



**MARILEYDY MARTÍNEZ HERNÁNDEZ**

**COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS  
DE *Coffea arabica* L., *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna e  
*Cedrela fissilis* VELL., PRODUZIDAS EM TUBETES.**

**LAVRAS-MG  
2024**

**MARILEYDY MARTÍNEZ HERNÁNDEZ**

**COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE *Coffea arabica* L.,  
*Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna e *Cedrela fissilis* VELL., PRODUZIDAS EM  
TUBETES.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura e Genética Florestal, com o objetivo de obter o título de Doutorado em Engenharia Florestal

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Hernández, Marileydy Martínez.

Compensação da fertilização de base em mudas de *Coffea arabica* L., *Ceiba speciosa* (A. ST.-HIL.) Ravenna e *Cedrela fissilis* VELL., produzidas em tubetes. / Marileydy Martínez Hernández. - 2024.

45 p. : il.

Orientador(a): Lucas Amaral de Melo.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2024.  
Bibliografia.

1. casca de café carbonizada. 2. qualidade de mudas. 3. compensação nutricional. I. de Melo, Lucas Amaral. II. Título.

**MARILEYDY MARTÍNEZ HERNÁNDEZ**

**COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE *Coffea arabica* L.,  
*Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) *Ravenna* e *Cedrela fissilis* VELL., PRODUZIDAS EM  
TUBETES.**

**COMPENSACIÓN DE FERTILIZACIÓN BASE EN PLÁNTULAS DE  
*Coffea arabica* L., *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) *Ravenna* e *Cedrela fissilis* VELL.,  
PRODUCIDAS EM CAVIDADES.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura e Genética Florestal, com o objetivo de obter o título de Doutorado em Engenharia Florestal

APROVADA em 30 de janeiro de 2024.  
Dr. Lucas Amaral de Melo - UFLA  
Dr. Adelson Lemes da Silva Junior- UFLA  
Dra. Diana Suzete Nunes da Silva – IFMT  
Dra. Tatiana Arantes Afonso Vaz–UFTM  
Dr. José Carlos Arthur Junior – UFRRJ

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2024**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciências Florestais, responsáveis pela minha formação no mestrado e doutorado.

Ao corpo docente do Departamento de Ciências Florestais e ao professor Lucas Amaral pela ajuda e a paciência.

Ao Instituto Tecnológico de Mexico TecMex Comitán, responsável pela oportunidade de me trazer até este maravilhoso país.

Ao Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Conacyt, pelo apoio técnico e científico para a realização do meu trabalho.

À minha irmã, pelo imensurável suporte, amor e apoio em todos esses anos de formação.

A todos meus amigos e amigas que passaram por minha vida no mestrado e doutorado.

Ao Nicolas Pereira de Souza meu esposo lindo e maravilhoso, por dar força e amor todos os dias.

Às minhas lindas filhas Luna e Sol, ainda que sejam tão pequenas, têm sido minha fortaleza e motivação.

## RESUMO

Mudas crescidas em viveiro recebem condições favoráveis, tendo o potencial de atingir padrões de qualidade superior e melhorar sua capacidade competitiva em campo. Porém, o processo de produção muitas vezes é limitado pela falta de informações das demandas nutricionais e do volume do recipiente para cada espécie. Neste sentido, é importante conhecer as necessidades que permitam produzir mudas de melhor qualidade e que se adaptem com maior facilidade ao campo, com maior sobrevivência e crescimento. Na produção de mudas florestais podem ser utilizados recipientes de diferentes volumes, que está diretamente relacionado com a quantidade de substrato e de fertilizantes utilizados. Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da compensação de doses de fertilizante em dois diferentes tamanhos de tubetes na produção de mudas de *Coffea arabica* L., *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) *Ravenna* e *Cedrela fissilis* VELL. Para avaliar o efeito da compensação nutricional, os experimentos foram conduzidos no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, em recipientes de polipropileno com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>, com delineamento experimental em blocos casualizado (DBC), em esquema fatorial 2 x 6, totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições e 16 mudas por parcela. O substrato utilizado foi composto por uma mistura de vermiculita, casca de café carbonizada e fibra de coco. Na adubação de base, foram testadas seis doses de fertilizante por recipiente, com base em três doses padrões de fertilizante utilizadas em viveiros (3,5; 4,5 e 5,5 kg m<sup>-3</sup>) Foram avaliados: a altura da parte aérea; o diâmetro do coleto; a matéria seca da parte aérea e a matéria seca das raízes; a facilidade de retirada das mudas do tubete e a agregação das raízes ao substrato e calculados os índices de qualidade das mudas por meio da relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto; da relação matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes e pelo índice de qualidade de Dickson (IQD). De acordo com os resultados, a compensação da fertilização de base mostrou-se adequada para isolar o efeito da capacidade volumétrica em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>, na produção de mudas.

**Palavras chaves:** casca de café carbonizada; qualidade de mudas; compensação nutricional.

## RESUMEN

Las plántulas cultivadas en vivero pueden recibir condiciones favorables, teniendo el potencial de alcanzar mayores estándares de calidad y mejorar su capacidad competitiva en el campo. Sin embargo, el proceso de producción muchas veces se ve limitado por la falta de información sobre las demandas nutricionales y el volumen de contenedores de cada especie. En este sentido, es importante conocer las necesidades que permitan la producción de plántulas de mejor calidad, que se adapten más fácilmente al campo, con mayor supervivencia y crecimiento. En la producción de plantones forestales se pueden utilizar recipientes de diferentes volúmenes, lo que está directamente relacionado con la cantidad de sustrato y cantidad de fertilizantes utilizados. En vista de lo anterior, el presente trabajo se realizó con el objetivo de verificar la influencia de dosis compensadoras de fertilizante en dos tamaños diferentes de tubos en la producción de plántulas de *Coffea arabica* L., *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Rávena y *Cedrela fissilis* VELL.. Para evaluar el efecto de la compensación nutricional, los experimentos se realizaron en el Vivero Forestal de la Universidad Federal de Lavras con contenedores de polietileno de 115 cm<sup>3</sup> y 280 cm<sup>3</sup>, con un diseño experimental de bloques al azar (DBC), en un esquema factorial 2 x 6, totalizando 12 tratamientos, con cuatro repeticiones y 16 plántulas por parcela. El sustrato utilizado estuvo compuesto por una mezcla de vermiculita, cáscara de café carbonizada y fibra de coco. En la fertilización base se probaron seis dosis estándar del fertilizante utilizado en viveros productores de plántulas de especies forestales (3,5, 4,5 y 5,5 kg.m<sup>-3</sup>). Se evaluaron: la altura de la parte aérea; el diámetro del conducto; la materia seca de la parte aérea y la materia seca de las raíces; facilidad para sacar las plántulas del tubo y agregar las raíces al sustrato y calcular los índices de calidad de las plántulas: relación entre la altura de la parte aérea y el diámetro del tallo; relación entre la materia seca del brote y la materia seca de la raíz y el índice de calidad de Dickson. Según los resultados, la compensación por fertilización básica resultó ser adecuada para aislar el efecto de la capacidad volumétrica en tubos de 115 cm<sup>3</sup> y 280 cm<sup>3</sup>, en la producción de plántulas.

**Palabras clave:** cascara de café carbonizada; calidad de las plántulas; compensación nutricional.

### **Impactos sociais, tecnológicos, econômicos e culturais**

A pesquisa desenvolvida tem impactos nos campos social, tecnológico e econômico, pois o uso de recipientes de menor tamanho com a alternativa da compensação da fertilização de base para a produção de mudas se mostra importante para otimizar os processos produtivos, já que esta técnica pode isolar o efeito da capacidade volumétrica dos recipientes menores. A silvicultura já contribui para o equilíbrio ecológico e, novas alternativas com resultados como os obtidos nesta pesquisa, e que tenham potencial para reduzir custos e aumentar a produção, são importantes para tornar os processos mais eficientes e minimizar os impactos ambientais, evitando a ampliação de áreas de produção, assim como reduzindo a necessidade de insumos. O crescimento da nossa sociedade baseia-se no investimento em novas tecnologias e técnicas que auxiliem no desenvolvimento de pequenas e grandes empresas, no setor florestal pode ser limitado pela falta de informações sobre alternativas de manejo para cada espécie. Esses resultados ajudarão a desenvolver novos projetos com outras espécies, e até mesmo com outros tamanhos e tipos de recipientes.

### **Social, technological, economic and cultural impacts**

The research developed has impacts in the social, technological and economic fields, as the use of smaller containers with the alternative of compensating basic fertilization for the production of seedlings proves to be important for optimizing production processes, as this technique can isolate the effect of the volumetric capacity of smaller containers. Forestry already contributes to ecological balance and new alternatives with results such as those obtained in this research, and which have the potential to reduce costs and increase production, are important to make processes more efficient and minimize environmental impacts, avoiding the expansion of production areas, as well as reducing the need for inputs. The growth of our society is based on investment in new technologies and techniques that help in the development of small and large companies. In the forestry sector, it can be limited by the lack of information on management alternatives for each species. These results will help to develop new projects with other species, and even with other sizes and types of containers.

# SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	8
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	8
<b>2.1. Fatores que interferem na qualidade de mudas florestais</b> .....	12
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	15
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS CIENTÍFICOS</b> .....	17
<b>ARTIGO 1: COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE <i>Coffea arabica</i> L., PRODUZIDAS EM TUBETES</b> .....	17
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29
<b>ARTIGO 2: COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE <i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna e <i>Cedrela fissilis</i> VELL., PRODUZIDAS EM TUBETES</b> .....	30
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	31
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	35
<b>3.1. <i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna</b> .....	35
<b>3.2. <i>Cedrela fissilis</i> VELL.</b> .....	39
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	42
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil possui uma vasta diversidade de espécies com grande potencial produtivo, porém ainda existe carência de informações que podem limitar a disponibilidade de mudas no mercado visando o bom desenvolvimento de plantios. O sucesso da produção de mudas nos viveiros muitas vezes é limitado pela falta de informações que permitam produzir mudas de melhor qualidade, com plantas que se adaptam com maior facilidade em campo, e com maior índice de sobrevivência (AGUILAR *et al.*, 2019), assim como apresentarem crescimento mais acelerado após o plantio. De acordo com Gomes *et al.* (2019), a produção de mudas requer alternativas que diminuam os custos de manejo e alcancem bons parâmetros de qualidade, importantes para o sucesso no estabelecimento e no desenvolvimento das plantas.

Na atualidade, os recipientes têm sido desenvolvidos a fim de contribuir para a produção de mudas com melhor padrão de qualidade. Segundo Lima Filho *et al.* (2019), a utilização de recipientes menores pode ser uma forma de reduzir os custos de produção, transporte e distribuição, sendo os principais recipientes utilizados, atualmente, os sacos plásticos e os tubetes.

Portanto, é necessário ampliar as pesquisas sobre a resposta das espécies a diferentes tamanhos de tubetes, assim como às doses de fertilização de base, a fim de se determinar e entender melhor as formas de manejo das mudas em fase de viveiro e posterior resultado no campo. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a influência da compensação de doses de fertilizante na fertilização de base e do volume de tubetes na produção de mudas de *Coffea arabica*, *Ceiba speciosa* e *Cedrela fissilis*.

### **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Mudas crescidas em viveiro recebem condições favoráveis, melhorando sua capacidade competitiva e estabelecimento em campo, proporcionando mudas com alta qualidade fitossanitária e maior desempenho produtivo (AFONSO *et al.*, 2017).

Neste contexto, o desempenho final das plantas no campo depende da qualidade das mudas utilizadas (NAVROSKI *et al.*, 2016), o que se constitui em uma das etapas mais importantes do sistema produtivo (RÖDER *et al.*, 2015).

Nesta etapa deve existir maior proteção na fase inicial e de manejos específicos, para ter maior padronização no crescimento, tanto da altura, quanto do sistema radicular, promovendo assim maior rustificação (GOMES *et al.*, 2019). Neste sentido, segundo Lima Filho *et al.* (2019), a qualidade das mudas é um dos principais problemas encontrados na formação dos povoamentos florestais.

A qualidade das mudas para plantio refere-se à capacidade de resistirem às condições adversas encontradas no campo e que possam produzir plantas com crescimento desejável (LIMA FILHO *et al.*, 2019). O sistema radicular deve apresentar tamanho suficiente para garantir o suprimento de água e de nutrientes para a parte aérea das plantas após o plantio (CABREIRA *et al.*, 2017), mudas formadas com alta qualidade podem incrementar a produção, enquanto que, mudas mal formadas, podem ampliar o ciclo da cultura e, conseqüentemente, causar prejuízos ao produtor (CAMPANHARO *et al.*, 2006), que podem crescer mais lentamente e ter menor sobrevivência.

A necessidade de produção de mudas de qualidade está em crescente expansão, considerando-se o aumento na demanda por produtos florestais (KRATZ *et al.*, 2013). A qualidade de mudas está relacionada à correta escolha do tipo de recipiente e do substrato (CABREIRA *et al.*, 2017).

As mudas podem ser produzidas em substratos orgânicos e minerais, ou misturas destes (COSTA *et al.*, 2011). A composição do substrato pode alterar a emergência das plântulas, o crescimento inicial e o teor de pigmentos fotossintéticos nas folhas, modificando a captação de energia radiante e influenciando na quantidade de assimilados produzidos (AFONSO *et al.*, 2017). Nesse sentido, experiências concluem que as características adquiridas em viveiro são importantes para o sucesso do desempenho das mudas em situações de campo (NOVAES *et al.*, 2013).

Na determinação da qualidade de mudas em viveiro, diferentes metodologias são utilizadas. Para evitar distorções, são utilizados índices de qualidade, que são relações entre os parâmetros de crescimento (DIAS *et al.*, 2016). Os parâmetros morfológicos são mais utilizados por viveiristas, para determinação do padrão de qualidade das mudas, sobretudo quando comparados aos fisiológicos que são de difícil mensuração e análise (GOMES *et al.*, 2019). Neste sentido, para determinar a qualidade de mudas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se nos aspectos internos das mudas, denominados de fisiológicos (CARLOS *et al.*, 2014). Os parâmetros fisiológicos, por serem de difícil mensuração e análise, são menos

utilizados por viveiristas. Dentre os principais parâmetros fisiológicos, podem ser citados o estado nutricional, a ecofisiologia das raízes, o potencial de regeneração das raízes, dentre outros.

Os caracteres morfológicos apresentam atributos físicos de fácil visualização e mensuração, sendo utilizados como indicadores do momento de intervenções nas atividades silviculturais (TRAUTENMÜLLER *et al.*, 2017).

Os principais parâmetros morfológicos para determinar a qualidade de mudas são: a altura da parte aérea, o diâmetro do coleto, a relação altura da parte aérea/ diâmetro do coleto, a massa de matéria seca das partes das mudas (CARLOS *et al.*, 2014), assim como a formação do torrão da muda. As avaliações de facilidade de retirada do tubete e agregação das raízes ao substrato na qualidade se utiliza para analisar se as mudas apresentam um sistema radicular bem desenvolvido, com a raiz sem enovelamento, bem distribuídas e agregadas ao substrato. Estes indicativos servem para saber se a formação do torrão da muda proporcionará um bom desenvolvimento da planta em campo (SOUZA & PERES, 2016), Estes parâmetros morfológicos são determinados por fatores genéticos e ambientais que promovem o crescimento das plantas.

Segundo Gomes *et al.* (2019), a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto são os dois parâmetros morfológicos mais utilizados para avaliar a qualidade das mudas. Para Lima Filho *et al.* (2019), estes parâmetros são indícios da qualidade e podem ser influenciados pelo volume e pelas paredes dos recipientes menores, implicando aumento de intervenções no ciclo de produção. Cabreira *et al.* (2017) mencionam que existe uma tendência de maior crescimento em diâmetro e com maior crescimento em altura em tubetes maiores, portanto, o volume do recipiente é um mecanismo para ajustar o crescimento das plantas.

A massa aérea radicular e total são dois dos parâmetros morfológicos mais importantes para determinar a qualidade das mudas (CARLOS *et al.*, 2014), porém exigem a destruição das mudas para serem determinados. A massa seca de raízes é reconhecida como uma das melhores características morfológicas para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (CABREIRA *et al.*, 2017). A massa de matéria seca é uma boa indicação da capacidade de resistência das mudas no campo (NOVAES *et al.*, 2013), sendo de fundamental importância na sobrevivência e no crescimento inicial das mudas, dada a sua função no processo de absorção de água e nutrientes do solo após o plantio (NOVAES *et al.*, 2013).

Porém o uso de apenas um índice não pode ser utilizado como o indicativo de qualidade das mudas, sendo importante a avaliação do conjunto das características das mudas. Contudo, ainda é necessário que as mudas sejam avaliadas em campo para a determinação da qualidade sobre a manifestação dos parâmetros observados inicialmente em viveiro (GOMES *et al.*, 2019).

Na determinação da qualidade de mudas em viveiro, também são utilizados índices de qualidade que são relações entre os parâmetros de crescimento. Uma opção é avaliar a relação entre a matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca radicular (MSR) (ABREU *et al.*, 2017). Essa relação deve ser observada, sendo que a parte superior das mudas não deve ser expressivamente superior à área radicular, já que pode dificultar a absorção e transferência de água para a parte aérea (GOMES *et al.*, 2019).

Também é importante ressaltar o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) que é um bom indicador da qualidade de mudas, visto que o seu cálculo considera o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de parâmetros importantes utilizados na avaliação da qualidade de mudas (DIAS *et al.*, 2016). O IQD é composto por parâmetros morfológicos, sendo um importante indicador de robustez da muda. Segundo Kratz *et al.* (2013), ele exprime o equilíbrio de crescimento das mudas no viveiro, já que conjuga duas características em apenas um índice e, segundo Novaes *et al.* (2013), é uma característica que determina o equilíbrio de desenvolvimento das mudas (NOVAES *et al.*, 2013).

Segundo Lima Filho *et al.* (2019), este índice considera o vigor e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda que pondera os resultados de muitas variáveis. Também é considerado um dos mais completos para avaliação da qualidade de mudas florestais, pois inclui em seu cálculo as relações entre os parâmetros morfológicos altura, diâmetro, peso da matéria seca aérea e peso da matéria seca radicular, além da biomassa total (ABREU *et al.*, 2017).

Este cálculo pode ser considerado promissor por considerar as associações entre caracteres dendrométricos e alométricos em sua fórmula matemática, pois utiliza diversos parâmetros morfológicos importantes (TRAUTENMÜLLER *et al.*, 2017). Segundo Abreu *et al.* (2017), quanto maior seu valor, maior é o grau de qualidade da muda, dentro daquele lote.

## 2.1. Fatores que interferem na qualidade de mudas florestais

Na obtenção de mudas de qualidade, é necessária a utilização de técnicas adequadas de formação. Os substratos empregados na produção de espécies florestais interferem na formação das mudas, pois é meio em que as raízes se desenvolvem, fornecendo suporte estrutural às mudas e também as concentrações necessárias de água, oxigênio e nutrientes (KRATZ *et al.*, 2013).

O solo é utilizado como o principal substrato para a produção de mudas florestais em sacos plásticos, porém na atualidade, novas tecnologias na formação de substratos estão sendo aplicadas para garantir maior qualidade na produção de mudas. Um dos fatores mais importantes na produção são as propriedades do substrato (NAVROSKI *et al.*, 2016). De acordo com Costa *et al.* (2011), para a produção de mudas de qualidade, é importante que o substrato tenha características desejáveis, como baixo custo, fácil absorção de nutrientes, capacidade de troca catiônica, esterilidade biológica, porosidade, retenção de umidade e uniformidade.

As características do substrato estão influenciadas pela disponibilidade de nutrientes minerais presentes, que influenciam diretamente no crescimento das mudas (ABREU *et al.*, 2017). Substratos com maior quantidade de nutrientes terão maior acúmulo nutricional nos componentes das plantas e aumenta as chances de sobrevivência após o plantio no campo (LIMA FILHO *et al.*, 2019).

Existe uma grande diversidade de substratos de diversos tipos, prontos para o uso, puros ou misturados, tendo características próprias de preço e qualidade (TRAZZI *et al.*, 2012). De acordo com Santos *et al.* (2014), o lodo de esgoto, casca de arroz carbonizada e *in natura*, esterco animal, vermicomposto e fibra de coco podem ser utilizados como componentes para substratos alternativos.

Para Silva *et al.* (2014), podem ser utilizados, turfa, areia, espuma fenólica, argila expandida, perlita, vermiculita, casca de arroz, casca de pinus, fibra da casca de coco, serragem, entre outros. No entanto, não há um substrato perfeito para todas as condições e espécies, sendo aconselhável utilizar componentes de um substrato em forma de mistura, já que os mesmos podem apresentar algumas características indesejáveis à planta, quando usados isoladamente (TRAZZI *et al.*, 2012).

É assim que muitos esforços são realizados para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção (KRATZ *et al.*, 2013). Segundo Abreu *et al.* (2017), para obtenção de mudas de alta qualidade, as propriedades físicas de um substrato são mais importantes que as propriedades químicas, isto se deve ao fato de que após o acondicionamento do substrato nos recipientes, é

difícil modificá-las, e características químicas, dentro de certos limites, podem ser corrigidas por meio da irrigação e da fertirrigação.

Para realizar ou manter a qualidade das mudas, tem-se utilizado diferentes substratos e mesmo diferentes recipientes. O substrato empregado, assim como as características do recipiente podem influenciar a qualidade das mudas. Frequentemente, tubetes de maiores dimensões são recomendados para a produção de mudas de espécies florestais (VENTURA, 2012). O volume do recipiente tem relação direta na quantidade de substrato, no porte da muda, no espaço no viveiro, na mão de obra, no custo final da muda, no transporte, no rendimento durante o plantio e, principalmente, na quantidade de insumos utilizados (LIMA FILHO *et al.*, 2019).

Neste sentido, Trautenmüller *et al.* (2017), mencionam que o tipo de recipiente se torna um fator importante a ser considerado no processo produtivo de plantas ao nível de viveiro, uma vez que, de acordo com Cabreira *et al.* (2017), a qualidade das mudas pode ser influenciada pela correta escolha do tipo de recipiente, substrato e manejo durante a formação das mudas.

De acordo com Guimarães, Echer & Minami (2002), o tamanho e o tipo do recipiente são fatores importantes que influenciam o desenvolvimento e a arquitetura do sistema radicular, assim como o fornecimento de nutrientes. Mudas mal formadas alteram seu desenvolvimento, aumentando seu ciclo de produção e levando a perdas no processo. O tipo de recipiente, do substrato, do manejo de plantas e da nutrição influencia diretamente a taxa de sobrevivência e o desenvolvimento inicial em campo (TRAUTENMÜLLER *et al.*, 2017).

É importante que o substrato e o tipo de recipiente permitam o crescimento e a nutrição das mudas, que possam promover a adequada formação do sistema radicular e proteger as raízes de danos mecânicos e desidratação, assim como contribuir para a máxima sobrevivência e desenvolvimento das plantas no campo.

Na atualidade, inúmeros tipos e tamanhos de recipientes têm sido utilizados para a produção de mudas, sendo que os mais amplamente utilizados são os tubetes de polipropileno e os sacos de polietileno (sacos plásticos). Segundo Dias *et al.* (2016), o uso de sacos plásticos pode ser inconveniente, visto que estes requerem grandes quantidades de substrato, dificultam o transporte e a distribuição das mudas.

No caso dos tubetes de polipropileno, estes demandam menor quantidade de substrato por recipiente, ocupam menor área de produção, permitem a mecanização das atividades no viveiro, reduzem custos de transporte e distribuição no momento do plantio e podem ser reutilizáveis em vários ciclos de produção, os custos fixos são diluídos, corroborando as

vantagens da utilização desses recipientes nos viveiros florestais (DIAS *et al.*, 2016), em detrimento ao uso de sacos plásticos.

O conjunto do uso de recipientes, de substratos adequados e da aplicação de fertilizantes que possuem liberação lenta ou ação controlada de nutrientes, pode ajudar na diminuição do ciclo de produção e na possível redução dos custos dos fertilizantes e de operação. Para Dias *et al.* (2016), dentre os fatores mais importantes na produção de mudas, está a adequada adubação na fase de crescimento inicial das mudas, que refletirá no bom estado nutricional, auxiliando na capacidade de resistência às adversidades encontradas em campo.

Neste sentido, a adubação, quando adequada na fase de crescimento inicial, refletirá no bom estado nutricional das mudas, auxiliando assim na capacidade de resistência às adversidades encontradas em campo (DIAS *et al.*, 2016). Segundo Aguilar *et al.* (2019), as práticas de adubação favorecem o desenvolvimento das mudas e podem diminuir o tempo de permanência no viveiro.

O teor de nutrientes no substrato é importante para o sucesso do plantio no campo, principalmente, nitrogênio, fósforo e potássio, nutrientes que têm grande influência na qualidade das mudas produzidas e no desenvolvimento delas em campo (GOULART *et al.*, 2016). Para Souza e Peres (2016), os adubos mais recomendados para a produção de espécies florestais são o sulfato de amônio, o superfosfato simples e o cloreto de potássio.

O tamanho do tubete está relacionado com o espaço disponibilizado para o desenvolvimento radicular, o que influencia diretamente na quantidade de nutrientes e água disponível para as mudas. Segundo Ventura (2012), tubetes de maiores dimensões apresentam maior disponibilidade dos nutrientes, ainda que a concentração não se altere em relação a um tubete menor, não se tem certeza se o crescimento das mudas se dá devido ao maior espaço ou a maior quantidade de fertilizantes. O conhecimento acerca da adubação de mudas florestais e sua relação com as dimensões do recipiente utilizado são fundamentais para alcançar os níveis de produtividade da espécie, o que torna de suma importância o desenvolvimento de estudos acerca da compensação de fertilização de base em tubetes de menor tamanho.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Alan Henrique Marques de *et al.* Caracterização e potencial de substratos formulados com bio sólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 1179-1190, 2017.
- AFONSO, Marcelo Vielmo *et al.* Parâmetros fisiológicos de mudas de *Albizia niopoides* produzidas em diferentes composições de substrato. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 27, n. 4, p. 1395-1402, 11 dez. 2017. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509830221>.
- AGUILAR, Marcos Vinícius Miranda *et al.* Produção de mudas de *Albizia lebbbeck* (L.) Benth sob diferentes formulações e doses de osmocote®. **Biofix Scientific Journal**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 153, 10 dez. 2019. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v5i1.69692>.
- CABREIRA, Gerhard Valkinir *et al.* Bio sólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, Curitiba, Pr, v. 47, n. 2, p. 165-176, jun. 2017. ISSN eletrônico 1982-4688 DOI: 10.5380/rf.v47i1.44291.
- CAMPANHARO, Marcela *et al.* Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 140-145, abr. 2006. ISSN 0100-316X.
- CARLOS, Leandro *et al.* Growth and mineral nutrition in seedlings of jacarandá-da-bahia subjected to nutrient deprivation. **Floresta**, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 107, 11 set. 2014. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v45i1.34312>.
- COSTA, Edilson *et al.* Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, p. 1017-1025, 2011.
- DIAS, Isis Melo *et al.* Effect of phosphatic fertilizer dosage on optimal volume determination for seedling production of native forest species. **Scientia Agraria Paranaensis**, Curitiba, Pr, v. 15, n. 4, p. 471-475, nov. 2016. ISSN : 1677-4310 DOI : 10.18188/1983-1471/sap.v15n4p471-475.
- GOMES, Silvio Henrique Menezes *et al.* Avaliação dos parâmetros morfológicos da qualidade de mudas de *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) em viveiro florestal. **Scientia Plena**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1-10, 27 fev. 2019. Associação Sergipana de Ciência. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2019.011701>.
- GOULART, Livia Mara Lima *et al.* Produção de Mudas de Ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em Resposta a Fertilização Nitrogenada. **Floresta e Ambiente**, [S.L.], v. 24, p. 1-9, 16 nov. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.137315>.
- GUIMARÃES, Vandeir Francisco; ECHER, Márcia M.; MINAMI, Keigo. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas beterraba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 505-509, 2002.
- KRATZ, Dagma *et al.* Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 607-621, 2013.

- LIMA FILHO, Pedro *et al.* Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o bio sólido como substrato. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 27-39, 4 abr. 2019. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509819340>.
- NAVROSKI, Marcio Carlos *et al.* Influência do polímero hidroretentor nas características do substrato comercial para produção de mudas florestais. **Interciencia**, Caracas, Venezuela, v. 41, n. 5, p. 357-361, maio 2016.
- NOVAES, Adalberto Brito de *et al.* Qualidade de mudas de nim indiano produzidas em diferentes recipientes e seu desempenho no campo. **Floresta**, [S.L.], v. 44, n. 1, p. 101, 19 nov. 2013. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v44i1.30207>.
- RÖDER, Cinthia *et al.* Uso de biofertilizante na produção de mudas de repolho. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 62, n. 5, p. 502-505, out. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201562050012>.
- SANTOS, Fernando E. V. *et al.* Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 18, n. 9, p. 971-979, set. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p971-979>.
- SILVA, Rodrigo Ferreira da *et al.* Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 24, n. 3, p. 609-619, 30 set. 2014. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509815745>.
- SOUZA, Louíse Rickli de; PERES, Fabiana Schmidt Bandeira. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S.L.], v. 36, n. 87, p. 211, 30 set. 2016. Embrapa Florestas. <http://dx.doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1127>.
- TRAUTENMÜLLER, Jonathan William *et al.* Avaliação de plantas de *Cordia americana* em viveiro utilizando caracteres morfológicos. **Biofix Scientific Journal**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 65, 23 nov. 2017. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v2i2.55512>.
- TRAZZI, Paulo André *et al.* Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 90, n. 96, p. 455-462, dez. 2012.
- VENTURA, Maria José da Silva. **Compensação da fertilização de base em mudas de *Colubrina glandulosa* PERKINS e *Handroanthus ochraceus* (CHAM.) Mattos produzidas em tubetes**. 2012. 134 f. Tese (Doutorado) -, Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

## SEGUNDA PARTE – ARTIGOS CIENTÍFICOS

### ARTIGO 1: COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE *Coffea arabica* L., PRODUZIDAS EM TUBETES

#### Resumo

O café é uma das culturas mais importantes para o agronegócio brasileiro e a produção e a qualidade deste grão estão diretamente relacionadas com o manejo das mudas em viveiro. Na produção das mudas de café, ao contrário de mudas de eucalipto, por exemplo, são utilizados recipientes de maior dimensão, principalmente sacos plásticos, o que interfere na quantidade de substrato e, conseqüentemente, na quantidade de nutrientes. Neste contexto, a possibilidade de produção em tubetes e de menor dimensão é interessante pelo fato de possibilitar maior quantidade de mudas por área, assim como reduzir os custos de produção. No entanto, há demanda em se verificar o efeito disso no crescimento e na qualidade de mudas. Diante do exposto, o presente trabalho teve o objetivo de verificar a influência da compensação de doses de fertilizante e o volume de tubetes na produção de mudas de *Coffea arabica* L., produzidas em tubetes. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras com recipientes de polipropileno com volume de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>. Para avaliar o efeito da compensação nutricional, utilizou-se o esquema fatorial 2 x 6, totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições e 16 mudas por parcela. O substrato utilizado foi composto por uma mistura de vermiculita, casca de café carbonizada e fibra de coco. Na adubação de base, foram testadas seis doses de fertilizante por recipiente, com base em três doses padrões de fertilizante utilizadas em viveiros (3,5; 4,5 e 5,5 kg m<sup>-3</sup>). A altura e o diâmetro do coleto das mudas foram avaliados aos 120 e 180 dias após a repicagem. Aos 180 dias também foram avaliadas: a matéria seca da parte aérea; a matéria seca das raízes; a facilidade de retirada das mudas do tubete e a agregação das raízes ao substrato. Além disso, foram calculados os índices de qualidade das mudas: relação matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes e o índice de qualidade de Dickson. De acordo com os resultados, a compensação da adubação de base mostrou-se adequada para isolar o efeito da capacidade volumétrica em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>, na produção de mudas de café.

**Palavras chaves:** casca de café carbonizada; qualidade de mudas; compensação nutricional

## 1. INTRODUÇÃO

O café arábica (*Coffea arabica* L.) é originário de áreas elevadas do sul da Etiópia, em regiões com temperatura ambiente entre 17 e 19°C e precipitação entre 1500 a 1800 mm. O café é uma das culturas mais importantes para o agronegócio do Brasil, que é o maior produtor e exportador do mundo, respondendo por mais de um terço de toda a produção mundial (MONTEIRO *et al.*, 2019).

*C. arabica* é uma espécie propagada pela formação de mudas que devem ser de cultivares produtivas, bem adaptadas, sadias e vigorosas (COBRA *et al.*, 2020). As mudas são produzidas comumente em viveiro usando, principalmente, sacolas de polietileno, com fertilizantes minerais, substratos comerciais ou mesmo substratos alternativos derivados dos resíduos das práticas agrícolas.

A grande maioria do total de mudas de cafeeiro é produzida em sacos plásticos, por apresentar baixo custo inicial, em relação ao uso de tubetes, e ser um sistema de produção amplamente difundido, em todas as regiões cafeeiras (LEMOS *et al.*, 2015). Porém o uso de sacos plásticos pode ter desvantagens para os produtores, principalmente para os pequenos viveiristas, que buscam ter mudas de qualidade e têm que enfrentar os desafios dos altos custos dos fertilizantes minerais, que representa um alto custo na produção no uso de recipientes maiores, assim como maior espaço necessário para a produção de um determinado número de mudas.

Produzir mudas de café de qualidade para abastecer as demandas das lavouras cafeeiras é de suma importância. Na atualidade, existem fatores que interferem na produção e formação destas, como o uso de fertilizantes, o volume e tipo de recipientes e substratos. Conhecer os fatores que afetam o desenvolvimento do cafeeiro e a qualidade das mudas é de fundamental importância para o sucesso de uma lavoura cafeeira (AZEVEDO *et al.*, 2014).

A qualidade das mudas produzidas em viveiro é influenciada pela formação da estrutura do sistema radicular e da parte aérea da planta e, desta forma o uso correto dos recipientes e das adubações com um adequado manejo, influenciam no desenvolvimento da planta durante o processo de produção e no campo. Para proporcionar sustentabilidade no ciclo de produção de mudas, o manejo de condução das mudas no viveiro terá que ser planejado e conduzido com intuito de garantir a germinação e o crescimento inicial das plântulas (TOMAZ *et al.*, 2012). Quando o manejo da produção de mudas de café em viveiro é bem conduzido, pode-se esperar maiores produtividades e maior índice de sobrevivência no campo.

Na produção das mudas, para diminuir o investimento inicial, usualmente, se usa sacos de polietileno, enquanto que para os viveiristas que buscam otimizar o uso de substratos e fertilizantes, é comum o uso de tubetes. Na produção de mudas de cafeeiro com qualidade superior, a fertilização do substrato é um dos fatores mais importantes, podendo promover o crescimento e o desenvolvimento das mudas no viveiro, além de que poderá influenciar no seu estabelecimento no campo (MONTEIRO *et al.*, 2019).

A produção de mudas saudáveis, nutridas e com bom desenvolvimento radicular é fundamental para o sucesso na cafeicultura (SILVA *et al.*, 2019). Portanto, estudos têm sido feitos e são necessários para melhorar o uso do substrato, recipiente e mesmo a fertilização, com o intuito de gerar mudas de qualidade que possam crescer mais rapidamente e resistir às adversidades no campo.

Atualmente, uma grande quantidade de produtores de mudas de café busca alternativas para diminuir os custos de produção (BERILLI *et al.*, 2014). Uma das alternativas usadas é o aproveitamento dos resíduos gerados, tais como casca, polpa, pergaminho, mucilagem e água residuária do processo de beneficiamento do próprio grão (MENEHELLI *et al.*, 2016). Além do uso adequado dos substratos, é importante buscar alternativas para garantir a produção de mudas com padrão de qualidade superior, que dependerá das práticas de manejo no viveiro, uma vez que as mudas bem formadas terão reserva de nutrientes que ajudarão a suportar as adversidades na hora da implantação das mudas no campo.

O uso dos fertilizantes minerais, com uma adequada dose, fornece os nutrientes e favorece o condicionamento físico adequado para as mudas (SANTINATO *et al.*, 2014), assim como está diretamente ligado à sustentabilidade, produtividade e tratamentos fitossanitários na atividade cafeeira (SILVA *et al.*, 2019).

Na produção de mudas de café é comum o uso de recipientes maiores. Com isso, já que a adubação é feita, geralmente, por volume de substrato quanto mais substrato no recipiente, mais fertilizante é disponibilizado para cada planta, o que leva ao maior uso de fertilizantes e maior quantidade de nutrientes. Isso faz com que, em conjunto, estes fatores propiciem maior crescimento às mudas. No entanto, existe um custo mais alto pelos valores da aquisição de recipientes e, para o caso de tubetes, ainda é necessário considerar o custo de estruturas para acondicionar estes recipientes, assim como maior área para que sejam acomodados na estrutura do viveiro. Neste sentido, é importante o estudo da compensação nutricional para tentar compensar o menor volume do recipiente e, conseqüentemente, de substrato, por uma fertilização um pouco maior.

A etapa de produção em viveiro com o uso adequado do tamanho e tipo de recipiente, assim como a adubações fornecidas são chaves para proporcionar maior desenvolvimento das mudas, com menores custos. Deste modo, é importante analisar alternativas de manejo, sobre o uso efetivo de substratos, fertilizantes e tubetes, como opções para os viveiristas reduzirem custos e manter a qualidade das mudas. Com a busca por técnicas que otimizem o aproveitamento da adubação de base e o uso de tubetes, o presente trabalho teve como objetivo verificar a influência da compensação de doses de fertilizante e volume de tubetes na produção de mudas de *Coffea arabica* L.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de produção de mudas de *C. arabica* foi realizado no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras que está localizado em latitude 21°14'19,6"S e longitude 44°58'28,5"W, a 905 metros acima do nível do mar, na cidade de Lavras, estado de Minas Gerais, Brasil. De acordo com a classificação de Köppen, Lavras apresenta clima Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical. A temperatura do mês mais quente é superior a 22 ° C, com temperatura média de 19,9 ° C, apresentando a precipitação média anual 1486 mm (DANTAS *et al.*, 2007; ALVARES *et al.*, 2013).

Para o início da produção, as sementes foram dispostas em sementeira, composta por 100% de areia grossa lavada, local em que permaneceram até a finalização do processo de germinação e momento de realização da repicagem.

Os tubetes utilizados para a produção das mudas foram lavados e acondicionados em bandejas de plástico, suspensas a 100 cm da superfície do solo. Para este estudo, foram utilizados tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> de capacidade volumétrica. O substrato utilizado para o enchimento dos tubetes foi composto por uma mistura de vermiculita, casca de café carbonizada e fibra de coco, até ter homogeneidade do material, em uma proporção em volume seco de 1:2:3, respectivamente. Os tubetes foram preenchidos com os substratos umedecidos realizando-se leve compactação por meio de bateção manual das bandejas, acomodando o substrato uniformemente dentro dos tubetes, conforme a Davide e Faria (2008).

Na adubação química dos substratos foi utilizado fertilizante de liberação controlada (FLC) da marca Osmocote® composto por; nitrogênio (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) na

proporção de 15:09:12 além de; cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e micronutrientes, como boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe) e zinco (Zn) (com 5-6 meses de ação).

Para avaliar o efeito da compensação nutricional, foi instalado um experimento no delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 (tubetes com 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>) x 6 doses de fertilizante por recipiente, totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições e 16 mudas por parcela. A adubação de base foi calculada de forma que pudessem ser inseridas três doses padrões de fertilizante rotineiramente utilizadas em viveiros de produção de mudas de espécies florestais (3,5; 4,5 e 5,5 kgm<sup>-3</sup>). Desta forma, para a avaliação da compensação nutricional na adubação de base, foram calculadas seis doses para que ambos tubetes recebessem: 0,40; 0,50; 0,63; 0,97; 1,22 e 1,52 g tubete<sup>-1</sup> (Tabela 1).

**Tabela 1:** Doses de fertilizante para adubação de base, de acordo com o volume do tubete, para a produção de mudas de *C. arabica*.

Tratamento	Tubete (cm <sup>3</sup> )	Fertilizantes	
		doses testadas (g tubete <sup>-1</sup> )	equivalente (kg m <sup>-3</sup> )
1	115	0,40	3,5
2	115	0,50	4,5
3	115	0,63	5,5
4	115	0,97	8,5
5	115	1,22	11,0
6	115	1,52	13,4
7	280	0,40	1,4
8	280	0,50	1,8
9	280	0,63	2,3
10	280	0,97	3,5
11	280	1,22	4,5
12	280	1,52	5,5

Fonte: Da autora (2024).

A repicagem foi realizada quando as plântulas apresentavam duas folhas verdadeiras e colocando, uma muda por recipiente. Após a repicagem, as mudas foram levadas para casa de sombra, com uso de tela sombrite com 50% de sombreamento. Aos 60 dias após a repicagem, as mudas foram levadas para a área a pleno sol para sua rustificação no viveiro. Durante toda a fase de produção das mudas no viveiro, a irrigação foi feita por microaspersão, três vezes ao dia, com duração de 5 minutos, cada irrigação.

Além da adubação de base, foram realizadas adubações de cobertura, por meio de uma dose padrão para cada recipiente, aplicadas por meio de 12 mL de solução de MAP + KCl

(correspondendo à aplicação de 1000 g de MAP + 120 g de KCl para 10000 tubetes), de acordo com recomendações de Davide e Faria (2008), aplicada via solução aquosa.

A primeira avaliação da altura da parte aérea (H) e do diâmetro do coleto (DC) foi realizada aos 120 dias após repicagem, sendo realizada outra (avaliação final), aos 180 dias após a repicagem.

Para a altura da parte aérea, as medidas foram feitas por meio de régua milimetrada, a partir do nível do substrato até a gema terminal. O diâmetro do coleto ao nível do substrato foi medido utilizando paquímetro digital com precisão de 0,1 mm. Além disso, na avaliação final, foram avaliadas a facilidade de retirada do tubete (FRT), a agregação das raízes ao substrato (ARS), a matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca das raízes (MSR), usando quatro mudas por parcela.

Para a avaliação de FRT, foram dadas notas do 1 a 10, sendo 10 para as mudas com mais facilidade de retirada do tubete e conforme a nota era mais baixa, mais difícil era a retirada. Para ARS, a nota máxima era para mudas com substrato mais íntegro e compacto após a retirada do tubete e, conforme a nota era mais baixa, menor era a retenção do substrato às raízes.

Para a avaliação referente à matéria seca, as mudas foram retiradas dos tubetes e cortadas na base do caule por meio de uma tesoura de poda. As raízes foram lavadas em água sobre peneira com malha nº 2, para a retirada do substrato. As amostras de cada parcela foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e colocadas em estufa, a 70 °C, até atingir o peso constante. As amostras secas foram pesadas para a determinação da matéria seca da parte aérea e da matéria seca das raízes por planta.

Com os dados de altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR), foram calculados os índices de qualidade de mudas: relação matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes (MSPA /MSPR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), este por meio da fórmula de Dickson, Leaf e Hosner (1960).

Os dados foram analisados por meio da análise de variância (ANAVA) e, quando significativos, foram submetidos a análises de regressão, usando o software SISVAR.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância realizada aos 120 dias após a repicagem, houve interação significativa entre a capacidade volumétrica do tubete e a dose de adubação de base testada para a altura. Para os fatores isolados houve diferença para a altura aos 120 dias e para altura e diâmetro do coleto aos 180 dias (Tabela 2).no caso da altura aos 120 dias o melhor tratamento foi do tubete de 115 cm<sup>3</sup> com 21,76 cm, a comparação com o tubete de 280 cm<sup>3</sup> com altura de 18,82 cm, na altura aos 180 dias o melhor tratamento foi também o tubete de 115 cm<sup>3</sup> com 40,05 cm, a comparação com o tubete de 280 cm<sup>3</sup> com altura de 34,92 cm.

**Tabela 2:** Quadrados médios de altura (H) e diâmetro do coleto (DC) aos 120 e 180 dias após a repicagem das mudas de *Coffea arabica* L., produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> com diferentes doses de adubação.

Fonte de variação	GL	120 DIAS		180 DIAS	
		H	DC	H	DC
<b>Dose (D)</b>	5	12,166*	0,279ns	38,746*	0,371*
<b>Tub (T)</b>	1	359,707*	0,458ns	402,520*	3,402*
<b>D*T</b>	5	2,328*	0,024ns	1,731ns	0,251ns
<b>resíduo</b>	33	0,982	0,140	5,371	0,133
<b>media</b>	-	12,76	2,56	18,80	3,08
<b>CV%</b>	-	7,76	14,77	12,33	11,82

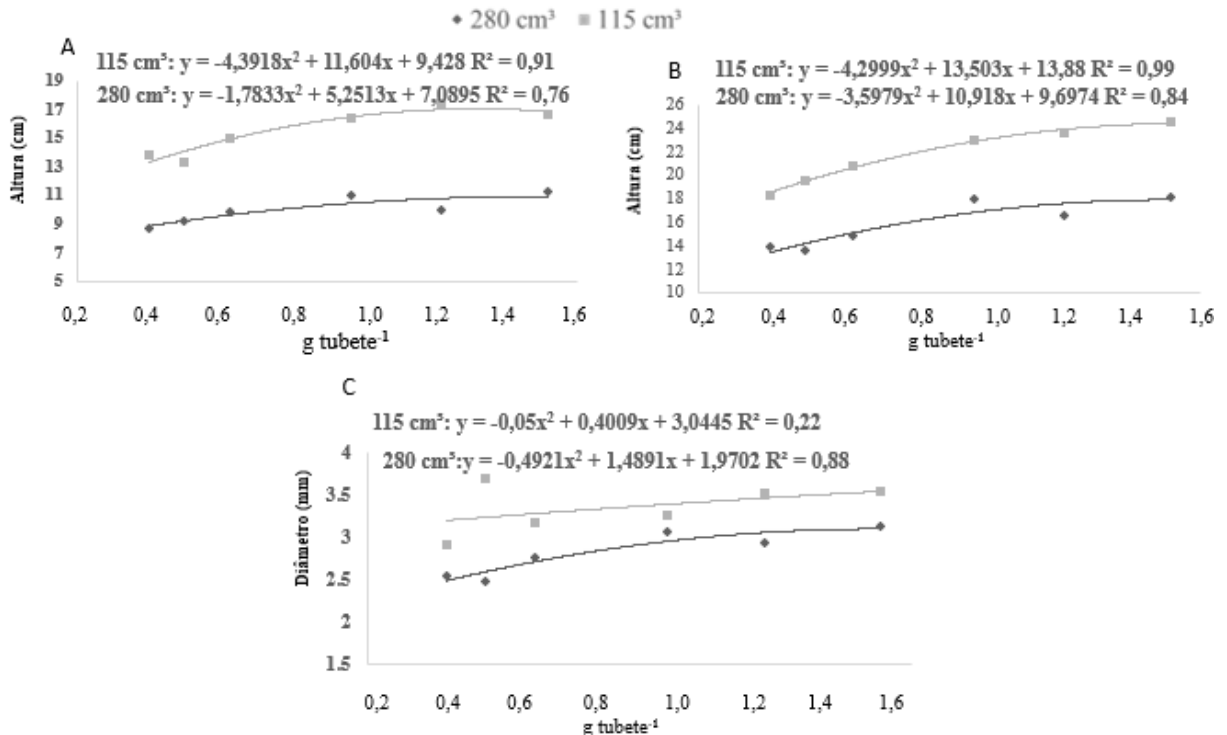
Nota: Valores seguidos de "\*" indicam efeito significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, enquanto valores seguidos de "ns" indicam efeito não significativo. G.L.: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação experimental.

Fonte: Da autora (2024).

O diâmetro do coleto não apresentou diferenças entre os tratamentos na avaliação realizada aos 120 dias após a repicagem, apresentando uma média geral de 2,56 mm. Já para o diâmetro aos 180 dias, apresentaram diferencia significativa, o melhor tratamento foi o tubete de 115 cm<sup>3</sup> com 10,30 mm, a comparação com o tubete de 280 cm<sup>3</sup> com diâmetro de 8,48 mm.

Os benefícios das adubações podem ser verificados nas curvas de crescimento de alturas (H) aos 120 dias após a repicagem e altura e diâmetro do coleto (DC) aos 180 dias, das mudas de *Coffea arabica* L., que demonstram comportamento quadrático, para ambos tamanhos de tubetes em que foram produzidas e sob as diferentes doses de adubação testadas (Figura 1).

**Figura 1:** Altura da parte aérea aos 120 dias (A), aos 180 dias (B) e diâmetro do coleto aos 180 dias após repicagem (C), das mudas de *Coffea arabica* L., produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>, em função de diferentes doses de adubação base.



Fonte: Da autora (2024).

Para todos os casos, com exceção do diâmetro do coleto aos 120 dias, as mudas produzidas em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> apresentaram maiores valores médios em todas as variáveis nas doses testadas, quando comparadas às mesmas doses nos tubetes maiores, evidenciando o efeito positivo da compensação da adubação de base. Os tratamentos com as menores doses de adubação não garantiram o mesmo padrão de crescimento, permanecendo sempre abaixo durante todo o processo de produção de mudas com os dois tamanhos de tubetes (115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>). Conforme as equações, o ponto máximo em altura aos 120 dias foi na dose de 1,32 g tubete<sup>-1</sup> em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 1,47 para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, já para a altura aos 180 dias, o ponto máximo foi 1,32 para tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 1,51 g tubete<sup>-1</sup> para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. Com relação ao diâmetro, os valores foram de 1,52 para tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 1,51 g tubete<sup>-1</sup> para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>.

Os efeitos positivos das adubações de base com doses maiores em tubetes menores pode estar associado ao maior fornecimento de nutrientes, que implica em maior absorção de fósforo (P). Assim, é importante considerar o aumento do P em adubações para a produção de mudas de café em virtude da baixa eficiência das adubações fosfatadas. Baixos teores de P nas mudas de café podem limitar a produção da cultura em campo, uma vez que existe pouco P natural na

solução do solo, aliado a forte fixação do nutriente (adsorção) e por sua precipitação (SILVA *et al.*, 2019).

Os resultados deste estudo diferem dos apresentados por De Azevedo *et al.* (2014), que mencionam que ao estudar diferentes recipientes na produção de mudas de cafeeiros, os recipientes de maior volume proporcionam crescimento mais acelerado das mudas. Porém os resultados deste estudo, com a compensação da adubação de base nos recipientes menores, permitiram um maior incremento em altura e diâmetro, características fundamentais no momento de decidir se as mudas estão preparadas para o plantio, assim como para avaliar a qualidade das mudas e evitar distorções provenientes do manejo.

O uso de adubação de base mostrou-se adequada para isolar o efeito da capacidade volumétrica em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>, maximizando os índices da maioria das variáveis de altura e diâmetro, que pode associar-se a maior disponibilidade de nutrientes em ambos tubetes e auxiliar no melhor desenvolvimento das mudas de café. Isso reflete a maior eficiência no uso de recipientes menores com maiores adubações de bases, corroborando com Santinato *et al.* (2014), que manifestam que para a produção de mudas em sacos plásticos, o maior desenvolvimento das mudas de café ocorre usando maiores doses de adubo.

A compensação da adubação de base apresentou resultados satisfatórios para os tubetes de 115 cm<sup>3</sup>, uma vez que a maioria das doses propiciou mudas com diâmetro superior a 3,26 mm, sendo que Meneghelli *et al.* (2016) mencionam que aos 180 dias, mudas de café devem apresentar diâmetro mínimo de 3,20 mm para serem consideradas boas com relação a esta característica.

Neste estudo, foi possível verificar que o uso de tubetes menores, com todas as doses testadas, promoveu maior crescimento das mudas de café, comparadas com mudas produzidas nos tubetes maiores, fazendo com que o tubetes de 115 cm<sup>3</sup> seja considerado uma alternativa com grande potencial para a produção destas mudas, desde que haja a compensação da adubação.

Com relação às características facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), agregação das raízes ao substrato (ARS), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), relação matéria seca da parte aérea-matéria seca da raiz (MSPA/MSR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD), não foram verificadas interação significativa entre os fatores estudados (Tabela 3).

**Tabela 3:** Quadrados médios da facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), agregação das raízes ao substrato (ARS), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), relação matéria seca da parte aérea-matéria seca da raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), das mudas de *C. arabica*, aos 180 dias após a repicagem, produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>, com diferentes doses de adubação de base.

Fonte de variação	GL	FRT	ARS	MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR	IQD
<b>Dose (D)</b>	5	0,683ns	0,200ns	2,097*	0,927*	0,004*	0,475ns	0,064*
<b>Tub (T)</b>	1	5,333*	0,333ns	5,174*	0,700*	0,209ns	9,729*	0,041ns
<b>D*T</b>	5	0,533ns	0,433ns	0,376ns	0,185ns	0,768ns	0,490ns	0,006ns
<b>resíduos</b>	33	0,446	0,414	0,677	0,197	1,251	0,385	0,015
<b>medias</b>	-	9,21	6,96	2,49	1,47	3,96	1,80	0,50
<b>CV%</b>	-	7,26	9,25	32,94	30,10	28,15	34,37	25,05

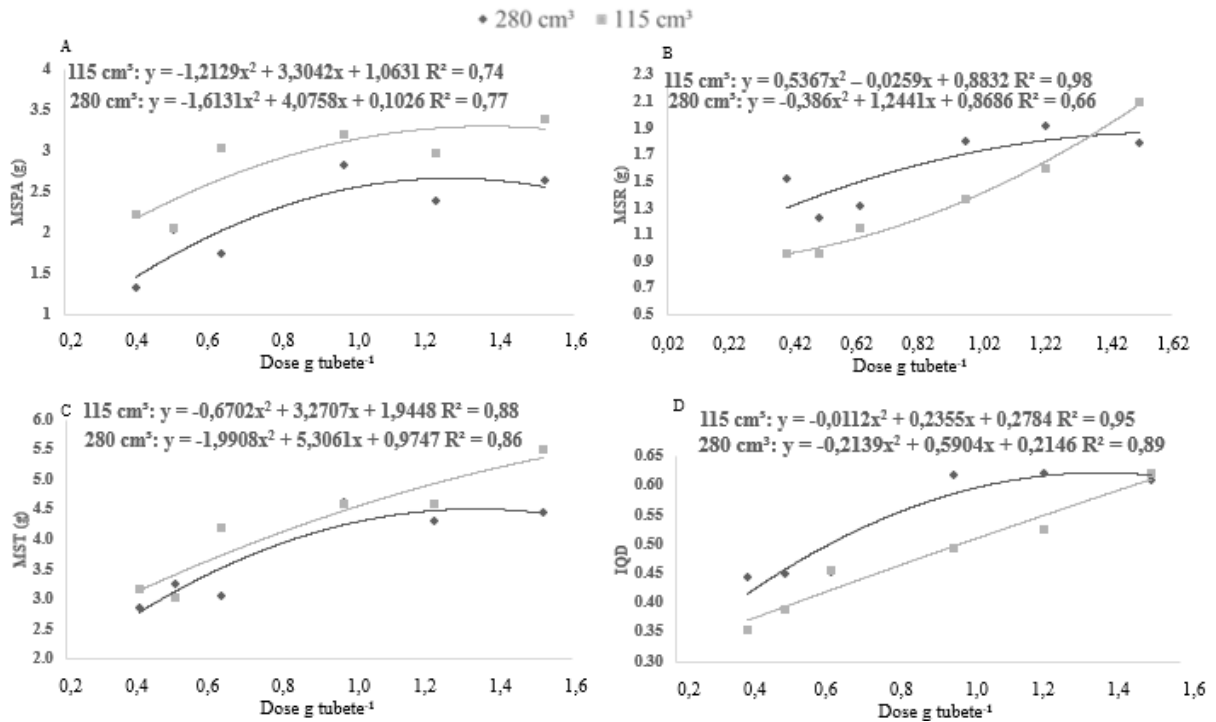
Nota: Valores seguidos de “\*” indicam efeito significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, enquanto valores seguidos de “ns” indicam efeito não significativo. G.L.: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação experimental.

Fonte: Da autora (2024).

Para os fatores isolados, estes apresentaram significância em função da dose de adubo utilizada para matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST) e o Índice de qualidade de Dickson (IQD). Já, o tamanho do tubete foi significativo para facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), e a relação matéria seca da parte aérea-matéria seca da raiz (MSPA/MSR).

As curvas das características mensuradas avaliadas em função das doses de adubação de base e da capacidade volumétrica dos tubetes indicaram comportamento quadrático. Mudas produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> apresentaram maiores valores de MSPA (A) e MST (C) (Figura 2. A e C).

**Figura 2:** Matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Coffea arabica* L., aos 180 dias após a repicagem, produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>, com diferentes doses de adubação base.



Fonte: Da autora (2024).

A MSR (Figura 2B) apresenta médias maiores nas mudas produzidas em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> para todas as doses, com exceção da maior, 1,52 g tubete<sup>-1</sup>. A massa seca do sistema radicular permite ter uma previsão do adequado desenvolvimento das mudas no campo, uma vez que MSR é um dos fatores para que as mudas possam suportar às mudanças do ambiente na área do plantio, já que as raízes proporcionam maior área de contato com o solo no plantio e maior absorção de nutrientes.

Acredita-se que os maiores valores de MSR observados nos tubetes de 280 cm<sup>3</sup> possam estar relacionados a maior aeração proporcionada às raízes e armazenamento de água obtida nos tubetes maiores, quando comparados com os menores, o que permite maior desenvolvimento do sistema radicular. O volume do recipiente na produção de mudas de café está diretamente relacionado com a disponibilidade de água, sendo que menores volumes de recipiente podem restringir o armazenamento de água, o que influencia negativamente no crescimento das raízes (AZEVEDO *et al.*, 2014).

Conforme as equações, o ponto máximo da MSPA foi encontrado na dose de 1,36 para tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 1,26 para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. Para MSR e MST, foi de 1,52g tubete<sup>-1</sup> em

tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 1,33 para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. Já para o IQD, foram de 1,38 para os tubetes de 280 cm<sup>3</sup> e 1,52, para os tubetes de 115 cm<sup>3</sup>.

O uso de adubações de base maiores potencializou os resultados do IQD em ambos tubetes. Este índice é importante para a obtenção de mudas de alta qualidade, que são expressos em valores de diâmetro, altura e massa seca (SANTINATO *et al.*, 2014).

Vários são os fatores que estão envolvidos para que se obtenha sucesso na produção de mudas, sendo fundamental que sejam produzidas com padrões mínimos de qualidade e, para isso, é importante considerar todas as variáveis, já que podem existir respostas distintas dos parâmetros quanto à eficiência da adubação e tamanho de tubete, associados à absorção, ao transporte de macro e micronutrientes e ao acúmulo de biomassa de acordo com as doses fornecidas nas adubações de base. Neste sentido, pela ANAVA, de modo geral, as mudas produzidas com tubetes de 115 cm<sup>3</sup>, apresentaram maiores valores para altura, diâmetro e MSPA.

Estes resultados permitem verificar com consistência a magnitude dos efeitos do tamanho do tubete e da adubação de base sobre os parâmetros de crescimento e desenvolvimento das mudas de café, sendo que as doses testadas foram suficientes para promover o crescimento esperado das mudas de café em ambos os tubetes.

#### **4. CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a compensação da adubação de base mostrou-se adequada para isolar o efeito da capacidade volumétrica em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>, na produção de mudas de café.

O aumento da dose da adubação de base, para ambos os tubetes, proporcionou maiores valores médios na maioria das variáveis, considerando-se a possibilidade de obtenção de mudas mais vigorosas.

As diferentes doses utilizadas nos tubetes de 115 cm<sup>3</sup>, proporcionaram desempenho superior das mudas, ou mesmo aproximadas, quando comparadas às mesmas doses para o tubete de 280 cm<sup>3</sup>, assim mostrando a possibilidade de uso de tubetes menores, desde que haja a compensação da adubação na produção das mudas de café.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, José M. G. *et al.* Índices de qualidade e crescimento de mudas de café Conilon sob irrigação e hidrorretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 432-439, 30 set. 2014. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v9i3a3310>.
- BERILLI, Sávio da Silva *et al.* Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo. Berilli, S. da S. *et al.* Para produção de mudas de café Conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 472-479, out. 2014.
- COBRA, Marcelo Marques, *et al.* Fotoprotetor em mudas de café arábica. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 18, n. 2, p. 1-6, 2020.
- DAVIDE, Antônio Cláudio; FARIA, José Márcio R.. Viveiros florestais. In: DAVIDE, Antônio Cláudio; SILCA, Edvaldo Aparecido Amaral da. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Ufla, 2008. p. 83-124. ISBN 9788587692498.
- DICKSON, Alexander; LEAF, Albert L.; HOSNER, John F.. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 10-13, 1 mar. 1960. **Canadian Institute of Forestry**. <http://dx.doi.org/10.5558/tfc36010-1>.
- LEMOS, Vinícius Teixeira *et al.* Ácido cítrico e fósforo no desenvolvimento e estado nutricional de mudas de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 298-308, jul. 2015.
- MENEGHELLI, Caroline Merlo *et al.* Resíduo da secagem dos grãos de café como substrato alternativo em mudas de café Conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 329-334, jul. 2016.
- MONTEIRO, Ronaldo dos Santos *et al.* Produção de mudas de cafeeiro em função da época e da adubação fosfatada. *Pesquisagro*, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 28-38, 1 fev. 2019. **Revista PesquisAgro**. <http://dx.doi.org/10.33912/pagro.v1i1.213>.
- SANTINATO, Felipe *et al.* Doses of phosphorus associated with nitrogen on development Santinato, F. *et al.* OF COFFEE SEEDLINGS. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 419-426, jul. 2014.
- SILVA, Isabel Moreira da *et al.* Respostas de genótipos de *Coffea arábica* L. à aplicação de fósforo em substrato com ácido cítrico. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 62, p. 1-10, 2019. Tikinet Edicao Ltda. - EPP. <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.2768>.
- TOMAZ, Marcelo Antonio *et al.* Produção de mudas de qualidade: base para a sustentabilidade da lavoura cafeeira. In: TOMAZ, Marcelo Antonio *et al.* **Inovação, difusão e integração: bases para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: Caufes, 2012. Cap. 5. p. 71-88.

## **ARTIGO 2: COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) *Ravenna* e *Cedrela fissilis* VELL., PRODUZIDAS EM TUBETES**

### **Resumo**

Na produção de mudas florestais em viveiro, uma das principais problemáticas é o adequado manejo para a obtenção de mudas de alta qualidade com potencial para serem usadas no reflorestamento de áreas degradadas, produção de madeira, arborização e outros serviços que usam produtos florestais. Dentre os fatores que afetam a qualidade de mudas, podem ser citados a adubação, o recipiente e o substrato. Neste sentido, é importante conhecer as necessidades da espécie produzida, para que tenham maior qualidade, maior índice de germinação e de sobrevivência. Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da compensação de doses de fertilizante e volume de tubetes na produção de mudas de *Ceiba speciosa* e *Cedrela fissilis*, produzidas em tubetes, sendo instalado um experimento para cada espécie. Com o intuito de avaliar o efeito de três doses de adubação de base utilizadas em viveiros de produção de mudas de espécies florestais (3,5; 4,5 e 5,5 kg m<sup>-3</sup>) e dois tamanhos de tubetes (115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>), foi conduzido um experimento no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras. O experimento foi instalado em esquema fatorial 2 x 6, totalizou 12 tratamentos, com quatro repetições e 16 mudas por parcela. O substrato utilizado foi composto por uma mistura de vermiculita, casca de café carbonizada e fibra de coco. Aos 30 e 90 dias após a semeadura, foram avaliadas a altura da parte aérea, o diâmetro do coleto e aos 90 dias, a matéria seca da parte aérea e a matéria seca das raízes, além dos índices de qualidade das mudas, relação matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes, da facilidade de retirada das mudas do tubete, da agregação das raízes ao substrato e o índice de qualidade de Dickson. De acordo com os resultados, a compensação da adubação de base mostrou-se adequada para minimizar o efeito da capacidade volumétrica em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>, na produção de mudas.

**Palavras chaves:** casca de café carbonizada; qualidade de mudas; adubação.

## 1. INTRODUÇÃO

As mudas de espécies florestais são produzidas em viveiro, assunto de extrema importância, em razão da intensa devastação das florestas nativas, que é devida, principalmente, à expansão urbana e das fronteiras agropecuárias (DELARMELINA *et al.*, 2013).

Na produção de mudas florestais, vários são os insumos e materiais utilizados, tais como: substratos, sementes, fertilizantes e recipientes. Este conjunto de características devem garantir a produção de mudas que apresentem características físicas e químicas que proporcionem o desenvolvimento adequado das mudas, permitindo boa formação do sistema radicular e da parte aérea da planta.

Os recipientes mais utilizados para produção de mudas florestais são os sacos plásticos e os tubetes, os quais podem possuir capacidades volumétricas diferentes. Um assunto muito discutido é a produção das mudas em recipientes menores, como forma de multiplicá-las eficientemente e com menores custos. Porém vários estudos, com diferentes espécies para a restauração florestal, mostram que os recipientes maiores, normalmente, são os que proporcionam maior quantidade de recursos e, por consequência, melhor qualidade das mudas (LIMA FILHO *et al.*, 2019).

Usar recipientes maiores apresenta como desvantagem a ocupação de maior área no viveiro, mais volume de substrato, mais adubação, mais mão de obra, maior custo de transporte e menor rendimento nos plantios (PIAS *et al.*, 2013). No entanto, o uso de recipientes menores, com o correto manejo de substratos e adubação de base pode ser uma alternativa para reduzir custos de produção e de transporte, proporcionando mudas florestais de qualidade.

Na produção de mudas são utilizados vários tipos de substrato e, dentre estes são utilizados alguns que são fontes de matéria orgânica, como o esterco bovino, o biofóssido, entre outros. O uso dos componentes orgânicos tem o objetivo de melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos dos substratos; porém, de forma geral, estes materiais são pobres em nutrientes para o crescimento da planta, sendo a prática da adubação necessária para que as mudas se desenvolvam de maneira satisfatória (DELARMELINA *et al.*, 2014), dentro de um ciclo de produção aceitável. A adubação de base é uma técnica de manejo que pretende disponibilizar nutrientes ao substrato, propiciando o crescimento e melhor qualidade de mudas.

A qualidade das mudas é um dos fatores mais importantes na produção de mudas florestais, para suprir a demanda por serviços que usam produtos florestais, como para a

recuperação de áreas degradadas, produção de madeira, reflorestamentos, arborização, comercialização, plantios comerciais ou para outros fins econômicos.

Entre as espécies mais utilizadas para restauração florestal, podem ser citadas a *Ceiba speciosa* (paineira) e a *Cedrela fissilis* (cedro). A *C. speciosa* produz grande quantidade de sementes viáveis anualmente, suas mudas são facilmente obtidas no mercado, são mudas fáceis de trabalhar no viveiro e apresentam rápido crescimento durante a fase de estabelecimento do plantio (CABREIRA *et al.*, 2017), espécie que apresenta ampla distribuição geográfica no território brasileiro (LIMA FILHO *et al.*, 2019), de porte arbóreo, nativa, considerada secundária, com elevada adaptação e acelerado crescimento, e de grande importância econômica voltada para paisagismo, na arborização rural e urbana, para produção de madeira e carvão vegetal (MARTINS, 2019).

A *C. fissilis* é uma espécie nativa do Brasil, com distribuição em praticamente todo o País, apresenta grande importância econômica e ecológica, utilizada em projetos paisagísticos, recuperação de áreas degradadas e reconstrução de matas ciliares, tendo uma característica de ótima qualidade da madeira, que pode ser empregada em marcenarias, construção naval e aeronáutica (PIAS *et al.*, 2013). Esta espécie é produtora de madeira com alto valor de mercado, porém o cultivo envolve a utilização de práticas agrícolas adequadas para a obtenção de povoamentos florestais produtivos (SILVA *et al.*, 2017).

Diante da importância de produzir mudas florestais com recipientes, substratos e fertilizantes que possam garantir a obtenção de mudas de alta qualidade para cada espécie, o presente trabalho teve como objetivo verificar a influência da compensação de doses de fertilizante em diferentes volumes de tubetes na produção de mudas de *Ceiba speciosa* e *Cedrela fissilis*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção de mudas de cada uma das espécies analisadas, *C. speciosa* e *C. fissilis*, foi instalado um experimento no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, que está localizado em latitude 21°14'19,6 "S e longitude 44°58'28,5 "W, a 905 metros acima do nível do mar, na cidade de Lavras, Minas Gerais, Brasil. De acordo com a classificação de Köppen, Lavras apresenta clima Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical. A temperatura do mês mais quente é superior a 22 °C, com temperatura

média de 19,9 °C, apresentando a precipitação média anual 1486 mm (DANTAS *et al.*, 2007; ALVARES *et al.*, 2013).

As sementes de ambas as espécies foram coletadas em regiões das proximidades de Lavras. Cada experimento foi conduzido no viveiro em área de pleno sol, utilizando dois tipos de tubetes de polietileno: com capacidade de 115 cm<sup>3</sup> ou 280 cm<sup>3</sup>.

Para avaliar o efeito da compensação nutricional, foi instalado experimento em esquema fatorial 2 (tubetes com 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>) x 6 doses de fertilizante por recipiente, totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições e 16 mudas por parcela em delineamento de blocos casualizados. A adubação de base foi calculada de forma que pudessem ser inseridas três doses padrões de fertilizante rotineiramente utilizadas em viveiros de produção de mudas de espécies florestais (3,5; 4,5 e 5,5 kg.m<sup>-3</sup>). Desta forma, para a avaliação da compensação nutricional na adubação de base, foram calculadas seis doses para que ambos tubetes recebessem: 0,40; 0,50; 0,63; 0,97; 1,22 e 1,52 g tubete<sup>-1</sup> (Tabela 1).

**Tabela 1:** Doses de fertilizante para adubação de base de acordo com o volume do tubete, para a produção de mudas de *C. speciosa* e *C. fissilis*

Tratamento	Tubete (cm <sup>3</sup> )	Fertilizante	
		doses testadas (g tubete <sup>-1</sup> )	equivalentes (kg m <sup>-3</sup> )
1	115	0,40	3,5
2	115	0,50	4,5
3	115	0,63	5,5
4	115	0,97	8,5
5	115	1,22	11,0
6	115	1,52	13,4
7	280	0,40	1,4
8	280	0,50	1,8
9	280	0,63	2,3
10	280	0,97	3,5
11	280	1,22	4,5
12	280	1,52	5,5

Fonte: Da autora (2024).

O substrato utilizado para o enchimento dos tubetes foi composto por uma mistura de vermiculita, casca de café carbonizada e fibra de coco, na proporção em volume seco de 1:2:3, respectivamente. Os componentes utilizados foram misturados de forma a obter homogeneidade do material.

Na adubação de base do substrato foi utilizado um fertilizante de liberação controlada (FLC) da marca Osmocote®, composto por; nitrogênio (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) na proporção de 15:09:12 além de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e micronutrientes, como boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe) e zinco (Zn) (com 5-6 meses de ação).

Depois de preparado o substrato e incorporadas as respectivas quantidades de adubo de base, os tubetes foram lavados e acondicionados em bandejas de plástico, suspensas a 100 cm da superfície do solo no viveiro. Os tubetes foram preenchidos com os substratos umedecidos, realizando-se leve compactação por meio de bateção manual das bandejas, acomodando o substrato uniformemente dentro dos tubetes, conforme recomendado por Davide e Faria (2008).

A semeadura foi realizada em outubro de 2020, colocando três sementes por tubete, recobrando-as com uma fina camada do mesmo substrato utilizado no enchimento. As bandejas foram cobertas com uma tela de sombreamento com malha 50%, protegidas durante o período de germinação das sementes. A irrigação, durante todo o período experimental, foi feita por microaspersão, realizada três vezes ao dia, com duração de 5 minutos em cada irrigação.

Para o desbaste, foram eliminadas as plântulas excedentes em cada recipiente, deixando uma muda por tubete (a mais centralizada ou a mais vigorosa). Além disso, aos 60 dias após a semeadura, foi realizada a alternagem das mudas, passando a lotação de 50% das células de cada bandeja.

Ao longo do processo de produção, foram realizadas duas avaliações (aos 30 e 90 dias após a germinação) das características altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC). Para a altura da parte aérea, as medidas foram feitas por meio de régua milimetrada, a partir do nível do substrato, até a gema terminal. O diâmetro do coleto ao nível do substrato foi medido utilizando paquímetro digital com precisão de 0,1 mm

Além disso, na avaliação final, foram avaliadas a facilidade de retirada do tubete (FRT), a agregação das raízes ao substrato (ARS), a matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca das raízes (MSR). Para a avaliação de FRT foram selecionadas quatro mudas de cada parcela e foram dadas notas do 1 ao 10, sendo 10 para as mudas com mais facilidade de retirada do tubete e conforme a nota era mais baixa, mais difícil era a retirada. Para ARS, a nota máxima era para mudas com substrato mais íntegro e compacto após a retirada do tubete e, conforme a nota era mais baixa, menor era a retenção do substrato às raízes.

Para a avaliação da matéria seca, as mudas foram retiradas dos tubetes e cortadas na base do caule com uma tesoura de poda. As raízes foram lavadas em água sobre peneira com malha nº 2, para a retirada do substrato. As amostras de cada parcela foram acondicionadas em

sacos de papel, devidamente identificadas e colocadas em estufa, a 70 °C, até atingirem o peso constante. As amostras secas foram pesadas para a determinação da matéria seca da parte aérea e da matéria seca das raízes.

Com os dados de altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR), foram calculados os índices de qualidade de mudas: relação matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes (MSPA /MSPR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), este por meio da fórmula de Dickson, Leaf e Hosner (1960).

Os dados foram analisados por meio da análise de variância (ANAVA) e dados significativos foram submetidos a análises de regressão, usando o software SISVAR.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna

Foi encontrada interação significativa entre as doses de adubação de base testadas e a capacidade volumétrica do tubete para a altura das mudas em ambas as idades avaliadas. Já para o diâmetro do coleto, apenas o tamanho do tubete apresentou diferenças significativas, para ambas as idades (Tabela 2).

**Tabela 2:** Quadrados médios de altura (H) e diâmetro do coleto (DC), aos 30 e 90 dias após a germinação, das mudas de *Ceiba speciosa* produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> com diferentes doses de adubação base por recipiente.

Fonte de variação	GL	30 dias		90 dias	
		H	DC	H	DC
Dose (D)	5	22,701*	0,268ns	83,731*	2,732ns
Tub (T)	1	103,576*	1,277*	315,751*	8,458*
D*T	5	12,236*	0,305ns	75,173*	1,934ns
resíduo	33	3,682	0,135	26,419	1,934
media	-	20,29	5,58	37,49	9,90
CV%	-	9,46	6,59	13,71	14,17

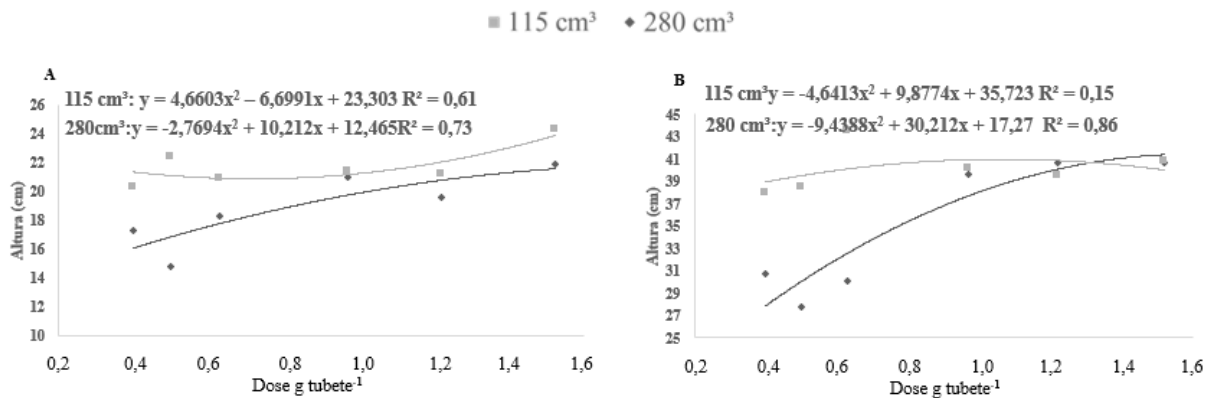
Nota: Valores seguidos de “\*” indicam efeito significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, enquanto valores seguidos de “ns” indicam efeito não significativo. G.L.: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação experimental.

Fonte: Da autora (2024).

É possível inferir sobre a formação das mudas sendo influenciada pela compensação da adubação de base. Mudas produzidas em tubetes menores (115 cm<sup>3</sup>), porém com a mesma

quantidade de adubo por recipiente devido à compensação testada, obtiveram maior altura das mudas aos 30 dias, assim como para os 90 dias, neste caso, com exceção das duas maiores doses avaliadas (Figura 1).

**Figura 1:** Altura das mudas de *Ceiba speciosa*, aos 30 (A) e aos 90 dias (B) após a germinação, produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> com a técnica de compensação da adubação de base.



Fonte: Da autora (2024).

O efeito positivo da compensação da adubação de base pode ser observado nas alturas, situação em que com menor volume de tubete e a mesma dose, os resultados foram melhores. O melhor desempenho em tubetes menores pode ter sido pela disponibilidade de nutrientes no substrato, o que teria um acúmulo nutricional nos componentes das mudas e um melhor desenvolvimento das plantas.

Considerando a altura, mudas produzidas em tubetes de 115 cm<sup>3</sup>, com a compensação de adubação base, se torna uma alternativa para a obtenção de mudas de *Ceiba speciosa*, com a possível redução do ciclo e dos custos em substratos e ainda, com maior densidade de mudas, o que reduz o espaço necessário para a produção de determinada quantidade.

Lima Filho *et al.* (2019), usaram quatro tipos de tubetes (280 cm<sup>3</sup>, 180 cm<sup>3</sup>, 110 cm<sup>3</sup> e 55 cm<sup>3</sup>), porém sem compensação da adubação de base, em que os melhores resultados de altura e diâmetro foram obtidos nas mudas produzidas em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. Stüpp *et al.* (2015), produzindo mudas sem compensação da adubação de base para *Eucalyptus grandis*, observaram que o volume do tubete influenciou no crescimento das mudas, em que as maiores dimensões de mudas foram obtidas nos recipientes de maior volume.

Conforme as equações, o ponto máximo em altura aos 30 dias foi de 1,52 para ambos os tubetes. Já para a altura aos 90 dias, o ponto máximo foi 1,08 para tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 1,51 para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. Os resultados alcançados neste trabalho demonstram que é possível

ocupar menor espaço no viveiro, para a produção de mudas com recipientes de 115 cm<sup>3</sup>, utilizando a compensação de adubação de base, pois o volume do tubete com adubação convencional não supriria as demandas nutricionais da planta em comparação aos tubetes maiores. Neste sentido, Cruz, Andrade e Feitosa (2016) recomendaram o uso de recipientes de menor volume para a produção de mudas, em função dos elevados gastos de substrato com tubetes maiores.

As análises estatísticas demonstraram que não existe interação significativa para o FRT, MSPA e IQD, porém existe interação significativa entre a dose de adubação de base testada e a capacidade volumétrica do tubete, ARS, MSR, MST e MSPA/MSR (Tabela 3).

**Tabela 3:** Quadrados médios da facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), agregação das raízes ao substrato (ARS), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), relação matéria seca da parte aérea-matéria seca da raiz (MSPA/MSR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD), das mudas de *Ceiba speciosa*, aos 90 dias após a semeadura.

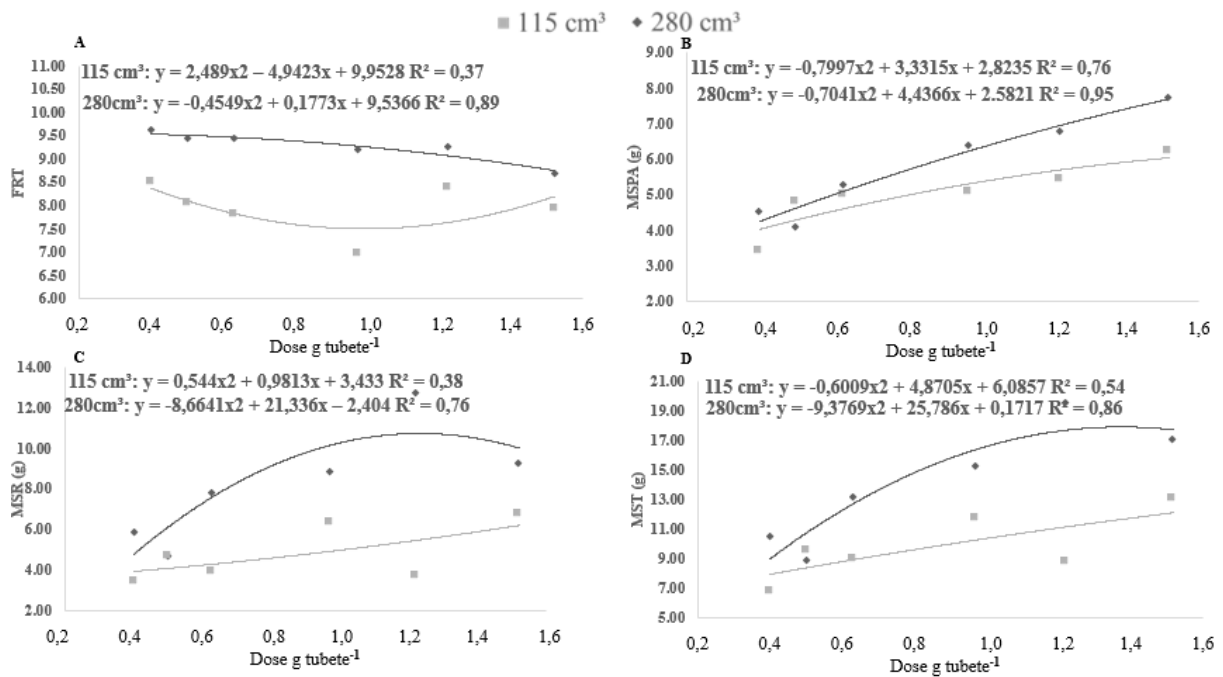
Fontes de variação	GL	FRT	ARS	MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR	IQD
<b>Dose (D)</b>	5	1,045*	1,417ns	9,607*	21,427*	57,802*	0,028ns	2,369ns
<b>Tub (T)</b>	1	21,333*	3,000*	7,913*	140,904*	215,688*	1,445*	30,337*
<b>D*T</b>	5	0,608ns	2,231*	1,648ns	18,406*	27,333*	0,165*	2,677ns
<b>Resíduo</b>	33	0,338	0,603	1,154	6,455	10,220	0,051	1,487
<b>media</b>	-	8,60	9,052	5,40	6,51	11,90	0,98	2,67
<b>CV%</b>	-	6,76	8,58	19,90	39,05	26,86	23,18	45,60

Nota: Valores seguidos de “\*” indicam efeito significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, enquanto valores seguidos de “ns” indicam efeito não significativo. G.L.: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação experimental.

Fonte: Da autora (2024).

Dentre as características que não apresentaram efeito significativo da interação, foram encontradas diferenças significativas para os fatores isoladamente, com exceção da dose de fertilizante para o IQD. As curvas das características mensuradas avaliadas em função das doses de adubação de base e da capacidade volumétrica dos tubetes indicaram valores mais altos nos tubetes de 280 cm<sup>3</sup> para a Facilidade de retirada das mudas do tubete, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total (Figura 2).

**Figura 2:** Facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), das mudas de *Ceiba speciosa*, aos 90 dias após a sementeira, produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> com diferentes doses de adubação base por recipiente.



Fonte: Da autora (2024).

Na facilidade de retirada das mudas do tubete, a maior facilidade foi obtida nas menores doses testadas para ambos tubetes (Figura 2A), resultado que pode ter sido encontrado em função das mudas apresentarem menor sistema radicular (MSR), o que facilitou com que as mudas fossem retiradas dos recipientes. Para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, foram obtidos maiores valores de FRT, independente das doses testadas, o que pode estar atrelado ao maior volume para crescimento radicular e a não ocupação completo dentro do período de tempo analisado. Recipientes menores reduzem alguns parâmetros importantes da qualidade das mudas (LISBOA *et al.*, 2022). Para a matéria seca da parte aérea (MSPA), a dose que proporcionou maiores valores, para ambos tubetes, foi a de 1,52 g tubete<sup>-1</sup>. Para doses mais altas, houve uma discrepância maior para esta característica em mudas produzidas nos tubetes de 280 cm<sup>3</sup> (Figura 2B).

Para os dados de MSR e MST (Figura 2C e D), mudas produzidas em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> apresentaram maiores valores na maioria das doses testadas. O ponto máximo em MSR foi de

1,52 para tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e 1,23 para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, já para MST o ponto máximo foi 1,52 para ambos os tubetes.

Estes resultados podem ser justificados pelo fato de que recipientes maiores ofereceram melhores condições para o desenvolvimento das mudas. Para Freitas *et al.* (2021), a produção de mudas em recipientes inadequados poderá interferir na qualidade destas, alterando o desenvolvimento do sistema radicular e aéreo. Porém, ainda que as mudas produzidas em tubetes menores tenham menores valores para estas variáveis, é importante verificar todos os resultados obtidos, já que uma variável só não pode determinar a qualidade das mudas, apenas uma previsão. Para IQD, a média mais alta foi obtida para os tubetes de 280 cm<sup>3</sup> com 2,34, já para os tubetes menores, foi de 1,45.

Com base em todos os resultados, a compensação da adubação de base mostrou-se adequada para minimizar o efeito da capacidade volumétrica em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> em relação aos de 280 cm<sup>3</sup> e com base nisso, a compensação da fertilização pode ser uma alternativa para a produção de mudas.

### 3.2. *Cedrela fissilis* VELL.

Para a altura e diâmetro de coleto das mudas de *Cedrela fissilis*, os dados demonstram que não existe interação significativa entre as doses de adubação de base testadas e a capacidade volumétrica dos tubetes. As doses testadas demonstram que existe diferença significativa entre elas para altura aos 30 dias após a semeadura e para diâmetro em ambas as idades (Tabela 4), assim como os tubetes influenciaram na altura aos 30 dias e diâmetro do coleto aos 90 dias.

**Tabela 4:** Quadrados médios de altura (H) e diâmetro do coleto, (DC) das mudas de *Cedrela fissilis*, aos 30 e 90 dias após a semeadura, produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> com diferentes doses de adubação base.

Fonte de variação	GL	30 dias		90 dias	
		H	DC	H	DC
Dose (D)	5	3,294*	0,136*	16,890ns	1,291*
Tub (T)	1	17,280*	0,001ns	0,053ns	2,104*
D*T	5	0,749ns	0,062ns	8,333ns	0,057ns
Resíduo	33	0,585	0,029	13,878	0,248
media	-	10,69	4,12	23,11	9,49
CV%	-	7,16	4,18	15,12	5,26

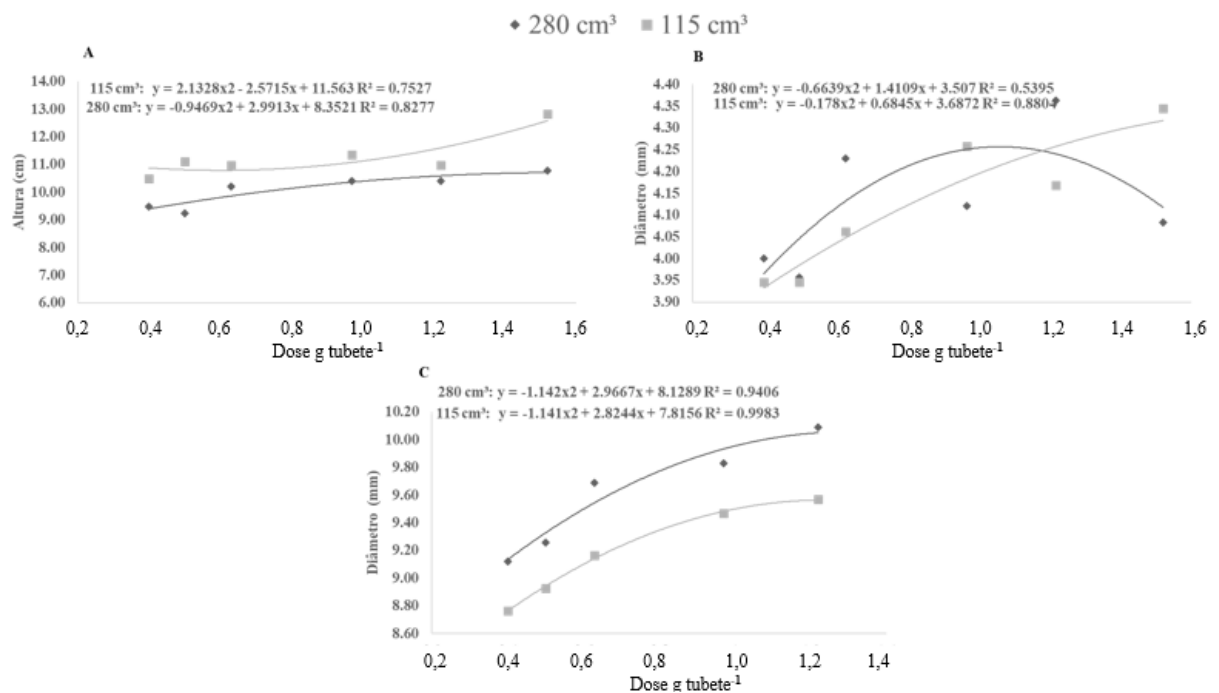
Nota: Valores seguidos de “\*” indicam efeito significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, enquanto valores seguidos de “ns” indicam efeito não significativo. G.L.: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação experimental.

Fonte: Da autora (2024).

Os dados obtidos aos 30 dias, deram previsão dos resultados aos 90 dias após a sementeira, de que não existiria interação entre as doses de adubação de base testadas e capacidade volumétrica dos tubetes.

Para a altura, aos 30 dias após a sementeira, o tubete de 115 cm<sup>3</sup> demonstrou maiores valores para todas as doses testadas, com relação às médias encontradas nos tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. Para esta variável, a compensação da adubação de base potencializou o desenvolvimento das mudas de *Cedrela fissilis* para tubetes menores (Figura 3.A), já Freitas *et al.* (2021) com adubação tradicional encontraram que é possível observar maiores diferenças de crescimento em tubetes de 280cm<sup>3</sup>, porém, utilizando doses de adubação tradicionais é assim que os tubetes menores minimizaram a diferença de crescimento com a adubação de base. Conforme as equações, o ponto máximo da altura verifica-se que para ambos os tubetes, o ponto de máxima se encontra na maior dose 1,52 g tubete<sup>-1</sup>.

**Figura 3:** Altura (A) aos 90 dias após a germinação das mudas de *Cedrela fissilis*, produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> com diferentes doses de adubação base.



Fonte: Da autora (2024).

Com relação ao diâmetro do coleto, não foram encontradas diferenças entre os tubetes, aos 30 dias após a germinação, ao passo que na avaliação realizada aos 90 dias os maiores

valores foram encontrados nas mudas produzidas em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, sendo que para ambos tubetes, a dose com maiores valores foi a de 1,22 g tubete<sup>-1</sup> (Figura 3. B e C).

Os diferentes volumes de tubetes afetaram de forma diferenciada o diâmetro, porém os valores das mudas produzidas com tubetes de 115 cm<sup>3</sup>, minimizaram as diferenças de crescimento por meio da compensação de adubação de base. A produção de mudas de cedro em tubetes menores com a compensação da adubação de base, se torna uma opção para a produção destas mudas. Conforme as equações, o ponto máximo do diâmetro os 30 dias foi na dose de 1,22 tubete<sup>-1</sup> em ambos tubetes. E no diâmetro aos 90 dias foi na dose de 1,52 tubete<sup>-1</sup> em ambos tubetes.

Os dados das características mensuradas, feita aos 90 dias após a germinação demonstraram que não existe interação significativa, entre as doses de adubação de base testadas e a capacidade volumétrica dos tubetes (Tabela 5) e também não foram encontradas diferenças para cada uma das doses testadas.

**Tabela 5:** Quadrados médios da facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), agregação das raízes ao substrato (ARS), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), relação matéria seca da parte aérea-matéria seca da raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), das mudas de *Cedrela fissilis*, aos 90 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	FRT	ARS	MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR	IQD
Dose (D)	5	0,461ns	0,171ns	0,568ns	0,428ns	1,801ns	0,024ns	0,281ns
Tub (T)	1	20,671*	7,130*	7,261*	44,660*	90,722*	1,035*	13,156*
D*T	5	1,343ns	0,286ns	0,256ns	0,287ns	0,954ns	0,108ns	0,069ns
Resíduo	33	0,429	0,212	0,268	0,458	1,108	0,028	0,134
media	-	9,21	9,41	2,84	3,31	6,15	0,92	1,89
CV%	-	7,12	4,91	18,23	20,48	17,12	18,2	19,42

Nota: Valores seguidos de “\*” indicam efeito significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, enquanto valores seguidos de “ns” indicam efeito não significativo. G.L.: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação experimental.

Fonte: Da autora (2024).

Existem diferenças significativas apenas para a capacidade volumétrica de 115 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> para todas as variáveis, sendo que neste caso, os valores maiores foram obtidos em mudas produzidas em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> (Tabela 6). Neste sentido, Almeida *et al.* (2014) relatam que tubetes de maiores volumes permitiram maior produção de massa seca da parte aérea e raízes em mudas florestais.

**Tabela 6.** Valores médios para facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), agregação das raízes ao substrato (ARS), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), relação matéria seca da parte aérea-matéria seca da raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), das mudas de *Cedrela fissilis*, aos 90 dias após a germinação, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes.

Fonte de variação	FRT	ARS	MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR	IQD
115 cm <sup>3</sup>	8,55a	9,02a	2,45a	2,32a	4,77a	1,06b	1,36a
280 cm <sup>3</sup>	9,86b	9,79b	3,23b	4,29b	7,52b	0,77a	2,41b
CV%	7,15	4,84	19,52	20,39	17,81	18,06	20,76

Nota: As medias seguidas por diferentes letras, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: do autor (2024).

Estes resultados são esperados para trabalhos em que é utilizada a adubação convencional e, de acordo com Abreu *et al.* (2014), há maior tendência de recipientes de menores volumes restringirem o crescimento das raízes, acarretando em menor desenvolvimento da parte aérea. Porém neste estudo, com o uso da compensação da adubação de base, as doses se mostraram eficientes nos tubetes de 115 cm<sup>3</sup> em altura e, mesmo apresentando menores diâmetros eles têm valores acima da média considerada para mudas florestais, sendo necessário sempre avaliar o tamanho do tubete, assim como a adubação, considerando o custo dos substratos e dos adubos e o rendimento de distribuição das mudas no viveiro. Considerando todas as variáveis é possível produzir mudas florestais com tubetes de menor capacidade volumétrica, minimizando as diferenças de crescimento por meio da compensação de adubação de base.

#### 4. CONCLUSÃO

A compensação da adubação de base mostrou-se adequada para minimizar o efeito da capacidade volumétrica em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> em relação aos de 280 cm<sup>3</sup> e com base nisso, a compensação da fertilização pode ser uma alternativa para a produção de mudas de *Ceiba speciosa*.

No caso das mudas de *Cedrela fissilis*, o efeito da compensação da adubação de base não se mostrou tão eficiente, quanto o que ocorreu nas mudas de *Ceiba speciosa*, porém, mesmo assim, foram produzidas mudas de qualidade em tubetes de 115 cm<sup>3</sup>, o que reforça a possibilidade de que a compensação de base seja uma ferramenta para reduzir as diferenças ocasionadas pelo tamanho do recipiente.

Mesmo com os resultados alcançados, é possível produzir mudas florestais de boa qualidade com tubetes de menor capacidade volumétrica, minimizando as diferenças de crescimento por meio compensação de adubação de base.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Alan Henrique Marques et al. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 141, 10 jun. 2014. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v45i1.28931>.
- ALMEIDA, Rodolfo et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Croton floribundus* Spreng. em diferentes recipientes e substratos. **Enciclopedia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 672-685, 01 dez. 2014.
- CABREIRA, Gerhard Valkinir et al. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 165-176, jun. 2017. ISSN eletrônico 1982-4688 DOI: 10.5380/ufpr.v47i1.44291.
- CRUZ, Flávio Ricardo da Silva; ANDRADE, Leonaldo Alves de; FEITOSA, Ramon Costa. PRODUÇÃO DE MUDAS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) EM DIFERENTES SUBSTRATOS E TAMANHO DE RECIPIENTES. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 69-80, 31 mar. 2016. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821092>.
- DAVIDE, Antônio Cláudio; FARIA, José Márcio R.. Viveiros florestais. In: DAVIDE, Antônio Cláudio; SILCA, Edvaldo Aparecido Amaral da. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Ufla, 2008. p. 83-124. ISBN 9788587692498.
- FREITAS, Teresa Aparecida Soares de et al. Produção de mudas de *Senegalia bahiensis* Benth. em diferentes volumes de tubetes. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 1105-1123, 6 set. 2021. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509829783>.
- DELARMELINA, William Macedo et al. Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2014.027>.
- DELARMELINA, William Macedo et al. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 184, 4 set. 2013. Universidade Federal de Roraima. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i2.888>.
- DICKSON, Alexander; LEAF, Albert L.; HOSNER, John F.. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 10-13, 1 mar. 1960. **Canadian Institute of Forestry**. <http://dx.doi.org/10.5558/tfc36010-1>.
- LIMA FILHO, Pedro et al. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 27-39, 4 abr. 2019. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509819340>.
- LISBOA, Alysson Canabrava et al. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 36, n. 4, p. 603-609, ago. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622012000400003>.
- PIAS, Osmar Henrique de Castro et al. Produção de mudas de cedro em função de tipos de recipiente e fontes de fertilizante. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 82, p. 153-158, 30 jun. 2015. <https://doi.org/10.4336/2014.pfb.35.82.714>.

SILVA, Emanuela Pille da et al. Micorrizas arbusculares e fosfato no desenvolvimento de mudas de cedro-australiano. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 27, n. 4, p. 1269-1281, 11 dez. 2017. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509830320>.

MARTINS, Joao. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de mudas de *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, [s. l], v. 4, n. 2, p. 1-5, 2019.

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**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 40-47, 29 out. 2015. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2316980x18613>.