



**MARIA JOSÉ DA SILVA VENTURA**

**COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE  
EM MUDAS DE *Colubrina glandulosa* PERKINS e  
*Handroanthus ochraceus* (CHAM.) MATTOS  
PRODUZIDAS EM TUBETES**

**LAVRAS - MG**

**2012**

**MARIA JOSÉ DA SILVA VENTURA**

**COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE  
*Colubrina glandulosa* PERKINS e *Handroanthus ochraceus* (CHAM.)  
MATTOS PRODUZIDAS EM TUBETES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Doutor.

Dr. Antonio Claudio Davide

**Orientador**

Dr. Marcos Aurélio Anequine Macedo

**Coorientador**

**LAVRAS – MG**

**2012**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Ventura, Maria José da Silva.

Compensação da fertilização de base em mudas de *Colubrina glandulosa* Perkins e *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos produzidas em tubetes / Maria José da Silva Ventura. – Lavras : UFLA, 2012.

134 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Antonio Claudio Davide.

Bibliografia.

1. Ipê-do-cerrado. 2. Sobrasil. 3. Qualidade. 4. Osmocote. 5. Adubação. 6. Espécies florestais. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.973

**MARIA JOSÉ DA SILVA VENTURA**

**COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE  
*Colubrina glandulosa* PERKINS e *Handroanthus ochraceus* (CHAM.)  
MATTOS PRODUZIDAS EM TUBETES**

Tese apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Doutor.

Aprovada em 2 de julho de 2012.

Dr. Anderson Cleiton José – UFLA

Dr. Lucas Amaral de Melo - UFRRJ

Dr. Marcos Aurélio Anequine Macedo – IFRO/RO

Dra. Bruna Anair Souto Dias - UFLA

Dr. Antonio Claudio Davide

**Orientador**

**LAVRAS – MG**

**2012**

*Ao senhor Deus, pelo dom da vida e sabedoria.*

*Aos meus pais, Sebastião Cassimiro da Silva (in memoriam) e Hozanete Cassimiro dos Santos, que sempre acreditaram no meu potencial, conduzindo-me pelos caminhos corretos da vida.*

*Ao meu esposo, Vitorio Ventura da Silva e filho, Jean Pierre, pelo carinho, compreensão e apoio indispensável em todos os momentos.*

*Aos meus irmãos Geraldo Cassimiro da Silva (in memoriam) e a Ana Lucia da Silva Nascimento que, mesmo distantes, deram o apoio necessário para que este sonho se realizasse.*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por ter sempre iluminado o meu caminho e por permitir a realização de mais uma conquista na minha vida.

Ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realizar este trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao IFRO/Campus Colorado do Oeste, pela oportunidade para a realização de mais um curso.

Ao professor. Dr. Antonio Claudio Davide, pela orientação, paciência e amizade.

Ao professor. Dr. Marcos Aurélio Anequini Macedo, pela valiosa colaboração, sugestão, dedicação e coorientação.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pelos ensinamentos nas disciplinas cursadas.

À amiga Tatiana, pela ajuda em todos os momentos em que precisei.

Às amigas Larissa Bedor Jardim e Alice Maria Dahmer, pela ajuda no desenvolvimento do trabalho, pela atenção, preocupação e disponibilidade em ajudar sempre.

À dona Cidinha, pelo apoio e amizade durante a minha estadia em sua pensão, em Lavras, MG.

Aos técnicos do Laboratório de Análise de Sementes Florestais, em especial a Olivia, pelo auxílio, amizade e pelo apoio durante a fase de laboratório.

À amiga Jeruza, pela amizade e companhia nos almoços, nos domingos e feriados.

Ao senhor José Carlos, pelo apoio na coleta das sementes.

Aos técnicos da SEDAM, pelo apoio na coleta das sementes e informações durante o decorrer do curso.

Aos meninos da pensão de Dona Cidinha, João Paulo, Paulo, Julia, Mateus, Rodrigo e Felipe, pelo apoio nos trabalhos de campo.

À secretária do Programa de Pós-Graduação, Thaisa Mara Guerra, pelo auxílio e compreensão nos momentos necessários.

Ao amigo Gabriel. Se este trabalho se finda, é devido à sua enorme ajuda, apoio e horas de campo e laboratório, no decorrer do experimento.

Ao amigo Hugo Alencar Coelho, por todas as informações dadas durante o decorrer do curso.

Aos funcionários do viveiro, Zé Pedro, Jorge e Roberto, pela ajuda com os experimentos.

Os meus mais sinceros agradecimentos ao amigo Lucas, pelas valiosas contribuições ao trabalho.

A todas aquelas pessoas que, mesmo não mencionadas, mas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

*SEM SONHOS,  
AS PERDAS SE TORNAM INSUPORTÁVEIS,  
FRACASSOS SE TORNAM EM GOLPES FATAIS,  
MAS, SE VOCÊ TIVER GRANDES SONHOS,  
SEUS ERROS PRODUZIRÃO CRESCIMENTO,  
AS PEDRAS DO CAMINHO SE TORNAM MONTANHAS,  
OS SEUS DESAFIOS PRODUZIRÃO OPORTUNIDADES,  
SEUS MEDOS PRODUZIRÃO CORAGEM.  
POR ISSO, NUNCA DESISTA DE SEUS SONHOS.*

*Augusto Cury*

## RESUMO GERAL

As espécies nativas apresentam grande diversidade nas suas exigências nutricionais, dificultando a recomendação generalizada de adubação e tamanho adequado dos recipientes. A produção de mudas em recipientes de pequenos volumes, associada a técnicas adequadas de viveiro, como adubação, pode garantir a produção de mudas de boa qualidade, reduzindo custos e tempo do processo produtivo. Na produção de mudas de espécies florestais utilizam-se tubetes de maiores volumes, proporcionando maior quantidade de substrato, fertilizante e espaço para crescimento. Porém, não se conhece ainda o efeito da compensação de fertilizante em tubetes menores, tornando necessários estudos com o objetivo de verificar se o uso deles, com maiores doses de fertilizante, leva à produção de mudas de qualidade equivalente a daquelas produzidas em tubetes maiores. Assim, este 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 *Colubrina glandulosa* e *Handroanthus ochraceus*. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras, MG. Foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos em esquema fatorial 6 x 2 (6 doses de fertilizante e dois volumes de tubete). As sementes foram semeadas em tubetes de polietileno com volume de 55 e 115 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato composto por vermiculita média, esterco de curral curtido peneirado, casca de arroz carbonizada e fibra de coco na proporção de 1:2:3:4. A este substrato foram adicionadas doses de fertilizante de liberação controlada da marca Osmocote, nas seguintes dosagens: 3,5; 4,5 e 5,5 kg.m<sup>-3</sup>. Para testar o efeito da compensação nutricional, foram calculadas doses para que ambos os recipientes recebessem 0,19; 0,24; 0,30; 0,40; 0,51 e 0,63 g/tubete, tendo a dosagem calculada para preencher os tubetes de 55 cm<sup>3</sup> sido de 3,5; 4,5; 5,5; 7,3; 9,4; 11,5

kg.m<sup>-3</sup> de fertilizante e, para o tubete de 115 cm<sup>3</sup>, foram usadas as doses de 1,67; 2,15; 2,63; 3,5; 4,5 e 5,5 kg.m<sup>-3</sup>. Foram realizadas duas adubações de cobertura, utilizando solução de MAP + KCl, com dosagem proporcional àquela da adubação de base, em que recipientes que receberam adubações de base em maiores concentrações também receberam adubações de cobertura em maiores concentrações. Foram realizadas medições de altura e diâmetro do coleto a cada 15 dias, sendo iniciadas a partir do 75º dia após a semeadura, até os 150 dias. Os pesos secos (matéria seca da parte aérea e das raízes) foram tomados somente aos 150 dias. Com este trabalho foi possível constatar que as espécies estudadas responderam de maneiras diferentes ao manejo no viveiro. A *Colubrina glandulosa* não mostrou diferença no crescimento ao se realizar a compensação de fertilizante, o que demonstra que esta espécie necessita de maior espaço para raízes, o que influencia diretamente o seu crescimento. Já a espécie *Handroanthus ochraceus* se mostrou responsiva ao aumento da dosagem de fertilizante nos menores recipientes, uma vez que, após a compensação nutricional, as mudas provenientes dos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> apresentaram dimensões iguais ou superiores às aquelas produzidas em tubetes de 115 cm<sup>3</sup>.

**Palavras-chave:** Tubetes; Osmocote; Ipê-do-cerrado; Sobrasil; Qualidade de mudas.

## ABSTRACT

Native species are diverse in their nutritional requirements hindering the widespread recommendation for fertilizing and proper size of the containers. The production of seedlings in small volumes containers, associated with proper techniques and nursery fertilization, can guarantee the production of good quality planting material costs and timeline of the production process. In the production of seedlings of forest species are used larger tubes, providing a larger amount of substrate, fertilizer and room for growth, but does not yet know the effect of fertilizer compensation in smaller tubes, making necessary studies in order to verify if the use of smaller tubes with higher doses of fertilizer lead to the production of seedlings of equivalent quality to those produced in larger tubes. Thus, this study aimed to assess the effect of compensation fertilizer doses and volume of tubes in the *Colubrina glandulosa* and *Handroanthus ochraceus* seedlings production. The experiment was conducted at the Forest Nursery, in the Federal University of Lavras (UFLA), in Lavras MG. The experiment was a completely randomized design with 12 treatments in a factorial scheme 2 x 6 (six doses of fertilizer and two volumes of tubes). The seeds were sown in polyethylene tubes with a volume of 55 and 115 cm<sup>3</sup>, filled with a substrate composed of vermiculite, sieved cattle manure, rice hulls and coconut fiber at a ratio of 1:2:3:4. In this substrate were added doses of controlled-release fertilizer (trademark Osmocote) in the following dosages: 3.5, 4.5 and 5.5 kg.m<sup>-3</sup>. To test the effect of nutritional compensation doses were calculated for both containers received 0.19, 0.24, 0.30, 0.40, 0.51 and 0.63 g / tube, and the dosage calculated for fill the tubes of 55 cm<sup>3</sup> was 3.5, 4.5, 5.5, 7.3, 9.4, 11.5 kg.m<sup>-3</sup> fertilizer dose and the plastic tube of 115 cm<sup>3</sup> were used doses of 1.67, 2.15, 2.63, 3.5, 4.5 and 5.5 kg.m<sup>-3</sup>. There were made two fertilization coverage using MAP + KCl solution at a dosage proportional to that of the basis fertilizing, where the

recipients who received basic fertilization in higher concentrations also received fertilization coverage at higher concentrations. Measurements were made of height and stem diameter for each 15 days, started from the 75th day after sowing to 150 days. The dry weight (dry matter of shoots and roots) were tested only at 150 days. With this work it was established that the species responded differently to management in the nursery. *Colubrina glandulosa* showed no difference in growth when performing fertilizer compensation, showing that its specie requires more space for roots which directly influences the species in its growth. *Handroanthus ochraceus* proved be responsive to increasing the dose of fertilizer in smaller containers, since after clearing nutritional seedlings from the tubes of 55 cm<sup>3</sup> had dimensions equal to or superior to those produced in tubes of 115 cm<sup>3</sup>.

**Key-words:** Polyethylene tubes; Osmocote; Ipê-do-cerrado; Sobrasil; Seedling quality

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1. Caracterização e potencialidades do estado de Rondônia.....	17
2.2. Espécies utilizadas.....	21
2.2.1. <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.....	21
2.2.2. <i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos.....	22
2.3. Qualidade de mudas.....	23
2.4. Parâmetros morfológicos.....	24
2.4.1. Altura da parte aérea.....	24
2.4.2. Diâmetro do coleto.....	25
2.4.3. Produção de matéria seca.....	25
2.5. Índices que determinam a qualidade de mudas.....	26
2.5.1. Relação altura da parte aérea/diâmetro de coleto.....	26
2.5.2. Relação de matéria seca da parte aérea/matéria seca das raízes.....	27
2.5.3. Índice de qualidade de Dickson (IQD).....	27
2.6. Parâmetros fisiológicos.....	28
2.7. Fatores que interferem na qualidade de mudas florestais.....	28
2.7.1. Qualidade das sementes.....	29

2.7.2.	Substrato .....	30
2.7.3.	Recipientes.....	31
2.7.4.	Fertilização.....	34
2.7.5.	Densidade/competição .....	36
2.7.6.	Aclimação/rustificação.....	37
2.7.7.	Estudos para avaliação da qualidade morfológica de mudas.....	38
3.	OBJETIVO GERAL.....	43
4.	HIPÓTESES .....	43
5.	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	44
	REFERÊNCIAS .....	45

CAPÍTULO 2: COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM		
MUDAS DE <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins PRODUZIDAS EM TUBETES..		60
	RESUMO.....	60
	ABSTRACT .....	62
1.	INTRODUÇÃO.....	64
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	70
2.1.	Localização do experimento .....	70
2.2.	Condução do experimento .....	71
2.2.1.	A escolha da espécie.....	71
2.2.2.	Produção de mudas .....	72
2.2.3.	Características mensuradas .....	76

2.2.4.	Análise dos dados .....	78
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	78
3.1.	Germinação das sementes em laboratório.....	78
3.2.	Crescimento das mudas no viveiro .....	79
3.3.	Efeito da fertilização convencional e volumes de tubete.....	80
3.4.	Efeito da compensação nutricional e volumes de tubete .....	84
4.	CONCLUSÕES .....	88
	REFERÊNCIAS .....	89

CAPÍTULO 3: COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM		
MUDAS DE <i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos PRODUZIDAS EM		
TUBETES.....		97
RESUMO.....		97
ABSTRACT .....		99
1.	INTRODUÇÃO.....	101
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	107
2.1.	Localização do experimento .....	107
2.2.	Condução do experimento .....	108
2.2.1.	A escolha da espécie .....	108
2.2.2.	Produção de mudas .....	109
2.2.3.	Características mensuradas .....	113
2.2.4.	Análise dos dados .....	115

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	115
3.1. Germinação de sementes em laboratório .....	115
3.2. Crescimento das mudas no viveiro .....	115
3.3. Efeito da fertilização convencional e volume de tubetes .....	117
3.4. Efeito da compensação nutricional e volume de tubetes .....	122
4. CONCLUSÕES .....	127
REFERÊNCIAS .....	127

## **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL**

### **1. INTRODUÇÃO**

A partir da década de 1970, iniciou-se a exploração agropecuária do estado de Rondônia, com a remoção da floresta nativa para o cultivo de pastagens e culturas anuais. No entanto, a utilização do solo para fins agrícolas, sem o devido manejo, pode levar à degradação, reduzindo, assim, o potencial produtivo das culturas e a biodiversidade local (SANTOS; LONGHI; HOPPE, 2000). Mesmo com a redução da área de floresta nativa e a intensificação da agropecuária em Rondônia, algumas áreas degradadas têm sido recuperadas, devido à maior demanda por produtos de origem florestal (FERNANDEZ, 2002; LIMA et al., 2006; MORAES NETO et al., 2003), levando a silvicultura a buscar alternativas, visando obter alta produtividade (BOLFE et al., 2004).

Para a recuperação dessas áreas, o empreendimento florestal deve visar à produção de mudas de alto padrão de qualidade (GONÇALVES et al., 2000), capazes de resistir às adversidades ambientais após o plantio. Entretanto, a obtenção de mudas de diversas espécies do ambiente regional em quantidade suficiente para o plantio é o primeiro e um dos principais pontos de estrangulamento dos programas de restauração ecológica de determinada área (FONSECA, 2001; SANTARELLI, 2004). Isso porque são escassas as informações exatas sobre procedimentos adequados para a produção de mudas de espécies arbóreas nativas, existindo apenas para aquelas espécies de interesse econômico (CARVALHO, 2005), tornando difícil, assim, atender à demanda dos programas de reflorestamento, de recuperação de áreas degradadas e da produção em larga escala (SILVA et al., 2003). Outro problema na produção de mudas é a deficiência de sementes de espécies nativas.

Após a obtenção das sementes das espécies florestais, as práticas adotadas nos viveiros têm que possibilitar o pleno crescimento e desenvolvimento das mudas a baixo custo, ressaltando que sua qualidade pode ser influenciada pela qualidade da semente, o tipo de recipiente, o substrato, a adubação e o manejo das mudas em geral (CRUZ; PAIVA; GUERRERO, 2006). Dentre as boas práticas de manejo, a fertilização das mudas merece destaque. O equilíbrio nutricional interfere positivamente na obtenção de mudas de alto padrão de qualidade, destacando-se nitrogênio, fósforo e potássio.

Frequentemente, tubetes de maiores dimensões são recomendados para a produção de mudas de espécies florestais nativas, mas este fato acarreta maiores custos na aquisição dos tubetes e no maior volume do substrato. Como a fertilização dos substratos é feita no ato da mistura dos componentes para adubação de base (kg de NPK/m<sup>3</sup> do substrato), tubetes de maiores dimensões apresentam maior disponibilidade de nutrientes, embora a concentração não se altere em relação a um tubete de menores dimensões. Assim, não se sabe se o crescimento superior de mudas em tubetes maiores se dá devido ao maior espaço para o crescimento do sistema radicular ou se é devido à maior quantidade de fertilizante disponível nestes recipientes, o que torna de suma importância o desenvolvimento de estudos acerca da compensação da fertilização de base em tubetes de menores volumes.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Caracterização e potencialidades do estado de Rondônia**

A área do estado de Rondônia é de 237.576.167 km<sup>2</sup> e a população de 1.562.409 habitantes. Localizado no sudoeste amazônico brasileiro, na região

norte do país, limita-se, ao norte, com o estado do Amazonas, a leste com o estado do Mato Grosso, ao sul com a República da Bolívia e a oeste com o estado do Acre. Insere-se na área de abrangência da Amazônia Legal - porção ocidental - entre os paralelos 7° 58' e 13° 43' de Latitude Sul e os meridianos 59° 50' e 66° 48' de Longitude Oeste de Greenwich (SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL, 2008; CURI, 2000).

No século XX, no decorrer da década de 70 e no início da década de 80, estabeleceu-se um forte fluxo migratório para Rondônia, a partir de políticas públicas visando à ocupação e à utilização de recursos naturais, para a dinamização da região (OLIVEIRA et al., 2008; BORGES, 2010; ROCHA; BACHA, 1994).

Rondônia sofreu grandes impactos econômicos, sociais e ambientais com a implantação de programas que visavam o desenvolvimento regional e um processo de formação territorial com impacto de grandes transformações das características do território, gerando problemas sócio-ambientais, conflitos sobre a terra e, conseqüentemente, aceleração da substituição da floresta por coberturas de culturas agrícolas e/ou pastagens, desmatamento de imensas áreas, com degradação do solo, poluição hídrica em decorrência da extração de minérios e da extração não sustentável de madeira, com criação desordenada de áreas urbanas (FEARNSIDE, 1987; ALLEGRETTI, 1990; SOUZA; PESSÔA, 2007; ROCHA; BACHA, 1994).

Rondônia desponta como um dos mais promissores polos de desenvolvimento da atualidade, apresentando, entre 2002 e 2008, o 10° maior crescimento em volume acumulado do PIB entre todos os estados brasileiros (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

O setor primário é um dos alicerces da economia, representado tradicionalmente pelo extrativismo vegetal e a agropecuária, o que fez prosperar outras atividades estratégicas, como a diversificação do setor produtivo de grãos,

o segmento alimentício, o segmento moveleiro e a utilização de suas rodovias para escoamento da produção regional e de outras regiões diretamente ao porto graneleiro (BENTES-GAMA, 2005).

A expansão da área agrícola tem como principal atividade o cultivo da soja, introduzida no estado em 1990 (SOARES, 2009). Segundo dados da Secretaria de Desenvolvimento Econômico Social (SEDES), Rondônia tem relevante participação nacional na produção de arroz. Em relação aos demais estados produtores de soja, ocupa a 11ª posição; milho, a 15ª; feijão, a 14ª; café, a 5ª; mandioca, a 16ª; soja, a 13ª; cacau, a 3ª e banana, a 20ª posição (SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2009).

As condições edafoclimáticas de Rondônia são favoráveis para o desenvolvimento da fruticultura. Além da cultura da banana, apresenta também grande potencialidade para cupuaçu, açaí, pupunha, coco, laranja, goiaba, manga, abacaxi, maracujá, mamão e melancia (NASCENTE; ROSA NETO, 2005; RIBEIRO, 2006; SOARES, 2009).

Devido aos elevados índices de desmatamentos nos últimos anos, foi elaborado e transformado em lei o Zoneamento Socioeconômico Ecológico de Rondônia (ZSEE-RO) (BRASIL, 2002), que criou e implementou o controle ambiental. Com isso, houve uma redução drástica do desmatamento no período de 2002 a 2009, com queda de 83,7% (SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2009).

Para fins de reflorestamento e ou recuperação de ecossistemas, o estado de Rondônia tem uma rede de 40 viveiros, dos quais 26 estão registrados na Agência de Defesa Sanitária Agrossilvopastoril do Estado de Rondônia (2011) (IDARON) e 14 estão com a situação cadastral irregular. Os viveiros estabelecidos, além das espécies florestais, produzem uma diversidade de mudas frutíferas e ornamentais.

As espécies florestais mais produzidas são: teca (*Tectona grandis*), freijó (*Cordia* sp.), cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), itaúba (*Mezilaurus itauba*), bandararra (*Schizolobum amazonicum*), eucalipto (*Eucalyptus* spp), jenipapo (*Genipa americana*), ipê-roxo (*Tabebuia serratifolia*), caixeta (*Tabebuia cassinoides*), sumaúma (*Ceiba pentandra*), sucupira (*Pterodon emarginatus*), copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), mulungu (*Erythrina mulungu*), cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl) Wild), mogno (*Swietenia macrophylla*), angelim-saia (*Parkia pendula*), caucho (*Castilloa ulei*), sobragi (*Colubrina glandulosa*) e parapará (*Jacaranda copaia*) (BENTES-GAMA, 2005).

Com relação à atividade pecuária, Rondônia ocupa a 8ª posição no contexto nacional (SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2009) e também a 8ª na produção leiteira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008).

Atualmente, estão instalados em Rondônia 54 laticínios, 7 usinas de beneficiamento de leite, 22 frigoríficos de bovinos, 1 frigorífico de suínos, 2 frigoríficos de peixes, 1 frigorífico de aves, 3 entrepostos de pescado, 6 curtumes, 2 apiários e 1 usina de álcool, o que representa um grande avanço econômico do estado (SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2009).

Sob os aspectos educacionais, no ensino superior, o estado possui a Universidade Federal de Rondônia (UNIR), 29 faculdades particulares, com 213 cursos presenciais (SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2009).

## 2.2. Espécies utilizadas

### 2.2.1. *Colubrina glandulosa* Perkins

O sobragi (*Colubrina glandulosa* PERKINS), também conhecido como sobrasil, saguaraji, sabiá-da-mata, falso-pau-brasil ou saguari, é uma espécie arbórea da família Rhamnaceae. Sua ocorrência natural vai desde o estado do Ceará até Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso do Sul e alguns locais da Amazônia. É frequentemente observado na vegetação secundária e capoeirões, onde chega a formar pequenos agrupamentos (CARVALHO, 2005). É uma planta semicaducifolia com 5 a 20 m de altura e tronco de 30 a 60 cm de diâmetro (LORENZI, 2002).

As sementes possuem testa preta lisa e brilhante, pequena carúncula e são dispersas pela explosão dos frutos e por animais. Para cultivo, as sementes devem passar pelo processo de escarificação, antes de serem semeadas (CARVALHO, 2005). Em campo, o tempo para a germinação das sementes é de 20 a 30 dias (LORENZI, 2002).

Esta espécie possui qualidades ornamentais quando adulta, podendo ser empregada na arborização de ruas e parques e é indicada para a composição de áreas degradadas e de preservação permanente (CARVALHO, 1994; BENTES-GAMA et al., 2008). Pode ser plantada em monocultivo ou em plantio misto, associada com espécies pioneiras, em faixas abertas na vegetação secundária. A madeira dessa espécie apresenta densidade de 0,92 g/cm<sup>3</sup>, é altamente resistente ao apodrecimento e é utilizada para obras de exteriores, como estacas, postes, dormentes, pontes, construção civil, construção naval e em obras hidráulicas (LORENZI, 2002; BENTES-GAMA et al., 2008).

### 2.2.2. *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos

O *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos, popularmente conhecido como ipê-do-cerrado ou ipê-cascudo, é uma espécie nativa pertencente à família Bignoniaceae. Ocorre naturalmente nos estados do Amazonas, Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (LORENZI, 2002; SALOMÃO et al., 2003).

É uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófila, característica do cerrado, pertencente ao grupo das espécies secundárias iniciais (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990). A planta atinge 6 a 14 m de altura, com tronco tortuoso de 30 a 50 cm de diâmetro. Seus frutos têm a forma de cápsula bivalvar e são secos e deiscentes, tipo síliqua, medindo de 15 a 30 cm de comprimento por 1,5 a 2,5 cm de largura. As valvas são finamente tomentosas, com pelos ramificados (LORENZI, 2002).

A espécie produz grande quantidade de sementes leves, aladas, com pequenas reservas (KANO; MÁRQUEZ; KAGEYAMA, 1978); apresentam comportamento ortodoxo, podendo ser armazenadas em baixos teores de umidade, durante alguns anos (GEMAQUE, et al., 2005). São membranáceas brilhantes e esbranquiçadas, de coloração marrom. Possuem de 2 a 3 cm de comprimento por 7 a 9 mm de largura (MARTO, 2006). Não necessitam de quebra de dormência. A germinação da semente ocorre de 7 a 20 dias após a semeadura. Apresenta dispersão uniforme bastante frequente (LORENZI, 2002).

O ipê-do-cerrado é indicado para a recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente. A madeira é própria para usos externos e acabamentos internos de construção civil, confecção de peças torneadas, ornamental e farmacêutica; é extremamente pesada (densidade 1,01 g/cm<sup>3</sup>),

muito dura ao corte, de alta resistência mecânica e de longa durabilidade (LORENZI, 2002).

### **2.3. Qualidade de mudas**

A produção de mudas florestais com qualidade é a fase mais importante para o estabelecimento de povoamentos florestais (GONÇALVES et al., 2000). Uma das grandes dificuldades dos projetos de reflorestamento é a obtenção de mudas, tanto em relação à qualidade, como à quantidade e, principalmente, à diversidade (SANTARELLI, 2004).

O êxito de florestas de alta produção depende do padrão de qualidade das mudas produzidas (FONSECA; RODRIGUES, 2000). Além da resistência às condições adversas encontradas no campo após o plantio, nos reflorestamentos visando fins produtivos, buscam-se árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (GOMES, 2001). Vários fatores afetam a qualidade de mudas, como o potencial genético, nutrição, controle fitossanitário, clima, substrato, luz, temperatura, recipiente, aclimação, água, fertilização e densidade, entre outros (HOPPE; BRUN, 2004; DAVIDE; FARIA, 2008).

Mudas de qualidade apresentam maior potencial de sobrevivência e crescimento pós-plantio (CARNEIRO, 1995). As características que classificam uma muda de boa qualidade dependem da altura da parte aérea, do diâmetro do coleto, do sistema radicular, da rigidez da haste, do aspecto fitossanitário e do estado nutricional, dentre outras (FONSECA; RODRIGUES, 2000).

Na determinação da qualidade das mudas, os parâmetros utilizados baseiam-se nos aspectos morfológicos e fisiológicos (STURION; ANTUNES, 2000; GOMES et al., 2002). Os parâmetros morfológicos são mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas (FONSECA; PAIVA;

GUERREIRO, 2006), pois são de melhor compreensão pelos viveiristas (GOMES, 2001). Contudo, na avaliação da qualidade das mudas se recomenda a utilização de vários parâmetros, uma vez que, isolados, eles podem não avaliar adequadamente a qualidade (FONSECA et al., 2002; CHAVES; PAIVA, 2004).

#### **2.4. Parâmetros morfológicos**

Os parâmetros morfológicos mais utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas de espécies florestais são a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), a matéria seca total (MST), a matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca das raízes (MSR).

As relações utilizadas para determinar a qualidade das mudas são relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre a matéria seca da parte aérea e a matéria seca das raízes (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960).

##### **2.4.1. Altura da parte aérea**

A altura da parte aérea é de fácil medição, não sendo um método destrutivo e, devido a isso sempre foi utilizada com eficiência para estimar o padrão de qualidade de mudas (REIS et al., 1991). A altura da parte aérea deve situar-se entre 20 a 35 cm para ser considerada de qualidade (GONÇALVES et al., 2000). Este padrão não pode ser generalizado para todas as espécies, visto que existem espécies que alocam a maioria das suas reservas no sistema radicular, originando um padrão de mudas baixas e com altos valores de diâmetro do coleto.

Para Gomes e Paiva (2004), a utilização apenas da altura da parte aérea de mudas pode não selecionar as melhores mudas, pois mudas com crescimento elevado, cultivadas em alta densidade ou sombreadas, podem originar plantas estioladas e fracas que tendem ao tombamento no campo.

#### **2.4.2. Diâmetro do coleto**

O diâmetro de coleto é considerado uma das mais importantes características para estimar a sobrevivência de mudas de várias espécies florestais no campo (GOMES; PAIVA, 2004). É um parâmetro facilmente mensurável, não sendo destrutivo. O diâmetro do coleto deve se igualar ou ultrapassar os 3 mm (CARNEIRO, 1995), porém, podem ocorrer variações para cada espécie e condições de cultivo (RITCHIE et al., 2010). Esta característica, isoladamente ou combinada com a altura, é um dos melhores indicativos da qualidade das mudas de espécies florestais (GOMES et al., 2002).

O diâmetro do coleto pode refletir a capacidade de sobrevivência da muda no campo, pois, quanto maior o diâmetro do coleto, mais robusta é a muda e mais reservas nutricionais ela tem (CARNEIRO, 1995). Porém, José, Davide e Oliveira (2005), trabalhando com mudas de *Schinus terebinthifolius*, constataram que as diferenças em diâmetro causadas pela produção de mudas em diferentes recipientes e densidades tenderam a desaparecer após 250 dias do plantio em campo.

#### **2.4.3. Produção de matéria seca**

A produção de matéria seca tem sido considerada um dos melhores parâmetros para caracterizar a qualidade de mudas, pois reflete o estado

nutricional da planta. A matéria seca da parte aérea indica a rusticidade e correlaciona-se diretamente com a sobrevivência e o desempenho inicial das mudas após o plantio no campo (GOMES; PAIVA, 2004).

O índice entre matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes pode ser considerado uma relação eficiente para avaliar a qualidade de mudas (PARVIAINEN, 1981).

## **2.5. Índices que determinam a qualidade de mudas**

### **2.5.1. Relação altura da parte aérea/diâmetro de coleto**

Conforme Sturion e Antunes (2000), a relação altura (cm)/diâmetro (mm) do coleto é utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais. É um índice relacionado ao grau de robustez da planta considerado um método não destrutivo e preciso, pois fornece informação de quanto delgada está a muda (GOMES; PAIVA, 2004).

De acordo com Carneiro (1995), a relação H/DC, em qualquer fase do período de produção de mudas, deve situar-se entre os limites de 6 a 10, representando um equilíbrio da produção de mudas de qualidade. Já Hunt (1990) e Birchler et al. (1998) afirmam que esta relação deve ser menor que 10, para espécies florestais.

Apesar de existirem padrões pré-estabelecidos, segundo Fonseca et al. (2002), esta relação deve ser avaliada em conjunto com outras características da muda, pois mudas florestais apresentam peculiaridades inerentes a cada espécie.

### **2.5.2. Relação de matéria seca da parte aérea/matéria seca das raízes**

A relação entre a matéria seca da parte aérea e a matéria seca da raiz é considerada um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas, propondo-se que valores menores que 2,0 seriam a melhor relação entre estes atributos (PARVIAINEN, 1981; HUNT, 1990; BIRCHLER et al., 1998). Esta relação é importante para o funcionamento dos processos fisiológicos e o desenvolvimento das plantas. A parte aérea fornece carboidratos, fito-hormônios e nutrientes orgânicos para as raízes e estas fornecem água, nutrientes e fito-hormônios para a parte aérea (GLINSKI; LIPIEC, 1990).

### **2.5.3. Índice de qualidade de Dickson (IQD)**

O IQD é obtido por meio de uma fórmula balanceada que inclui as relações dos parâmetros morfológicos, como biomassa seca total, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca das raízes, altura da parte aérea e diâmetro do coleto (GOMES; PAIVA, 2004). É um bom indicador da qualidade das mudas, pois considera, para o seu cálculo, a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, sendo ponderados vários parâmetros importantes (FONSECA; RODRIGUES, 2000).

De acordo com Hunt (1990) e Birchler et al. (1998), o valor de IQD deve ser maior que 0,2. Porém, vários estudos mostram que o IQD é um parâmetro variável, ocorrendo diferenças em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, no tipo e na proporção do substrato, do volume do recipiente e da idade em que a muda foi avaliada (GASPARIN, 2012).

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{DC (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}}$$

Em que:

**MST** = matéria seca total

**H** = altura da parte aérea da muda

**DC**= diâmetro do coleto da muda

**MSPA**= matéria seca da parte aérea

**MSR**= matéria seca do sistema radicular

## 2.6. Parâmetros fisiológicos

O efeito de qualidade fisiológica de mudas pode ser mais importante quando comparado com o efeito de ordem morfológica. Contudo, para Gomes e Paiva (2004), as medições desses parâmetros demandam tempo, além de serem destrutivas. Carneiro (1995) ressaltou a importância dos parâmetros fisiológicos em relação às raízes, pois as mesmas asseguram maior desempenho das mudas por estarem associadas às atividades fisiológicas, além da sustentabilidade, da sobrevivência e do crescimento inicial em condições de campo. Dentre os parâmetros fisiológicos mais utilizados para a avaliação da qualidade de mudas estão o potencial de crescimento das raízes (PCR), o potencial hídrico foliar, a nutrição e a ecofisiologia de raízes.

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

A produção de mudas de alta qualidade está associada a vários fatores que irão refletir na qualidade do produto final, entre os quais podem-se citar a

qualidade da semente, o tipo de recipiente, o substrato, a fertilização e as técnicas de manejo (GOMES, 2001).

### **2.7.1. Qualidade das sementes**

A qualidade da semente é o elemento determinante para a obtenção das mudas e a escolha da semente de procedência duvidosa poderá inviabilizar um projeto. De acordo com Carvalho e Nakagawa (1999), sementes de qualidade reúnem características relativas às propriedades genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias. O pico máximo de qualidade é atingido no momento em que as sementes apresentam seu máximo poder germinativo e vigor, sendo este ponto chamado de maturidade fisiológica (CARVALHO; NAKAGAWA, 1999). O vigor reflete um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico do lote, ou seja, irá expressar a capacidade de desenvolvimento adequado quando estas sementes forem expostas a diferentes condições ambientais; quanto maior o vigor, melhor o desempenho em condições desfavoráveis (DAN et al., 1987). Após a colheita das sementes, é necessário avaliar a sua qualidade para, posteriormente, avaliar a viabilidade da produção de mudas (SCHUMACHER; HOPPE; FARIAS, 2002).

A taxa de germinação e emergência são reflexos da qualidade fisiológica do lote. Um dos meios para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de espécies florestais é o teste padrão de germinação, realizado em temperatura e substrato ideal para cada espécie (GOMES; BRUNO, 1992). Outro aspecto importante da qualidade das sementes é a qualidade fitossanitária, pois a presença de patógenos é uma séria ameaça à qualidade das mudas (YORINORI, 1982). Diversos fungos têm sido encontrados em associação com as sementes de espécies florestais, causando necrose do sistema radicular, lesões de colo,

tombamento, murcha e morte de plântulas, além da diminuição do poder germinativo e podridão de sementes (CARNEIRO, 1986).

### **2.7.2. Substrato**

Os substratos são o meio em que as raízes crescem e de onde são retirados água e nutrientes pelas mudas (CARNEIRO, 1995). O substrato é um fator externo de marcada influência sobre o processo de enraizamento e a qualidade das raízes formadas, desempenhando papel importante na sobrevivência inicial e na qualidade da muda (HOFFMAN; PASQUAL; CHALFUN, 2001). Para garantir substratos com qualidade adequada ao desenvolvimento das plantas, é essencial a caracterização das propriedades físicas, químicas e biológicas desses materiais. Geralmente, os substratos são compostos por misturas de diferentes materiais, pois dificilmente um material puro conseguirá apresentar todas as características adequadas para compor um bom substrato (GOMES; SILVA, 2004).

Na escolha do substrato como um meio de crescimento de mudas devem ser consideradas as características físicas e químicas relacionadas com a espécie, além de aspectos econômicos (SANTOS; LONGHI; HOPPE, 2000; GOMES; SILVA, 2004; MALVESTITI, 2003; CAMPOS, 2007). Do ponto de vista físico, o substrato deve permitir adequado crescimento das raízes, reter água, possibilitar aeração e agregação do sistema radicular, além de reduzir o desenvolvimento de doenças e plantas daninhas (LIMA et al., 2006). As propriedades químicas mais importantes de um substrato são o pH, a capacidade de troca de cátions CTC, a salinidade e o teor percentual de matéria orgânica presente (SCHMITZ; SOUZA; KAMPF, 2002). Assim, para se obter um substrato que apresente todas as características apropriadas, recomenda-se que

seja feita a mistura de dois ou mais materiais, os quais favorecerão a obtenção de concentrações ideais para nitrogênio e fósforo, e, ainda, a obtenção de aeração adequada (ZMORA-NAHUM; HADAR; CHEN, 2007). A proporção de cada material é variável em função de suas características, da sua disponibilidade, bem como do seu custo de produção e aquisição (WENDILING; GUASTALA; DEDECEK, 2007).

Além disso, cada espécie apresenta uma resposta com relação ao crescimento das suas mudas em cada tipo de formulação do substrato.

### **2.7.3. Recipientes**

Nas décadas de 1960 e 1970, era comum produzir mudas em torrão paulista, mas, por necessitar de certo grau de compactação para permanecer agregado, o emprego desse recipiente foi abandonado, pois prejudicava o desenvolvimento inicial das raízes das mudas devido à compactação (HOPPE; BRUN, 2004), além da falta de operacionalidade do processo.

Até meados da década de 1980, a maioria das espécies florestais era produzida em recipiente não reutilizável, do tipo sacola plástica. A partir de 1983, passou a serem utilizados no Brasil, pela Aracruz, os recipientes reutilizáveis do tipo cônico de plástico rígido, mais conhecidos como tubetes (BRACHTVOGEL; MALAVASI, 2010).

Os tubetes são recipientes de polietileno levemente cônicos, que possuem de 6 a 8 saliências internas longitudinais, com a função de evitar o enovelamento das raízes. O uso de tubetes para a produção de mudas iniciou-se nos Estados Unidos, na década de 1970 e foi amplamente difundido no Brasil para mudas de espécie de rápido crescimento, devido às suas vantagens operacionais, econômicas e biológicas (DAVIDE; FARIA, 2008). Atualmente, também têm sido largamente utilizados na produção de espécies nativas. Nos

tubetes podem ser utilizados substratos orgânicos como principais componentes da mistura, adicionando-se também palha de arroz carbonizada, vermiculita e terra de subsolo arenosa (SILVA et al., 2005) e fibra de coco.

Existem vários tipos de recipientes no mercado, contudo, o seu uso está relacionado com a espécie, à quantidade de mudas a ser produzida e ao grau tecnológico a ser empregado. A altura e o diâmetro dos recipientes devem variar conforme as características da espécie e o respectivo tempo no viveiro (HOPPE; BRUN, 2004).

A definição do tamanho do recipiente para produção de mudas é um importante aspecto, pois influencia diversas características da muda e pode impactar o percentual de sobrevivência no campo e a produtividade da cultura (GOMES; PAIVA, 2004), além de outros fatores inerentes ao processo de produção de mudas florestais (tempo requerido para a formação de uma muda de qualidade, custo de produção). A forma e o tamanho desse recipiente exercem forte influência sobre o crescimento das raízes e da parte aérea da planta (GOMES; PAIVA, 2004).

Com a incorporação dos tubetes no processo de produção de mudas, vantagens foram conseguidas, tais como menor consumo de substrato, melhor formação do sistema radicular (mais compacto e estruturado), possibilidade de realizar alternagem (raleio), melhores condições ergonômicas de trabalho, permitir automação de várias fases do processo produtivo, permitir maior produção de mudas por unidade de área, facilitar o acondicionamento para transporte, serem reutilizáveis, diminuir a necessidade de mão de obra e o custo final da muda é reduzido a 1/3 do que é alcançado com o sistema em sacos plásticos, dentre outras (STURION; ANTUNES, 2000; NAPPO; GOMES; CHAVES, 2001; REIS, 2006; DAVIDE; FARIA, 2008).

Dentre as desvantagens do uso de tubetes, podem-se citar maior investimento inicial na implantação do viveiro e, por isso, esse sistema é mais

recomendado para viveiros com grande produção de mudas e longo prazo de funcionamento; as mudas precisam de irrigação mais frequente, tanto na fase de viveiro quanto no pós-plantio; a lixiviação de nutrientes é mais intensa, o que gera a necessidade de constantes adubações em cobertura (essa desvantagem desaparece com a utilização de fertilizantes de liberação controlada) e a probabilidade de efeito salino dos fertilizantes é maior do que para as mudas em sacos plásticos (STURION; ANTUNES, 2000; GONÇALVES et al., 2000; DAVIDE; FARIA, 2008).

Os tubetes mais recomendados para a produção de mudas florestais são aqueles com capacidade de 50 a 180 cm<sup>3</sup>. Estes últimos têm capacidade de suportar períodos maiores de espera da muda no viveiro, antes do plantio no campo e, de acordo com Cunha et al. (2005), quando economicamente viável, o uso do recipiente com maior volume promove o maior desenvolvimento das mudas. Segundo Gomes e Paiva (2004), recipientes com maior volume de substrato apresentam tendência a produzir mudas mais vigorosas e de maior qualidade.

No entanto, segundo Davide e Faria (2008), tubetes maiores que 180 cm<sup>3</sup> não devem ser utilizados, devido ao alto custo, ao alto consumo do substrato e à produção de mudas com sistema radicial muito comprido, o que pode acarretar aumento de custos no coveamento e problemas de dobramento das raízes no ato do plantio. Os tubetes de 50 cm<sup>3</sup> podem produzir mudas de alta qualidade e devem ser preferidos para as espécies de características pioneiras.

Contudo, em alguns trabalhos nos quais se compara o desempenho de mudas produzidas em recipientes de pequenas dimensões mostra-se que as diferenças iniciais da altura e diâmetro tendem a desaparecer após o plantio (MALAVASI; MALAVASI, 2006).

#### **2.7.4. Fertilização**

A crescente demanda pela exploração do potencial de espécies florestais exóticas e/ou nativas exige informações sobre a nutrição mineral. Em função da grande variabilidade genética observada nas florestas e em face da heterogeneidade dos solos das regiões tropicais, são ainda incipientes os dados disponíveis sobre o comportamento dessas espécies florestais, no que diz respeito aos requerimentos nutricionais e à sua capacidade de adaptação às condições ambientais.

A fertilização mineral do substrato é, em geral, realizada por meio da adição de elementos essenciais (macro e micronutrientes), normalmente na forma sólida (fertilização de base) e no decorrer do crescimento das mudas são realizadas fertilizações líquidas com nitrogênio, fósforo e potássio, ou com soluções completas de nutrientes (MORAES NETO et al., 2003).

Para que as mudas se desenvolvam adequadamente, tanto em altura, como em diâmetro e em produção de biomassa, é indispensável que o substrato esteja equilibrado nutricionalmente, ou seja, que todos os nutrientes necessários às mudas estejam disponíveis no substrato em quantidade suficiente (CECONI et al., 2006). Muitas vezes, substratos escolhidos em função de suas propriedades físicas apresentam baixos teores de nutrientes, necessitando, portanto, de uma suplementação com fertilizantes (MELO; MENDES; GUIMARÃES, 2003). A fertilização correta proporciona o melhor desenvolvimento das mudas, porém, a falta ou o excesso de algum nutriente podem promover redução do crescimento (DAVIDE; FARIA, 2008).

A demanda por nutrientes varia entre espécies, estação climática e estágio de crescimento e é mais intensa na fase inicial de crescimento das plantas. As espécies de estágios sucessionais iniciais têm maior capacidade de absorção de nutrientes, relativamente àquelas dos estágios sucessionais

subsequentes, características intimamente relacionadas com o potencial de crescimento ou taxa de síntese de biomassa (FURTINI NETO et al., 2000). Assim, quanto mais rápido o ritmo de crescimento da espécie, maior sua demanda de água e nutrientes, portanto, maior a necessidade de fertilização balanceada (GONÇALVES et al., 2000).

O pequeno volume de substrato e a alta taxa de lixiviação, principalmente de nitrogênio, representam dificuldades na manutenção de níveis adequados de nutrientes, devido, principalmente, à alta frequência de irrigação. Logo, se faz necessário o uso de fertilizações complementares devido à quantidade insuficiente de nutrientes encontradas nos substratos, ocasionando mau desenvolvimento das plantas (FONSECA, 2001).

Existem dois métodos de fertilização de mudas no viveiro: adubação de base, que consiste em incorporar corretivos e fertilizantes ao substrato, e a adubação de cobertura, realizada por meio da aplicação de fertilizantes pelo sistema de irrigação (GONÇALVES et al., 2000).

A eficiência das adubações, principalmente de cobertura, depende das doses e fontes de nutrientes utilizados, da CTC, do substrato e das suas características físicas. Uma alternativa para aumentar a eficiência dessas adubações é a realização de um maior parcelamento das doses e a utilização de adubos de liberação controlada ou controlada de nutrientes (SGARBI et al., 1999).

Os fertilizantes de liberação controlada são aqueles em que a liberação dos nutrientes para as plantas ocorre de forma gradual (GONÇALVES et al., 2000) o que, na atualidade, vem sendo bastante difundido por disponibilizar continuamente os nutrientes às mudas, durante um tempo maior.

Os tipos de fertilizantes de liberação controlada são três: a) grânulos solúveis em água; b) materiais inorgânicos lentamente solúveis e c) materiais

orgânicos de baixa solubilidade, que se decompõem por ação biológica (HARTMANN; KESTER, 1994).

Estes fertilizantes de liberação controlada estão sendo utilizados em viveiros do Brasil, pois, apesar do seu custo elevado, tem sido viável para uso em viveiros florestais (RODELLA; ALCARDE, 2000).

Dessa forma, este fertilizante é adicionado integralmente, por ocasião do preparo do substrato para enchimento dos recipientes utilizados na produção das mudas (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2002).

#### **2.7.5. Densidade/competição**

A densidade de plantas entre outros fatores depende da espécie e deve corresponder a uma máxima quantidade de mudas/m<sup>2</sup>. A densidade expressa o grau de competição entre as mudas por espaço de crescimento e condiciona a sua capacidade de assimilar luz, água e nutrientes (CARNEIRO, 1995). Dessa forma, a densidade de plantas promove o menor ou o maior desenvolvimento das mudas (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005).

Davide e Faria (2008) afirmam que, quando as mudas são produzidas em tubetes ou em sacos plásticos, não há competição por nutrientes, pois os recipientes apresentam uma única muda, porém, há competição por luz, sendo necessário reduzir o número de plantas por área durante o cultivo.

Oliveira e Scivittaro (2002) avaliaram a influência do tamanho de recipientes e da densidade de cultivo na produção de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi). Os autores constataram que o tubete de 50 cm<sup>3</sup> na densidade de 177,5 mudas/m<sup>2</sup> mostrou-se viável para a produção de mudas desta espécie. Também Jose, Davide e Oliveira (2005), estudando dois tamanhos de tubetes 50 e 150 ml e quatro densidades de cultivos (198, 150, 396 e 108 mudas por m<sup>2</sup>) na qualidade de mudas de aroeira (*Schinus*

*terenbinthifolius* Raddi), concluíram que o tamanho do tubete e a densidade de cultivo influenciaram as características morfofisiológicas das mudas (diâmetro do coleto, altura, peso de matéria seca das raízes e potencial de crescimento das raízes).

#### **2.7.6. Aclimação/rustificação**

Mesmo com todos os requisitos para a produção de uma muda com qualidade, para que ela possa ser plantada no campo, é necessário que ela passe por um período intermediário, denominado de aclimação (GOMES; COUTO, 1984). A aclimação, também conhecida por rustificação ou “endurecimento” das mudas, é um processo no qual as mudas produzidas em condições controladas são transferidas para um ambiente de transição, antes de serem levadas ao campo. É um dos pontos essenciais que garantem o sucesso na obtenção de mudas oriundas do viveiro.

Ao atingirem tamanho de 20 a 30 cm de altura, é suprimida a adubação e reduzida a irrigação, conduzindo a rustificação. Este procedimento permite que as mudas se tornem mais resistentes às condições adversas encontradas no campo, reduzindo a mortalidade e apresentando um crescimento inicial satisfatório (GOMES et al., 2002).

A rustificação de mudas pode ser avaliada pela relação H/DC. O valor resultante da divisão da altura da parte aérea de uma muda pelo seu respectivo diâmetro de coleto exprime um equilíbrio de crescimento, também denominado quociente de robustez (GOMES; PAIVA, 2004). As taxas fotossintéticas de plantas rustificadas são, geralmente, baixas, em consequência da baixa condutância estomática e do baixo índice nutricional das plantas. Isso ocorre porque a prática dos viveiros tende a restringir a adubação nitrogenada durante

este período, para evitar a expansão foliar e o crescimento em altura (STAPE; GONÇALVES; GONÇALVES, 2001).

### **2.7.7. Estudos para avaliação da qualidade morfológica de mudas**

Verificando o efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e na qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* Mart. Standley), Cruz, Paiva e Gomes (2004) avaliaram a altura, o diâmetro do coleto, a matéria seca de raiz, caule e folhas, as relações altura/diâmetro do coleto, altura/matéria seca de parte aérea, massa seca de parte aérea/massa seca de raiz e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Estes autores concluíram que os atributos morfológicos, bem como as relações entre os mesmos, alcançaram os melhores valores quando da elevação da saturação por bases para 50%.

José, Davide e Oliveira (2009), testando tubetes de polietileno de 50 e 150 mL e doses crescentes de fertilizante de liberação controlada (3,5; 7,0; 14,0; 21,0 g.L<sup>-1</sup>) e doses de MAP (0,05; 0,1; 0,2; 0,3 g.L<sup>-1</sup>) na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius*, concluíram que doses elevadas de fertilizantes ocasionaram aumento nos índices morfológicos das mudas (MSPA, MSR, e a relação H/DC e IQD).

Fonseca et al. (2002), estudando o padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, em diferentes períodos de sombreamento, concluíram que as mudas desenvolvidas sob maiores períodos de sombreamento apresentaram baixa qualidade, com redução do diâmetro do coleto, da massa seca do sistema radicular e do índice de qualidade de Dickson e aumento da relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto e da relação parte aérea e sistema radicular.

Na avaliação do crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* em resposta à saturação por bases do substrato, Bernardino et al.

(2005) observaram que, exceto no diâmetro do coleto, a elevação da saturação por bases exerceu influência positiva, com padrão linear sobre os parâmetros morfológicos, suas relações e no índice de qualidade de Dickson para mudas produzidas em substratos à base de Latossolo Distrófico.

Para a avaliação do diâmetro do coleto das mudas de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*), Viana et al. (2008), testando diferentes tamanhos de recipientes (30 x 25 cm; 30 x 15 cm; 17 x 15 cm e 15 x 9 cm), verificaram que as maiores médias de diâmetro foram oriundas dos recipientes de maior dimensão (30 x 25 cm), diferindo estatisticamente daquelas conduzidas em sacos de dimensão inferior.

Souza et al. (2002), estudando mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica*) em tubetes com diferentes volumes (50, 120 e 228 cm<sup>3</sup>), constataram que os recipientes com menores capacidades de volume (50 e 120 cm<sup>3</sup>) tiveram um maior crescimento em altura e diâmetro, quando comparadas com aqueles provenientes de tubetes com capacidade de 228 cm<sup>3</sup>, após plantio no campo.

Gomes et al. (2003), estudando o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em tubetes com volumes de 50, 110, 200 e 280 cm<sup>3</sup> e fertilização com N-P-K, concluíram que, apesar de os melhores crescimentos terem sido obtidos nos maiores tubetes, estes não devem ser utilizados, uma vez que as alturas das mudas estão acima do padrão recomendado para o plantio. Os autores recomendam os tubetes de 50 e 110 cm<sup>3</sup> de volume, para mudas de 90 dias de idade.

Freiberger et al. (2010) trabalharam com três volumes de recipiente, tubete (100 e 180 cm<sup>3</sup>) e saco plástico de (10 x 15 cm), associados com adubação convencional (NPK + fritas) e fertilizantes de liberação controlada Basacote® Plus 3M (FLL) na produção de mudas de *Peltophorum dubium* (canafístula). Estes autores concluíram que a interação saco plástico e FLC

(fertilização de liberação controlada) apresentou maior crescimento da planta e não houve diferença para as mudas de canafístula conduzidas nos tubetes, independente da fertilização.

Santos, Longhi e Hoppe (2000) avaliaram o efeito do volume de tubetes (50, 56, 120 e 240 cm<sup>3</sup>) e dos tipos de substratos na produção de mudas de *Cryptomeria japonica*. Foi constatado que o desenvolvimento das mudas desta espécie está diretamente relacionado com o volume do tubete. As variáveis analisadas foram altura, diâmetro do colo, massa seca da raiz e da parte aérea, tendo todas as variáveis apresentado incremento em função do aumento do volume do tubete, independente do tipo de substrato.

Malavasi e Malavasi (2006) compararam o efeito de quatro volumes de tubetes (55, 120, 180 e 300 cm<sup>3</sup>) no crescimento de mudas de *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micranta*, no viveiro e em campo. Os resultados indicam que os menores tubetes causaram redução da massa seca do sistema radicular, porém, em campo, aos 180 dias após plantio, as mudas produzidas em tubetes de 120, 180 e 300 cm<sup>3</sup> apresentaram desenvolvimento semelhante, sendo recomendada a utilização de tubetes de 120 cm<sup>3</sup>.

Souza et al. (2005) e Cunha et al. (2005), avaliando quatro tamanhos de recipientes para a produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), respectivamente, também constataram que os recipientes de maiores dimensões apresentaram tendência de maior crescimento das mudas, implicando na diminuição do ciclo de produção. Outros autores encontraram resultados similares para as espécies arbóreas, como *Maytenus ilicifolia* (cancorosa) e *Apuleia leiocarpa* (grápia) (NICOLOSO et al., 2000), *Jacarandá micranta* (caroba) e *Cordia trichotoma* (louropardo) (MALAVASI; MALAVASI, 2006), e *Leucaena leucocephala* (leucena) (OLIVEIRA et al., 2004).

José, Davide e Oliveira (2005) testaram dois tamanhos de tubetes (50 e 150 cm<sup>3</sup>) e sacolas plásticas (2250 mL) na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* (aroeira-pimenteira). Estes autores constataram que, aos 90 dias após a repicagem das plântulas nos tubetes, as mudas produzidas nos tubetes maiores apresentaram características morfológicas e índice de qualidade de Dickson significativamente superiores às produzidas nos tubetes de 50cm<sup>3</sup> e verificaram que, aos 250 dias após o plantio, no campo, não houve diferença significativa no diâmetro do colo e na altura das plantas, originárias de mudas produzidas nos tubetes de 50 e 150 cm<sup>3</sup>.

Braga (2006), testando tamanhos de tubetes (55 e 115 cm<sup>3</sup>) e doses crescentes de fertilizante de liberação controlada (0; 0,75; 1,5; 3,0; 6,0 kg.m<sup>-3</sup>) na produção de mudas de *Eremanthus erythropapus* (candeia), constatou que as mudas produzidas em tubetes de 115 cm<sup>3</sup> e doses 6,0 kg.m<sup>-3</sup> atingiram maiores valores para as variáveis altura, diâmetro do coleto, MSPA, MSR e MST.

Moraes Neto et al. (2003), testando diversas doses e fontes de adubo em mudas de cinco espécies arbóreas, observaram que os tratamentos em que se utilizou adubo de liberação controlada (N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) 19-06-10 nas doses de 3,2 e 4,8 kg.m<sup>-3</sup> de substrato resultaram em mudas de boa qualidade quanto à altura, ao diâmetro do colo, à matéria seca da parte aérea (MSPA), à matéria seca das raízes (MSR) e à matéria seca total (MST), para todas as espécies.

Estudando o efeito de doses crescentes de fertilizantes de liberação controlada (0 a 5.000 mg. dm<sup>-3</sup>) na produção de mudas de angico-branco, *Anadenanthera colubrina*, Brondani et al. (2008) verificaram que a dose de 2.000 mg.dm<sup>-3</sup> de fertilizante apresentou os melhores valores para as características do número de folhas, diâmetro e matéria seca das mudas. Para a altura, a melhor dose de fertilizante encontrada foi de 2.743mg. dm<sup>-3</sup> e, para a relação altura/diâmetro, a dose de 3.544 mg.dm<sup>-3</sup>. Segundo os autores, o

comprimento total das raízes foi negativamente influenciado pelo aumento das doses de fertilizantes.

Bomfim et al. (2009), avaliando a qualidade morfológica de mudas de madeira nova (*Pterogyne nitens*) produzidas em tubetes de 50 e 288 cm<sup>3</sup> e em sacos plásticos de 577 e 2.090 cm<sup>3</sup>, constataram que as mudas de madeira nova produzidas em sacos plásticos de 2.090 cm<sup>3</sup> apresentaram valores estatisticamente superiores em todas as fases de avaliação das variáveis morfológicas, no viveiro e também em campo (24 meses após o plantio).

Bratchvogel e Malavasi (2010), testando três volumes de recipiente (tubetes de 100 e 180 cm<sup>3</sup> e sacola plástica de 150 cm<sup>3</sup>) e três tipos de adubação no crescimento inicial de plantas de *Peltoforum dubium*, constataram que mudas conduzidas em recipientes de maiores dimensões apresentaram maiores médias de diâmetro do coleto, tanto na forma de adubação convencional quanto individual, misturada no substrato.

Testando tubetes de 50 cm<sup>3</sup> e blocos prensados de 280 cm<sup>3</sup>, e diferentes tipos de substratos na produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*, Barroso, Carneiro e Leles (2000) concluíram que as mudas produzidas em blocos prensados apresentaram qualidade superior às produzidas em tubetes em todas as características avaliadas, tanto em viveiro como em plantio no campo.

Ferraz e Engel (2011), avaliando o efeito de diferentes tamanhos de tubetes (50, 110 e 300 cm<sup>3</sup>) na qualidade das mudas de espécies florestais (jatobá – *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa*, ipê-amarelo - *Tabebuia chrysotricha* e guarucaia - *Parapiptadenia rigida*). Para as três espécies, o tubete de 300 cm<sup>3</sup> proporcionou mudas com altura e diâmetro do coleto superiores àquelas produzidas nos demais tubetes, possibilitando reduzir o tempo de produção das mudas em 70 dias.

Leles et al. (2006), testando tubetes com volumes de 55, 115, 180 e 280 cm<sup>3</sup> na produção de mudas de quatro espécies florestais, constataram que, aos 180 dias, as mudas produzidas em tubete de 280 cm<sup>3</sup> apresentaram, de modo geral, crescimento e características morfológicas significativamente superiores ao dos demais tubetes, que não refletiram em maior crescimento aos 180 dias após plantio, em campo.

Betoni (2011), testando tubetes de 50 e 100 cm<sup>3</sup> e doses de fertilizante basacote, utilizou as seguintes dosagens: para tubete de 50 cm<sup>3</sup>, 3,5; 4,5; 5,5; 7,8; 10,0 e 12,2 kg.m<sup>-3</sup> e para tubete de 100 cm<sup>3</sup>, 1,66; 2,09; 2,55; 3,5; 4,5 e 5,5 kg.m<sup>-3</sup>. O autor concluiu que tubetes maiores apresentaram mudas de maiores dimensões e que a diminuição do volume do recipiente pode ser compensada pelo aumento da dose de fertilizante.

### 3. OBJETIVO GERAL

Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da compensação de doses de fertilizantes e dos volumes dos tubetes na produção de mudas das espécies *Colubrina glandulosa* Perkins (sobragi) e *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos (ipê-do-cerrado).

### 4. HIPÓTESES

- Mudanças produzidas em tubetes maiores apresentam desempenho superior devido ao maior espaço disponível para o desenvolvimento do sistema radicular.
- Mudanças produzidas em tubetes maiores apresentam desempenho superior devido à maior quantidade de fertilizante disponível no substrato.

- É possível produzir mudas em recipientes menores de qualidade equivalente às produzidas em recipientes maiores ao realizar a compensação nutricional.

## 5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O êxito dos reflorestamentos depende da qualidade das mudas e a produção destas em quantidade e qualidade é de suma importância para o sucesso desse empreendimento. Existem entraves ao se utilizar espécies florestais nativas em plantios comerciais e recuperação de áreas degradadas. Dentre eles, podem-se citar o déficit de sementes dificultando a produção de mudas diversificadas, a ausência de tecnologias específicas e a falta de informações sobre os requerimentos nutricionais de cada espécie.

Um dos principais problemas encontrados para os produtores de mudas de espécies florestais é determinar, durante a fase de viveiro, quais são as características de plantio que melhor indicarão seu bom desenvolvimento em campo. É preciso definir qual o padrão de qualidade de mudas ou quais as dimensões mínimas para que estas mudas sejam levadas a campo. A fase ideal para a retirada das mudas do viveiro é de suma importância, pois o desconhecimento do momento de transferência das mudas para o campo levaria à perda das mudas. É nesse sentido que se torna de grande importância o entendimento do comportamento e da interação entre as características morfológicas de mudas de espécies florestais.

A avaliação do padrão da qualidade de mudas está relacionada com as características morfofisiológicas mensuráveis, sendo a qualidade dependente, principalmente, da escolha adequada do recipiente, do substrato, da fertilização, das técnicas de manejo e do tempo gasto para a produção das mudas.

Para que as mudas se desenvolvam adequadamente é necessário que todos os nutrientes necessários estejam disponíveis no substrato em quantidade suficiente, tornando imprescindível a fertilização.

Os recipientes utilizados na produção têm papel fundamental na qualidade e no crescimento das mudas. O uso de recipientes de maiores dimensões garante a produção de mudas de maiores dimensões e melhor qualidade, sendo maior também a velocidade de crescimento. Porém, muitas vezes, eles não devem ser utilizados, devido ao alto custo, ao alto consumo de substrato e à possibilidade de produzir mudas com sistema radicular muito comprido, gerando dobramento das raízes.

Recipientes de menores dimensões podem produzir mudas de alta qualidade, devendo ser usados preferencialmente para espécies de rápido crescimento ou aquelas que permanecerão pouco tempo no viveiro. Apesar de apresentar menor quantidade de substrato, limitando o crescimento radicular e a quantidade de reservas nutricionais para a planta, pode ser utilizado, desde que se adicionem maiores quantidades de fertilizante, até certo limite.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE DEFESA SANITÁRIA AGROSILVOPASTORIL DO ESTADO DE RONDÔNIA. **Sistema de informática do IDARON**. Porto Velho: IDARON, 2011.

ALLEGRETTI, M. H. Extractive reserves: na alternative for reconciling development and environmental conservation in Amazonia. In: ANDERSON, A. B. (Org.). **Alternatives to deforestation step toward sustainable use of the Amazon Rain Forest**. New York: Columbia University Press, 1990. p. 253-264.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* produzidas em tubetes e

em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 238-250, jan./dez. 2000.

BENTES–GAMA, M. de M. et al. Espécies arbóreas nativas com potencial para recuperação de paisagens alteradas em Rondônia. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Porto Velho, n. 29, p. 9-27, out. 2008.

BENTES-GAMA, M. de M. Orientações para a pesquisa florestal em Rondônia. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Porto Velho, n. 290, p. 1-4, maio 2005.

BERNARDINO, D. C. S. de et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) BRENAN em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 863-870, nov./dez. 2005.

BETONI, L. G. A. **Influência do volume dos recipientes e quantidades de fertilizantes na produção de mudas de louro-pardo (*Cordia trichotoma* ((Vellozo) Arrabida ex Steudel)**. 2011. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 7, n. 1-2, p. 109-121, out. 1998.

BOLFE, E. L. et al. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de acurácia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 85-90, jan./fev. 2004.

BOMFIM, A. A. et al. Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2009.

BORGES, L. R. M. Território, fronteira e políticas públicas: uma análise sobre a dinâmica territorial em Rondônia no início do séc. XXI. In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 16., 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto

Alegre: AGB, 2010. p. 1-11. Disponível em: <<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CE8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.agb.org.br%2Fevento%2Fdownload.php%3FidTrabalho%3D379&ei=CMcOUPjqFsLn0QGXh4Fw&usg=AFQjCNHvgcpJFpdhr0BG7YJAPhSz-pXROQ>>. Acesso em: 03 jun. 2012.

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

BRAGA, E. A. **Substrato de fertilização na produção de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (D.C) McLeisch, em tubetes**. 2006. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Zoneamento Socioeconômico Ecológico do Estado de Rondônia**. Porto Velho: Planaflo, 2002.

BRONDANI, G. E. C. et al. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 167-176, 2008.

CAMPOS, S. L. Substratos à base de casca de pinus para produção de mudas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO SOBRE VIVEIROS FLORESTAIS, 2., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 2007. 1 CD-ROM.

CARNEIRO, J. F. Microflora associada a sementes de essências florestais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 557-566, out. 1986.

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o crescimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: SEMINÁRIO DE FLORESTAS PLANTADAS NOS TRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983, p. 10-24.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR, 1995.

CARVALHO, N. C. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 1999.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994.

CARVALHO, P. E. R. **Sobrasil**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2005.

CECONI, D. E. et al. Crescimento de mudas de açoita cavalo (*Lucea devaricata* Mart) sob influencia da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 292-299, jul./set. 2006.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Bara). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, jun. 2004.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N. de; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) D'ucke). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

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

CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos tubetes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* ( Mart. Ex D.C.) STANDL. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507-516, jul./ago. 2005.

CURI, W. J. **Fortalecimento do setor madeireiro**. Porto Velho: FIERO, 2000.

DAN, E. L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Ed.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. Cap. 2, p. 83-122.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: IF, 1990.

FEARNSIDE, P. M. Summary of progress in quantifying the potencial contribution of Amazonian deforestation to the global carbon problem. In: ATHIE, D.; LOVEJOY, T. E.; OWENS, P. M. (Ed.). **Workshop on BiogeoCHEMistry of Tropical Rain Forests: problems for research**. Piracicaba: CENA, 1987. p. 75-82.

FERNANDEZ, J. R. C. **Efeito do substrato, recipiente e adubação de mangabeira (*Hancomia speciosa* Gomes)**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Sandl.) e guarucaia

(*Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 413-423, mar./abr. 2011.

FONSECA, C. A.; PAIVA, H. N. de; GUERREIRO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete –cascas (*Samanea inopinata* Harms), Duck. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

FONSECA, E. P et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, *Cedrella fissilis* Veli. E *Aspidosperma polyneuron* Mull Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, jul./ago. 2002.

FONSECA, R.; RODRIGUES, R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 27-43, jun. 2000.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação**. 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FREIBERGER, M. B. et al. Efeito do Uso de um fertilizante de lenta disponibilidade e do volume do recipiente na formação de mudas da *Peltophorum dubium*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 67-71, mar./abr. 2010.

FURTINI NETO, A. E. et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. N. E. de; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

GASPARIN, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan**. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GEMAQUE, R. C. R. et al. Efeito das secagens lenta e rápida em sementes de Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) STANDL.) **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 329-335, out./dez. 2005.

GLINSKI, J.; LIPIEC, J. **Soil physical conditions and plant roots**. Boca Ration: CRC Press, 1990.

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

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptu sgrandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, Nov./dez. 2002.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K**. 2001.166 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOMES, J. M.; COUTO, L. Produção de mudas de *Eucalyptus spp.* no Estado de Minas Gerais–Evoluções e Tendências. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS. **Anais...** Curitiba: UFP/FUPEF, 1984. p. 440-458.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 169-225.

GOMES, S. M. S.; BRUNO, L. A. Influencia da temperatura e substrato na germinacao de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasilia, v. 14, n. 1, p. 47-50, 1992.

GONÇALVES, J. L. M et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagación de plantas: principios y prácticas**. 3. ed. México: Continental, 1994.

HOFFMANN, A.; PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J. Efeito de substratos na aclimatização de plantas micropropagadas: o porta enxerto de macieira *Marubakaido*. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 462-467, mar./abr. 2001.

HOPPE, J. M.; BRUN, E. J. **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria: UFSM, 2004.

HUNT, G. A. Effect of styrobloc design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, 1990. p. 218222.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Contas Regionais do Brasil 2004–2008. **Contas Nacionais**, Rio de Janeiro, n. 32, 2010. Disponível em: <[http://www. ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2008/publicacao2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2008/publicacao2008.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2011.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Agrarian**, Oxford, v. 2, n. 3, p. 73-86, jan./mar. 2009.

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

KANO, N. K.; MARQUEZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Armazenamento de sementes de ipê dourado. **IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 17, p. 13-23, 1978.

KHALAF, H. A.; KOO, R. C. J. The use of controlled release nitrogen on container grown citrus seedlings. **Citrus & Vegetable Magazine**, Tampa, v. 46, n. 9, p. 10, 1983.

LELES, P. S. Dos S. et al. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 69-78, set. 2006.

LIMA, J. D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação da semente de *Caesalpinia ferrea* mart. Ex Tul. (*Leguminosae, Caesalpinoideae*). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518, jul./ago. 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2006.

MALVESTITI, A. L. Propriedades e aplicação da fibra de coco na produção de mudas. In: BARBOSA, J. G. et al. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UVF, 2003. p. 129-157.

MARTO, G. B. T. *Tabebuia Alba (Ipê-Amarelo)*. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2006. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/tabebuia.alba.asp>>. Acesso em: 30 nov. 2011.

MELO, B. de; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Tipos de fertilização e diferentes substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 33-42, 2003.

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

NAPPO, M. E.; GOMES, L. J.; CHAVES, M. M. F. Reflorestamento mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário**, Lavras, n. 30, p. 5-31, 2001.

NASCENTE, A. S; ROSA NETO, C. **O agronegócio da fruticultura na Amazônia: um estudo exploratório**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005.

NICOLOSO, F. T. et al. Tubetes e substratos na produção de mudas *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leoucarpa*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 987-992, set. 2000.

OLIVEIRA, R. M. B.; ARLINDO, D. M.; PEREIRA, I. V. Avaliação de diferentes tamanhos de sacos de polietileno sobre o desenvolvimento de mudas de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) Dewit). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 4, n. 4, p. 1-4, 2004.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. **Comparação de custos de sistemas de adubação para mudas de citros: fontes de liberação lenta x solúveis**. Pelotas: Embrapa clima temperado, 2002.

OLIVEIRA, S. J. M. et al. Pecuária e desmatamento: mudanças no uso do solo em Rondônia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2006, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008. 1 CD-ROM.

PARVIAINEN, J. V. **Qualidade e avaliação de mudas florestais**. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 20., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. 1 CD-ROM.

REIS, E. R. **Variação espacial e temporal dos parâmetros morfológicos em mudas de pinus e eucalipto**. 2006. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

REIS, G. G. dos et al. Efeito do tempo de estocagem de mudas de *Eucalyptus* produzidas em tubetes sobre a produção de biomassa após o transplante. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 103-111, mar./abr. 1991.

RIBEIRO, G. D. **Fruticultura tropical**: uma alternativa para a agricultura de Rondônia. Porto Velho: Embrapa, 2006.

RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Seedling Processing, Storage and Outplanting**: volume 7. Washington: Department of Agriculture Forest Service, 2010. Cap. 2, p. 17-81.

ROCHA, D. P.; BACHA, C. J. C. A preocupação das políticas públicas com a sustentabilidade dos recursos florestais em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA, 1994.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. Requisitos de qualidade física e química de fertilizantes minerais. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 59-78.

SALOMÃO, A. N. et al. **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2003.

SAMÔR, O. J. M et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes tubetes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 209-215, mar./abr.2002.

SANTARELLI, E. G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares conservação e recuperação**. São Paulo: Fapesp, 2004. p. 313- 317.

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

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D. de; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; FARIAS, J. A. **Manual de instruções para a coleta, beneficiamento, armazenamento e análise de sementes florestais**. Santa Cruz do Sul: Instituto pela Associação dos Fumicultores do Brasil, 2002.

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; RADMANN, E. B. Doses de fertilizantes de liberação lenta na formação de porta enxerto “trifoliata”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 520-523, dez. 2004.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. **Atlas geoambiental de Rondônia**: volume 2. Porto Velho: SEDAM, 2002.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Relatório anual 2009**. Porto Velho: SEDES, 2009.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **SEDES**: relatório anual. Porto Velho: SEDES, 2009.

SGARBI, E. et al. A. Influência da aplicação de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla*. In: SIMPOSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 2., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1999. p. 120-125.

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 71, p.1-49, 2001.

SILVA, C. V. et al. Fracionamento e germinação da uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambens- Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 213-221, jun. 2003.

SILVA, M. R. da et al. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.

SOARES, P. R. de B. A agropecuária e a dinâmica regional no Estado de Rondônia: análise dos dados preliminares do Censo Agropecuário 2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 29-41, maio 2009.

SOUZA, E. B. et al. Crescimento e sobrevivência de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC) nas condições de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 491-495, ago. 2002.

SOUZA, M. M. O.; PESSÔA, V. L. S. O processo de colonização agrícola e a ocupação do espaço agrário na mesorregião do leste rondoniense. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE, 7., 2007, Niterói. **Anais...** Niterói: ANPEGE, 2007.

SOUZA, V. C. et al. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich) em diferentes substratos e tamanhos de tubetes. **Agropecuária Técnica**, Paraíba, v. 26, n. 2, p. 98-108, 2005.

STAPE, J. L.; GONÇALVES, J. L. de M.; GONÇALVES, A. N. Relationships between nursery practices and field performance for Eucalyptus plantations in Brazil. **New Forests**, Netherlands, v. 22, p. 19-41, 2001.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. p. 125-150.

TAVARES JÚNIOR, J. E. **Volume e granulometria do substrato na produção de mudas de café**. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

TOWNSEND, C. R. et al. Nutrientes limitantes em solos de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Porto Velho, RO. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Fortaleza. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.158- 159.

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

VIANA, J. S. et al. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de tubetes. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 663-671, out./dez. 2008.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 209-220, mar./abr. 2007.

YORINORI, J. T. Doenças da soja causadas por fungos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 94, p. 40-46, 1982.

ZMORA-NAHUM, S.; HADAR, Y.; CHEN, Y. Physico-chemical properties of commercial composts varying in their source materials and country of origin. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 39, n. 6, p. 1263-1276, jun. 2007.

## **CAPÍTULO 2: COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE *Colubrina glandulosa* Perkins PRODUZIDAS EM TUBETES**

### **RESUMO**

Com o aumento da demanda por mudas de espécies florestais nativas para reflorestamento e/ou recuperação de áreas degradadas, há a necessidade de produção de mudas de boa qualidade morfofisiológica, de baixo custo, no menor prazo possível e em grande escala para comercialização. É importante conhecer as particularidades de manejo de cada espécie. Na produção de mudas de espécies florestais nativas utilizam-se tubetes de maiores volumes, proporcionando maior quantidade de substrato, fertilizante e espaço para crescimento, porém, não se conhece ainda o efeito da compensação de fertilizante em tubetes menores, tornando necessários estudos com o objetivo de verificar se o seu uso, com maiores doses de fertilizante, leva à produção de mudas de qualidade equivalente a daquelas produzidas em tubetes maiores. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da compensação de doses de fertilizantes e do volume de tubetes na produção de mudas de *Colubrina glandulosa*. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras, MG. Foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos em esquema fatorial 6 x 2 (6 doses de fertilizante e dois volumes de tubete). As sementes foram semeadas em tubetes de polietileno com volume de 55 e 115 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato composto por vermiculita média, esterco de curral curtido peneirado, casca de arroz carbonizada e fibra de coco, na proporção de 1:2:3:4. A este substrato foram adicionadas doses de fertilizante de liberação controlada da marca Osmocote nas seguintes dosagens: 3,5; 4,5 e 5,5

kg.m<sup>-3</sup>. Para testar o efeito da compensação nutricional, foram calculadas doses para que ambos os recipientes recebessem: 0,19; 0,24; 0,30; 0,40; 0,51 e 0,63 g/tubete, tendo a dosagem calculada para preencher os tubetes de 55 cm<sup>3</sup> sido de 3,5; 4,5; 5,5; 7,3; 9,4; 11,5 kg.m<sup>-3</sup> de fertilizante e para o tubete, de 115 cm<sup>3</sup>, foram utilizadas as doses de 1,67; 2,15; 2,63; 3,5; 4,5 e 5,5 kg.m<sup>-3</sup>. Foram realizadas duas adubações de cobertura utilizando-se solução de MAP + KCl, em dosagem proporcional àquela da adubação de base, em que recipientes que receberam adubações de base em maiores concentrações também receberam adubações de cobertura em maiores concentrações. Foram realizadas medições de altura e diâmetro do coleto a cada 15 dias, sendo iniciadas a partir do 75º dia após a semeadura até os 150 dias. Os pesos secos (matéria seca da parte aérea e das raízes) foram tomados somente aos 150 dias. As mudas apresentaram crescimento linear durante a permanência no viveiro. O aumento da dose de fertilizante, assim como do volume do tubete, levou a um incremento nas características altura, diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea e da raiz das mudas de *Colubrina glandulosa*, sendo recomendada a dose de 5,5 kg.m<sup>-3</sup> de fertilizante e tubete com volume de 115 cm<sup>3</sup>, para que as mudas produzidas estejam adequadas ao plantio em campo. Para esta espécie, a compensação nutricional não levou ao incremento significativo das características avaliadas, porém, nas maiores doses, houve uma tendência de os dois tubetes se igualarem.

**Palavras-chave:** Compensação nutricional; Osmocote; Fertilizante; Tubete; Sobrasil

## ABSTRACT

With increasing demand for seedlings of native tree species for reforestation and / or rehabilitation of degraded areas, there is a need to produce seedlings with good morphophysiological quality, low costs, in the shortest time as possible, and in large-scale for commercialization. It is important to know the specific management of each species. In the production of seedlings of native tree species are used larger tubes, providing a larger amount of substrate, fertilizer and room for growth, but does not yet know the effect of fertilizer compensation in smaller tubes, making necessary studies for the purpose of determine whether the use of smaller tubes with higher doses of fertilizer leads to the production of seedlings of equivalent quality to those produced in larger tubes. Thus, this study aimed to assess the effect of fertilizer compensation doses and volume of tubes in the production of *Colubrina glandulosa* seedlings. The experiment was conducted at the Forest Nursery, in Federal University of Lavras (UFLA), in Lavras, MG. The experiment was mounted in a completely randomized design with 12 treatments in a factorial scheme of 2 x 6 (six doses of fertilizer and two volumes of tubes). The seeds were sown in polyethylene tubes with a volume of 55 and 115 cm<sup>3</sup>, filled with a substrate composed of vermiculite, sieved cattle manure, rice hulls and coconut fiber at a ratio of 1:2:3:4. In this substrate were added doses of controlled-release fertilizer (trademark Osmocote) in the following dosages: 3.5, 4.5 and 5.5 kg.m<sup>-3</sup>. To test the effect of nutritional compensation doses were calculated for both containers received 0.19, 0.24, 0.30, 0.40, 0.51 and 0.63 g / tube, and the dosage calculated for fill the tubes of 55 cm<sup>3</sup> was 3.5, 4.5, 5.5, 7.3, 9.4, 11.5 kg.m<sup>-3</sup> of fertilizer and in the plastic tube of 115 cm<sup>3</sup> were used doses 1.67, 2.15, 2.63, 3.5, 4.5 and 5.5 kg.m<sup>-3</sup>. There were made two fertilization coverage using MAP + KCl solution at a dosage proportional to that of the fertilizer, in which tubes have received

basis fertilization in higher concentrations also received fertilization coverage at higher concentrations. Measurements were made of height and stem diameter for each 15 days, started from the 75<sup>th</sup> day to 150 days after sowing. The dry weight (dry matter of shoots and roots) were tested only at 150 days. The seedlings grew linearly during the stay in the nursery. Increasing the dose of fertilizer as well as the volume of the tube led to an increase in the variance of height, stem diameter, dry weight of shoot and root of *Colubrina glandulosa* seedlings, and the use of recommended dose of 5.5 kg.m<sup>3</sup> of fertilizer and plastic tube with a volume of 115 cm<sup>3</sup>, so that the seedlings are suitable for planting in the field. For this species, nutritional compensation has not led to significant increase of traits, however, at higher doses there was a tendency to equate the two tubes.

**Keywords:** Nutritional compensation; Osmocote; fertilizer; Polyethylene tube; Sobrasil

## 1. INTRODUÇÃO

O sobragi (*Colubrina glandulosa* Perkins), também conhecido como sobrasil, saguaraji, sabiá-da-mata, falso-pau-brasil ou saguari, é uma espécie arbórea da família Rhamnaceae. Sua ocorrência natural vai desde o estado do Ceará até Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso do Sul e alguns locais da Amazônia. É frequentemente observado na vegetação secundária e capoeirões, onde chega a formar pequenos agrupamentos (CARVALHO, 2005). É uma planta semicaducifólia com 5 a 20 m de altura, com tronco de 30 a 60 cm de diâmetro (LORENZI, 2002).

As espécies florestais apresentam algumas particularidades, desde a coleta de sementes até a produção das mudas. Sementes florestais têm diversos tamanhos e formatos, além de grande parte apresentar dormência, o que dificulta a germinação e, conseqüentemente, a produção de mudas. Entretanto, quando adotadas práticas adequadas nos viveiros, há facilitação no desenvolvimento das mudas a baixo custo, podendo-se usar como exemplo a escolha do substrato ideal, da adubação adequada, do volume de recipiente e da aclimatação, dentre outros fatores.

O sucesso na produção de mudas não depende apenas da adoção de práticas adequadas no viveiro, podendo também ser influenciado por fatores como o potencial genético, o controle fitossanitário no armazenamento das sementes, o clima, a luz, a temperatura e a água, dentre outros (HOPPE; BRUN, 2004; DAVIDE; FARIA, 2008).

Em face das dificuldades na produção de mudas de espécies florestais nativas com boa qualidade fisiológica, é de fundamental importância a definição de protocolos e estratégias com a finalidade de produzir mudas com qualidade e em menor espaço de tempo, acessíveis aos pequenos e aos médios produtores (CUNHA et al., 2005). Os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das

mudas produzidas devem ser precisos, porém, simples e de fácil aplicação (CARNEIRO, 1995).

A qualidade da muda baseia-se em parâmetros morfológicos e fisiológicos, cujas características são determinadas pela altura da parte aérea, pelo diâmetro do coleto, pelo sistema radicular, pela rigidez da haste, pelo aspecto fitossanitário, pelo estado nutricional e outros (FONSECA; RODRIGUES, 2000; STURION; ANTUNES, 2000; GOMES et al., 2002).

De acordo com Fonseca, Paiva e Guerreiro (2006) e Gomes (2001), os parâmetros morfológicos são mais utilizados por serem de fácil aplicação e compreensão por parte dos viveiristas. Porém, é preciso deixar claro que é necessária a utilização de vários parâmetros porque, isolados, não avaliam adequadamente o estado de qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002; CHAVES; PAIVA, 2004).

Os parâmetros morfológicos mais aplicados na verificação da qualidade de mudas são: altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR), além das relações entre esses parâmetros e o índice de qualidade de Dickson (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960; CARNEIRO, 1995).

Quanto aos parâmetros fisiológicos, de acordo com Gomes e Paiva (2004), as medições desses demandam tempo, são destrutivas e, às vezes, são complicadas e de difícil mensuração e análise. Como exemplo, podem-se citar o potencial de crescimento das raízes (PCR), o potencial hídrico foliar, a ecofisiologia de raízes e a nutrição, dentre outros.

Para o desenvolvimento adequado das mudas, tanto em altura quanto em diâmetro e produção de biomassa, é indispensável que o substrato esteja equilibrado nutricionalmente (CECONI et al., 2006), tornando-se necessária a adição de fertilizante no preparo do substrato (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2002).

A demanda por nutrientes varia entre espécies, estação climática e estágio de crescimento, sendo mais intensa na fase inicial de crescimento das plantas. As espécies de estágios sucessionais iniciais têm maior capacidade de absorção de nutrientes, quando comparadas àquelas dos estágios sucessionais subsequentes, características intimamente relacionadas ao potencial de crescimento ou à taxa de síntese de biomassa (FURTINI NETO et al., 2000). Assim, quanto mais rápido o ritmo de crescimento da espécie, maior sua demanda de água e nutrientes, portanto, maior a necessidade de fertilização balanceada (GONÇALVES et al., 2000).

Segundo Carneiro (1983), o substrato exerce influência marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas. Geralmente, os substratos são constituídos por misturas de diferentes materiais, pois, dificilmente, um material puro conseguirá apresentar todas as características adequadas para compor um bom substrato (GOMES; SILVA, 2004). Na escolha do substrato como um meio de crescimento de mudas, devem ser consideradas as características físicas e químicas relacionadas com a espécie que será produzida, além de aspectos econômicos (SANTOS; LONGHI; HOPPE, 2000; GOMES; SILVA, 2004; MALVESTITI, 2004; CAMPOS, 2007).

Para a produção de mudas em viveiro, pode ser utilizada a adubação de base, a qual consiste em incorporar corretivos e fertilizantes ao substrato. Pode também ser realizada a adubação de cobertura, que pode ser realizada por meio da aplicação de fertilizantes no próprio sistema de irrigação ou manualmente, por tubete (GONÇALVES et al., 2000), sendo realizada quando as mudas apresentam sintomas de deficiência nutricional e/ou é desejado um crescimento mais rápido delas (DAVIDE; FARIA, 2008).

A fertilização mineral do substrato é realizada pela adição de elementos essenciais (macro e micronutrientes), geralmente na forma sólida. De acordo com Gonçalves et al. (2000), a adubação de base deverá conter: 150 g de

nitrogênio, 300 g de fósforo, 100 g de potássio e 50 g de “fritas” , para cada m<sup>3</sup> de substrato, suficiente para o enchimento de 20.000 tubetes com capacidade de 50 cm<sup>3</sup>. No entanto, se esta mesma adubação de base for utilizada para o enchimento de tubetes com maiores dimensões, conseqüentemente, cada recipiente receberá maior quantidade de fertilizantes do que os tubetes de 50 cm<sup>3</sup>, por necessitar de maior quantidade de substrato para seu completo preenchimento. As fertilizações líquidas com nitrogênio, fósforo e potássio, ou com soluções completas de nutrientes, são utilizadas no decorrer do crescimento das mudas (MORAES NETO et al., 2003).

O pequeno volume de substrato e a alta taxa de lixiviação, volatilização e fixação, principalmente de nitrogênio, representam dificuldades na manutenção de níveis adequados de nutrientes, devido, principalmente, à alta frequência de irrigação (FONSECA, 2001). Portanto, como alternativa para o aumento da eficiência das adubações, o procedimento poderá ser um maior parcelamento das doses ou a utilização de fertilizantes de liberação controlada (FLC).

Os FLC são aqueles fertilizantes que liberam nutrientes para as plantas de forma gradual e por um determinado período de tempo (GONÇALVES et al., 2000), sendo bastante difundidos por disponibilizar continuamente os nutrientes às mudas durante todo o processo produtivo (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2002), apresentando distribuição homogênea e sincronização entre o fornecimento e a demanda fisiológica da planta (KHALAF; KOO, 1983; SHAVIV, 2001; SCIVITTARO; OLIVEIRA; RADMANN, 2004). Esta prática diminui significativamente gastos com mão de obra e equipamentos de fertirrigação, além de proporcionar maior facilidade de armazenamento e mistura ao substrato. A desvantagem desse tipo de fertilizante é o seu alto custo. Existem vários grupos de fertilizantes de liberação controlada, com as seguintes classificações: os peletizados, os quimicamente alterados e os encapsulados. O

primeiro grupo compreende os compostos de baixa solubilidade, cuja liberação de nutrientes depende da ação microbiana; o segundo grupo é composto por fertilizantes modificados, insolúveis em água e no último grupo, os revestidos por resina orgânica permeável à água (HARTMANN; KESTER, 1994; VALERI; CORRADINI, 2000).

A definição do tamanho e do tipo do recipiente para a produção de mudas também é fator importante, pois influencia diversas características morfofisiológicas da muda (altura, diâmetro, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, matéria seca total e os índices morfológicos) e pode impactar no percentual de sobrevivência no campo, na produtividade da cultura, na proteção das raízes contra os danos mecânicos e desidratação, além de propiciar um manejo mais adequado, tanto no viveiro quanto no transporte e no plantio (GOMES, 2001; GOMES; PAIVA, 2004).

Os recipientes devem promover boas condições para o crescimento do sistema radicular sem que ocorram deformações, ter o volume de substrato para o crescimento completo do sistema radicular, para que a muda atinja o tamanho de expedição em menor tempo, baixo custo unitário e boa durabilidade do recipiente e dar condições para mecanização do viveiro e plantio e menores condições de aparecimento e propagação de pragas e doenças (GOMES et al., 2003; GOMES; PAIVA, 2004; MALAVASI; MALAVASI, 2006).

A incorporação dos tubetes no processo de produção de mudas promoveu inúmeras vantagens técnicas, tais como menor consumo do substrato; melhor formação do sistema radicular (mais compacto e estruturado); permite realizar alternagem (raleio) das mudas; melhores condições ergonômicas de trabalho; permite automação de várias fases do processo; permite maior produção de mudas por unidade de área; facilita o acondicionamento para o transporte; os tubetes são reutilizáveis; diminui a necessidade de mão de obra e o custo final da muda é reduzido a 1/3 do custo alcançado com o sistema em sacos

plásticos (STURION; ANTUNES, 2000; NAPPO; GOMES; CHAVES, 2001; REIS, 2006; DAVIDE; FARIA, 2008).

Os tubetes foram desenvolvidos nos Estados Unidos, por volta de 1975, para a propagação de espécies florestais. São recipientes de forma cônica, fabricados com plásticos rígidos (polipropileno). A presença de estrias longitudinais em seu interior evita o enovelamento do sistema radicular (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005; DAVIDE; FARIA, 2008). Foi amplamente difundido no Brasil, para mudas de espécies de rápido crescimento com fins comerciais, devido às suas vantagens operacionais, econômicas e biológicas.

Dentre as desvantagens do uso de tubetes, podem-se citar: maior investimento inicial na implantação do viveiro, por isso esse sistema é mais recomendado para viveiros com grande produção de mudas a longo prazo de funcionamento; as mudas precisam de irrigação mais frequentes, tanto na fase de viveiro quanto no pós-plantio; a lixiviação de nutrientes é mais intensa, o que gera a necessidade de constantes adubações em cobertura (essa desvantagem desaparece com a utilização de fertilizantes de liberação controlada) e a probabilidade de efeito salino dos fertilizantes é maior do que para as mudas em sacos plásticos (STURION; ANTUNES, 2000; GONÇALVES et al., 2000; DAVIDE; FARIA, 2008).

Os tubetes mais recomendados para a produção de mudas florestais são aqueles com capacidade de 50 a 180 cm<sup>3</sup>. Estes últimos têm capacidade de suportar períodos maiores de espera da muda no viveiro, antes do plantio no campo e, de acordo com Cunha et al. (2005), quando economicamente viável, o uso do recipiente com maior volume promove o maior desenvolvimento das mudas. Segundo Gomes e Paiva (2004), recipientes com maior volume de substrato apresentam uma tendência a produzir mudas mais vigorosas e de melhor qualidade. Contudo, alguns trabalhos comparando o desempenho de mudas produzidas em recipientes de pequenas dimensões mostram que as

diferenças iniciais da altura e diâmetro tendem a desaparecer após o plantio (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005).

Como a fertilização dos substratos é feita no ato da mistura dos componentes para a adubação de base (kg de NPK/m<sup>3</sup> do substrato), tubetes de maiores dimensões apresentam maior disponibilidade de nutrientes e maior crescimento das mudas, embora a concentração por volume de substrato não se altere em relação a um tubete de menor dimensão (GOMES; PAIVA, 2004; CUNHA et al., 2005; DAVIDE; FARIA, 2008). Observando este fato, o que influenciaria mais o crescimento da planta em tubetes maiores: a maior quantidade de fertilizante disponível ou o maior espaço para a formação do sistema radicular? Seria possível produzir mudas de qualidade equivalente em tubetes menores se houver aumento na quantidade de fertilizante no substrato?

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da dose de fertilizante, do volume do recipiente e da compensação nutricional na produção de mudas de *Colubrina glandulosa* Perkins (sobragi)

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Localização do experimento**

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, na cidade de Lavras, Minas Gerais, a 918 m de altitude, latitude 21°14'43"S, longitude 45°59'59" W e clima tipo Cwa (clima tropical de altitude), segundo a classificação de Koppen (ANTUNES, 1986).

Os dados de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, durante o período experimental, de 17/09/10 a 20/05/11, em Lavras, encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Precipitação (mm), temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), no município de Lavras/MG, no período de setembro de 2010 a maio de 2011.

Mês	Precipitação mensal total (mm)	Temperatura mensal (°C)			Umidade relativa mensal (%)
		Máx	Mín.	Média	
<b>Setembro</b>	43,4	27,3	14,0	20,1	61,3
<b>Outubro</b>	143,5	27,1	17,6	21,4	76,5
<b>Novembro</b>	303,4	27,1	17,6	21,4	76,5
<b>Dezembro</b>	288,7	27,1	17,6	21,4	76,5
<b>Janeiro</b>	348,2	28,6	19,0	22,9	77,0
<b>Fevereiro</b>	103,5	31,1	18,9	24,0	68,2
<b>Março</b>	319,2	27,4	18,6	22,0	79,7
<b>Abril</b>	60,6	27,4	16,9	21,3	72,6
<b>Mai</b>	9,6	25,2	13,6	18,2	72,8

Fonte: Estação climatológica da UFLA.

## 2.2. Condução do experimento

### 2.2.1. A escolha da espécie

Foram coletadas sementes de dez espécies no estado de Rondônia e enviadas ao Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras, onde foram submetidas aos testes de germinação e umidade. O teste de germinação foi constituído de quatro repetições de 25 sementes cada, em placas de Petri contendo duas folhas de papel de germinação umedecidas com água e incubadas em câmaras de germinação do tipo BOD, a 30 °C e luz constante. O

teste de umidade foi feito pelo teste da estufa a 103 °C, por 17 horas, a partir de quatro repetições de 1 g de sementes cada (BRASIL, 1992).

Baseando-se nos resultados do teste de germinação e na revisão de literatura, a fim de verificar a existência de informações sobre produção de mudas nativas da região de Rondônia, foi escolhido o sobrasil (*Colubrina glandulosa*). As sementes foram submetidas à quebra de dormência em água fervente, tendo as sementes sido acondicionadas em recipiente contendo água a 100 °C e deixadas em temperatura ambiente, por 24 horas.

### **2.2.2. Produção de mudas**

O experimento foi conduzido em área de pleno sol, utilizando dois tipos de tubetes de polietileno: com capacidade de 115 cm<sup>3</sup> (diâmetro superior de 3,8 cm, 14,5 cm de altura e oito frisos internos) e com capacidade de 55 cm<sup>3</sup> (diâmetro superior de 2,6 cm, 12,5 cm de altura e 6 frisos internos). Os tubetes foram acondicionados em bandejas de plástico, suspensas a 100 cm da superfície do solo.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) e, para avaliar o efeito das doses de fertilizante por m<sup>3</sup> de substrato e do volume do tubete, foi utilizado esquema fatorial 2 x 3, totalizando 6 tratamentos com quatro repetições cada. Para avaliar o efeito da compensação nutricional, foi utilizado esquema fatorial 2 x 6, totalizando 12 tratamentos com quatro repetições cada. Cada parcela referente aos tubetes de 115 cm<sup>3</sup> totalizava 54 mudas, sendo apenas as 16 centrais utilizadas para medições. As parcelas referentes aos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> totalizavam 48 mudas e apenas as 16 centrais foram utilizadas para as aferições.

O substrato utilizado para o enchimento dos tubetes foi composto por uma mistura de vermiculita, esterco de curral curtido e peneirado, casca de arroz carbonizada e fibra de coco, na proporção em volume seco de 1:2:3:4, respectivamente. Os componentes utilizados foram misturados de forma a obter homogeneidade do material sendo, em seguida, umedecidos.

Para a adubação química do substrato foi utilizado fertilizante de liberação controlada (FLC) da marca Osmocote® (5-6 meses de ação, composto por nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) na proporção de 15:09:12 e, ainda, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e micronutrientes, como boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe) e zinco (Zn))

A adubação de base foi calculada de forma que fossem testadas três doses padrões de fertilizante utilizadas em viveiros de produção de mudas de espécies florestais (3,5; 4,5 e 5,5  $kg.m^{-3}$ ), sendo bastante referenciadas na literatura especializada. Para avaliação da compensação nutricional na adubação de base, foram calculadas seis doses para que ambos tubetes recebessem: 0,19; 0,24; 0,30; 0,40; 0,51 e 0,63 g/tubete, ou seja, os tubetes de 55  $cm^3$  foram preenchidos com substratos com 3,5; 4,5; 5,5; 7,3; 9,4; 11,5  $kg.m^{-3}$  de fertilizante e os tubetes de 115  $cm^3$  foram preenchidos com substratos com 1,67; 2,15; 2,63; 3,5; 4,5 e 5,5  $kg.m^{-3}$  de fertilizante. Na Figura 1 é apresentado um esquema ilustrativo da compensação nutricional na adubação de base.

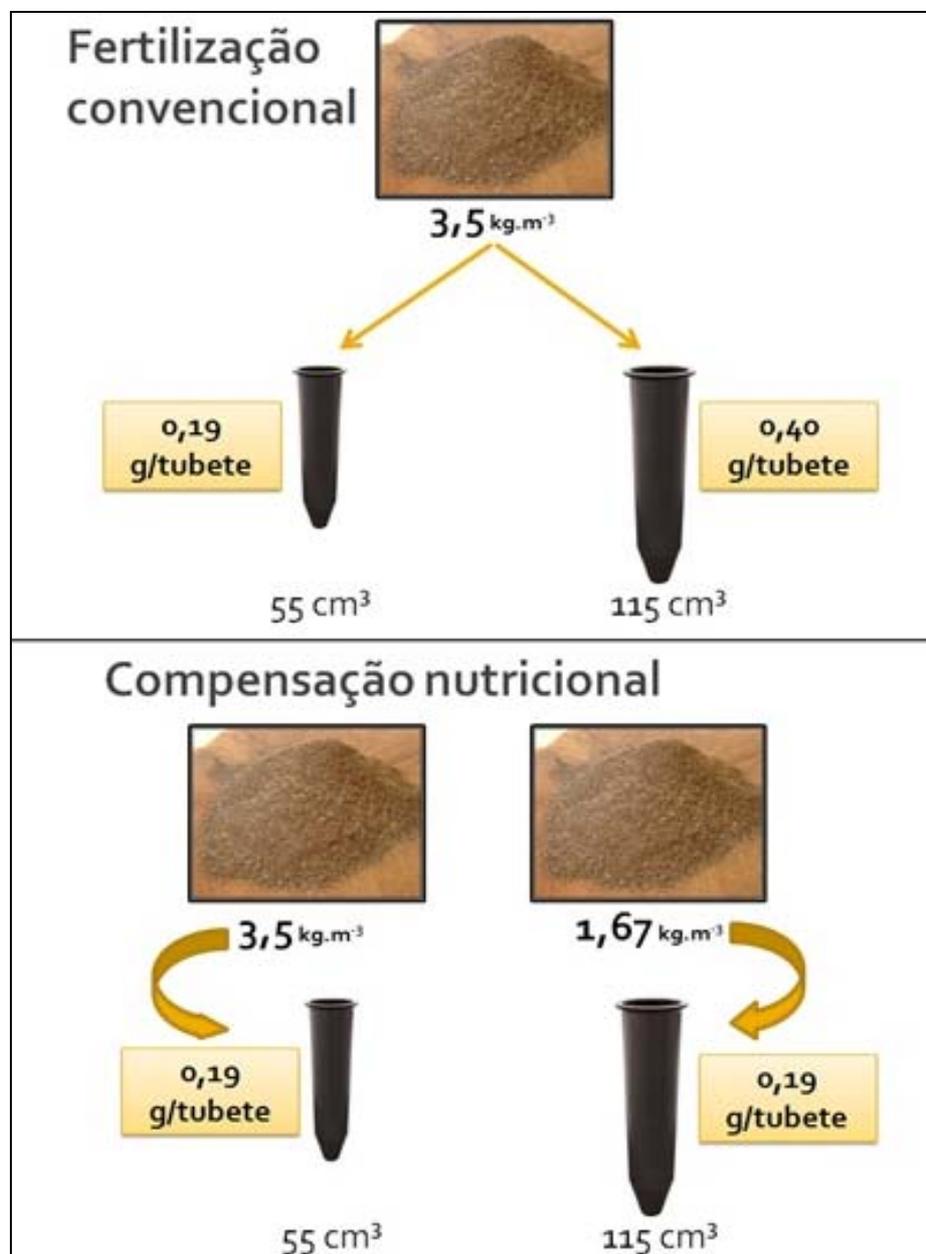


Figura 1. Esquema ilustrativo da metodologia de compensação de fertilizante.

Os tubetes foram preenchidos com os substratos umedecidos, conforme recomendado por Davide e Faria (2008), realizando-se leve compactação por meio de bateção manual das bandejas e completando-se o volume, de forma que o substrato se acomodasse uniformemente dentro dos tubetes.

A semeadura foi realizada colocando-se, em média, três sementes por tubete e recobrando-as com uma fina camada do mesmo substrato utilizado no enchimento. Em seguida, as bandejas foram cobertas com uma tela de sombreamento com malha 50%, permanecendo protegidas durante os 20 primeiros dias após a semeadura.

A irrigação das mudas foi realizada por microaspersão três vezes ao dia, com duração de 5 minutos, cada irrigação.

Aos 50 dias após a semeadura, efetuou-se o desbaste, eliminando-se as plântulas excedentes em cada recipiente, deixando-se apenas uma muda por tubete, sendo essa a mais centralizada e mais vigorosa. No decorrer do período experimental, as mudas das bandejas foram classificadas com relação à altura da parte aérea, seguindo a metodologia descrita por Davide e Faria (2008).

Aos 95 dias após a semeadura, realizou-se a alternagem das mudas, passando a lotação de 100% para 50% das células de cada bandeja, numa densidade final de 192 mudas/m<sup>2</sup>, independente do tubete utilizado.

Além da adubação de base, foram necessárias adubações de cobertura, para o melhor crescimento das mudas. As adubações de cobertura foram realizadas aos 125 e aos 140 dias após a semeadura, com a aplicação, em cada tubete, de 12 mL de solução de MAP + KCl (correspondendo à aplicação de 1.000 g de MAP + 120 g de KCl para 10.000 tubetes), de acordo com recomendações de Davide e Faria (2008). Esta adubação foi aplicada via solução aquosa, com o auxílio de pistola veterinária. Para que a adubação de cobertura não mascarasse o efeito da adubação de base testada, a concentração da solução

de MAP + KCl foi modificada e aplicada de maneira equivalente à dose da adubação de base. Os valores se encontram na Tabela 2.

**Tabela 2.** Doses de fertilizante para adubação de base e cobertura utilizadas na produção de mudas de *Colubrina glandulosa*, de acordo com o volume do tubete.

Trat.	Tubete (cm <sup>3</sup> )	Dose de fertilizante (kg/m <sup>3</sup> )	Dose de fertilizante (g) por tubete	Dose de MAP (g) + KCl (g)*
1	55	3,5	0,19	5,8 + 0,7
2	55	4,5	0,24	7,5 + 0,9
3	55	5,5	0,30	9,3 + 1,1
4	55	7,3	0,40	17,7 + 1,7
5	55	9,4	0,51	16,4 + 2,0
6	55	11,5	0,63	20,0 + 2,4
7	115	1,67	0,19	5,8 + 0,7
8	115	2,15	0,24	7,5 + 0,9
9	115	2,63	0,30	9,3 + 1,1
10	115	3,5	0,40	17,7 + 1,7
11	115	4,5	0,51	16,4 + 2,0
12	115	5,5	0,63	20,0 + 2,4

\*Dosagem calculada para 200 mudas, em função da equivalência da dosagem de fertilizante na adubação de base.

### 2.2.3. Características mensuradas

As avaliações das características como a altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC) das mudas iniciaram-se aos 75 dias após a semeadura e foram feitas quinzenalmente, até os 150 dias, utilizando-se dezesseis mudas centrais de cada repetição.

A altura da parte aérea foi medida por meio de régua milimetrada, a partir do nível do substrato até a gema terminal. O diâmetro do coleto foi mensurado ao nível do substrato utilizando paquímetro digital com precisão de 0,1 mm.

Aos 150 dias após a semeadura, foram avaliadas as características matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR).

Na avaliação da matéria seca foram utilizadas oito mudas de cada repetição, 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 repetição foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e colocadas em estufa, a 70 °C, até atingirem o peso constante. Após secas, as amostras foram pesadas para a determinação da matéria seca da parte aérea e da matéria seca das raízes.

De posse dos 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 altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes (MSPA /MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), este por meio da fórmula de Dickson, Leaf e Hosner, (1960).

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{D (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}}$$

Em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson

MST = matéria seca total (g)

H = altura da parte aérea da muda (cm)

DC = diâmetro do coleto da muda (mm)

MSPA = matéria seca da parte aérea (g)

MSR = matéria seca do sistema radicular (g)

#### **2.2.4. Análise dos dados**

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e, se constatada ausência de normalidade ( $p < 0,05$ ), os mesmos foram convertidos ao  $\log_{10}(X)$ . Dados normais ou normalizados foram analisados por meio da análise de variância (ANAVA) e, quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F, foi realizado teste de Tukey, a 5% de probabilidade (dados qualitativos) ou análise de regressão (dados quantitativos). Dados não normalizados, mesmo após a conversão, foram analisados por meio de modelos lineares generalizados e, quando constatada diferença entre os tratamentos, realizaram-se teste de Tukey e análise de regressão. Foi utilizado o software R for Windows versão 2.12.0 (R development core Team, 2011).

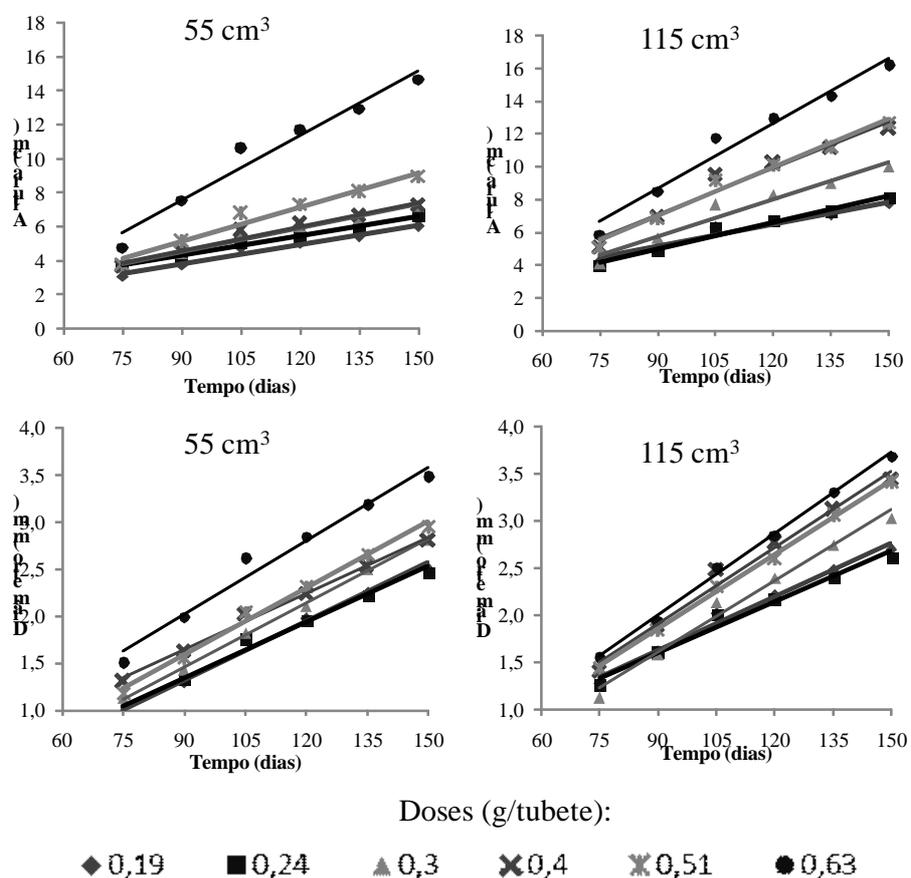
### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Germinação das sementes em laboratório**

As sementes chegaram ao Laboratório de Sementes Florestais com umidade de 7%. As mesmas iniciaram o processo germinativo aos 12 dias após a semeadura; o teste foi conduzido até os 24 dias. A porcentagem final de germinação atingida foi de 57%.

### 3.2. Crescimento das mudas no viveiro

É possível observar, na Figura 2, o padrão de crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas de *Colubrina glandulosa* durante permanência no viveiro (75 aos 150 dias após a semeadura). As duas características (H e DC) apresentaram crescimento linear em ambos os tubetes e para todas as doses testadas. Nota-se que as mudas produzidas em tubetes de 55 cm<sup>3</sup> apresentaram valores inferiores tanto para H quanto para DC, ao se comparar com as mudas produzidas em tubetes de 115 cm<sup>3</sup>, com exceção da maior dose (0,63 g/tubete), em que as mudas produzidas nos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> apresentaram tendência de igualar os valores para ambas as características, com as mudas produzidas nos tubetes de 115 cm<sup>3</sup>.



**Figura 2:** Crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas de *Colubrina glandulosa* produzidas em tubetes de 55 e 115 cm<sup>3</sup>, com diferentes doses de fertilizante por recipiente.

### 3.3. Efeito da fertilização convencional e volumes de tubete

Na Tabela 3 apresenta-se o resumo da análise de variância para as três doses convencionais (3,5; 4,5 e 5,5 kg.m<sup>-3</sup>) e dois volumes de tubetes testados (55 e 115 cm<sup>3</sup>). Foi possível observar o efeito da dose nas características altura,

diâmetro do coleto, relação altura/diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea e das raízes e para o IQD. O volume de tubete influenciou todas as características avaliadas. Já a interação dose\*tubete apresentou significância para as características altura, matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para três doses convencionais de fertilizante e dois volumes de tubetes para mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 150 dias após a semeadura.

Fonte de variação	Quadrado médio						
	H	DC	H/DC	MSPA	MSR	MSPA/MSR	IQD
<b>Dose (D)</b>	288,6*	4,77*	10,2*	1,328*	1,021*	0,336 <sup>ns</sup>	0,09909*
<b>Tubete (T)</b>	2806,8*	49,23*	98,36*	31,46*	7,963*	4,725*	0,00645*
<b>DxT</b>	65,6*	0,49 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,468*	0,215*	0,002 <sup>ns</sup>	0,00058 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	2,3	0,34	0,25	0,102	0,036	0,256	0,00091
<b>Média geral</b>	10,43	3,20	3,17	0,97	0,62	1,57	0,032
<b>CV</b>	14,40	18,21	15,58	32,76	30,48	32,14	24,07

Valores seguidos de “\*” indicam efeito significativo, a 5% de probabilidade, pelo test F, enquanto valores seguidos de “<sup>ns</sup>” indicam efeito não significativo.

Na Tabela 4 apresentam-se os resultados para altura, diâmetro e relação H/D de mudas de *Colubrina glandulosa* produzidas em diferentes volumes de tubete e doses de fertilizante. Nota-se que, com o aumento das doses de fertilizante, houve aumento significativo nestes parâmetros em ambos os tubetes testados. Também é possível notar que as mudas produzidas no tubete de 115 cm<sup>3</sup> atingiram maiores valores de altura, diâmetro e relação H/D ao se comparar àquelas produzidas no tubete de 55 cm<sup>3</sup>. Resultados semelhantes também foram

encontrados por José, Davide e Oliveira (2009), Bomfim et al. (2009) e Brachtogel e Malavasi (2010). A redução do volume do tubete causa restrição ao crescimento do sistema radicular, ocasionando o menor crescimento em altura, conforme observado por Barroso, Carneiro e Leles (2000), Brachtogel e Malavasi (2010) e Gasparin (2012).

**Tabela 4.** Efeito da dose de fertilizante e do volume do tubete na altura (H), diâmetro (D) e relação altura/diâmetro (H/D) de mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 150 dias após a semeadura.

Dose de fertilizante (kg/m <sup>3</sup> )	H (cm)		DC (mm)		H/DC	
	Tubete 55	Tubete 115	Tubete 55	Tubete 115	Tubete 55	Tubete 115
3,5	5,83 Cb	12,60 Ba	2,60 Bb	3,49 Ba	2,24 Bb	3,61 Ba
4,5	6,58 Bb	13,13 Ba	2,61 Bb	3,63 ABa	2,52 Ab	3,62 Ba
5,5	7,40 Ab	17,03 Aa	2,88 Ab	4,00 Aa	2,57 Ab	4,25Aa
<b>CV (%)</b>	14,3		18,2		14,3	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam doses de fertilizante e letras minúsculas comparam volume de tubete. CV (%) = coeficiente de variação.

Os valores para MSPA, MSR e para a relação MSPA/MSR se encontram na Tabela 5. É possível notar que apenas a maior dose de fertilizante apresentou maiores valores para estes parâmetros. O tubete de 115 cm<sup>3</sup> favoreceu o incremento dos parâmetros avaliados e pode-se observar que a relação MSPA/MSR se mostrou um bom avaliador, uma vez que mostrou apenas a diferença significativa entre os volumes de tubetes e não entre as doses. Apesar de a maior dose ter apresentado efeito significativo para MSPA e MSR, essa diferença foi pequena e não apareceu na relação MSPA/MSR.

Malavasi e Malavasi (2006), Brachtogel e Malavasi (2010) e José, Davide e Oliveira (2009) também encontraram resultados semelhantes. Para a relação MSPA/MSR, não houve efeito do aumento da dose de fertilizante, porém, notou-se um efeito pronunciado do volume do recipiente, tendo as mudas

produzidas no tubete de 115 cm<sup>3</sup> apresentado maiores valores para esta relação do que as mudas produzidas no tubete de 55 cm<sup>3</sup>. Isto também pode ser observado nos trabalhos de José, Davide e Oliveira (2005) e José, Davide e Oliveira (2009).

**Tabela 5.** Efeito da dose de fertilizante e do volume do tubete na matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) e relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz (MSPA/MSR) de mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 150 dias após a semeadura.

Dose de fertilizante (kg/m <sup>3</sup> )	MSPA (g)		MSR (g)		MSPA/MSR	
	Tubete 55	Tubete 115	Tubete 55	Tubete 115	Tubete 55	Tubete 115
3,5	0,53 Ab	1,23 Ba	0,38 Bb	0,73 Ba	1,39 Ab	1,68Aa
4,5	0,54 Ab	1,34 ABa	0,40 ABb	0,76 Ba	1,35 Ab	1,76Aa
5,5	0,61 Ab	1,55 Aa	0,47 Ab	0,99 Aa	1,29 Ab	1,56Aa
<b>CV (%)</b>	32,8		32,8		32,1	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam doses de fertilizante e letras minúsculas comparam volume de tubete. CV (%) = coeficiente de variação.

Para os valores de IQD (Tabela 6), as doses de fertilizante apresentaram efeito significativo apenas para as mudas produzidas no tubete de 115 cm<sup>3</sup>, enquanto naquelas provenientes dos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> não houve influência do aumento das doses. Nota-se também influência do volume do tubete, uma vez que os tubetes de 115 cm<sup>3</sup> apresentaram valores significativamente superiores aos dos tubetes de 55 cm<sup>3</sup>. Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho conferem com os resultados de José, Davide e Oliveira (2009) e Ferraz e Engel (2011). Em vários estudos foi demonstrado que o IQD é um parâmetro variável, ocorrendo diferenças em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do tubete e, principalmente, de acordo com a idade em que a muda foi avaliada (CALDEIRA et al., 2012; TRAZZI; CALDEIRA; COLOMBO, 2010; TRAZZI, 2011; KRATZ, 2011).

**Tabela 6.** Efeito da dose de fertilizante e do volume do tubete no índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 150 dias após a semeadura.

Dose de fertilizante (kg/m <sup>3</sup> )	IQD	
	Tubete 55	Tubete 115
3,5	0,24 Ab	0,37 Ba
4,5	0,24 Ab	0,39 Ba
5,5	0,27 Ab	0,43 Aa
<b>CV (%)</b>	24,7	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam doses de fertilizante e letras minúsculas comparam volume de tubete. CV (%) = coeficiente de variação.

### 3.4. Efeito da compensação nutricional e volumes de tubete

Na Tabela 7 apresenta-se o resumo da análise de variância para a compensação nutricional (seis doses de fertilizante por recipiente) e dois volumes de tubetes de mudas de *Colubrina glandulosa*. Foi possível observar que houve efeito significativo da dose nas características altura, diâmetro do coleto, relação altura/diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea e das raízes e IQD. Já o volume do tubete influenciou significativamente em todas as características observadas. A interação entre dose\*tubete apresentou significância para as características altura e matéria seca das raízes.

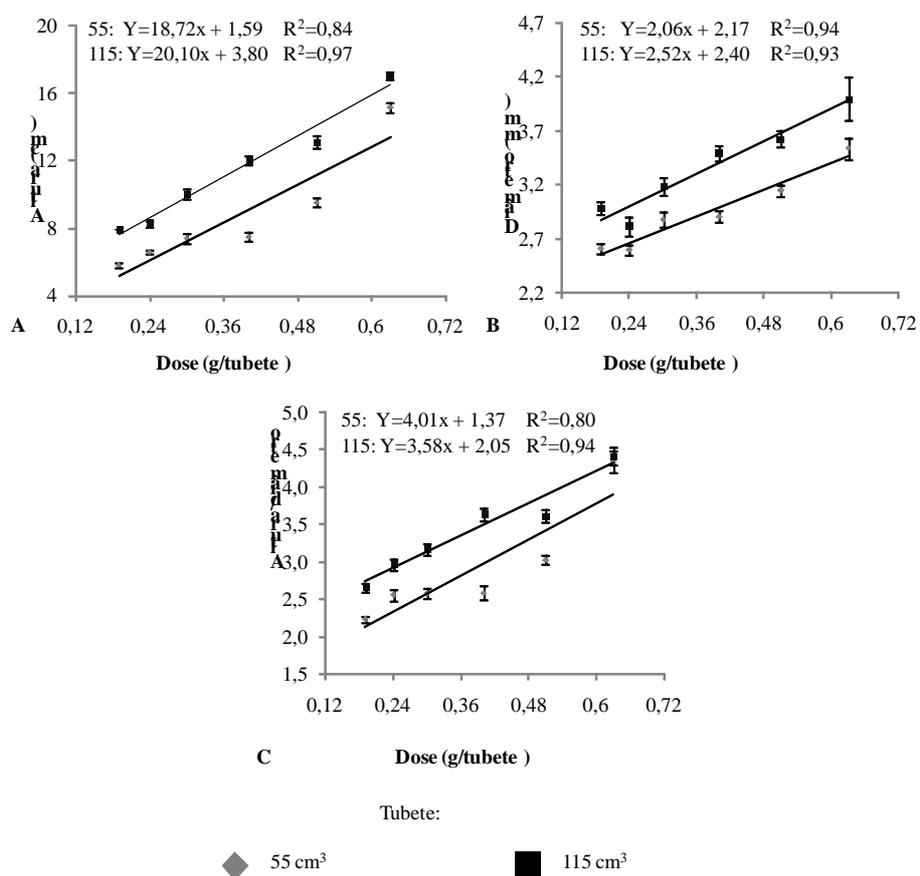
**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para compensação nutricional da adubação de base (seis doses de fertilizante/recipiente) e dois volumes de tubetes para mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 150 dias após a semeadura.

Fonte de variação	Quadrado médio						
	H	DC	H/DC	MSPA	MSR	MSPA/MSR	IQD
<b>Dose (D)</b>	3000*	45,6*	0,82*	37,18*	8,32*	5,43 <sup>ns</sup>	0,91*
<b>Tubete (T)</b>	817*	15,26*	1,68*	6,38*	2,287*	0,86*	0,24*
<b>DxT</b>	028,1*	0,63 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,301*	5,85 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	2,6	0,26	0,01	0,10	0,037	0,345	0,0096
<b>Média geral</b>	9,87	3,13	3,10	0,94	0,58	1,66	0,31
<b>CV</b>	16,44	16,29	14,83	34,06	32,51	35,26	30,71

Valores seguidos de “\*” indicam efeito significativo, a 5%, pelo teste F, enquanto valores seguidos de “<sup>ns</sup>” indicam efeito não significativo.

Na Figura 3 observam-se dados para altura, diâmetro e relação H/DC das mudas de *Colubrina glandulosa*, após a compensação de fertilizante por tubete e em dois volumes de tubete. É possível observar um efeito significativo do aumento das doses na altura das mudas nos dois volumes de tubete, tendo as maiores doses produzido mudas com maiores valores de altura. Ao se comparar os dois volumes de tubete, as mudas produzidas nos tubetes de 115 cm<sup>3</sup> apresentaram maiores valores de altura do que aquelas produzidas no de 55 cm<sup>3</sup>. Para o diâmetro, também houve influência positiva das doses, cujo aumento levou ao incremento significativo do diâmetro das mudas. Ao se comparar volumes de tubete, de maneira geral, as mudas provenientes de tubetes de 115 cm<sup>3</sup> apresentaram maiores valores que aquelas produzidas nos de 55 cm<sup>3</sup>; apenas a dose de 0,63 g/tubete no tubete de 55 cm<sup>3</sup> (maior dose) apresentou valor de

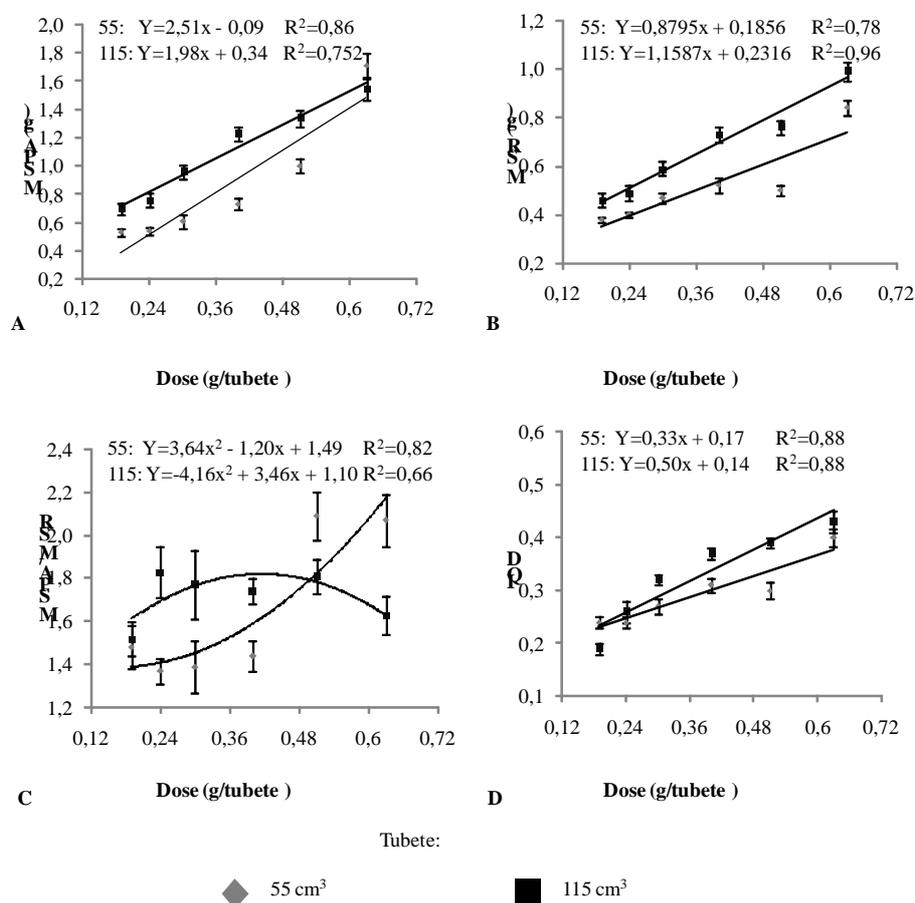
diâmetro estatisticamente igual ao do tubete de 115 cm<sup>3</sup>. O mesmo padrão pode ser percebido para a relação H/DC das mudas.



**Figura 3.** Efeito da dose de fertilizante e volume de tubete sobre: A) altura, B) diâmetro do coleto e C) relação altura/diâmetro do coleto de mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 150 dias após a semeadura.

Na Figura 4 apresentam-se os dados de MSPA, MSR, da relação MSPA/MSR e do IQD. É possível observar que o aumento das doses de fertilizante influenciou significativamente a MSPA. O volume do tubete também influenciou este parâmetro, tendo as mudas produzidas nos tubetes de 115 cm<sup>3</sup> apresentado maiores valores para MSPA do que aquelas produzidas nos de 55

cm<sup>3</sup>. Uma exceção pode ser observada na maior dose de fertilizante, para a qual ambos os tubetes apresentaram valores estatisticamente iguais. Para MSR, o aumento das doses também ocasionou o aumento dos valores para este parâmetro. Ao avaliar volume de tubete, nota-se que, de maneira geral, mudas produzidas no tubete de 115 cm<sup>3</sup> apresentaram maiores valores que as produzidas no tubete de 55 cm<sup>3</sup>. A relação MSPA/MSR foi influenciada pelo aumento das doses apenas no tubete de 55 cm<sup>3</sup>. Já o volume do tubete apresentou influencia significativa, pois maiores valores foram encontrados nas mudas provenientes de tubetes de 115 cm<sup>3</sup>, com exceção da última dose, na qual o maior valor foi encontrado no tubete de 55 cm<sup>3</sup>. É possível observar forte influência do aumento das doses no aumento dos valores de IQD. O volume do tubete também interferiu, tendo os maiores valores sido encontrados para os maiores tubetes, com exceção da última dose, em que o valor de IQD foi igual para ambos.



**Figura 4.** Efeito da dose de fertilizante e volume de tubete sobre: A) matéria seca da parte aérea, B) matéria seca da raiz, C) relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz e D) índice de qualidade de Dickson de mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 150 dias após a semeadura.

#### 4. CONCLUSÕES

Tubetes maiores proporcionaram a produção de mudas de melhor qualidade, utilizando-se as mesmas dosagens, com exceção da maior dose,

quando a característica avaliada foi o diâmetro do coleto, a relação altura/diâmetro, a MSPA e o índice de qualidade de Dickson.

A utilização de tubetes menores, compensada com maiores doses, proporcionou mudas de melhor qualidade do que aquelas produzidas em maiores tubetes e menores doses de fertilizantes.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 9-13, jul. 1986.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p. 238-250, jan./dez. 2000.

BENTES–GAMA, M. de M. et al. Espécies arbóreas nativas com potencial para recuperação de paisagens alteradas em Rondônia. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Porto Velho, n. 29, p. 9-27, out. 2008.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros defintorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 7, n. 1-2, p. 109-121, out. 1998.

BOLFE, E. L. et al. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de acurácia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 85-90, jan./fev. 2004.

BOMFIM, A. A. et al. Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2009.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal, 1992.

BRONDANI, G. E. C. et al. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 167-176, 2008.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Biossólido para composição de substrato para produção de mudas de *Tectona grandis*. **Foresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77-84, jan./mar. 2012.

CAMPOS, S. L. Substratos à base de casca de pinus para produção de mudas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO SOBRE VIVEIROS FLORESTAIS, 2., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 2007. 1 CD-ROM.

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o crescimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: SEMINÁRIO DE FLORESTAS PLANTADAS NOS TRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983, p. 10-24.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR, 1995.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994.

CARVALHO, P. E. R. **Sobrasil**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2005.

CECONI, D. E. et al. Crescimento de mudas de açoita cavalo (*Luhea devaricata* Mart) sob influencia da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 292-299, jul./set. 2006.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Bara). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, jun. 2004.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N. de; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms D'ucke). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos tubetes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) STANDL. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507-516, jul./ago. 2005.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Ed.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. Cap. 2, p. 83-122.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

FERNANDEZ, J. R. C. **Efeito do substrato, recipiente e adubação de mangabeira (*Hancomia speciosa* Gomes)**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Sandl.) e guarucaia

(*Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 413-423, mar./abr. 2011.

FONSECA, C. A.; PAIVA, H. N. de; GUERREIRO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* Harms), Duck. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, *Cedrela fissilis* Veli. e *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, jul./ago. 2002.

FONSECA, R.; RODRIGUES, R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 27-43, jun. 2000.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação**. 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FURTINI NETO, A. E. et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. N. E. de; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

GASPARIN, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan**. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

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

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K**. 2001.166 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, nov./dez. 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 169-225.

GONÇALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) sob diferentes doses de macronutrientes. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 599-609, dez. 2010.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagación de plantas: princípios y prácticas**. 3. ed. México: Continental, 1994.

HOPPE, J. M.; BRUN, E. J. **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria: UFSM, 2004.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Agrarian**, Oxford, v. 2, n. 3, p. 73-86, jan./mar. 2009.

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

KHALAF, H. A.; KOO, R. C. J. The use of controlled release nitrogen on container grown citrus seedlings. **Citrus & Vegetable Magazine**, Tampa, v. 46, n. 9, p. 10, 1983.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 69-78, 2006.

LIMA, J. D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação da semente de *Caesalpinia ferrea* mart. Ex Tul. (*Leguminosae, Caesalpinioideae*). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518, jul./ago. 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2006.

MALVESTITI, A. L. Propriedades e aplicação da fibra de coco na produção de mudas. In: BARBOSA, J. G. et al. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato.** Viçosa: UVF, 2003. p. 129-157.

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

NAPPO, M. E.; GOMES, L. J.; CHAVES, M. M. F. Reflorestamento mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário**, Lavras, n. 30, p. 5-31, 2001.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. **Comparação de custos de sistemas de adubação para mudas de citros:** fontes de liberação lenta x solúveis. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002.

REIS, E. R. **Variação espacial e temporal dos parâmetros morfológicos em mudas de pinus e eucalipto.** 2006. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

RIBEIRO, G. D. **Fruticultura tropical:** uma alternativa para a agricultura de Rondônia. Porto Velho: Embrapa, 2006.

SAMÔR, O. J. M. et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes tubetes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 209-215, mar./abr.2002.

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

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; RADMANN, E. B. Doses de fertilizantes de liberação lenta na formação de porta enxerto “trifoliata”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 520-523, dez. 2004.

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 71, p.1-49, 2001.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. p. 125-150.

TAVARES JÚNIOR, J. E. Volume e granulometria do substrato na produção de mudas de café. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

TRAZZI, P. A. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F.** 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBO, R. Avaliação de mudas de *Tectona stans* utilizando biossólido e resíduo orgânico. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 85, p. 218-226, 2010.

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

### **CAPÍTULO 3: COMPENSAÇÃO DA FERTILIZAÇÃO DE BASE EM MUDAS DE *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos PRODUZIDAS EM TUBETES**

#### **RESUMO**

Com o aumento da demanda por mudas de espécies florestais nativas para reflorestamentos e/ou recuperação de áreas degradadas, há a necessidade de produção de mudas de boa qualidade morfofisiológica, baixo custo, no menor prazo possível e em grande escala para comercialização. É importante conhecer as particularidades de germinação, repicagem, recipientes, utilização de diferentes substratos e estudos da demanda nutricional de cada espécie. Na produção de mudas de espécies florestais utilizam-se tubetes de maiores volumes, proporcionando maior quantidade de substrato, fertilizante e espaço para crescimento. Porém, não se conhece ainda o efeito da compensação de fertilizante em tubetes menores, tornando necessários estudos com o objetivo de verificar se o seu uso, com maiores doses de fertilizante, leva à produção de mudas de qualidade equivalente àquelas produzidas em tubetes maiores. Assim, este 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 *Handroanthus ochraceus*. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras, MG. Foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos em esquema fatorial 6 x 2 (6 doses de fertilizante e dois volumes de tubete). As sementes foram semeadas em tubetes de polietileno com volume de 55 e 115 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato composto por vermiculita média, esterco de

curral curtido peneirado, casca de arroz carbonizada e fibra de coco, na proporção de 1:2:3:4. A este substrato foram adicionadas doses de fertilizante de liberação controlada da marca Osmocote, nas seguintes dosagens: 3,5; 4,5 e 5,5 kg.m<sup>-3</sup>. Para testar o efeito da compensação nutricional, foram calculadas doses para que ambos os recipientes recebessem: 0,19; 0,24; 0,30; 0,40; 0,51 e 0,63 g/tubete, tendo a dosagem calculada para preencher os tubetes de 55 cm<sup>3</sup> sido de 3,5; 4,5; 5,5; 7,3; 9,4; 11,5 kg.m<sup>-3</sup> de fertilizante e, para o tubete de 115 cm<sup>3</sup>, foram usadas as doses de 1,67; 2,15; 2,63; 3,5; 4,5 e 5,5 kg.m<sup>-3</sup>. Foram realizadas duas adubações de cobertura utilizando-se solução de MAP + KCl, com dosagem proporcional àquela da adubação de base, em que recipientes que receberam adubações de base em maiores concentrações também receberam adubações de cobertura em maiores concentrações. Foram realizadas medições de altura e diâmetro do coleto a cada 15 dias, iniciadas a partir do 75º dia após a semeadura e até os 150 dias. Os pesos secos (matéria seca da parte aérea e das raízes) foram tomados somente aos 150 dias. As mudas apresentaram crescimento linear durante a permanência no viveiro. O aumento da dose de fertilizante, assim como do volume do tubete, levou a um incremento nas características altura, diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea e das raízes e do IQD, das mudas de *Handroanthus ochraceus*. Porém, após a compensação nutricional, as mudas produzidas nos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> apresentaram características morfológicas semelhantes e, em alguns casos, superiores às mudas produzidas nos tubetes de 115 cm<sup>3</sup>.

**Palavras-chave:** Compensação nutricional. Osmocote. Tubete. Ipê-do-cerrado. Qualidade de mudas.

## ABSTRACT

With increasing demand for seedlings of native tree species for reforestation and / or rehabilitation of degraded areas, there is a need to produce seedlings with good morphophysiological quality, low cost, in the shortest time as possible and in large-scale for commercialization. It is important to know the peculiarities of germination, transplanting, containers, use of different substrates and studies of the nutritional demand of each species. In the production of seedlings of forest species are used larger tubes, providing a larger amount of substrate, fertilizer and room for growth, but does not yet know the effect of fertilizer compensation in smaller tubes, making necessary studies in order to verify if the use of smaller tubes with higher doses of fertilizer lead to the production of seedlings of equivalent quality to those produced in larger tubes. Thus, this study aimed to assess the effect of fertilizer compensation doses and volume of tubes in the production of *Handroanthus ochraceus* seedlings. The experiment was conducted at the Forest Nursery, in Federal University of Lavras (UFLA), in Lavras MG. It was mounted in a completely randomized design with 12 treatments in a factorial scheme of 2 x 6 (six doses of fertilizer and two volumes of cartridge). The seeds were sown in polyethylene tubes with a volume of 55 and 115 cm<sup>3</sup>, filled with a substrate composed of vermiculite, sieved cattle manure, rice hulls and coconut fiber at a ratio of 1:2:3:4. In this substrate were added doses of controlled-release fertilizer (trademark Osmocote) in the following dosages: 3.5, 4.5 and 5.5 kg.m<sup>-3</sup>. To test the effect of nutritional compensation doses were calculated for both containers received 0.19, 0.24, 0.30, 0.40, 0.51 and 0.63 g / tube, and the dosage calculated for fill the tubes of 55 cm<sup>3</sup> was 3.5, 4.5, 5.5, 7.3, 9.4, 11.5 kg.m<sup>-3</sup> of fertilizer and the plastic tube of 115 cm<sup>3</sup> were used doses 1.67, 2.15, 2.63, 3.5, 4.5 and 5.5 kg.m<sup>-3</sup>. There were two fertilization coverage using MAP + KCl solution at a dosage proportional to

that of the fertilizer, where the recipients who received basis fertilization in higher concentrations also received fertilization coverage at higher concentrations. Measurements were made of height and stem diameter for each 15 days, started from the 75th day to 150 days after sowing. The dry weight (dry matter of shoots and roots) were tested only at 150 days. The seedlings grew linearly during the stay in the nursery. Increasing the dose of fertilizer as well as the volume of the tube led to an increase in the variance of height, stem diameter, dry matter of shoots and roots, and the IQD of *Handroanthus ochraceus* seedlings. However, after nutritional compensation, seedlings grown in tubes of 55 cm<sup>3</sup> showed similar morphological characteristics, and in some cases, higher than the seedlings grown in tubes of 115 cm<sup>3</sup>.

**Key-words:** Nutritional compensation. Osmocote. Polyethylene tubes. Ipê-do-cerrado; Seedlings quality.

## 1. INTRODUÇÃO

O *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos, popularmente conhecido como ipê-do-cerrado ou ipê-cascudo, é uma espécie nativa pertencente à família Bignoniaceae. Ocorre naturalmente nos estados do Amazonas, Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (LORENZI, 2002; SALOMÃO et al., 2003). É indicado para a recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente. A madeira é própria para usos externos e acabamentos internos de construção civil, confecção de peças torneadas, ornamental e farmacêutica; é extremamente pesada (densidade 1,01 g/cm<sup>3</sup>), muito dura ao corte, de alta resistência mecânica e de longa durabilidade (LORENZI, 2002).

As espécies florestais apresentam algumas particularidades, desde a coleta de sementes até a produção das mudas. Sementes florestais possuem diversos tamanhos e formatos além de grande parte apresentarem dormência, o que dificulta a germinação e, conseqüentemente, a produção de mudas. Entretanto, quando adotadas práticas adequadas nos viveiros, há facilitação no desenvolvimento das mudas a baixo custo, podendo-se usar como exemplos a escolha do substrato ideal, a adubação adequada, o volume do recipiente e a aclimatação, dentre outros fatores.

O sucesso na produção de mudas não depende apenas da adoção de práticas adequadas no viveiro. Ele também pode ser influenciado por fatores como o potencial genético, o controle fitossanitário no armazenamento das sementes, o clima, a luz, a temperatura e a água, dentre outros (HOPPE; BRUN, 2004; DAVIDE; FARIA, 2008).

Em face das dificuldades na produção de mudas de espécies florestais nativas com boa qualidade fisiológica, é de fundamental importância a definição

de protocolos e estratégias com a finalidade de produzir mudas com qualidade e em menor espaço de tempo, acessíveis aos pequenos e médios produtores (CUNHA et al., 2005). Os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das mudas produzidas devem ser precisos, porém, simples e de fácil aplicação (CARNEIRO, 1995).

A qualidade da muda baseia-se em parâmetros morfológicos e fisiológicos, cujas características são determinadas pela altura da parte aérea, pelo diâmetro do coleto, pelo sistema radicular, pela rigidez da haste, pelo aspecto fitossanitário, pelo estado nutricional e outras (FONSECA; RODRIGUES, 2000; STURION; ANTUNES, 2000; GOMES et al., 2002).

De acordo com Fonseca, Paiva e Guerreiro, (2006) e Gomes (2001), os parâmetros morfológicos são mais utilizados por serem de fácil aplicação e compreensão por parte dos viveiristas. Porém, é preciso deixar claro que é necessária a utilização de vários parâmetros porque, isolados, não avaliam adequadamente o estado de qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002; CHAVES; PAIVA, 2004).

Os parâmetros morfológicos mais aplicados na verificação da qualidade de mudas são: altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR), além das relações entre esses parâmetros e o índice de qualidade de Dickson (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960; CARNEIRO, 1995).

Quanto aos parâmetros fisiológicos, de acordo com Gomes e Paiva (2004), as medições destes demandam tempo, são destrutivas e, às vezes, são complicadas e de difícil mensuração e análise. Como exemplo, podem-se citar o potencial de crescimento das raízes (PCR), o potencial hídrico foliar, a ecofisiologia de raízes e a nutrição, dentre outros.

Para o desenvolvimento adequado das mudas, tanto em altura quanto em diâmetro e produção de biomassa, é indispensável que o substrato esteja

equilibrado nutricionalmente (CECONI et al., 2006), tornando-se necessária a adição de fertilizante no preparo do substrato (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2002).

A demanda por nutrientes varia entre espécies, estação climática e estágio de crescimento, sendo mais intensa na fase inicial de crescimento das plantas. As espécies de estágio sucessionais iniciais possuem maior capacidade de absorção de nutrientes, quando comparadas àquelas dos estágios sucessionais subsequentes, características intimamente relacionadas ao potencial de crescimento ou à taxa de síntese de biomassa (FURTINI NETO et al., 2000). Assim, quanto mais rápido o ritmo de crescimento da espécie, maior sua demanda de água e nutrientes, portanto, maior a necessidade de fertilização balanceada (GONÇALVES et al., 2000).

Segundo Carneiro (1983), o substrato exerce influência marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas. Geralmente, os substratos são constituídos por misturas de diferentes materiais, pois dificilmente um material puro conseguirá apresentar todas as características adequadas para compor um bom substrato (GOMES; SILVA, 2004). Na escolha do substrato como um meio de crescimento de mudas, devem ser consideradas as características físicas e químicas relacionadas com a espécie que será produzida, além de aspectos econômicos (SANTOS; LONGHI; HOPPE, 2000; GOMES; SILVA, 2004; MALVESTITI, 2003; CAMPOS, 2007).

Para a produção de mudas em viveiro pode ser utilizada a adubação de base, a qual consiste em incorporar corretivos e fertilizantes ao substrato. Pode também ser realizada a adubação de cobertura, que pode ser realizada por meio da aplicação de fertilizantes no próprio sistema de irrigação ou manualmente por tubete (GONÇALVES et al., 2000), sendo realizada quando as mudas apresentam sintomas de deficiência nutricional e/ou é desejado um crescimento mais rápido das mudas (DAVIDE; FARIA, 2008).

A fertilização mineral do substrato é realizada pela adição de elementos essenciais (macro e micronutrientes), geralmente na forma sólida. De acordo com Gonçalves et al. (2000), a adubação de base deverá conter: 150 g de nitrogênio, 300 g de fósforo, 100 g de potássio e 50 g de “fritas” para cada m<sup>3</sup> de substrato, suficiente para o enchimento de 20.000 tubetes com capacidade de 50 cm<sup>3</sup>. No entanto, se esta mesma adubação de base for utilizada para o enchimento de tubetes com maiores dimensões, conseqüentemente, cada recipiente receberá uma maior quantidade de fertilizantes do que os tubetes de 50 cm<sup>3</sup>, por necessitar de maior quantidade de substrato para seu completo preenchimento. As fertilizações líquidas com nitrogênio, fósforo e potássio, ou com soluções completas de nutrientes, são utilizadas no decorrer do crescimento das mudas (MORAES NETO et al., 2003).

O pequeno volume de substrato e a alta taxa de lixiviação, volatilização e fixação, principalmente de nitrogênio, representam dificuldades na manutenção de níveis adequados de nutrientes, devido, principalmente, à alta frequência de irrigação (FONSECA, 2001). Portanto, como alternativa para o aumento da eficiência das adubações, o procedimento poderá ser um maior parcelamento das doses ou a utilização de fertilizantes de liberação controlada (FLC).

Os FLC são aqueles fertilizantes que liberam nutrientes para as plantas de forma gradual e por um determinado período de tempo (GONÇALVES et al., 2000), sendo bastante difundidos por disponibilizar continuamente os nutrientes às mudas durante todo o processo produtivo (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2002), apresentando distribuição homogênea e sincronização entre o fornecimento e a demanda fisiológica da planta (KHALAF; KOO, 1983; SHAVIV, 2001; SCIVITTARO; OLIVEIRA; RADMANN, 2004). Esta prática diminui significativamente gastos com mão de obra e equipamentos de fertirrigação, além de maior facilidade de armazenamento e mistura ao substrato.

A desvantagem desse tipo de fertilizante é o seu alto custo. Existem vários grupos de fertilizantes de liberação controlada, com as seguintes classificações: os peletizados, os quimicamente alterados e os encapsulados. O primeiro grupo compreende os compostos de baixa solubilidade, cuja liberação de nutrientes depende da ação microbiana; o segundo grupo é composto por fertilizantes modificados, insolúveis em água e no último grupo, os revestidos por resina orgânica permeável à água (HARTMANN; KESTER, 1994; VALERI; CORRADINI, 2000).

A definição do tamanho e o tipo do recipiente para a produção de mudas também são fatores importantes, pois influenciam diversas características morfofisiológicas da muda (altura, diâmetro, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, matéria seca total e os índices morfológicos) e podem impactar no percentual de sobrevivência no campo, na produtividade da cultura, na proteção das raízes contra os danos mecânicos e a desidratação, além de propiciar um manejo mais adequado, tanto no viveiro quanto no transporte e no plantio (GOMES, 2001; GOMES; PAIVA, 2004).

Os recipientes devem promover boas condições para o crescimento do sistema radicular sem que ocorram deformações; ter o volume de substrato para o crescimento completo do sistema radicular, para que a muda atinja o tamanho de expedição em menor tempo, com baixo custo unitário e boa durabilidade do recipiente e proporcionar condições para a mecanização do viveiro e o plantio e menores condições de aparecimento e propagação de pragas e doenças (GOMES et al., 2003; GOMES; PAIVA, 2004; MALAVASI; MALAVASI, 2006).

A incorporação dos tubetes no processo de produção de mudas promoveu inúmeras vantagens técnicas, tais como menor consumo do substrato; melhor formação do sistema radicular (mais compacto e estruturado); permite realizar alternagem (raleio) das mudas; melhores condições ergonômicas de trabalho; permite automação de várias fases do processo; permite maior

produção de mudas por unidade de área; facilita o acondicionamento para o transporte; os tubetes são reutilizáveis; diminui a necessidade de mão de obra e o custo final da muda é reduzido a 1/3 do que é alcançado com o sistema em sacos plásticos (STURION; ANTUNES, 2000; NAPPO; GOMES; CHAVES, 2001; REIS, 2006; DAVIDE; FARIA, 2008).

Os tubetes foram desenvolvidos nos Estados Unidos, por volta de 1975, para a propagação de espécies florestais. São recipientes de forma cônica, fabricados com plásticos rígidos (polipropileno). A presença de estrias longitudinais em seu interior evita o enovelamento do sistema radicular (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005; DAVIDE; FARIA, 2008). Foi amplamente difundido no Brasil, para mudas de espécies de rápido crescimento com fins comerciais, devido às suas vantagens operacionais, econômicas e biológicas.

Dentre as desvantagens do uso de tubetes, podem-se citar: maior investimento inicial na implantação do viveiro, por isso esse sistema é mais recomendado para viveiros com grande produção de mudas a longo prazo de funcionamento; as mudas precisam de irrigação mais frequentes, tanto na fase de viveiro quanto no pós-plantio; a lixiviação de nutrientes é mais intensa, o que gera a necessidade de constantes adubações em cobertura (essa desvantagem desaparece com a utilização de fertilizantes de liberação controlada) e a probabilidade de efeito salino dos fertilizantes é maior do que para as mudas em sacos plásticos (STURION; ANTUNES, 2000; GONÇALVES et al., 2000; DAVIDE; FARIA, 2008).

Os tubetes mais recomendados para a produção de mudas florestais são aqueles com capacidade de 50 a 180 cm<sup>3</sup>. Estes últimos têm capacidade de suportar períodos maiores de espera da muda no viveiro, antes do plantio no campo e, de acordo com Cunha et al. (2005), quando economicamente viável, o uso do recipiente com maior volume promove o maior desenvolvimento das mudas. Segundo Gomes e Paiva (2004), recipientes com maior volume de

substrato apresentam tendência de produzir mudas mais vigorosas e de melhor qualidade. Contudo, alguns trabalhos comparando o desempenho de mudas produzidas em recipientes de pequenas dimensões mostram que as diferenças iniciais de altura e diâmetro tendem a desaparecer após o plantio (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005).

Como a fertilização dos substratos é feita no ato da mistura dos componentes para a adubação de base (kg de NPK/m<sup>3</sup> do substrato), tubetes de maiores dimensões apresentam maior disponibilidade de nutrientes e maior crescimento das mudas, embora a concentração por volume de substrato não se altere em relação a um de menor dimensão (GOMES; PAIVA, 2004; CUNHA et al., 2005; DAVIDE; FARIA, 2008). Observando este fato, o que influenciaria mais no crescimento da planta em tubetes maiores: a maior quantidade de fertilizante disponível ou o maior espaço para a formação do sistema radicular? Seria possível produzir mudas de qualidade equivalente em tubetes menores, se houver aumento na quantidade de fertilizante no substrato?

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da dose de fertilizante, do volume do recipiente e da compensação nutricional na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Localização do experimento**

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, na cidade de Lavras, Minas Gerais, a 919 m de altitude, latitude 21°14'43"S, longitude 44°59'59" W e clima tipo Cwa (clima tropical de altitude), segundo a classificação de Koppen

(ANTUNES, 1986). Os dados de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, durante o período experimental, de 17/09/10 a 20/05/11, em Lavras, encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Precipitação (mm), temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), no município de Lavras, MG, no período de setembro de 2010 a maio de 2011.

Mês	Precipitação mensal total (mm)	Temperatura mensal (°C)			Umidade relativa mensal (%)
		Máx	Mín.	Média	
<b>Setembro</b>	43,4	27,3	14,0	20,1	61,3
<b>Outubro</b>	143,5	27,1	17,6	21,4	76,5
<b>Novembro</b>	303,4	27,1	17,6	21,4	76,5
<b>Dezembro</b>	288,7	27,1	17,6	21,4	76,5
<b>Janeiro</b>	348,2	28,6	19,0	22,9	77,0
<b>Fevereiro</b>	103,5	31,1	18,9	24,0	68,2
<b>Março</b>	319,2	27,4	18,6	22,0	79,7
<b>Abril</b>	60,6	27,4	16,9	21,3	72,6
<b>Maió</b>	9,6	25,2	13,6	18,2	72,8

Fonte: Estação climatológica da UFLA.

## 2.2. Condução do experimento

### 2.2.1. A escolha da espécie

Foram coletadas sementes de dez espécies, no estado de Rondônia e enviadas ao Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras, onde foram submetidas aos testes de germinação e umidade. O teste de germinação foi constituído de quatro repetições de 25 sementes cada, em placas de Petri contendo duas folhas de papel de germinação umedecidas com água e incubadas em câmaras de germinação do tipo BOD, a 30 °C e luz constante. O

teste de umidade foi feito pelo teste da estufa a 103 °C, por 17 horas, a partir de quatro repetições de 1 g de sementes cada (BRASIL, 1992).

Com base nos resultados do teste de germinação e na revisão de literatura, a fim de verificar a existência de informações sobre a produção de mudas nativas da região de Rondônia, foi escolhido o ipê-do-cerrado (*Handroanthus ochraceus*). As sementes foram desinfestadas em hipoclorito de sódio (1%), por 10 minutos e imediatamente utilizadas nos testes citados.

### **2.2.2. Produção de mudas**

O experimento foi conduzido em área de pleno sol, utilizando dois tipos de tubetes de polietileno: com capacidade de 115 cm<sup>3</sup> (diâmetro superior de 3,8 cm, 14,5 cm de altura e oito frisos internos) e com capacidade de 55 cm<sup>3</sup> (diâmetro superior de 2,6 cm, 12,5 cm de altura e 6 frisos internos), que foram acondicionados em bandejas de plástico suspensas a 100 cm da superfície do solo.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) e, para avaliar o efeito das doses de fertilizante por m<sup>3</sup> de substrato e do volume do tubete, foi utilizado esquema fatorial 2 x 3, totalizando seis tratamentos com quatro repetições cada. Para avaliar o efeito da compensação nutricional, foi utilizado esquema fatorial 2 x 6, totalizando 12 tratamentos com quatro repetições cada. Cada parcela referente aos tubetes de 115 cm<sup>3</sup> totalizavam 54 mudas, sendo que apenas as 16 centrais eram utilizadas para medições. As parcelas referentes aos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> totalizavam 48 mudas e apenas as 16 centrais foram utilizadas para as aferições.

O substrato utilizado para o enchimento dos tubetes foi composto por uma mistura de vermiculita, esterco de curral curtido e peneirado, casca de arroz

carbonizada e fibra de coco, na proporção em volume seco de 1:2:3:4, respectivamente. Os componentes utilizados foram misturados de forma a se obter homogeneidade do material sendo, em seguida, umedecidos.

Para a adubação química do substrato foi utilizado fertilizante de liberação controlada (FLC) da marca Osmocote® (5-6 meses de ação, composto por nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) na proporção de 15:09:12 e, ainda, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e micronutrientes, como boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe) e zinco (Zn)).

A adubação de base foi calculada de forma que fossem testadas três doses padrões de fertilizante, bastante utilizadas em viveiros de produção de mudas de espécies florestais (3,5; 4,5 e 5,5  $kg.m^{-3}$ ) e referenciadas na literatura especializada. Para avaliação da compensação nutricional na adubação de base, foram calculadas seis doses para que ambos os tubetes recebessem: 0,19; 0,24; 0,30; 0,40; 0,51 e 0,63 g de fertilizante/tubete, ou seja, os tubetes de 55  $cm^3$  foram preenchidos com substratos com 3,5; 4,5; 5,5; 7,3; 9,4; 11,5  $kg.m^{-3}$  de fertilizante e os tubetes de 115  $cm^3$  foram preenchidos com substratos com 1,67; 2,15; 2,63; 3,5; 4,5 e 5,5  $kg.m^{-3}$  de fertilizante. Na Figura 1 é apresentado um esquema ilustrativo da compensação nutricional na adubação de base.

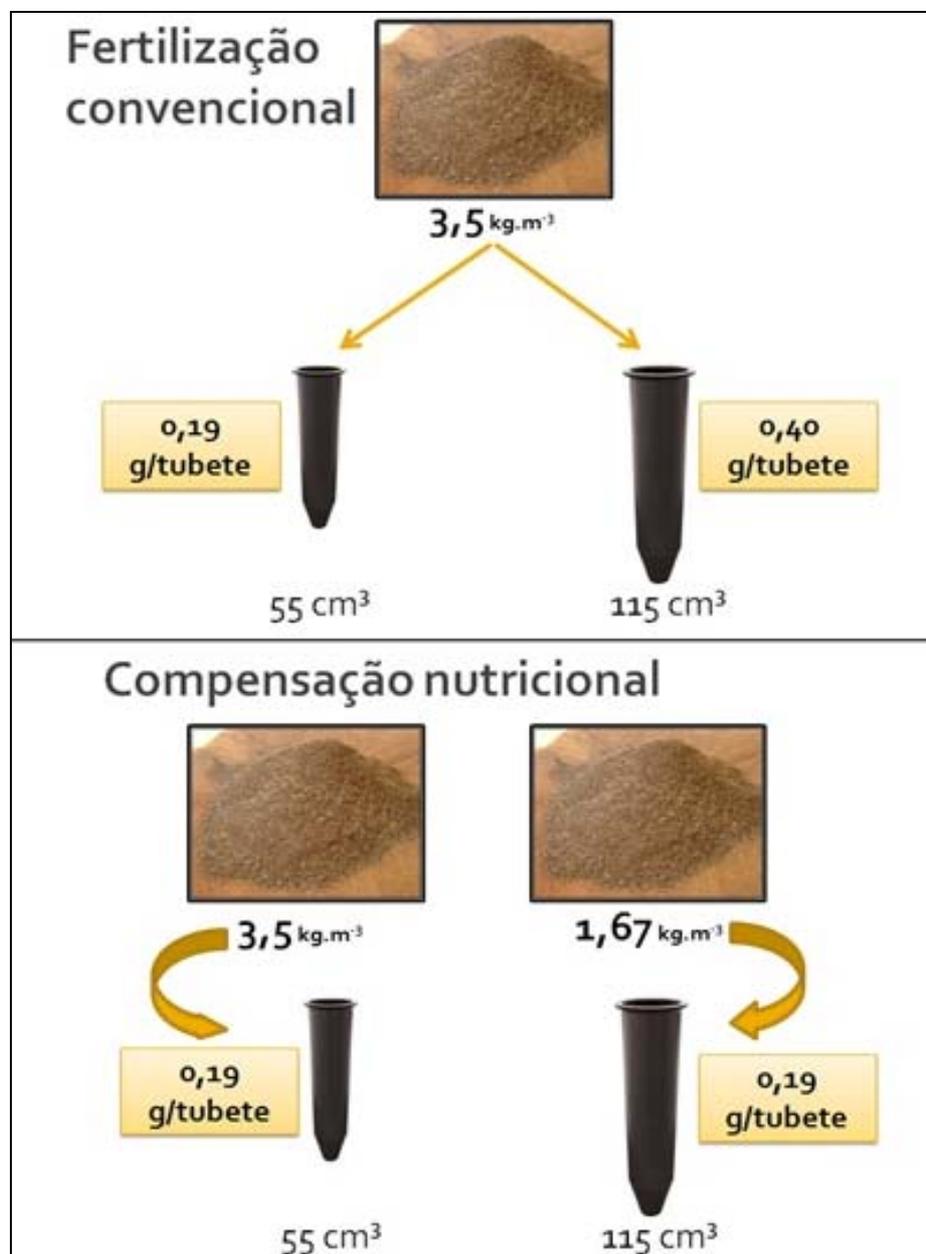


Figura 1. Esquema ilustrativo da metodologia de compensação de fertilizante.

Os tubetes foram preenchidos com os substratos pré-umedecidos, conforme recomendado por Davide e Faria (2008), realizando-se leve compactação por meio de bateção manual das bandejas e completando-se o volume, de forma que o substrato se acomodasse uniformemente dentro dos tubetes.

A semeadura foi realizada colocando-se duas sementes por tubete e recobrando-as com uma fina camada do mesmo substrato utilizado no enchimento. Em seguida, as bandejas foram cobertas com uma tela de sombreamento com malha 50%, permanecendo protegidas durante os 20 primeiros dias após a semeadura.

A irrigação das mudas foi realizada por microaspersão três vezes ao dia, com duração de cinco minutos cada irrigação.

Aos 30 dias após a semeadura efetuou-se o desbaste, eliminando-se as plântulas excedentes em cada recipiente, deixando-se apenas uma muda por tubete, sendo essa a mais centralizada e mais vigorosa. No decorrer do período experimental, as mudas das bandejas foram classificadas com relação à altura da parte aérea, seguindo a metodologia descrita por Davide e Faria (2008).

Aos 75 dias após a semeadura, realizou-se a alternagem das mudas, passando a lotação de 100% para 50% das células de cada bandeja, numa densidade final de 192 mudas/m<sup>2</sup>, independente do tubete utilizado.

Além da adubação de base, foram necessárias adubações de cobertura para o melhor crescimento das mudas. As adubações de cobertura foram realizadas aos 125 e aos 140 dias após a semeadura, com a aplicação, em cada tubete, de 12 mL de solução de MAP + KCl (correspondendo à aplicação de 1.000 g de MAP + 120 g de KCl para 10.000 tubetes), de acordo com recomendações de Davide e Faria (2008). Esta adubação foi aplicada via solução aquosa, com o auxílio de pistola veterinária. Para que a adubação de cobertura não mascarasse o efeito da adubação de base testada, a concentração da solução

de MAP + KCl foi modificada e aplicada de maneira equivalente à dose da adubação de base. Os valores se encontram na Tabela 2.

**Tabela 2.** Doses de fertilizante para adubação de base e cobertura de utilizadas na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus*, de acordo com o volume do tubete.

Trat.	Tubete (cm <sup>3</sup> )	Dose de fertilizante(kg/m <sup>3</sup> )	Dose de fertilizante(g)/tubete	Dose de MAP(g) + KCl (g)*
1	55	3,5	0,19	5,8 + 0,7
2	55	4,5	0,24	7,5 + 0,9
3	55	5,5	0,30	9,3 + 1,1
4	55	7,3	0,40	17,7 + 1,7
5	55	9,4	0,51	16,4 + 2,0
6	55	11,5	0,63	20,0 + 2,4
7	115	1,67	0,19	5,8 + 0,7
8	115	2,15	0,24	7,5 + 0,9
9	115	2,63	0,30	9,3 + 1,1
10	115	3,5	0,40	17,7 + 1,7
11	115	4,5	0,51	16,4 + 2,0
12	115	5,5	0,63	20,0 + 2,4

\*Dosagem calculada para 200 mudas, em função da equivalência da dosagem de fertilizante na adubação de base.

### 2.2.3. Características mensuradas

As avaliações das características como altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC) das mudas iniciaram-se aos 75 dias após a semeadura e foram feitas quinzenalmente, até os 150 dias, utilizando dezesseis mudas centrais de cada repetição.

A altura da parte aérea foi medida por meio de régua milimetrada a partir do nível do substrato até a gema terminal. O diâmetro do coleto foi mensurado ao nível do substrato, utilizando paquímetro digital com precisão de

0,1 mm. Aos 150 dias após a semeadura, foram avaliadas as características matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR).

Na avaliação da matéria seca foram utilizadas oito mudas de cada repetição, retiradas dos tubetes e cortadas na base do caule, utilizando-se 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 repetição foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e colocadas em estufa, a 70 °C, até atingirem o peso constante. Após secas, as amostras foram pesadas para a determinação da matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes.

De posse dos 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 diferentes índices de qualidade de mudas: relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes (MSPA /MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), este por meio da fórmula de Dickson et al. (1960).

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{D (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}}$$

em que

IQD = índice de qualidade de Dickson

MST = matéria seca total (g)

H = altura da parte aérea da muda (cm)

DC = diâmetro do coleto da muda (mm)

MSPA = matéria seca da parte aérea (g)

MSR = matéria seca do sistema radicular (g)

#### **2.2.4. Análise dos dados**

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e, se constatada ausência de normalidade ( $p < 0,05$ ), os mesmos eram convertidos ao  $\log_{10}(X)$ . Dados normais (ou normalizados) foram analisados por meio da análise de variância (ANAVA) e, quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F, foram realizados teste de Tukey, a 5% de probabilidade (dados qualitativos) ou análise de regressão (dados quantitativos). Dados não normalizados mesmo após a conversão foram analisados por meio de modelos lineares generalizados e, quando constatada diferença entre os tratamentos, realizaram-se teste de Tukey e análise de regressão. Foi utilizado o software R for Windows versão 2.12.0 (R development core Team, 2011).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

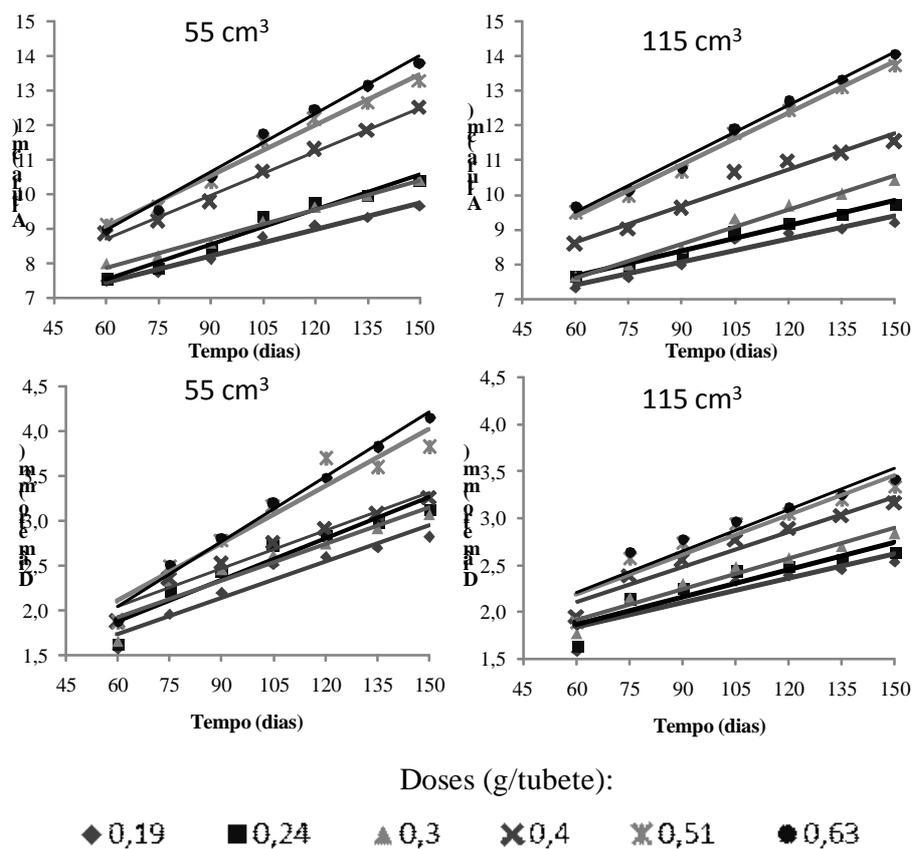
#### **3.1. Germinação de sementes em laboratório**

As sementes de *Handroanthus ochraceus* chegaram ao laboratório de sementes florestais apresentando 7% de conteúdo de água e 69% de germinação. As sementes germinaram uniformemente, todas aos onze dias após a semeadura.

#### **3.2. Crescimento das mudas no viveiro**

As mudas de *Handroanthus ochraceus* apresentaram crescimento linear em altura e diâmetro do coleto enquanto permaneceram no viveiro. Foi possível

notar que as mudas produzidas nos tubetes de 55 cm<sup>3</sup>, nas maiores doses de fertilizante, tiveram maior incremento em diâmetro do coleto e, para a altura, não houve diferenças entre os dois recipientes (Figura 2).



**Figura 2:** Crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas de *Handroanthus ochraceus* produzidas em tubetes de 55 e 115 cm<sup>3</sup>, com diferentes doses de fertilizante.

### 3.3. Efeito da fertilização convencional e volume de tubetes

Na Tabela 3 encontra-se o resumo da análise de variância para efeito da fertilização convencional (3,5; 4,5 e 5,5 kg.m<sup>-3</sup>) e dois volumes de tubetes (55 e 115 cm<sup>3</sup>) na produção de mudas de *Handroanthus ochracea*. A dose afetou significativamente as características altura, diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea, relação matéria seca da parte aérea/matéria seca das raízes e o IQD. O volume do recipiente afetou significativamente todas as características avaliadas. A interação entre os fatores dose\*tubete apresentou significância para as características altura, diâmetro do coleto e matéria seca da parte aérea.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as três doses convencionais de fertilizante e dois volumes de tubetes para mudas de *Handroanthus ochracea*, aos 150 dias após a semeadura.

Fonte de variação	Quadrado médio						
	H	DC	H/DC	MSPA	MSR	MSPA/MSR	IQD
<b>Dose (D)</b>	0,254*	9,28*	0,0159 <sup>ns</sup>	6,4*	0,4757 <sup>ns</sup>	1,328*	0,4295*
<b>Tubete (T)</b>	0,857*	26,9*	0,0627*	13,13*	0,0181*	5,277*	0,2829*
<b>DxT</b>	0,035*	2,6*	0,0001 <sup>ns</sup>	1,786*	0,0131 <sup>ns</sup>	0,205 <sup>ns</sup>	0,1596 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	0,006	0,32	0,0048	0,108	0,00959	0,108	0,0535
<b>Media Geral</b>	12,22	3,36	3,76	1,01	1,56	0,701	0,594
<b>CV</b>	7,25	17,43	12,26	32,5	24,63	47,05	38,94

Valores seguidos de “\*” indicam efeito significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F, enquanto valores seguidos de “<sup>ns</sup>” indicam efeito não significativo.

Quando se compararam as três doses de fertilizantes ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) comuns aos dois tubetes, na Tabela 4 nota-se que as alturas das mudas foram influenciadas tanto pelas doses como pelo volume do tubete. Maiores doses aplicadas ao substrato e maiores tubetes proporcionaram maiores valores de altura, assim como os resultados obtidos também por Viana et al. (2008), Braga (2006) e Ferraz e Engel (2011). Segundo Birchler et al. (1998) e Ritchie et al. (2010), não se deve avaliar a qualidade da muda utilizando-se apenas a altura como parâmetro, uma vez que esta característica proporciona apenas uma aproximação da capacidade fotossintética e área transpiratória, ignorando a arquitetura do caule e sistema radicular.

**Tabela 4.** Efeito da dose de fertilizante/ $\text{m}^3$  de substrato e do volume do tubete na altura (H), no diâmetro (DC) e na relação altura/diâmetro do coleto (H/DC) de mudas de *Handroanthus ochracea*, aos 150 dias após a semeadura.

Dose de fertilizante ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	H (cm)		DC (mm)		H/D	
	Tubete 55	Tubete 115	Tubete 55	Tubete 115	Tubete 55	Tubete 115
3,5	09,60 Bb	11,95 Ca	2,77 Ab	3,14 Ca	3,46 Ab	3,80 Aa
4,5	10,36 ABb	14,50 Ba	2,86 Ab	3,79 Ba	3,62 Aa	3,82 Aa
5,5	11,01 Ab	15,89 Aa	3,02 Ab	3,97 Aa	3,64 Ab	4,00 Aa
<b>CV (%)</b>	<b>7,6</b>		<b>17,5</b>		<b>12,3</b>	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam doses de fertilizante e letras minúsculas comparam volume de tubete. CV (%) = coeficiente de variação.

Assim como nos resultados obtidos por Malavasi e Malavasi (2006) e Viana et al. (2008) para os valores de diâmetro, o aumento do volume dos tubetes acarretou em maiores valores de diâmetro do coleto das mudas, mas o aumento de doses de fertilizantes só proporcionou aumento em diâmetro nos tubetes de maior volume. Independentemente das doses no tubete de  $115\text{ cm}^3$ , todas as mudas atingiram diâmetro do coleto superior a 3 mm, característica considerada como dentro do padrão de qualidade de mudas florestais (GOMES;

PAIVA, 2008). As mudas produzidas no tubete de 55 cm<sup>3</sup>, na maior dosagem (5,5 kg.m<sup>-3</sup>), também alcançaram valor superior a 3 mm. De acordo com Ritchie et al. (2010), o diâmetro do coleto é a variável que melhor prediz o desempenho das mudas no pós-plantio, porém, para cada espécie haverá um valor padrão, além da influência das condições de plantio. O maior diâmetro de caule deve-se, provavelmente, ao aumento da quantidade das reservas carreadas das folhas até este órgão, estimulando a atividade do câmbio vascular responsável pelo crescimento em espessura e, conseqüentemente, reduzindo o crescimento em altura (TAVARES JUNIOR, 2004).

Tendo como base a altura e o diâmetro do coleto isoladamente, é possível fazer inferências sobre a qualidade das mudas, porém, a relação entre estas duas características também traz informações importantes. Os valores das relações altura/diâmetro do coleto não foram influenciados pelas dosagens, mas houve tendência de maiores tubetes proporcionarem maiores valores para a relação H/DC. Resultados semelhantes foram encontrados por José, Davide e Oliveira (2009), Bomfim et al. (2009), Brachtvogel e Malavasi (2010) e Leles et al. (2006). Valores para a relação H/DC não podem ser generalizados para todas as espécies, considerando-se que cada espécie apresenta características morfofisiológicas específicas (GASPARIN, 2012).

Os baixos valores encontrados para altura das mudas neste trabalho são comuns em espécies do Cerrado. Paiva Sobrinho et al. (2010) estudaram três espécies nativas do Cerrado (*Hancornia speciosa*, *Dipteryx alata* e *Eugenia dysenterica*) e, para duas delas, encontraram baixos valores em altura, variando entre 14,17 a 19,32 cm. Porém, no estudo de Paiva Sobrinho et al. (2010), com a espécie *Eugenia dysenterica* e neste trabalho, pode-se notar um incremento em diâmetro do coleto, mostrando que estas espécies tendem a alocar recursos no caule, como também será observado a seguir, nas raízes.

Pelos dados da Tabela 5 nota-se que o aumento nas dosagens de fertilizante incrementou significativamente a MSPA de mudas produzidas em ambos os volumes de tubete. Este parâmetro também foi fortemente influenciado pelo volume do tubete e as mudas provenientes do tubete de 115 cm<sup>3</sup> tinham maior MSPA do que as mudas produzidas no de 55 cm<sup>3</sup>. Diversos autores também encontraram resultados semelhantes para MSPA (MALAVASI; MALAVASI, 2006; BRATCHVOGEL; MALAVASI, 2010; JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2009).

**Tabela 5.** Efeito da dose de fertilizante por m<sup>3</sup> de substrato e do volume do tubete na matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz (MSPA/MSR) de mudas de *Handroanthus ochracea*, aos 150 dias após a semeadura.

Dose de fertilizante (kg/m <sup>3</sup> )	MSPA (g)		MSR (g)		MSPA/MSR	
	Tubete 55	Tubete 115	Tubete 55	Tubete 115	Tubete 55	Tubete 115
3,5	0,65 Bb	0,91 Ca	1,48 Aa	1,45 Ba	0,44Bb	0,63Ba
4,5	0,73 ABb	1,31 Ba	1,40 Aa	1,57 ABa	0,52 Ab	0,83 Aa
5,5	0,86 Ab	1,59 Aa	1,58 Aa	1,88 Aa	0,54 Ab	0,84 Aa
<b>CV (%)</b>	<b>32,5</b>		<b>24,6</b>		<b>47,1</b>	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam doses de fertilizante e letras minúsculas comparam volume de tubete. CV (%) = coeficiente de variação.

O parâmetro MSR não foi influenciado pelo volume do tubete, porém, o aumento nas doses de fertilizante no tubete de 115 cm<sup>3</sup> levou a um incremento para os valores deste parâmetro. No tubete de 55 cm<sup>3</sup> as doses não apresentaram influência significativa. Nos trabalhos de Braga (2006), Moraes Neto et al. (2003), José, Davide e Oliveira (2005), Gomes et al. (2003) e Ferraz e Engel (2011) também foram encontrados resultados semelhantes. Este padrão foi observado também para o diâmetro (Tabela 3), demonstrando que a espécie *Handroanthus ochraceus* investe em acúmulo de matéria seca nas raízes e no caule. A relação MSPA/MSR foi influenciada tanto pelo volume do tubete

quanto pela dosagem de fertilizante, tendo os maiores doses e volumes apresentado melhores valores para este parâmetro. Resultados semelhantes foram encontrados também por José, Davide e Oliveira (2005) e José, Davide e Oliveira (2009).

Foi observado que o sistema radicular da espécie *Handroanthus ochraceus* apresenta uma característica peculiar à das demais espécies. A raiz principal acumulou grande quantidade de fotoassimilados, o que foi notado após a retirada das mudas do tubete. Observando-se os dados da Tabela 5 nota-se que, de maneira geral, não houve influência da dose de fertilizante nem do volume do tubete na MSR, porém, grande diferença foi notada ao se avaliar a MSPA. Tanto para doses de fertilizante por m<sup>3</sup> de substrato quanto para volumes de recipientes foram observadas diferenças significativas. Assim, conclui-se que esta espécie, naturalmente, apresenta grande crescimento do sistema radicular e, quando as condições de fertilização e espaço são otimizadas, a mesma investe em crescimento em altura.

Os valores de IQD não foram influenciados pelo volume do tubete, porém, com o aumento das doses houve aumento significativo para este parâmetro, nas mudas produzidas no tubete de 115 cm<sup>3</sup> (Tabela 6). Este resultado é semelhante aos encontrados por Leles et al. (2006), José, Davide e Oliveira (2009) e Ferraz e Engel (2011). Os valores ideais de IQD (acima de 0,2) propostos por Dickson, Leaf e Hosner (1960) foram calculados para espécies de coníferas e têm sido utilizados para predizer o desempenho em campo de diversas espécies florestais. Trabalhos a respeito deste assunto demonstram uma gama de valores para este parâmetro, variando de 0,06, em mudas de *Calycophyllum spruceanum* (MORAES NETO et al., 2003), a até 2,88, em mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia* (GONÇALVES et al., 2010).

**Tabela 6.** Efeito da dose de fertilizante, por m<sup>3</sup> de substrato e do volume do tubete no índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de *Handroanthus ochracea*, aos 150 dias após a semeadura.

Dose de fertilizante (kg/m <sup>3</sup> )	IQD	
	Tubete 55	Tubete 115
3,5	0,54 Aa	0,54 Ca
4,5	0,52 Aa	0,62 Ba
5,5	0,59 Aa	0,72 Aa
<b>CV (%)</b>	<b>39,0</b>	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam doses de fertilizante e letras minúsculas comparam volume de tubete. CV (%) = coeficiente de variação.

### 3.4. Efeito da compensação nutricional e volume de tubetes

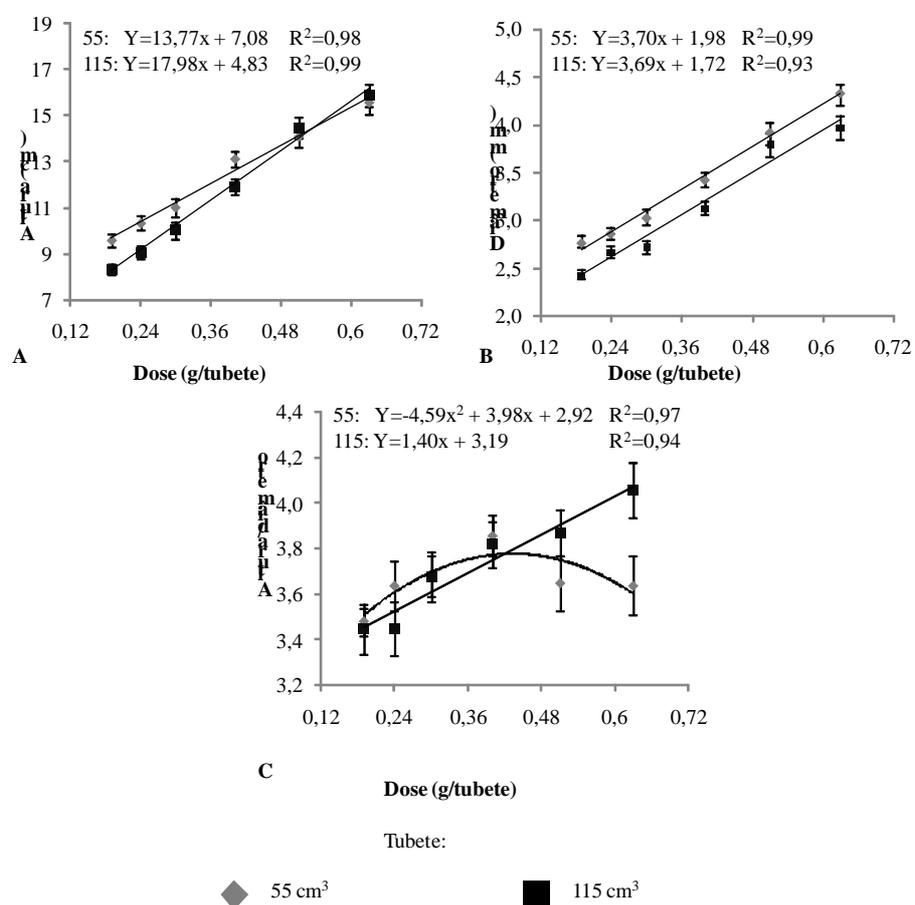
Na Tabela 7 é apresentado o resumo da análise de variância para a compensação da adubação de base e volume de tubetes na produção de mudas de *Handroanthus ochracea*. A dose de fertilizante por recipiente e volume do recipiente influenciou significativamente todas as características avaliadas. A interação entre os fatores dose\*tubete apresentou significância para altura, relação MSPA/MSR e IQD.

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para compensação nutricional da adubação de base (seis doses de fertilizante) e dois volumes de tubetes para mudas de *Handroanthus ochracea*, aos 150 dias após a semeadura.

Fonte de variação	Quadrado médio						
	H	DC	H/DC	MSPA	MSR	MSPA/MSR	IQD
<b>Dose (D)</b>	2,965*	124,27*	5,93*	56,45*	1,3675*	8,066*	6,75*
<b>Tubete (T)</b>	0,849*	6,78*	0,39*	2,48*	0,762*	0,56*	2,45*
<b>DxT</b>	0,073*	0,0 <sup>ns</sup>	3,1 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,0046 <sup>ns</sup>	0,927*	0,174*
<b>Resíduo</b>	0,006	0,27	0,40	0,10	0,0138	0,083	0,056
<b>Media geral</b>	11,96	3,25	3,69	0,99	1,60	0,66	0,61
<b>CV</b>	7,31	16,05	17,13	32,43	38,98	43,72	38,47

Valores seguidos de “\*” indicam efeito significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F, enquanto valores seguidos de “<sup>ns</sup>” indicam efeito não significativo.

Na Figura 3 encontram-se os valores para altura da parte aérea das mudas de *Handroanthus ochracea*. Observa-se um incremento significativo para este parâmetro nos tubetes de 55 e 115 cm<sup>3</sup>, na medida em que as doses de fertilizante foram aumentadas. Porém, ao contrário dos dados apresentados na Tabela 4, a altura da parte aérea das mudas de *Handroanthus ochraceus* não apresentou diferença significativa entre os volumes de tubetes a partir do momento em que houve compensação da dose de fertilizante por tubete (Figura 3). As mudas produzidas nos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> apresentaram valores para altura semelhantes e, em alguns casos, superiores aos das mudas produzidas nos tubetes de 115 cm<sup>3</sup>. Com isso, pode-se afirmar que as mudas de *Handroanthus ochraceus* são mais responsivas à quantidade de fertilizante do que ao volume do tubete, quando se trata de crescimento em altura.



**Figura 3.** Efeito da dose de fertilizante por tubete e volume de tubete sobre: A) altura, B) diâmetro do coleto e C) relação altura/diâmetro de mudas de *Handroanthus ochracea*, aos 150 dias após a semeadura.

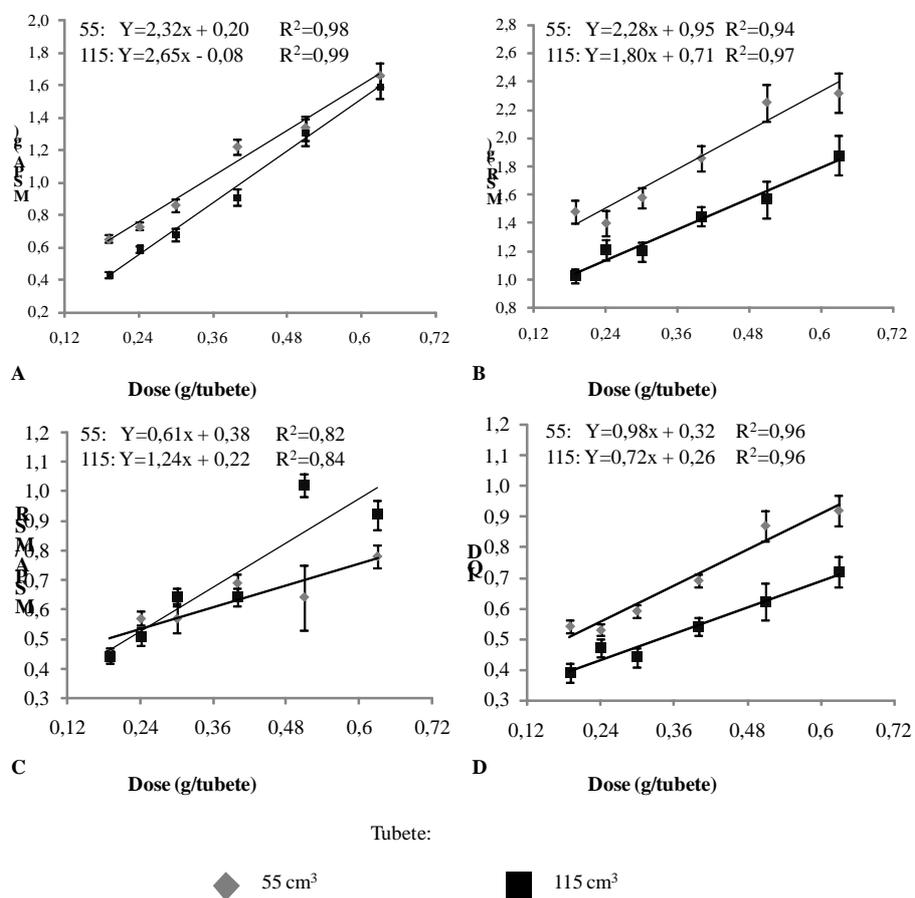
Para a característica diâmetro do coleto (Figura 3), nota-se que as três menores doses não exerceram influência em nenhum dos tubetes testados. Já as maiores doses produziram mudas com maiores diâmetros, notando-se uma tendência de melhor desempenho daquelas mudas produzidas nos tubetes menores. Para a relação H/DC, as doses de fertilizante apresentaram influência apenas nas mudas produzidas em tubetes de 115 cm<sup>3</sup>, em que as três maiores

doses favoreceram o incremento da relação. Pode-se observar que o volume do tubete não interferiu diretamente nesta relação (Figura 3).

O aumento das doses de fertilizante também acarretou no aumento dos valores para MSPA nos tubetes de 55 e 115 cm<sup>3</sup> (Figura 4). Nas maiores doses de fertilizante pode-se perceber que não houve diferença estatística significativa entre os tubetes testados. Para as demais doses, houve tendência de os tubetes menores produzirem mudas com maiores valores de MSPA. A variável MSR também foi significativamente afetada pelo incremento na dose de fertilizante, em que maiores valores para MSR foram obtidas nas maiores doses.

O volume do tubete também interferiu na MSR, tendo os tubetes de 55 cm<sup>3</sup> apresentado melhor desempenho para esta variável, ao se comparar com os de 115 cm<sup>3</sup>. De maneira geral, a relação MSPA/MSR não foi afetada pelo volume do tubete (Figura 4), porém, com o aumento na dosagem de fertilizantes houve um aumento para os valores desta variável em ambos os tubetes testados.

Com relação ao IQD (Figura 4), pode-se observar um efeito significativo devido ao aumento das doses de fertilizantes. Também se pode observar que as mudas produzidas nos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> apresentaram maiores valores de IQD, comparadas àquelas produzidas em tubetes de 115 cm<sup>3</sup>. Mais uma vez, este parâmetro se mostrou eficiente em expressar a qualidade da muda, uma vez que mostrou diferenças significativas entre as dosagens e um melhor desempenho daquelas mudas produzidas no tubete de 55 cm<sup>3</sup>, o que corrobora os dados apresentados nas Figuras 3 e 4.



**Figura 4.** Efeito da dose de fertilizante por recipiente e volume de tubete sobre: A) matéria seca da parte aérea, B) matéria seca da raiz, C) relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz e D) índice de qualidade de Dickson de mudas de *Handroanthus ochracea*, aos 150 dias após a semeadura.

Souza et al. (2002), estudando produção de mudas de *Eugenia dysenterica* em três volumes de tubetes, constataram que as mudas produzidas em menores tubetes (50 e 120 cm<sup>3</sup>) tiveram maior crescimento em altura e diâmetro após o plantio em campo.

#### 4. CONCLUSÕES

O aumento na dose de fertilizante ocasionou um incremento nos parâmetros morfológicos: altura, diâmetro, relação altura/diâmetro e matéria seca da raiz, em ambos os tubetes.

Ao se compensar a dose de fertilizante nos tubetes menores, o volume do tubete não influenciou os parâmetros matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e índice de qualidade de Dickson.

#### REFERÊNCIAS

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 9-13, jul. 1986.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p. 238-250, jan./dez. 2000.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros defintorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 7, n. 1-2, p. 109-121, out. 1998.

BOMFIM, A. A. et al. Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2009.

BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do tubete, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium*

(Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 223-232, mar./abr. 2010.

BRAGA, E. A. **Substrato de fertilização na produção de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (D.C) McLeisch, em tubetes**. 2006. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal, 1992.

BRONDANI, G. E. C. et al. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 167-176, 2008.

CAMPOS, S. L. Substratos à base de casca de pinus para produção de mudas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO SOBRE VIVEIROS FLORESTAIS, 2., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 2007. 1 CD-ROM.

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o crescimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: SEMINÁRIO DE FLORESTAS PLANTADAS NOS TRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983, p. 10-24.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR, 1995.

CECONI, D. E. et al. Crescimento de mudas de açoita cavalo (*Luhea devaricata* Mart) sob influencia da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 292-299, jul./set. 2006.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Bara). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, jun. 2004.

CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos tubetes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* ( Mart. Ex D.C.) STANDL. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507-516, jul./ago. 2005.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Ed.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. Cap. 2, p. 83-122.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: IF, 1990.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 413-423, mar./abr. 2011.

FONSECA, C. A.; PAIVA, H. N. de; GUERREIRO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete –cascas (*Samanea inopinata* Harms), Duck. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* ( L.) Blume, *Cedrella fissilis* Veli. E *Aspidosperma polyneuron* Mull Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n.4, p. 515-523, jul./ago. 2002.

FONSECA, R.; RODRIGUES, R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 27-43, jun. 2000.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação**. 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FURTINI NETO, A. E. et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. N. E. de; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

GASPARIN, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan**. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GEMAQUE, R. C. R. et al.. Efeito das secagens lenta e rápida em sementes de Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) STANDL.). **Cerne**, Lavras, v.11, n. 4, p. 329-335, out./dez. 2005.

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

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, nov./dez. 2002.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K**. 2001.166 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Produção de mudas de eucalipto por sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 242, p. 14-22, 2008.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 169-225.

GONÇALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de *sansão-do-campo* (*Mimosa caesalpineaiifolia* Benth) sob diferentes doses de macronutrientes. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 599-609, dez. 2010.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagación de plantas: principios y prácticas**. 3. ed. México: Continental, 1994.

HOPPE, J. M.; BRUN, E. J. **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria: UFSM, 2004.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Agrarian**, Oxford, v. 2, n. 3, p. 73-86, jan./mar. 2009.

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

KANO, N. K.; MARQUEZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Armazenamento de sementes de ipê dourado. **IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 17, p. 13-23, 1978.

KHALAF, H. A.; KOO, R. C. J. The use of controlled release nitrogen on container grown citrus seedlings. **Citrus & Vegetable Magazine**, Tampa, v. 46, n. 9, p. 10, 1983.

LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 69-78, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2006.

MALVESTITI, A. L. Propriedades e aplicação da fibra de coco na produção de mudas. In: BARBOSA, J. G. et al. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UVF, 2003. p. 129-157.

MARTO, G. B. T. **Tabebuia Alba (Ipê-Amarelo)**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2006. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/tabebuia.alba.asp>>. Acesso em: 30 nov. 2011.

MORAES NETO, S. P. et al. Fertilização de mudas de espécies arbóreas florestais nativas e exóticas. **Revista Arvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 129-137, mar./abr. 2003.

NAPPO, M. E.; GOMES, L. J.; CHAVES, M. M. F. Reflorestamento mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário**, Lavras, n. 30, p. 5-31, 2001.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. **Comparação de custos de sistemas de adubação para mudas de citros:** fontes de liberação lenta x solúveis. Pelotas: Embrapa clima temperado, 2002.

PAIVA SOBRINHO, S. P. et al. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. Rev. Bras. **Ciência Agrária**, Recife, v. 5, n. 2, p. 238-243, abr./jun. 2010.

REIS, E. R. **Variação espacial e temporal dos parâmetros morfológicos em mudas de pinus e eucalipto.** 2006. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

RIBEIRO, G. T. et al. **Produção de mudas de eucalipto.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.

RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Seedling Processing, Storage and Outplanting:** volume 7. Washington: Department of Agriculture Forest Service, 2010. Cap. 2, p. 17-81.

SALOMÃO, A. N. et al. **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado.** Brasília: Rede de sementes de Cerrado, 2003.

SAMÔR, O. J. M. et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes tubetes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 209-215, mar./abr. 2002.

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

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; RADMANN, E. B. Doses de fertilizantes de liberação lenta na formação de porta enxerto “trifoliata”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 520-523, dez. 2004.

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 71, p.1-49, 2001.

SOUZA, E. B. et al. Crescimento e sobrevivência de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC) nas condições de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 491-495, ago. 2002.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. p. 125-150.

TAVARES JÚNIOR, J. E. **Volume e granulometria do substrato na produção de mudas de café**. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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

VIANA, J. S. et al. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de tubetes. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 663-671, out/dez. 2008.