentes de FLC utilizando tubetes de diferentes volumes. O experimento foi conduzido em dois viveiros de mudas (CCAUE/Ufes), montado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituindo 10 tratamentos, com três repetições de 15 mudas por parcela. Ao substrato comercial foram adicionadas diferentes concentrações de FLC (0, 4, 8, 12 e 16 g L⁻¹), compondo o primeiro fator do esquema fatorial 5x2. Duas sementes foram semeadas em tubetes de 180 cm³ e 280 cm³, compondo o segundo fator. As avaliações dos parâmetros morfológicos (altura e diâmetro) foram realizadas mensalmente, com auxílio de uma régua milimetrada e um paquímetro digital de precisão, a relação H/DC foi calculada a pela relação entre altura e diâmetro do coleto em cm.mm⁻¹. Os dados das avaliações aos cinco meses foram submetidos ao teste de Hartley ($p > 0,05$) e Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), e para os conjuntos de dados das avaliações mensais o modelo de equação linear. A fim de verificar a interação das concentrações e volumes de recipientes aos cinco meses, foi utilizado o modelo de equação polinomial. Analisando as médias do crescimento em altura das mudas de *K. grandifoliola* aos cinco meses de idade, pode-se constatar que tanto para as mudas cultivadas em tubetes de 180 cm³, quanto em tubetes de 280 cm³, a partir da concentração 4 g L⁻¹ não houve diferença entre as concentrações testadas, sendo as concentrações 8, 12 e 16 g L⁻¹ estatisticamente iguais e superiores às demais. Em relação à interação das concentrações sobre os diferentes volumes de recipientes, infere-se que no tubete de menor tamanho, o aumento da concentração de FLC promoveu diferenças significativas nas médias de altura apenas nas mudas implantadas em substrato sem adição de FLC (testemunha), sendo o seu crescimento estatisticamente menor às demais concentrações avaliadas. Com relação ao diâmetro do coleto, houve diferenças estatísticas apenas em relação a interação dos volumes dos recipientes sobre as concentrações, sendo a testemunha menor estatisticamente.

Palavras-chave: Produção de mudas; parâmetros morfológicos; *Khaya grandifoliola*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	9
1.2 Objetivos.....	10
1.2.1 Objetivo geral.....	10
1.2.2 Objetivos específicos.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Caracterização do gênero <i>Khaya</i>	12
2.2 Caracterização da espécie <i>Khaya grandifoliola</i> C.DC.....	13
2.3 Nutrição em mudas florestais.....	13
2.4 Importância do recipiente para o crescimento da muda.....	15
3 METODOLOGIA.....	17
3.1 Parâmetros morfológicos.....	20
3.2 Análise estatística.....	20
4 RESULTADOS DA PESQUISA.....	22
4.1 Avaliações da altura da parte aérea em mudas de <i>Khaya grandifoliola</i> ...22	
4.2 Avaliações do diâmetro em mudas de <i>Khaya grandifoliola</i>	25
4.3 Tolerância da espécie.....	29
5 CONCLUSÕES.....	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS.....	36
APÊNDICE.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação dos tratamentos utilizando diferentes volumes de tubete e concentrações de Fertilizantes de Liberação Controlada (FLC) para produção de mudas de <i>Khaya grandifoliola</i>	20
Tabela 2 - Médias da altura da parte aérea de mudas de <i>Khaya grandifoliola</i> em relação ao fatorial duplo de concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada e volume do recipiente aos cinco meses após semeadura.....	24
Tabela 3 - Médias do diâmetro do coleto de mudas de <i>Khaya grandifoliola</i> em relação ao fatorial duplo de concentrações de fertilizante e volume do recipiente aos cinco meses após semeadura.....	27
Tabela 4 - Médias da relação H/DC de mudas de <i>Khaya grandifoliola</i> em relação ao fatorial duplo de concentrações de fertilizante e volume do recipiente aos cinco meses após semeadura.....	28

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Mapa de localização do experimento no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (Alegre e Jerônimo Monteiro).
..... 17
- Figura 2 - Semeadura e disposição dos tubetes de *Khaya grandifoliola* na bancada da casa de sombra, localizada no viveiro de mudas do Setor de Fruticultura, localizado no distrito de Rive-ES. (a) Disposição dos tubetes na bancada da casa de sombra; (b) Semeadura de duas sementes de *Khaya grandifoliola* por tubete; (c) Identificação dos tratamentos e repetições..... 18
- Figura 3 - Mudas de *Khaya grandifoliola* dispostas em tubetes na bancada da área de telado com passagem de 50 % de luminosidade, localizada no Viveiro Universitário Florestal em Jerônimo Monteiro – ES. (a) Mudas de *Khaya grandifoliola* de dois tratamentos dispostas em bandejas; (b) Visão ampliada da área de telado; (c) Mudas de *Khaya grandifoliola* do tratamento testemunha..... 19
- Figura 4 - Crescimento mensal em altura da parte aérea de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 180 cm³ em diferentes concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada. T1 = 0 g L⁻¹ FLC; T2 = 4 g L⁻¹; T3 = 8 g L⁻¹; T4 = 12 g L⁻¹; T5 = 16 g L⁻¹22
- Figura 5 - Crescimento mensal em altura da parte aérea de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 280 cm³ em diferentes concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada. T1 = 0 g L⁻¹ FLC; T2 = 4 g L⁻¹; T3 = 8 g L⁻¹; T4 = 12 g L⁻¹; T5 = 16 g L⁻¹23
- Figura 6 - Crescimento mensal em diâmetro de coleto de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 180 cm³ em diferentes concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada. T1 = 0 g L⁻¹ FLC; T2 = 4 g L⁻¹; T3 = 8 g L⁻¹; T4 = 12 g L⁻¹; T5 = 16 g L⁻¹26
- Figura 7 - Crescimento mensal em diâmetro de coleto de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 280 cm³ em diferentes concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada. T1 = 0 g L⁻¹ FLC; T2 = 4 g L⁻¹; T3 = 8 g L⁻¹; T4 = 12 g L⁻¹; T5 = 16 g L⁻¹27
- Figura 8 - Comparação da resposta radicular da aplicação de Fertilizante de Liberação Controlada em mudas de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 180 cm³ e 280 cm³. (a) Tubete de 180 cm³ com tratamento 0 g L⁻¹; (b) Tubete de 180 cm³ com tratamento 12 g

L⁻¹; (c) Tubete de 280 cm³ com tratamento 0 g L⁻¹; (d) Tubete de 280 cm³ com tratamento 12 g L⁻¹. Barras = 20 cm.....29

Figura 9 – Modelo de equação polinomial aos cinco meses a fim de avaliar a interação das diferentes concentrações e volumes de recipiente, para altura da parte aérea e diâmetro do coleto em mudas de *Khaya grandifoliola*.30

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal tem se expandido mundialmente, sendo necessária uma produção eficiente para atender à crescente demanda por madeira de qualidade, além de ser também uma alternativa para evitar a exploração ilegal de árvores nativas (SANTOS NETO, 2014). Para alcançar essa produção requerida, é necessário o planejamento adequado da etapa que antecede da implantação de florestas, que é a produção de mudas, sendo esse planejamento ideal para alcançar os níveis de produtividade compatíveis com o potencial da espécie (DUTRA et al., 2016), e o uso de estratégias para alcançar esse potencial está ligado ao entendimento acerca das exigências nutricionais da espécie (DE MARCO et al., 2019).

Segundo o Relatório Anual da Ibá (2022), a área total de árvores plantadas no Brasil totalizou 9,93 milhões de hectares, e vem aumentando a cada ano, o que representa a importância do desenvolvimento de estudos na área de produção de mudas, já que é primordial para o avanço nesse setor. É importante ressaltar que dessas árvores plantadas, uma porcentagem expressiva é atribuída ao cultivo de eucalipto e pinus, que são as espécies mais plantadas no Brasil, ocupando 95,2 % da área total de árvores plantadas (IBÁ, 2022). Porém, novas espécies não convencionais têm se mostrado promissoras, ganhando destaque nos últimos anos, uma delas é o mogno-africano. Estima-se que a área plantada da espécie em território brasileiro já tenha passado 37 mil hectares em 2018, o que torna o Brasil, muito provavelmente, o maior plantador desse gênero, seguido da Austrália com 14 mil hectares de *K. senegalensis* (REIS et al., 2019).

Dentre os estudos realizados na área de produção de mudas, os que mais se destacam são aqueles que se concentram na compreensão das exigências nutricionais das mudas em desenvolvimento. Esses resultados irão auxiliar na aplicação das proporções adequadas de fertilizantes conforme a necessidade da espécie, reduzindo os custos de produção, mantendo as taxas fotossintéticas abaixo dos níveis respiratórios das plantas e estimulando características superiores de crescimento, como robustez e produção de massa seca, que são de interesse do setor (SMIDERLE et. al., 2020). O mesmo ocorre com os recipientes utilizados, que devem apresentar as dimensões adequadas, pois possuem relação direta na quantidade de substrato, no espaço que irá

ocupar no viveiro, na mão de obra, no custo final da muda, no transporte e rendimento durante o plantio e, principalmente, nos insumos utilizados (CARNEIRO, 1995).

Uma forma de adubação que vem sendo utilizada por viveiros de produção de mudas é o uso de Fertilizantes de Liberação Controlada, sendo uma alternativa ao uso de fertilizantes convencionais (LANG et al., 2011). Apesar dos fertilizantes convencionais serem acessíveis economicamente e favorecerem uma rápida absorção de nutrientes para as plantas, a constante irrigação nos viveiros florestais tende a aumentar a lixiviação dos nutrientes fornecidos por ele (DUTRA et al., 2016). Além disso, o uso desses fertilizantes convencionais acarreta maiores custos de mão de obra, devido à necessidade de parcelamento da adubação, o que aumenta o preço final da muda (MORAES NETO et al., 2003).

Por essa razão, o uso de FLC tem se difundido pelo país, como uma alternativa aos riscos de danos às plantas, por meio do fornecimento contínuo de nutrientes durante o seu desenvolvimento inicial, de forma a aumentar a eficiência do fertilizante, diminuir os custos operacionais e perdas por lixiviação, reduzir a mortalidade por choque pós-plantio e otimizar a produção de mudas em um menor intervalo de tempo (CUNHA, 2021).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar o crescimento inicial de mudas seminais de *Khaya grandifoliola*, utilizando diferentes concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada (FLC) e volumes de tubetes.

1.2.2 Objetivos específicos

Acompanhar o crescimento das mudas do mês dois, até o mês cinco a fim de identificar o crescimento em altura e diâmetro na produção de mudas de *Khaya grandifoliola*.

Identificar qual das concentrações (0,4,8,12,16 g L⁻¹) de Fertilizante de Liberação Controlada (FLC 5M) resultará no maior crescimento em altura e diâmetro das mudas de *Khaya grandifoliola*, aos cinco primeiros meses do seu crescimento.

Identificar qual dos volumes de tubetes (180 cm³ e 280 cm³) resultará no maior crescimento em altura e diâmetro das mudas de *Khaya grandifoliola*, aos cinco primeiros meses do seu crescimento.

Verificar a qualidade das mudas por meio do índice de robustez (Relação H/DC), aos cinco primeiros meses do seu crescimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização do gênero *Khaya*

O gênero *Khaya*, é constituído por indivíduos arbóreos, em geral, de elevado porte, sendo suas espécies de grande relevância dentro da família das Meliaceae (LAMPRECHT, 1990). As espécies são de origem africana, e pertencem ao Reino Plantae, Filo Tracheophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Sapindales e Família Meliaceae (IUCN, 2018). Segundo Fremlin (2011), o gênero é representado por cinco espécies, sob designação popular de “mogno-africano”, sendo elas: *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., *Khaya anthotheca* (Welw.) C.DC., *Khaya grandifoliola* C.DC., *Khaya ivorensis* A. Chev., e *Khaya madagascariensis* Jum. & H.Perrier, sendo as quatro primeiras citadas, espécies de maior interesse comercial na atualidade (REIS et al., 2019).

Sua madeira é considerada nobre, com grande conotação no mercado internacional devido sua alta qualidade, com elevado potencial econômico, que pode ser empregada na indústria moveleira, naval, construção civil, painéis e laminados, entre outros usos (PINHEIRO et al., 2011). Em razão do seu histórico de intensa exploração atenuado significativamente no final do século 20, em seus locais de origem, indivíduos nativos com grandes dimensões começaram a se tornar cada vez mais raros (ARNOLD, 2004). No Brasil, o cultivo de mogno-africano ainda é recente, sendo os indivíduos mais antigos com aproximadamente 40 anos de idade, localizados no estado do Pará (REIS et al., 2019).

Devido à semelhança na coloração das madeiras, a denominação “mogno” no mercado é representativa às mais diversas famílias e gêneros, provenientes da África, Austrália, Sudeste Asiático e Brasil, porém, apresentando grande diferença no que tange à aparência, à estrutura e à resistência mecânica (PINHEIRO et al., 2011). Dentro do gênero *Khaya*, todas as espécies são conhecidas como mogno-africano, apresentando semelhanças uma com as outras nas flores e frutos, sendo suas diferenças mais proeminentes nos folíolos (PINHEIRO et al., 2011).

2.2 Caracterização da espécie *Khaya grandifoliola* C. DC.

Khaya grandifoliola é uma espécie decídua, de médio a grande porte, podendo atingir altura de 40 m e diâmetro de 200 cm (DAP) (PINHEIRO et al., 2011). Seu tronco é retilíneo e cilíndrico, apresenta fuste comercial livre de ramificações até 23 m de altura, com coloração da casca externa marrom-acinzentada, e interna percorrendo da tonalidade rosa – escuro à avermelhada, com listras brancas, exsudando goma incolor (OPUNI-FRIMPONG, 2008). Sua propagação é comumente realizada por meio de sementes, sendo o peso de 1.000 sementes variando de 200 a 300 g (PINHEIRO et al., 2011). As sementes são em forma de disco ou quadrangulares, fortemente achatadas, estreitamente aladas por toda a margem (facilitando a dispersão pelo vento), marrons, com cerca de 2,0 a 3,5 cm. A germinação da espécie ocorre entre 10 e 35 dias após o semeio, apresentando padrão de germinação de 90% quando saudáveis (PRACIAK et al., 2013).

Apresenta ocorrência natural em diversos países africanos, em altitudes de até 1.400 m, desde Florestas Semidecíduas Úmidas (podendo ser encontrada em partes rochosas e montanhosas), e especialmente nas mais secas e savana, sendo a ocorrência em savanas, em geral, ao longo de matas ciliares (OPUNI-FRIMPONG, 2008). A planta é considerada pioneira de longa duração e tolerante à sombra em sua fase juvenil, o que é uma grande vantagem, também se beneficiando de luz quando já bem estabelecida (PRACIACK et al., 2013). Outra característica da espécie é sua preferência por solos aluviais de vales, úmidos e bem drenados (OPUNI-FRIMPONG, 2008).

Dentre as espécies similares em qualidade de madeira que foram consideradas para substituir o mogno brasileiro em seu uso comercial, a espécie *Khaya grandifoliola* é a que melhor ocupa este espaço, introduzida no Brasil na década de 70, com o objetivo de substituir o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), intensamente explorado pelo setor de madeira e atualmente sob a ameaça de extinção (TUCCI et al., 2007).

2.3 Nutrição em mudas florestais

A nutrição adequada de mudas florestais é de extrema importância, visto que a qualidade das mudas é um fator essencial para garantir o sucesso da implantação de povoamentos florestais, sejam eles com fins comerciais ou conservacionistas (CABREIRA et al., 2019). Diversos estudos apontam que existe uma correlação positiva entre a reserva de nutrientes na fase de viveiro em plantas adubadas e o vigor e crescimento favorável no período pós-plantio (SHI et al., 2019).

Para isso, é necessário o estabelecimento de estratégias que favoreçam a produção de mudas de alta qualidade, em curtos intervalos de tempo, e que demandam pouca mão de obra e manutenções excessivas (SOUZA et al., 2020a). Para se ter mudas de qualidade, diversos fatores devem ser levados em consideração, como as características inerentes ao substrato, temperatura, sombreamento, recipiente, irrigação, vigor das mudas, doses de fertilizantes e o manejo realizado nas mudas (MARQUES et al., 2018). Esse padrão de qualidade é definido através da determinação de parâmetros morfológicos, que incluem a altura e diâmetro do caule, que são os mais utilizados na definição de índices de qualidade de mudas, por serem métodos não destrutivos (DIONISIO et al., 2019).

Um dos principais aliados na produção de mudas de alta qualidade é o Fertilizante de Liberação Controlada (FLC), sendo o Osmocote® amplamente utilizado para esse fim. Esse fertilizante é composto por grânulos que contêm uma combinação homogênea de nutrientes, geralmente NPK, e são revestidos por uma resina orgânica responsável por regular a liberação dos nutrientes de acordo com a temperatura e umidade do substrato (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2002; SCIVITTARO et al., 2004). Considerando que a velocidade de crescimento das mudas é diretamente proporcional ao aumento da temperatura, a liberação dos nutrientes ocorrerá nos momentos de maior exigência nutricional das mudas, resultando em um maior desempenho de crescimento (VALERI e CORRADINI, 2000). A fertilização em viveiros de produção de mudas e a escolha do recipiente adequado são de suma importância para um crescimento e vigor satisfatórios, aumentando sua resistência e favorecendo sua sobrevivência no pós-plantio (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000).

2.4 Importância do recipiente para o crescimento da muda

Entre os fatores relevantes que vão influenciar na qualidade das mudas de espécies florestais, destaca-se o recipiente utilizado. Na escolha do recipiente ideal para a produção, deve-se levar em consideração a quantidade de mudas a serem produzidas, e sua finalidade (SANTOS et al., 2000). Os recipientes irão conter o substrato que permitirá o crescimento e nutrição das mudas, e vão contribuir para a proteção do sistema radicular contra danos mecânicos e desidratação, e apesar dos custos de produção maiores (embalagens, enchimento das embalagens, necessidade de maior área de produção no viveiro), sua sobrevivência e crescimento inicial no campo será mais eficaz (CARNEIRO 1995).

Até a década de 1980, as sacolas plásticas eram o recipiente mais utilizado na produção de mudas de espécies florestais, o que foi substituído mais tarde pelos tubetes de plástico, devido ao aumento da quantidade de mudas e necessidade de automação das operações. Dentre as vantagens do uso de tubetes, destaca-se sua facilidade nas operações, e conseqüentemente menor quantidade de mão de obra, de serem reutilizáveis, consumirem menos substrato, serem mais leves e fáceis de manusear, melhorarem a ergonomia do viveirista e permitirem a mecanização de algumas atividades (GOMES; PAIVA, 2006). Além disso, as estrias internas existentes nos tubetes dificultam o envelamento de raízes, que é um problema recorrente na produção de mudas em sacolas plásticas, dessa forma, contribuem para melhoria do seu crescimento inicial em condições de campo.

A escolha do volume do recipiente a ser utilizado, bem como sua altura e diâmetro são variáveis conforme a espécie. No entanto, em geral, a altura da embalagem é mais importante do que o seu diâmetro para o crescimento de mudas de grande parte das espécies florestais (GOMES et al., 1981). O ideal é que não haja restrição do crescimento do sistema radicular pelo volume do recipiente, ocasionando desequilíbrio na razão entre raízes e parte aérea, alterando as respostas fisiológicas da planta (REIS et al., 1989), o que irá refletir na qualidade da muda.

Assim, torna-se relevante o estudo do tamanho adequado de tubete para cada espécie, uma vez que tubetes com maiores diâmetros vão demandar de maior espaço no

viveiro e maior quantidade de insumos, podendo contribuir para elevação do custo final da muda.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em dois viveiros de mudas, ambos localizados no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE/Ufes) (Figura 1). Nos primeiros quatro meses foram utilizadas as instalações do viveiro do Setor de Fruticultura, localizado na rodovia ES 482, Cachoeiro-Alegre, no distrito de Rive, Alegre-ES ($20^{\circ}45'4.10''\text{S}$ e $41^{\circ}29'17.35''\text{O}$) e no final do experimento o Viveiro Florestal Universitário, localizado na cidade de Jerônimo Monteiro-ES ($20^{\circ}47'\text{S}$ e $41^{\circ}23'\text{W}$). De acordo com a Classificação Climática de Köppen e Geiger (1928), adaptada e atualizada por Alvares et al. (2013), o clima da região é do tipo “Cwa”, isto é, tropical quente úmido, com inverno frio e seco, temperatura anual média de $23,1^{\circ}\text{C}$ e precipitação total anual média de 1341 mm.

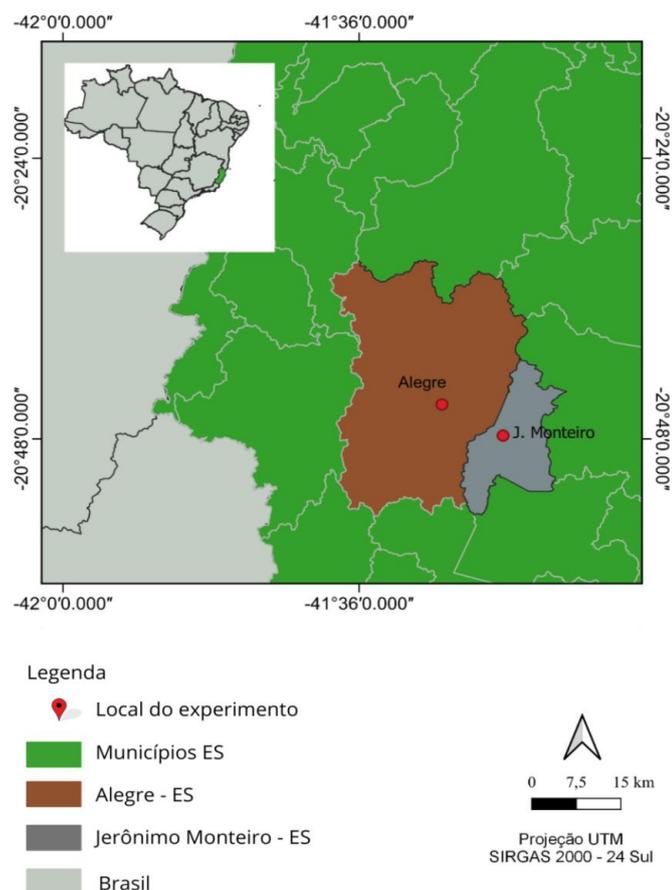


Figura 1 - Mapa de localização do experimento no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (Alegre e Jerônimo Monteiro).

Fonte: Elaboração própria (2023).

O experimento foi realizado utilizando sementes de *Khaya grandifoliola* provenientes de doações de produtores de mogno-africano cadastrados na Associação Brasileira de Produtores de Mogno-Africano (ABPMA), com porcentagem de germinação acima de 90 %. O substrato comercial utilizado foi “TerraNutri” (Anexo 1), que foi homogeneizado com as cinco concentrações de FLC Osmocote® Plus 5M, na formulação de N-P-K (15-9-12) (Anexo 2), sendo os cálculos de concentração feitos com base no peso do adubo e volume de substrato. Em seguida os tubetes de polipropileno de 180 cm³ (135 x 64 mm) e 280 cm³ (190 x 63 mm) foram preenchidos, distribuídos sobre grades metálicas e devidamente identificados (Figura 2). A semeadura foi efetuada colocando duas sementes de *Khaya grandifoliola* em cada recipiente. As mudas foram dispostas em canteiros suspensos a 80 cm do solo dentro da casa de sombra, coberta com tela com sombreamento de 75%, com cobertura revestida por lona plástica.



Figura 2 - Semeadura e disposição dos tubetes de *Khaya grandifoliola* na bancada da casa de sombra, localizada no viveiro de mudas do Setor de Fruticultura, localizado no distrito de Rive-ES. (a) Disposição dos tubetes na bancada da casa de sombra; (b) Semeadura de duas sementes de *Khaya grandifoliola* por tubete; (c) Identificação dos tratamentos e repetições.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Após 30 dias da instalação do experimento, foi realizado o raleio, deixando a muda mais centralizada e vigorosa no recipiente. As mudas foram mantidas quatro meses em casa de sombra (Setor de Fruticultura), e 30 dias na área de telado para rustificação (Figura 3) (Viveiro Universitário Florestal – Jerônimo Monteiro), com sombreamento de 50%. Após três meses do plantio, foi necessário realizar a alternagem das mudas, deixando uma célula vazia a cada tubete colocado, visando aumentar o espaço de crescimento.

Em ambas as áreas o regime de irrigação ocorreu no período compreendido entre as oito e as dezessete horas (quatro vezes ao dia), com intervalo de três horas entre elas, durante 15 minutos, por sistema de irrigação automático, com microaspersores com vazão de 30 litros por hora.



Figura 3 - Mudas de *Khaya grandifoliola* dispostas em tubetes na bancada da área de telado com passagem de 50 % de luminosidade, localizada no Viveiro Universitário Florestal em Jerônimo Monteiro – ES. (a) Mudanças de *Khaya grandifoliola* de dois tratamentos dispostas em bandejas; (b) Visão ampliada da área de telado; (c) Mudanças de *Khaya grandifoliola* do tratamento testemunha.

Fonte: Elaboração própria (2023).

O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x2, sendo cinco concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada (0, 4, 8, 12 e 16 g.L⁻¹) e dois volumes de recipientes (180 e 280 cm³), constituindo 10 tratamentos, com três repetições de 15 mudas por parcela (Tabela 1).

Tabela 1 - Formulação dos tratamentos utilizando diferentes volumes de tubete e concentrações de Fertilizantes de Liberação Controlada (FLC) para produção de mudas de *Khaya grandifoliola*.

Tratamentos	Recipiente (cm³)	Concentrações de FLC (g L⁻¹)
T1 (Testemunha)	180	0
T2	180	4
T3	180	8
T4	180	12
T5	180	16
T6 (Testemunha)	280	0
T7	280	4
T8	280	8
T9	280	12
T10	280	16

Fonte: Elaboração própria (2023).

3.1 Parâmetros morfológicos

Para realizar a análise dos parâmetros morfológicos, foram conduzidas medições aos dois, três, quatro e cinco meses, incluindo a altura (em centímetros) e o diâmetro do coleto (em milímetros). A altura foi medida utilizando uma régua de metal milimetrada, a partir da base do caule até a gema apical. O diâmetro do coleto foi medido ao nível dos substratos utilizando um paquímetro de precisão. Para a relação H/DC foi utilizado a equação o índice de robustez, que é expresso pela relação entre altura e diâmetro do coleto em cm.mm^{-1} , considerado altamente preciso, expressando a informação de quão robusta está a muda (GOMES et al., 2002).

3.2 Análise estatística

Os dados das avaliações aos cinco meses foram submetidos ao teste de Hartley ($p > 0,05$) e Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), a fim de verificar a homogeneidade de variância

entre os tratamentos e a distribuição normal dos resíduos, respectivamente. Em seguida, a análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) foi verificada e, de acordo com a significância, os dados foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para a análise estatística dos dados foi utilizado o software estatístico R versão 3.5.2. Os conjuntos de dados das avaliações mensais foram avaliados por meio da análise de regressão utilizando modelo de equação linear, e aos cinco meses o modelo de equação polinomial a fim de avaliar a interação das diferentes concentrações e volumes de recipiente, por meio do software Excel (Microsoft Office).

4 RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 Avaliações da altura da parte aérea em mudas de *Khaya grandifoliola*

A partir do modelo ajustado utilizando a equação linear (Figura 4 e 5), foi possível observar que para ambos os volumes de tubetes, os tratamentos sem adição de fertilizante (T1 e T6 – Testemunha) apresentaram as menores médias entre as demais para os valores de altura, apresentando um crescimento menor evidenciado a partir dos três meses. Esses resultados podem indicar que uso de FLC acelerou o crescimento das mudas de *K. grandifoliola*. Ao longo das avaliações, notam-se que as médias foram muito próximas entre si, representado pelos símbolos algumas vezes sobrepostos nas Figuras 4 e 5.

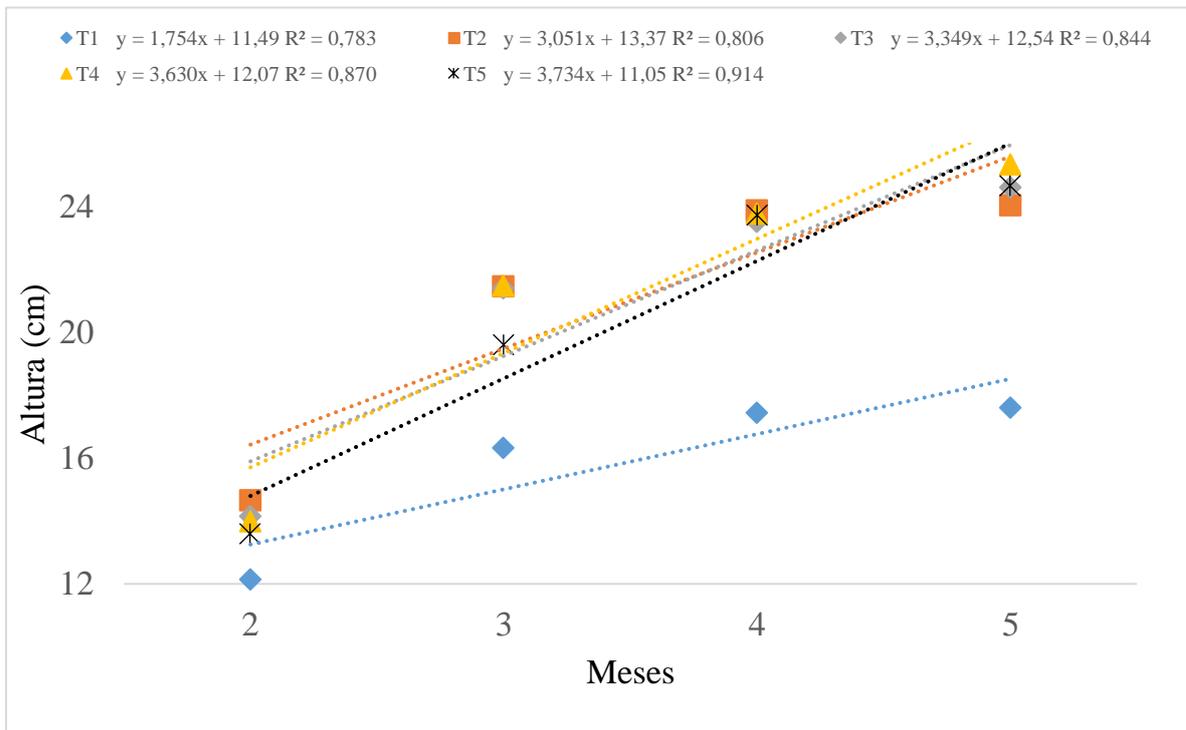


Figura 4 - Crescimento mensal em altura da parte aérea de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 180 cm³ em diferentes concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada. T1 = 0 g L⁻¹ FLC; T2 = 4 g L⁻¹; T3 = 8 g L⁻¹; T4 = 12 g L⁻¹; T5 = 16 g L⁻¹

Fonte: Elaboração própria (2023).

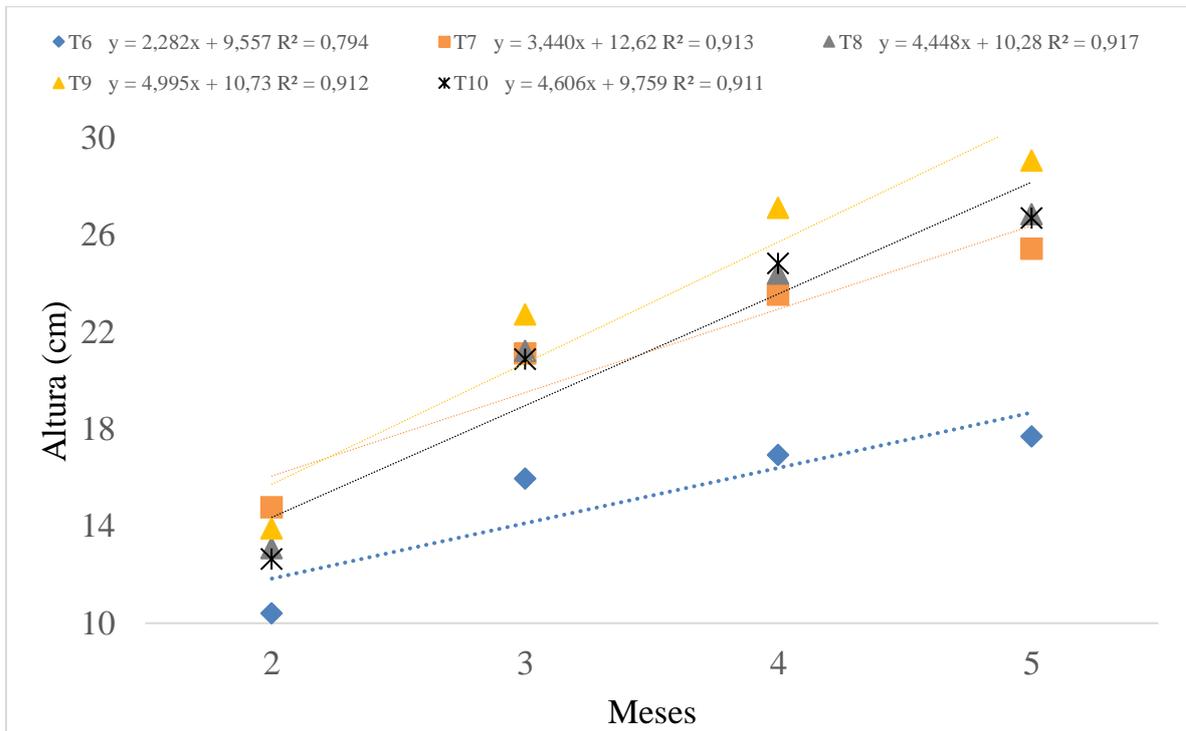


Figura 5 - Crescimento mensal em altura da parte aérea de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 280 cm³ em diferentes concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada. T6 = 0 g L⁻¹ FLC; T7 = 4 g L⁻¹; T8 = 8 g L⁻¹; T9 = 12 g L⁻¹; T10 = 16 g L⁻¹

Fonte: Elaboração própria (2023).

De acordo com a análise de variância foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação a interação das concentrações e volume do tubete testados para a altura da parte aérea (Apêndice 1).

Analisando as médias do crescimento em altura das mudas de *K. grandifoliola* aos cinco meses de idade (Tabela 2), pode-se constatar que, tanto para as mudas cultivadas em tubetes de 180 cm³, quanto em tubetes de 280 cm³, a partir da concentração 4 g L⁻¹ não houve diferença entre as concentrações testadas, sendo as concentrações 8, 12 e 16 g L⁻¹ estatisticamente iguais. Em relação à interação do volume do recipiente sobre as diferentes concentrações de FLC, observou-se que para o parâmetro altura da parte aérea das mudas (H), os dois tamanhos dos tubetes promoveram crescimentos significativos apenas a partir dos substratos utilizando FLC na concentração 8 g L⁻¹, que é a concentração máxima recomendada pelo fabricante para

mudas em geral. Ao ultrapassar essa concentração, observa-se que as mudas cultivadas no tubete de maior volume apresentaram um desempenho de crescimento maior comparadas com o de menor volume. Esse resultado corrobora com estudos realizados com outras espécies florestais, como *Eucalyptus grandis* (GOMES et al., 2003), *Criptomerica japonica* (SANTOS et al., 2000) e *Peltophorum dubium* (BRACHTVOGEL e MALAVASI, 2010), que demonstram que a diminuição do recipiente pode causar restrição ao crescimento do sistema radicular, ocasionando assim, uma menor altura das mudas.

Tabela 2 - Médias da altura da parte aérea de mudas de *Khaya grandifoliola* em relação ao fatorial duplo de concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada e volume do recipiente aos cinco meses após semeadura.

Concentração de FLC (g L ⁻¹)	Volume dos recipientes (cm ³)	
	180	280
0	17,61bA	17,80 cA
4	24,58aA	25,74bA
8	24,61aB	26,87abA
12	25,33aB	29,35aA
16	24,66aB	27,03abA

Fonte: Elaboração própria (2023).

*Nas colunas, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro, comparando o recipiente dentro das concentrações e, nas linhas, médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem, comparando as concentrações dentro dos recipientes.

Em relação à interação das concentrações sobre os diferentes volumes de recipientes, infere-se que no tubete de menor tamanho, o aumento da concentração de FLC promoveu diferenças significativas nas médias de altura apenas nas mudas implantadas em substrato sem adição de FLC (testemunha), sendo o seu crescimento estatisticamente menor às demais concentrações avaliadas. Uma das possíveis causas para esse resultado pode ser a restrição do crescimento causado pelo menor volume de

substrato, e dessa forma, agindo como uma barreira física ao crescimento radicular. Para o tubete de maior volume, verificou-se que as concentrações 8, 12 e 16 g L⁻¹ são estatisticamente iguais e superiores às demais.

Segundo Menegatti et al. (2017), o aumento da altura das mudas em função de concentrações crescentes de fertilizante pode ser explicado pela disponibilidade de nutrientes essenciais no substrato, podendo assim serem absorvidos de forma gradual pelas plantas. Além disso, maiores volumes de substrato irão promover uma melhor arquitetura do sistema radicular, semelhante às mudas semeadas diretamente no campo (PARVIAINEN, 1976), proporcionando disponibilidade de espaço de crescimento e nutrientes, e conseqüentemente uma continuidade do seu crescimento (GOMES et al., 2003). Porém, volumes maiores poderão acarretar maiores gastos financeiros, podendo aumentar a área do viveiro, custos com transporte e mão de obra (CARNEIRO, 1995), acarretando, em geral, em maiores custos de produção e plantio.

4.2 Avaliações do diâmetro em mudas de *Khaya grandifoliola*

Conforme as Figuras 6 e 7, observa-se que as médias do diâmetro do coleto (DC) tiveram o mesmo comportamento que à altura das mudas. Assim como na altura das mudas, as testemunhas (T1 e T6) apresentaram médias menores que às demais para os valores de diâmetro do coleto, também maior evidenciado a partir dos três meses de idade.

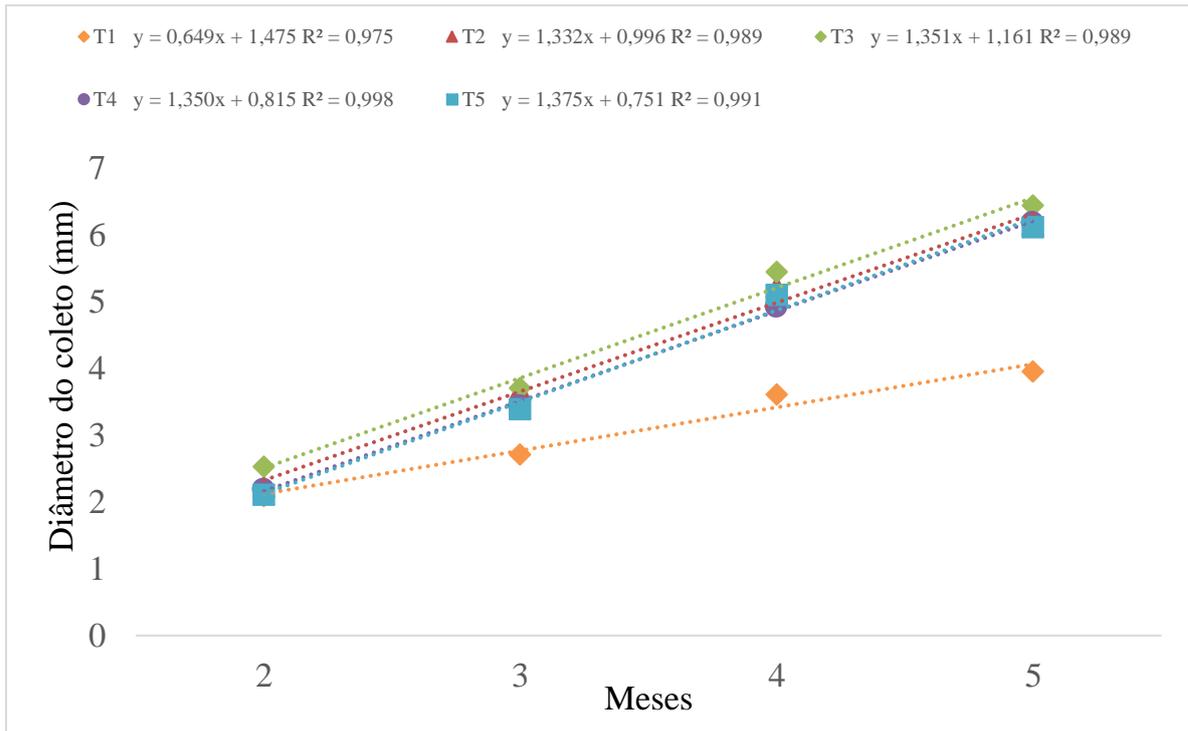


Figura 6 - Crescimento mensal em diâmetro de coleto de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 180 cm³ em diferentes concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada. T1 = 0 g L⁻¹ FLC; T2 = 4 g L⁻¹; T3 = 8 g L⁻¹; T4 = 12 g L⁻¹; T5 = 16 g L⁻¹

Fonte: Elaboração própria (2023).

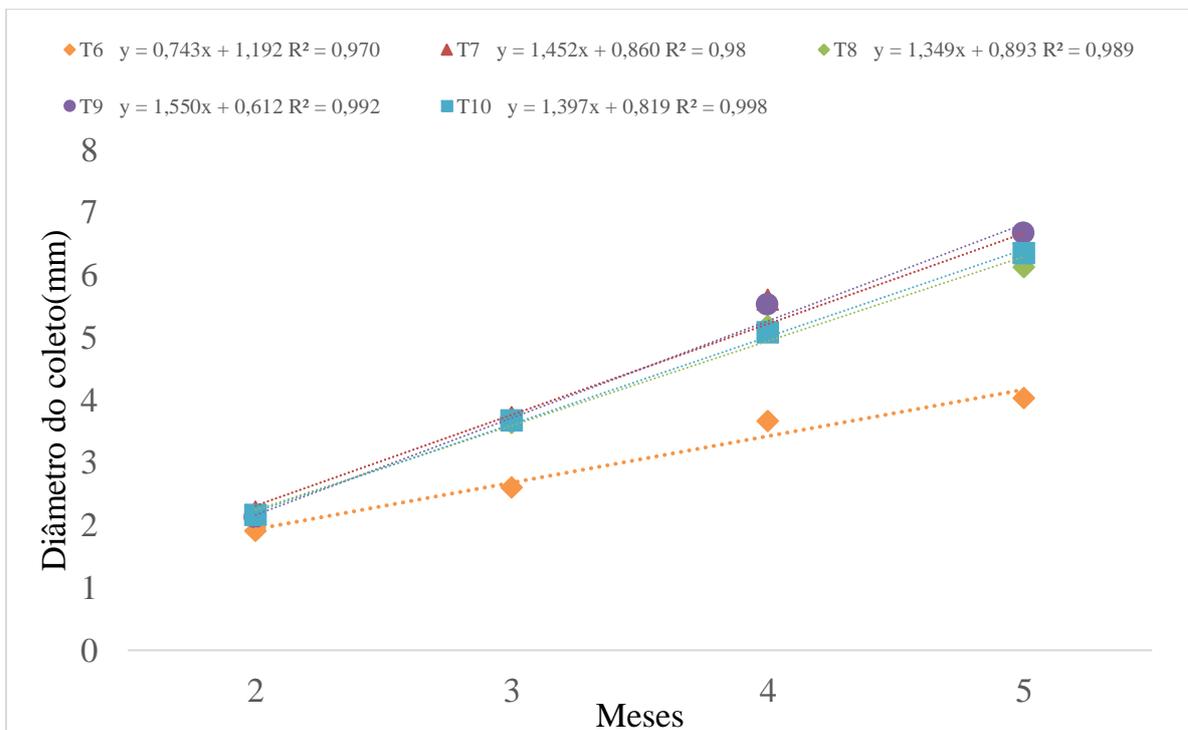


Figura 7 - Crescimento mensal em diâmetro de coleto de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 280 cm³ em diferentes concentrações de Fertilizante de Liberação Controlada. T6 = 0 g L⁻¹ FLC; T7 = 4 g L⁻¹; T8 = 8 g L⁻¹; T9 = 12 g L⁻¹; T10 = 16 g L⁻¹

Fonte: Elaboração própria (2023).

De acordo com a análise de variância não foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação a interação das concentrações e volume do tubete testados para o diâmetro do coleto (Apêndice 2). Avaliando as médias do diâmetro do coleto de *K. grandifoliola* aos cinco meses de idade (Tabela 3), nota-se que houve diferença significativa apenas em relação a interação do volume dos recipientes, sobre as diferentes concentrações, sendo as testemunhas (T1 e T6) com menores valores de diâmetro de coleto para ambos os recipientes. Esse resultado indica que para ambos os volumes testados, a partir da concentração 4 g L⁻¹ já é possível obter mudas com maiores valores de diâmetro do coleto. Em relação à interação das concentrações sobre os diferentes volumes de recipientes, não houve diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 3 - Médias do diâmetro do coleto de mudas de *Khaya grandifoliola* em relação ao fatorial duplo de concentrações de fertilizante e volume do recipiente aos cinco meses após semeadura.

Concentração de FLC (g L ⁻¹)	Volume dos recipientes (cm ³)	
	180	280
0	3,96b	4,03b
4	6,23a	6,51a
8	6,12a	6,45a
12	6,19a	6,71a
16	6,13a	6,40 a

Fonte: Elaboração própria (2023).

*Nas colunas, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro.

O Índice de Robustez é a relação entre a altura da planta e o diâmetro do coleto, sendo que, quanto menor seu valor, mais robusta será a muda. Para esse índice, observou-se que para a interação do recipiente dentro das concentrações, todos os

tratamentos proporcionaram equilíbrio entre altura e diâmetro (Tabela 4). Já em relação a interação das concentrações sobre os dois volumes de recipientes, nota-se que houve diferença estatística apenas na concentração 8 g L⁻¹, indicando que para essa concentração, o tubete de 280 cm³ é estatisticamente superior.

Tabela 4 - Médias da relação H/DC de mudas de *Khaya grandifoliola* em relação ao fatorial duplo de concentrações de fertilizante e volume do recipiente aos cinco meses após semeadura.

Concentração de FLC (g L ⁻¹)	Volume do recipiente (cm ³)	
	180	280
0	4,47 A	4,42 A
4	3,96 A	4,02 A
8	3,93 B	4,52 A
12	4,16 A	4,48 A
16	4,13 A	4,28 A

Fonte: Elaboração própria (2023).

*Nas linhas, médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro.

Apesar da altura e diâmetro do coleto serem importantes parâmetros morfológicos para definição da qualidade de mudas florestais, sendo de mais fácil mensuração e principalmente por serem não destrutivos, outros índices de avaliação também devem ser utilizados para maior confiabilidade na qualidade da muda produzida. O experimento com mudas de *K. grandifoliola* ainda está em andamento, e a partir dos seis meses prosseguirá com as demais análises pertinentes para avaliação da qualidade de mudas florestais, com avaliações de biomassa da parte aérea e radicular. Mesmo sem esses demais parâmetros de qualidade de mudas, foi possível observar a resposta radicular na formação dos torrões no substrato (Figura 8), sendo visualmente relacionados aos resultados de altura e diâmetro apresentados na presente monografia, sendo a concentração 0 g L⁻¹ com o pior resultado, apresentando uma formação radicular inferior às demais concentrações, que apresentaram uma maior proporção de raízes no torrão, e melhor estrutura do sistema radicular.

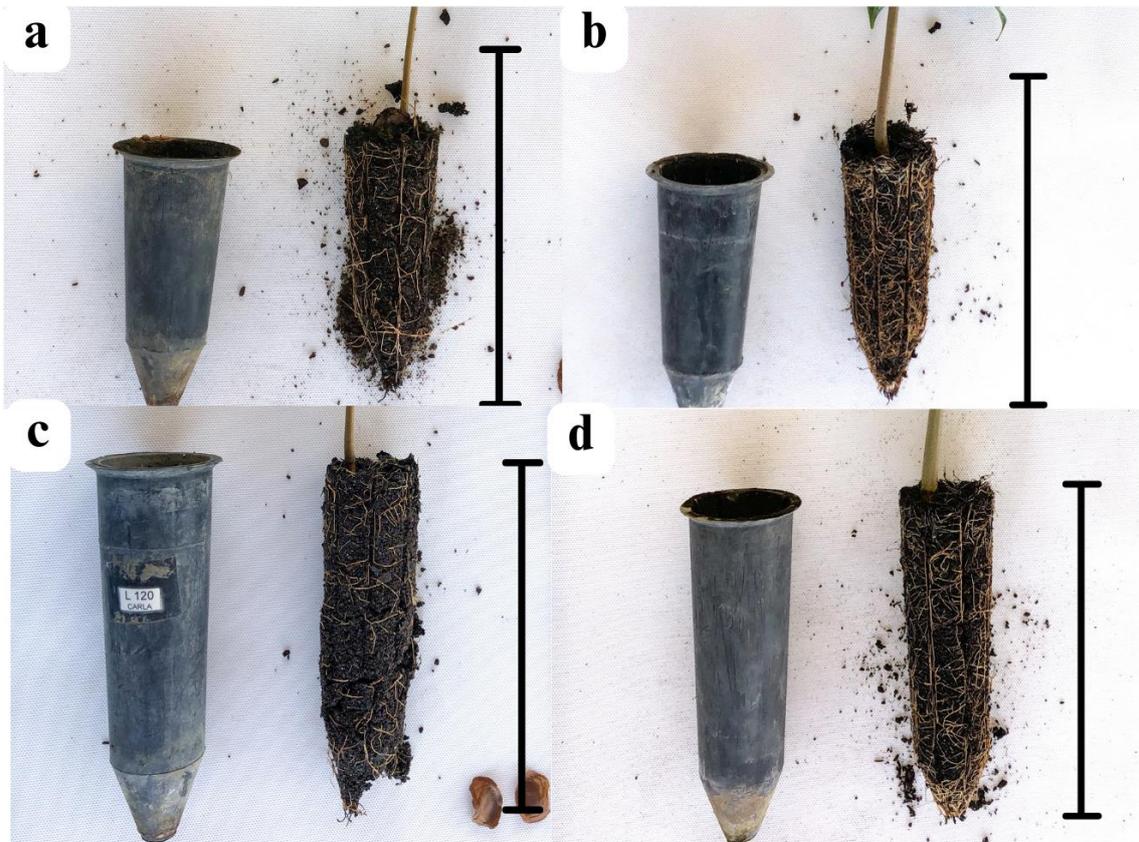


Figura 8 - Comparação da resposta radicular da aplicação de Fertilizante de Liberação Controlada em mudas de *Khaya grandifoliola* em tubetes de 180 cm³ e 280 cm³. (a) Tubete de 180 cm³ com tratamento 0 g L⁻¹; (b) Tubete de 180 cm³ com tratamento 12 g L⁻¹; (c) Tubete de 280 cm³ com tratamento 0 g L⁻¹; (d) Tubete de 280 cm³ com tratamento 12 g L⁻¹. Barras = 20 cm

Fonte: Elaboração própria (2023).

4.3 Comportamento das espécies às concentrações de FLC

Em estudos realizados com diversas espécies florestais, geralmente o efeito do fertilizante é favorável até atingir uma determinada concentração a partir da qual passa a ter impactos no crescimento das mudas. Um exemplo disso, é o *Eucalyptus dunnii*, em que seu limite máximo tolerado foi definido, sendo uma espécie que tolera concentrações de FLC até 6 g L⁻¹ (NAVROSKI et al., 2016). Para *K. grandifoliola* constatou-se aos cinco meses, que a partir da concentração 16 g L⁻¹ ocorre um pequeno decréscimo no crescimento das mudas (Figura 9).

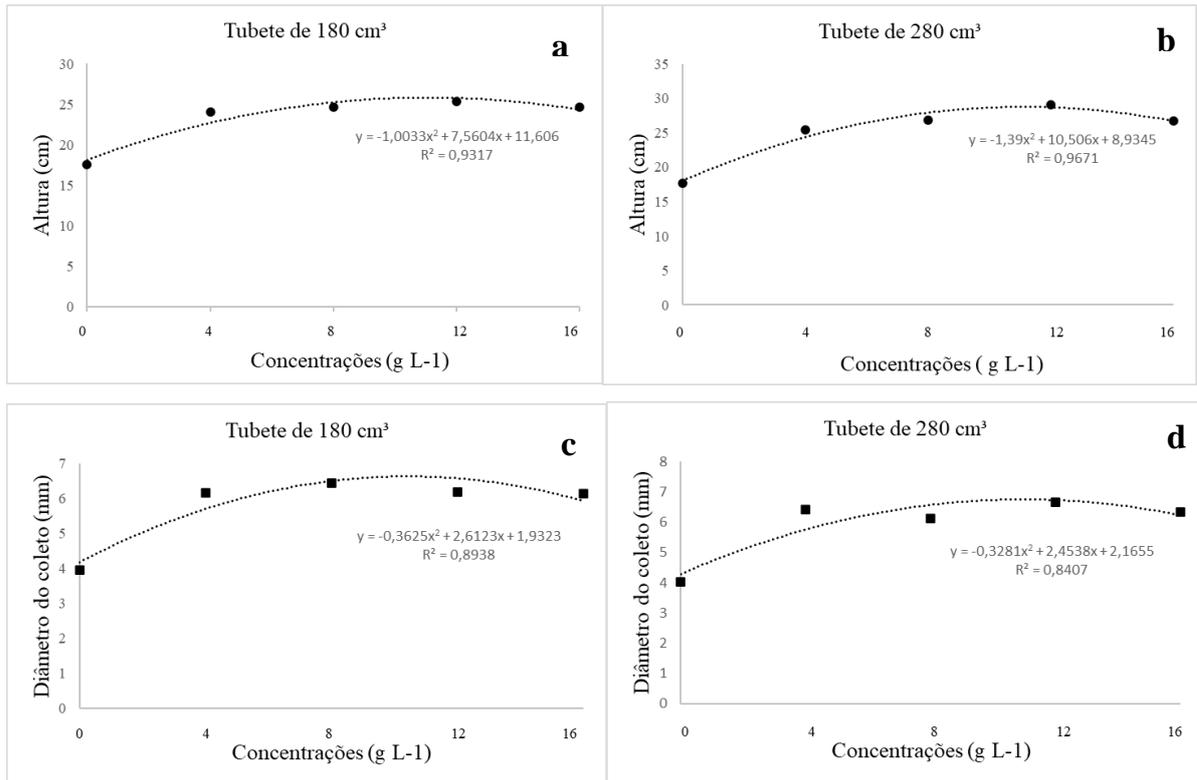


Figura 9 – Modelo de equação polinomial aos cinco meses a fim de avaliar a interação das diferentes concentrações e volumes de recipiente, para altura da parte aérea e diâmetro do coleto em mudas de *Khaya grandifoliola*. (a) Crescimento em altura das mudas em tubete de 180 cm³ com as concentrações 0, 4, 8, 12 e 16 g L⁻¹; (b) Crescimento em altura das mudas em tubete de 280 cm³ com as concentrações 0, 4, 8, 12 e 16 g L⁻¹; (c) Crescimento em diâmetro das mudas em tubete 180 cm³ com as concentrações 0, 4, 8, 12 e 16 g L⁻¹; (d) (c) Crescimento em diâmetro das mudas em tubete 280 cm³ com as concentrações 0, 4, 8, 12 e 16 g L⁻¹.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Para ambos os tamanhos de tubetes houve diferença da presença de FLC em relação ao tratamento sem adição do Osmocote®. Conforme José et al. (2005) o volume do tubete exerce um efeito significativo sobre as características morfológicas e, portanto, é um fator que limita o crescimento da muda. Os resultados para os parâmetros altura e diâmetro do coleto, podem indicar que a espécie apresenta tolerância á altas concentrações de fertilizante, o que poderá ser pleiteado por estudos posteriores com uma maior amplitude de concentrações, sendo possível assim constatar o limite máximo tolerado para a espécie.

5 CONCLUSÕES

No parâmetro morfológico altura da parte aérea, tanto para as mudas cultivadas em tubetes de 180 cm³, quanto em tubetes de 280 cm³, a partir da concentração 4 g L⁻¹ não houve diferença entre as concentrações testadas, sendo as concentrações 8, 12 e 16 g L⁻¹ estatisticamente iguais e superiores às demais.

No parâmetro morfológico diâmetro do coleto, houve diferenças estatísticas apenas em relação a interação dos volumes dos recipientes sobre as concentrações, sendo as testemunhas (T1 e T6) menores estatisticamente. Em relação a interação da concentração sobre os volumes do tubete, não houve diferenças estatísticas.

Para ambos os parâmetros (altura da parte aérea e diâmetro do coleto), as maiores médias foram obtidas com o uso do tubete com a capacidade volumétrica de 280 cm³.

Por meio dos resultados, pode-se observar que a espécie *K. grandifoliola* apresenta tolerância á altas concentrações de fertilizante, o que poderá ser pleiteado por estudos posteriores com uma maior amplitude de concentrações, sendo possível assim constatar o limite máximo tolerado para a espécie.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, Vol. 22, No. 6, págs. 711– 728, 2013.

ARNOLD, R. J. *Khaya senegalensis*: current use from its natural range and its potential in Sri Lanka and elsewhere in Asia. In: PROSPECTS for high-value hardwood timber plantations in the 'dry' tropics of northern Australia, Mareeba, Queensland, 2004. **Proceedings...** Queensland: Private Forestry North Queensland Association Inc, 2004. CD-ROM.

BINOTTO, A. F. et al. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. **Revista Cerne**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C Volume do recipiente adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Pelthophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 223-232, 2010.

CABREIRA, G. V et al. Adubação e recipientes na produção de mudas e sobrevivência pós-plantio de *Schizolobium parahyba*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, pág. 1644-1657, 2019.

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

DE MARCO, R. et al. Tamanhos de recipientes e doses de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de *Toona ciliata*. **Revista do Instituto Florestal**, v. 31, n. 2, p. 109-117, 2019.

DIONISIO, L. F. S. et al. Seedling production of *Bertholletia excelsa* in response to seed origin and position inside fruit. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 14, n. 3, p. 5662, 2019.

DUTRA, T. M. S. et al. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Revista Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 4, p.491- 498, outubro, 2016.

FREMLIN R. An overview of African mahogany in Africa. In: Abstracts from “**Darwin 2011: African Mahogany Plantations Industry Forum**”; 2011; Brisbane. Brisbane: Department of Employment, Economic Development and Innovation; 2011. p. 8-9.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J. M. et al. Efeito do tamanho de recipientes plásticos na formação de florestas de eucaliptos. Viçosa: SIF, 1981. p. 1-12 (Boletim Técnico, 4).

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

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

GONÇALVES, L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 167-190.

HAHN, C. M. et al. **Recuperação florestal: da semente à muda**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, 2006. 144p.

IBÁ. Relatórios Anuais IBÁ, 2022 - 2021. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 15 de julho de 2023.

IUCN. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. **IUCN Red List**. Cambridge, [2018]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/search?query=Khaya&searchType=species>. Acesso em: 29 mar. 2023.

JOSÉ, A. C; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira *Schinus terebinthifolia* Radd para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v.11, n.2, p.187-203, 2005.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1990. 343 p.

LANG, A. et al. Aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico-branco em área de domínio ciliar. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 271-276, 2011.

CUNHA, L. F. et al. Uso dos adubos de liberação lenta no setor florestal. **Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 41, 2021.

MARQUES, A. R. F. et al. Produção e qualidade de mudas de *Psidium cattleianum* var. CABREIRA, GVet al. Adubação e recipientes na produção de mudas e sobrevivência pós-plantio de *Schizolobium parahyba*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 29, n. 4, pág. 1644-1657, 2019. *Cattleianum sabine* (Myrtaceae) em diferentes substratos. **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, v. 5, n. 1, p. 5-13, 2018.

Melo, L. A. et al., A. H. M. de., Leles, P. S. dos S., Oliveira, R. R. de., & Silva, D. T. da .. (2018). Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, 28(1), 47–55.

MENEGATTI, R. D.; GUOLLO, K.; NAVROSKI, M. C.; VARGAS, O. F. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento inicial de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 1, p. 45-49, 2017.

MORAES NETO, S. P. et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 779-789, 2003.

NAVROSKI, Marcio Carlos et al. Efeito do volume do tubete e doses de fertilizantes no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Agrarian**, v. 9, n. 31, p. 26-33, 2016.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Comparação de custos de sistemas de adubação para mudas de citros: fontes liberação lenta x solúveis. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 74).

OPUNI-FRIMPONG, E. *Khaya grandifoliola*. In: LOUPPE, D.; OTENG-AMOAKO, A. A.; BRINK, M. (Ed.). **Plant resources of Tropical Africa**. Wageningen: PROTA Foundation, 2008. Disponível em: <[https://uses.plantnet-project.org/en/Khaya_grandifoliola_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/en/Khaya_grandifoliola_(PROTA))>. Acesso em: 10 abr. 2023.

PARVIAINEN, J. V. Initial development of root systems of various types of nursery stock for scots pine. **Folia Forestalia**, v. 268, p. 2-21, 1976.

PINHEIRO, A. L. et al. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mogno-africanos (*Khaya* spp.). **Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura**, 2011. 102 p.

PRACIAK, A. et al. (Ed.). **The CABI encyclopedia of forest trees**. Oxfordshire: CABI, 2013. 523 p.

REIS, G. G. et al. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, v.13, n.1, p.1-18, 1989.

REIS, C. A. F et al. Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades perspectivas do cultivo no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 378 p.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D. The container tree nursery manual. RNGR. 2008. Disponível em: <<http://www.rngr.net/Publications/ctnm/volume7>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

SANTOS NETO, A. P. **Crescimento inicial de mogno-africano (*Khaya* spp.) sob diferentes condições microclimáticas associadas à deficiência hídrica**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (LF.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SCIVITTARO, W.B.; OLIVEIRA, R.P.; RADMANN, E.B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta enxerto ‘trifoliata’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 520-523, 2004

SHI, W. et al. Regimes de adubação e irrigação influenciam nos atributos das mudas e no desempenho a campo de *Pinus tabuliformis* Carr. **Jornal Internacional de Pesquisa Florestal**, Miyazaki, v. 92, n. 1, pág. 97-107, 2019.

SMIDERLE, O. J. et al. Status nutricional e biomassa de mudas de mogno africano cultivadas com solução nutritiva na Amazônia Setentrional. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 958-970, 2020.

SOUZA, AG e cols. Fertilizantes e Substratos de Liberação Controlada no Crescimento e Qualidade de Mudas de *Agonandra brasiliensis* em Roraima. **Journal of Agricultural Studies**, Turkia, v. 8, n. 3, pág. 70-80, 2020a.

STÜPP, Ângela Maria et al. Crescimento de mudas de *Mimosa scabrella* Benth em função de diferentes tamanhos de recipientes e doses de fertilizante. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO**, v. 3, n. 2, p. 40-47, 2015.

TUCCI, C. A. F. et al Calagem e adubação para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 299-307, 2007.

VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 167-190.

ANEXOS

Anexo 1 – Tabela nutricional da composição do TerraNutri fornecida pelo fabricante.

pH	EC	CRA	Densidade	Umidade
6,3(+0,5)	0,4 mS/cm (+- 0,3)	150%	349 kg/m ³	44%

Composição: Vermiculita, pó de coco, casca de pinus compostada e casca de arroz carbonizada.

Anexo 2 – Tabela nutricional da composição do Osmocote PLUS 5M fornecida pelo fabricante.

COMPOSIÇÃO	
NITROGÊNIO (N)	15,0%
FOSFATO (P ₂ O ₅)	9,00 %
CLORETO DE POTÁSSIO (K ₂ O)	12,0%
MAGNÉSIO (Mg)	1,3%
ENXOFRE (S)	6,0%
FERRO (Fe)	0,5%
MANGANÊS (Mn)	0,1%
BORO (B)	0,0%
COBRE (Cu)	0,1%
ZINCO (Zn)	0,1%
MOLIBDÊNIO (Mo)	0,0%

APÊNDICE

Apêndice 1 – Tabela de análise de variância para a variável altura da parte aérea em relação aos tratamentos testados.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TUB	1	310.000000	310.000000	16.104	0.0001
CONC	4	3590.414516	897.603629	46.629	0.0000
TUB*CONC	4	127.653226	31.913306	1.658	0.1598
erro	300	5774.967742	19.249892		
Total corrigido	309	9803.035484			

CV (%) = 18.01

Média geral: 24.3612903 Número de observações: 310

Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro, respectivamente pelo teste F. Dados transformados por raiz quadrada de $Y + 1.0 - \text{SQRT}(Y + 1.0)$. GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação experimental.

Apêndice 2 – Tabela de análise de variância para a variável diâmetro do coleto em relação aos tratamentos testados.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TUB	1	2.006463	2.006463	1.609	0.2057
CONC	4	275.106516	68.776629	55.140	0.0000
TUB*CONC	4	6.296885	1.574221	1.262	0.2849
erro	300	374.193032	1.247310		
Total corrig.	309	657.602897			

CV (%) = 19.01

Média geral: 5.8764516 Número de observações: 310

Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro, respectivamente pelo teste F. Dados transformados por raiz quadrada de $Y + 1.0 - \text{SQRT}(Y + 1.0)$. GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação experimental.