

MARCIEL LELIS DUARTE

**TUBETES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE CÁSSIA-ROSA (*Cassia grandis* L.f) E CANAFÍSTULA
(*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex DC)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciência Florestal,
para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL

2016

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

D812t
2016 Duarte, Marciel Lelis, 1989-
Tubetes e substratos na produção de mudas de cássia-rosa (*Cassia grandis* L.f) e canafistula (*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex DC) / Marciel Lelis Duarte. - Viçosa, MG, 2016.
vii, 48f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Cassia ferruginea*. 2. *Cassia grandis*. 3. Árvores - Mudas - Crescimento. 4. Árvores - Propagação. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal. II. Título.

CDD 22. ed. 631.52

MARCIEL LELIS DUARTE

**TUBETES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE CÁSSIA-ROSA (*Cassia grandis* L.f) E CANAFÍSTULA
(*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex DC)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciência Florestal,
para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA: 25 de Fevereiro de 2016

Aloisio Xavier
(Coorientador)

Helio Garcia Leite
(Coorientador)

Wantuelfer Gonçalves

Haroldo Nogueira de Paiva
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Espírito e o Divino Pai Eterno, que me presenteou com a força e a coragem necessária para trilhar mais este percurso.

À minha mãe, Eunice, pelo encorajamento e amor incondicional, sem a qual nada seria possível.

Meu irmão Roniel pela ajuda, apoio, amizade em todos os momentos de minha vida

Ao meu vô João (*in memoria*) pelos ensinamentos, amizade que irei levar comigo por toda a vida.

Ao professor Haroldo, pela orientação, ensinamentos e amizade.

À toda minha família, que mesmo longe, sempre me apoiou com muito carinho.

Aos sempre amigos, que sempre me ajudaram e me escutaram sempre que precisei.

Aos funcionários do Departamento e do Viveiro e da Silvicultura, por serem sempre tão prestativos.

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal pela oportunidade de realizar o curso.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos.

A todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

GRATIDÃO!

BIOGRAFIA

Marciel Lelis Duarte filho de Marcelo Ferreira Duarte e Eunice Olivia Lelis Duarte, nasceu em 12 de dezembro de 1989, em Viçosa, Minas Gerais. Concluiu o 2º grau em Canaã, Minas Gerais, na Escola Estadual Maria Aparecida David, em 2007.

Em março de 2008, iniciou o curso de Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, sendo o mesmo concluído em maio de 2013. Em agosto de 2013, iniciou o curso de Mestrado em Ciência Florestal na mesma Instituição, defendendo a dissertação em 25 de fevereiro de 2016.

ÍNDICE

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5
CAPITULO 1: TUBETES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CÁSSIA-ROSA (<i>Cassia grandis</i> L. f.).....	11
RESUMO:.....	11
ABSTRACT:.....	12
INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPITULO 2: TUBETES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANAFÍSTULA (<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad) Schrader ex DC).....	31
RESUMO	31
ABSTRACT:.....	32
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
CONCLUSÕES GERAIS.....	48

RESUMO

DUARTE, Marciel Lelis, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2016. **Tubetes e substratos na produção de mudas de cássia-rosa (*Cassia grandis* L.f) e canafístula (*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex DC).** Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva. Coorientadores: Aloisio Xavier e Helio Garcia Leite.

Diante da exploração, muitas vezes desordenada, dos recursos naturais, culminando na degradação das áreas e perda da biodiversidade, a recuperação ambiental por meio do plantio de espécies nativas é importante para reestabelecer o equilíbrio dos ecossistemas e para preservar as espécies. Mudas de qualidade são fundamentais para garantir o sucesso dos plantios florestais, pois possibilitam o maior crescimento e sobrevivência pós-plantio no campo. Para a produção de mudas de boa qualidade, entre vários fatores, a escolha adequada do recipiente e do substrato no qual as espécies serão cultivadas é de vital importância. Entretanto, para muitas espécies arbóreas nativas esse conhecimento ainda é escasso. O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de mudas de cássia-rosa (*Cassia grandis* L.f) e canafístula (*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex DC.), produzidas em tubetes de diferentes capacidades e substratos. Foi utilizado um fatorial 4 x 5, constituído de quatro substratos e cinco tubetes (35; 50; 120; 180 e 288 cm³ de capacidade) disposto em delineamento estatístico de blocos casualizados, com três repetições e 25 plantas por parcela. Os substratos testados foram: 100% substrato comercial (tropicstrato florestal); 50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada; 50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco; e 25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo). Ao fim do experimento foram determinadas a altura, o diâmetro, a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), a massa de matéria seca de raízes (MSR) e a massa de matéria seca total (MST), além das relações altura/diâmetro (RHDC), massa de matéria seca da parte aérea/massa de matéria seca de raízes (RMSPAMSR), altura/massa de matéria seca da parte aérea (RHMSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). A capacidade dos tubetes e os substratos tiveram influência significativa no crescimento das mudas. O melhor crescimento das mudas de cássia-rosa ocorreu nos tubetes de 288 e 180 cm³ de capacidade, usando substrato composto por 50%

de fibra da casca de coco + 50% substrato comercial. Já para as mudas de canafístula o melhor crescimento ocorreu nos tubetes de 288, 180 e 120 cm³ de capacidade, usando substrato composto por 50% de fibra da casca de coco + 50% substrato comercial e o substrato composto por 25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo.

ABSTRACT

DUARTE, Marciel Lelis, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, February, 2016. **Tubes and substrates in the production of seedlings of cassia-rosa (*Cassia grandis* L.f) and canafistula (*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex DC).** Advisor: Haroldo Nogueira de Paiva. Co-advisor: Aloiso Xavier and Helio Garcia Leite.

Given to the exploration of natural resources, many times disordered, culminating in degradation of areas and loss of biodiversity, the environmental recovery through native species is important to reestablish the equilibrium of ecosystems and to preserve the species. Seedlings quality are fundamental to ensure the success of forest plantations, since they allow a better growth and survival once planted. For the production of quality seedlings it is necessary to know the proper choice of the container and the substrate in which species are cultivated. However, for many native woody species this knowledge is still scarce. The aim of this study was to evaluate the effect of size of tubes and types of substrates on the quality of seedlings of *Cassia grandis* L.f e *Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex DC, produced in tubes of different size and types of substrates. A factorial 4 x 5 consisting of four types of substrate and five volumes of tubes (35, 50, 120, 180 and 288 cm³ capacity) arranged in a randomized block design, with three replicates and 25 plants per repetition was used. Substrates tested were: 100% commercial substrate (forest tropstrato); 50% commercial substrate + 50% carbonized rice husk; 50% commercial substrate + 50% coconut fiber; and 25% commercial substrate + 25% carbonized rice hulls + 25% coconut fiber + 25% subsoil). An the end of the experiment data regarding to height, collar diameter, aerial part dry weight and root, and the ration between height and collar diameter (RHDC), height aerial part and dry weight (RHMSPA), aerial part dry weight root and dry weight (RMSPAMSR) and Dickson quality index (IQD) were collected. The best development of seedlings of cássia-rosa occurred in tubes of 288 and 180 cm³ capacity, using substrate composed of 50% coconut fiber + 50% commercial substrate. Regarding to seedlings of canafístula, the best development occurred in tubes of 288, 180 and 120 cm³ capacity, using substrate composed of 50% commercial substrate + 50% coconut fiber and the substrate composed of 25% commercial substrate + 25% carbonized rice hull + 25% coconut fiber + 25% subsoil.

INTRODUÇÃO GERAL

Em virtude da demanda cada vez maior por mudas de espécies florestais e da busca constante de maiores índices de sobrevivência e de produtividade, o padrão de qualidade das mudas tem sido abordado em vários trabalhos de pesquisa, os quais, em expressivo número, procuraram definir os recipientes, os substratos e as adubações que sejam técnica e economicamente recomendados.

Entre os aspectos importantes no processo de produção de mudas, encontra-se a escolha do recipiente. Estes cumprem as funções biológicas de suporte, melhor controle da nutrição, proteção das raízes contra danos mecânicos e da desidratação, além de moldá-las em forma favorável para desenvolvimento, maximizar a taxa de sobrevivência e crescimento inicial após o plantio, assim como, propiciar melhores condições operacionais de manuseio das mudas no viveiro e no plantio (CARNEIRO; 1995, BARROSO et al., 2000; SANTOS et al, 2000; FREITAS et al., 2006; FREITAS et al., 2009; CLOSE et al., 2010, KOSTOPOULOU et al., 2011). Por outro lado, a má formação e a restrição do sistema radicular, causadas pelos recipientes, podem promover o desequilíbrio na relação entre raízes e parte aérea, alterando as respostas fisiológicas da planta e afetando a qualidade da muda (REIS et al., 1989; KELLER et al., 2009).

O tipo de recipiente é importante fator para a qualidade das mudas, existindo várias possibilidades de recipientes, sendo os mais comuns os sacos plásticos e os tubetes de polipropileno. A escolha do tipo de recipiente a ser utilizado é função do seu custo de aquisição, das vantagens na operação (durabilidade, possibilidade de reaproveitamento, área ocupada no viveiro, facilidade de movimentação e transporte) e de suas características para a formação de mudas de boa qualidade.

A avaliação da melhor relação custo/benefício para a produção de mudas consiste em determinar o recipiente de volume mínimo que não limite o crescimento das plantas durante o tempo em que estas permanecem no viveiro (FERREIRA et al., 2009).

O apropriado dimensionamento do volume do recipiente é variável conforme a espécie a ser propagada e o tempo de permanência no viveiro (NICOLOSO et al., 2000). Gomes et al. (1990) também atribuíram importância às dimensões, uma vez que o uso de recipientes maiores que os recomendáveis, resultou em custos

desnecessários em recursos e materiais na produção de mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.), copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* (L.) Benth.). Além disso, o diâmetro e altura dos recipientes devem variar, segundo os autores, com as características de cada espécie e respectivo tempo de permanência no viveiro.

Kostopoulou et al. (2011) observaram que algumas espécies são mais sensíveis que outras à restrição do sistema radicular, e essa restrição, provocada por recipientes, afeta o desenvolvimento da parte aérea das mudas.

Böhm (1979) recomenda que os recipientes devam ter adequado volume para enraizamento no sentido vertical, ou seja, altura compatível. Isto é devido, em parte, ao fato de as raízes apresentarem geotropismo positivo (ISMAIL e NOOR, 1996). Sendo que, o maior diâmetro dos recipientes corresponde em menor número de mudas produzidas/m² (KOSTOPOULOU et al., 2011).

O estudo das dimensões é importante, pois um maior volume promove melhor arquitetura do sistema radicular, semelhante ao de mudas provenientes de semeadura direta no campo (BRACHTVOGEL e MALAVASI, 2010). Além do que a altura e o diâmetro dos recipientes variam com as características de cada espécie (GOMES et al., 1990; MALAVASSI et al., 2006; KOSTOPOULOU et al., 2011; FERRAZ e ENGEL, 2011).

As dimensões dos recipientes e o volume de substrato para enraizamento influenciam na disponibilidade de nutrientes e água (KOSTOPOULOU et al., 2011). As mudas terão o seu desenvolvimento afetado, caso a disponibilidade seja muito limitada ou presente em quantidade excessiva (FREITAS et al., 2006; FREITAS et al., 2009). Segundo os autores este suprimento deve ser regulado, para cada espécie, de acordo com as dimensões dos recipientes, o volume e textura do substrato neles existente.

O tamanho do recipiente utilizado na produção das mudas tem influência direta em seu custo final, pois daí resulta a quantidade de substrato a ser utilizada, a quantidade de insumos e água que as plantas irão demandar (FERREIRA et al., 2009). Além do espaço que irá ocupar no viveiro, a mão-de-obra empregada no transporte, as remoções para aclimação e retirada para entrega ao produtor (SOUTH et al., 2005).

Recipientes considerados ótimos são aqueles que unem o menor custo de produção e a possibilidade de se obter máxima qualidade de mudas, com adequado equilíbrio entre as partes aérea e radicular (OLIVEIRA et al., 2011).

O tipo de substrato é um dos primeiros aspectos a ser pesquisado para se garantir a produção de mudas de boa qualidade (CAMPOS e UCHIDA, 2002). Substrato é o meio em que as raízes se desenvolvem e formam um suporte estrutural para as plantas, fornecendo água, oxigênio e nutrientes para que a parte aérea das mudas se desenvolva, desempenhando assim um papel importante na sobrevivência da muda no campo (MINAMI; PUCHALA, 2000; HOFFMANN et al., 2001; DANTAS et al., 2009). Diversos substratos em sua constituição original ou combinada são usados para propagação de espécies florestais. Na escolha de um substrato, deve-se observar suas características físicas e químicas, a espécie a ser plantada, além dos aspectos econômicos como baixo custo e disponibilidade suficiente para atender às demandas da produção (FONSECA, 200; CUNHA et al., 2006).

Segundo Dantas et al. (2009), o substrato deve apresentar propriedades físicas e químicas adequadas para o desenvolvimento das plantas, sendo as físicas determinantes, por serem de difícil correção. O substrato deve ser leve para facilitar o manuseio e o transporte, apresentar boa porosidade, drenagem e capacidade de retenção de água, ser consistente para fixar as plantas, isento de patógenos de solo, não conter sementes ou propágulos de plantas daninhas, não conter componentes de fácil decomposição, possuir composição uniforme para facilitar o manejo das plantas e apresentar um custo compatível com a atividade (GONÇALVES, et al., 2000).

A escolha por um determinado substrato vai depender da finalidade do uso, pois dificilmente se encontra um material com todas as características que atenda às condições para o ótimo crescimento e desenvolvimento das mudas (SOUZA et al., 1995). O uso de um substrato inadequado pode ocasionar irregularidade ou até mesmo nulidade na germinação, logo, o substrato se constitui num dos fatores mais complexos na produção de mudas.

A adoção de padrões e procedimentos técnicos adequados na composição dos substratos poderá melhorar a qualidade das mudas produzidas, independentemente da finalidade a que sejam produzidas, seja para a composição de povoamentos comerciais, seja para a recuperação de áreas degradadas (CALDEIRA et al; 2014).

A crescente pressão ambientalista leva as indústrias a buscarem alternativas para o destino dos resíduos gerados pelos processos industriais (FREITAS et al., 2010). Os custos de construção e manutenção de aterros industriais e os riscos ambientais que estes podem representar têm aumentado o interesse de várias indústrias em estudar a viabilidade de aplicação de resíduos na agricultura (AMARAL et al., 1996). Entre os resíduos agroindustriais com potencial de utilização como substrato na produção de mudas tem-se a fibra da casca de coco e a casca de arroz.

A fibra da casca do coco pode ser importante na produção de substratos de boa qualidade ou mesmo em cultivos sem o uso do solo (CARRIJO et al., 2002). Substrato como fibra da casca de coco é leve, de fácil manuseio, com boa capacidade de retenção de água, não exige o reumedecimento diário e proporciona bom desempenho germinativo das sementes (SOUZA et al., 2007). Carrijo et al. (2004), por meio da comparação da fibra da casca de coco com outros tipos de substratos, mostraram superioridade dessa na produção comercial de tomate, produzindo uma tonelada a mais de frutos comerciais que o pó de serra ou serragem em três anos de avaliação.

A fibra da casca de coco vem sendo testada, também com sucesso, na produção de mudas de espécies florestais (LACERDA et al., 2006), em cultivos de frutíferas (CORREIA et al., 2003) e em cultivos de ornamentais (AMARAL, 2003). Ela atua como micro esponjas que, por capilaridade, pode absorver muitas vezes seu próprio peso em água. Simultaneamente à capacidade de retenção da água, consegue combinar uma excepcional aeração, devido à estrutura física das fibras, as quais atuam como órgãos de flutuação ao mesmo tempo em que oferecem um meio de crescimento poroso. As vantagens consistem na economia de água pela estrutura física estável, propriedade de reidratação, capacidade de retenção de água, elevada porosidade total e capacidade de aeração, homogeneidade e baixa densidade aparente, isenção de ervas daninhas e doenças (LOPES et al, 2007).

Outro material muito utilizado na formulação de substrato é o resíduo gerado a partir do processamento industrial do arroz. Nos últimos anos, a casca de arroz passou a ser utilizada como substrato para o crescimento de plantas, pela sua disponibilidade e por possuir características favoráveis ao desenvolvimento vegetal (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003). Esse material apresenta drenagem rápida e eficiente, alta porosidade, o que proporciona boa oxigenação para as raízes, elevado

espaço de aeração ao substrato, resistência à decomposição, relativa estabilidade de estrutura, baixa densidade e pH próximo à neutralidade (SOARES et al., 2012).

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de cássia-rosa (*Cassia grandis* L.f.) e canafístula (*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader. ex DC.), produzidas em tubetes de diferentes capacidades e tipos de substratos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, T. L. do. **Aplicação de Benzilaminopirina (BAP) e de Nitrogênio em *Quesnelia quesneliana* Brongniart cultivada em diferentes substratos.** Campos dos Goytacazes, 2003. 57p. Dissertação (Mestrado em produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF.

AMARAL, R. D.; BARROS, N. F. de; COSTA, L. M.; FONTES, M. P. F. Efeito de um resíduo da indústria de zinco sobre a química de amostras de solo e plantas de milho. **Revista Brasileira Ciência dos Solos**, v.20, p.433-440, 1996.

BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J. G. de A.; LELES, P. S.dos S. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *E. urophylla* S.T. Blake. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.3, p.291-296, 2000.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems.** Berlin: SpringerVerlag, 1979. 188p.

BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, 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, 2010.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

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

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CARRIJO, O. A.; VIDAL M. C.; REIS N. V.B.; SOUZA R. B.; MAKISHIMA N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p. 5-9, 2004.

CORREIA, D.; ROSA, M. F.; NORÕES, E. R. V.; ARAÚJO, F. B. Uso do pó de casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.557-558, 2003.

CLOSE, D. C.; PATERSON, E. S.; CORKREY, E. R.; McARTHUR. Influences of seedling size, container type and mammal browsing on the establishment of *Eucalyptus globulus* in plantation forestry. **New Forests**, v. 39, p. 105-115, 2010.

CALDEIRA, M. V. W.; GONÇALVES, E. de O.; TRAZZI, P. A.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando lodo de esgoto, fibra de coco e palha de café *in natura*. **FLORESTA**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 195 - 206. 2014.

CUNHA, A. de M.; CUNHA, G. de M.; SARMENTO, R. de A.; CUNHA, G. de M.; AMARAL, J. F. T. DO. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p. 207-214, 2006.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa v.33, n.3, p.413-423, 2009.

FERRAZ, A. de 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 Guarucuia

(*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

FERREIRA, M. G. R.; ROCHA, R. B.; SOUZA, V. F.; RAMALHO, A. R.; LEITE, H. P. **Avaliação do crescimento de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em recipientes de diferentes volumes e acompanhamento do desenvolvimento em campo**. EMBRAPA: Porto velho, 2009, (Circular técnica, 107).

FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. de A. Mudas de eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.519-528, 2006.

FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D. G.; MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. de A.; PENCHEL, R. M. Manejo de miniestacas de eucalipto no setor de enraizamento para a produção em sistema de blocos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 483-490, 2009.

FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D. G.; SOUZA, L. S.; CARNEIRO, J. G. de A.; PAULINO, G. M. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.761-770, 2010

GOMES, J. M.; BORGES, R. C. G.; FREITAS, S. C. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia*), de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e de angico-vermelho (*Piptadenia peregrina*). **Revista Árvore**, Viçosa, v.14, n.1, p.26-34, 1990.

GONÇALVES, J. L. M. SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e

fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Orgs.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. p.310-350.

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

ISMAIL, M. R.; NOOR, K. M. Growth, water relations and physiological processes of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) plants under root growth restriction. **Scientia Horticulturae**, v. 66, p. 51-58, 1996.

KELLER, S.; LELES, P. S. dos; OLIVEIRA NETO, S. N. de; COUTINHO, R. P.; NASCIMENTO, D. F. do. Sistema de blocos prensados para produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.2, p.305-314, 2009.

KOSTOPOULOU, P.; RADOGLU, K.; PAPANASTASI, O. D.; ADAMIDOU, C. Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early developmental stages. **Forestry**, Thessaloniki, v. 35, p. 379-390, 2011.

LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LOPES, J.L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p.835-843, 2007.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M.; MATOS, M de. 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.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.162-163, 2000.

NICOLOSO, F. T.; FORTUNATO, R. P.; ZANCHETTI, F.; CASSOL, L. F.; EISINGER, S. M. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* E *Apuleia leiocarpa*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p.977-982, 2000.

OLIVEIRA, A. B. de; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E. Tempo de cultivo e tamanho do recipiente na formação de mudas de *Copernicia hospita*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 533-538, 2011.

REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. de. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloesiana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 1-18, jan./ jun. 1989.

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

SOARES, F. C.; MELLO R. P.; PEITER M. X.; BELLE R. A.; ROBAINA A. D.; VIVAN G. A.; PARIZI A. R. C. Consumo de água pela cultura do lírio, cultivado em substratos alternativos em condições de ambiente protegido. **Ciencia Rural**. v.42, n.6, p.1001-1006, 2012.

SOUTH, D. B.; HARRIS, S. W.; BARNETT, J. P.; HAINDS, M. J.; GJERSTAD, D. H. Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama, U.S.A. **Forestry Ecology Management**, n. 204, p.385-398,2005.

SOUZA, E. B.; M. V.; MATOS V. P.; FERREIRA R. L. C. Germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 437-443, 2007.

SOUZA, M. M.; LOPES, L. C.; FONTES, L. E. F. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) ‘White Polaris’ em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.1, n.2, p.71-77, 1995.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Revista Scientia Florestalis**, v.64, n.2, p.150-162, 2003.

CAPITULO 1: TUBETES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CÁSSIA-ROSA (*Cassia grandis* L. f.)

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de *Cassia grandis* L. f., produzidas em tubetes de diferentes capacidades e tipos de substratos. Foi utilizado um fatorial 4 x 5, constituído de quatro substratos e cinco tubetes (35; 50; 120; 180 e 288 cm³ de capacidade) disposto em delineamento em blocos casualizados, com três repetições e 25 plantas por parcela. Os substratos testados foram: 100% substrato comercial (tropstrato florestal); 50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada; 50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco; e 25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo). Aos 90 dias após a semeadura, foram colhidos dados de altura, diâmetro, massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de matéria seca de raízes (MSR) e massa de matéria seca total (MST), além das relações altura/diâmetro (RHDC), massa de matéria seca da parte aérea/massa matéria seca de raízes (RMSPAMSR), altura/massa de matéria seca da parte aérea (RHMSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). A capacidade dos tubetes teve influência significativa em todas as características avaliadas, relações e IQD. Apenas a relação H/DC apresentou interação significativa entre o volume de tubete e os tipos de substratos. Para os tipos de substrato foi observado efeito significativo para as características MSPA, MSR e MST e a relação H/MSPA e o IQD. O melhor crescimento das mudas ocorreu nos tubetes de 288 e 180 cm³ de capacidade, usando substrato composto por 50% substrato comercial + 50% de fibra da casca de coco.

Palavras-chave: Propagação de plantas, produção de mudas e recipientes

TUBES AND SUBSTRATES IN THE PRODUCTION OF SEEDLINGS OF
CÁSSIA-ROSA (Cassia grandis L. f.)

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate on growth and quality of seedlings of *Cassia grandis L. f.*, produced in tubes of different size and types of substrates. A factorial 4 x 5 was used consisting of four types of substrate and five volumes of tubes (35, 50, 120, 180 and 288 cm³ capacity) arranged in a randomized block design with three replicates of 25 plants per repetition. Substrates tested were: 100% commercial substrate (forest tropstrato); 50% commercial substrate + 50% carbonized rice husk; 50% commercial substrate + 50% coconut fiber; and 25% commercial substrate + 25% carbonized rice hulls + 25% coconut fiber + 25% subsoil). After 90 days of sowing data of height, collar diameter, aerial part dry weight and root, and the ration between height and collar diameter (RHDC), height aerial part and dry weight (RHMSPA), aerial part dry weight root and dry weight (RMSPAMSR) and Dickson quality index (IQD) were collected. Tubes size had significant influence on all traits, rations and IQD. As the ration between H / DC showed a significant interaction between tubes' size and the types of substrates. Regarding to substrate types, no significant effect for the characteristics evaluated, except for MSPA, MSR and MST and the H / MSPA and the IQD. The best growth of seedlings occurred in tubes of 288 and 180 cm³ capacity, using substrate composed of 50% commercial substrate + 50% coconut fiber.

Keywords: Plant propagation, seedlings production and containers.

INTRODUÇÃO

No Brasil, os projetos de recuperação de áreas degradadas têm se tornado fundamentais para o reestabelecimento do equilíbrio ambiental de áreas legalmente destinadas à conservação dos ecossistemas, uma vez que a regeneração natural, muitas vezes, não tem sido capaz de recuperar de forma satisfatória a cobertura vegetal e recompor a florística existentes na área. Devido ao atual cenário, a sociedade tem se mobilizado no sentido de preservar as áreas remanescentes e reintroduzir espécies nativas nos locais degradados pela mineração, construção civil, construção de reservatórios das usinas hidrelétricas, ou mesmo pela utilização do solo para fins agrícolas (FERNANDES et al., 2000).

A revegetação dessas áreas com espécies arbóreas nativas adaptadas a condições edafoclimáticas, ajuda a melhorar as características físicas e químicas do solo, fornecendo, por meio da cobertura vegetal, a proteção necessária para diminuir a perda de sedimentos por erosão (SILVA et al., 2011), além do aumento da matéria orgânica do solo através da deposição de serapilheira (PARROTTA, 1992).

As espécies da família Fabaceae se destacam no processo de recuperação de áreas degradadas, pois aceleram a ciclagem de nutrientes (COSTA et al., 2004), uma vez que sua serapilheira constitui fonte de matéria orgânica rica em nutrientes, principalmente nitrogênio, proporcionando o aumento na fertilidade do solo e estímulo da atividade biológica (GONÇALVES et al., 2005).

A *Cassia grandis*, conhecida como cássia-rosa, espécie pioneira a secundária inicial (CARVALHO, 1994), pertencente à família Fabaceae e subfamília Caesalpinoideae, com ocorrência na Região Amazônica, na floresta de terra firme (LORENZI, 2002) é recomendada para recuperação de matas ciliares, em locais com inundações periódicas de rápida duração e com curto período de encharcamento (CARVALHO, 1994). Em plantios experimentais, essa espécie apresentou melhor crescimento em solos com elevada fertilidade (CARVALHO, 1994).

A cássia-rosa além de ser muito utilizada para o paisagismo, uma vez que é uma planta ornamental (LORENZI, 2002), se destaca como potencial para a consorciação em sistemas agroflorestais, devido aos frutos adocicados que são apreciados pelo gado, e sua madeira também pode ser utilizada na construção civil e para produção de carvão vegetal (CARVALHO, 1994).

A produção de mudas é uma das fases mais importantes para projetos de reflorestamento, seja para fins comerciais ou de recuperação ambiental, pois o êxito dos plantios depende da qualidade das mesmas (SANTOS et al., 2000). Mudas de espécies florestais de boa qualidade, com nutrição e substratos adequados, são fundamentais para garantir a adaptação e crescimento após o plantio (GONÇALVES et al., 2005), evitando replantios e gastos adicionais (GOMES et al., 2003).

Baseando-se nisso, e na busca constante de melhor produtividade dos reflorestamentos, a qualidade da muda tem sido abordada em vários trabalhos de pesquisa que tem procurado definir os melhores tamanhos e tipos de recipientes e substratos, adequando-os à produção de mudas de qualidade desejável (SANTOS et al., 2000).

Pesquisas com produção de mudas em recipientes têm sido direcionadas com vistas ao desenvolvimento do sistema radicular das mudas, onde o sistema radicular deve apresentar boa arquitetura e permitir também que a muda seja transplantada com um torrão sólido e bem agregado a todo o sistema radicular, provocando o mínimo de distúrbios e favorecendo a sobrevivência e o crescimento inicial em campo (GOMES et al., 2003).

A forma das embalagens onde as mudas são produzidas deve evitar que as raízes sofram deformações e enovelamento (BARROSO et al., 2000; LELES et al., 2000; NOVAES et al., 2002, SOUTH et al., 2005; CLOSE et al., 2010, ARTHUR JUNIOR, 2011). Caso haja restrições ao desenvolvimento radicular, a má formação inicial das raízes pode persistir após o plantio, prejudicando o desenvolvimento das plantas no campo (SOUTH et al., 2005; CLOSE et al., 2010).

A perfeita interação entre a escolha correta do recipiente e a qualidade física e química do substrato, permite o desenvolvimento ideal, garantindo o sucesso da muda após o plantio (FREITAS et al., 2006).

Como principais componentes utilizados na formulação do substrato para o preenchimento de tubetes, tem-se os compostos orgânicos, moínha de carvão, casca de arroz carbonizada, vermiculita, serragem, e substratos comerciais, dentre inúmeros outros componentes que, puros ou misturados, são utilizados nos viveiros florestais (DAVIDE e SILVA, 2008). Contudo, a composição do substrato irá depender de inúmeros fatores (MELO et al., 2014). Artur et al. (2007) citam a disponibilidade do material como sendo um dos principais aspectos a ser considerado.

A adição de casca de arroz carbonizada a outros materiais é bastante comum na formulação de substratos. Pois pode ser utilizada para melhorar as propriedades físico-hídricas de substratos, por se tratar de um material leve e inerte, capaz de aumentar a porosidade do substrato à medida que se eleva sua percentagem na mistura (KLEIN et al., 2002; COUTO et al., 2003; GUERRINI e TRIGUEIRO, 2004).

Outros materiais têm sido incorporados ao processo, como é o caso da fibra da casca de coco (DAVIDE e SILVA, 2008), um componente que até pouco tempo era relatado como problema ambiental para as empresas que a têm como resíduo do processo de produção (FREITAS et al., 2010). Lacerda et al. (2006) confirmaram que a estrutura da fibra da casca de coco, associada às suas propriedades físico-químicas, torna-a adequada para ser utilizada como substrato. Com relação aos substratos à base de fibra da casca de coco, Carrijo et al. (2002) atestam as boas propriedades físicas desse material, a sua não reação com nutrientes, a sua longa durabilidade sem alteração de suas características físicas, a possibilidade de esterilização e a abundância da matéria-prima, que é renovável.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de cássia-rosa (*Cassia grandis* L.f.) em tubetes de diferentes capacidades e substratos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de fevereiro a maio de 2015, em casa de vegetação no Viveiro de Pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (DEF/UFV), situado nas coordenadas 20°45'S e 42°55'W, e a 689 m de altitude, na Zona da Mata de Minas Gerais, apresentando clima classificado como tropical de altitude, com verões chuvosos e invernos frios e secos, do tipo Cwb, pelo sistema de Köppen, com precipitação média anual de 1.221 mm.

A espécie utilizada foi *Cassia grandis* L. f. (cássia-rosa), cujas sementes foram colhidas em árvores matrizes, localizadas na região de Viçosa – MG pela Sociedade de Investigações Florestais. As sementes foram tratadas com ácido sulfúrico por 40 minutos para quebra de dormência e semeadas nos tubetes.

Foi utilizado um fatorial 4 x 5, constituído de quatro substratos e cinco tubetes (35; 50; 120; 180 e 288 cm³ de capacidade) disposto em delineamento em blocos casualizados, com três repetições e 25 plantas por parcela. Os substratos testados foram: 100% substrato comercial tropstrato florestal (casca de pinus, vermiculita, carvão vegetal) (Cm); 50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada (Cm + FC); 50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco (Cm + CA); e 25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo (Cm + FC + CA +TS).

A adubação de base consistiu da aplicação de 150 g de N, 300 g de P₂O₅, 100 g de K₂O por metro cúbico de substrato, tendo como fonte sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A fertilização nitrogenada em cobertura durante a fase de crescimento foi realizada uma vez por semana, na concentração de 212 mg L⁻¹ de N, tendo como fonte o sulfato de amônio, e a adubação potássica foi realizada de 14 em 14 dias, na dosagem de 180 mg L⁻¹ de K₂O, tendo como fonte o cloreto de potássio, conforme sugerido por Gonçalves et al. (2005).

A semeadura foi efetuada de forma manual nos tubetes, colocando-se três sementes por tubete. Foi efetuado o primeiro desbaste aos 20 dias após emergência das mudas, deixando duas plantas por recipiente. O segundo desbaste ocorreu 30 dias após a emergência das mudas.

Durante o período experimental, a umidade do substrato foi mantida próxima de 60% da capacidade de campo. A irrigação foi feita de acordo com o monitoramento diário até o final do experimento.

Noventa dias após a semeadura foram obtidos valores de altura (H) e de diâmetro do coleto (DC) das mudas, utilizando para isto uma régua graduada em centímetros e um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, respectivamente. Logo após a tomada dos valores de altura e do diâmetro do coleto, as plantas foram colhidas e subdivididas em parte aérea e raízes, sendo estas lavadas em água corrente com auxílio de uma peneira de malha fina, e colocadas em estufa de circulação de ar a 65°C, por 72 horas. Após o período de secagem na estufa, as partes das mudas foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,01g, para se obter os valores de massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), bem como a massa de matéria seca total (MST), por meio da soma das outras duas. A partir desses dados foi possível calcular a relação altura/diâmetro de coleto (RHDC), a relação massa de

matéria seca da parte aérea/massa de matéria seca de raiz (RMSPAMSR), altura/massa de matéria seca de parte aérea (RHMSPA) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), mediante a formula:

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

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de médias (teste de Tukey a 5% de probabilidade), utilizando o software R e o pacote Exp.Des.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade do tubete teve efeito significativo ($p < 0,05$) sobre todas as características avaliadas e suas relações. O tipo de substrato apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) para as características MSPA e MST, a relação RHMSPA e o IQD. Apenas a relação RHDC teve a interação significativa ($p < 0,05$) entre a capacidade do tubete e o tipo de substrato (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância das características morfológicas e suas relações para mudas de cássia-rosa, aos 90 dias após a semeadura, em resposta à capacidade dos tubetes e substratos.

FV	GL	Quadrado médio								
		H	DC	MSPA	MSR	MST	RHDC	RHMSPA	RMSPAMSR	IQD
Bloco	2	863**	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,85**	5,35 *	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Tubete (T)	4	175,15**	0,61**	3,14**	0,30**	5,30**	6,74**	26,92**	0,89**	0,03**
Substrato(S)	3	1,75 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,20*	0,04**	0,42**	0,03 ^{ns}	4,39*	0,01 ^{ns}	0,01**
T x S	12	12,21 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,12*	1,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	38	1,3	0,030	0,050	0,010	0,070	0,060	1,420	0,050	0,010
CV %		5,84	4,7	12,97	11,56	11,7	4,37	9,84	10,11	12,05

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F.

H – altura da parte aérea; DC – diâmetro do coleto; MSPA – massa de matéria seca da parte aérea; MSR – massa de matéria seca da raiz; MST – massa de matéria seca total; RHDC – relação entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto; RHMSPA – relação entre altura da parte aérea e massa de matéria seca da parte aérea;

RMSPAMSR – relação entre massa de matéria seca da parte aérea e massa de matéria seca da raiz; IQD – índice de qualidade de Dickson.

Respostas positivas ao volume do recipiente têm sido relatadas por diversos autores para várias espécies florestais, como *Acacia mangium wild*, *Mimosa artemisiana* (FONSECA, 2005), *Anadenanthera macrocarpa*, *Cedrela fissilis*, *Chorisia speciosa*, *Schinus terebinthifolius* (LISBOA, 2006), *Calophyllum brasiliense*, *Toona ciliata* (LISBOA et al., 2012), *Cordia trichotoma* (MALAVASI et al., 2006), *Eucalyptus grandis* (GOMES et al., 2002; 2003), *Hymenaea courbaril*, *Parapiptadenia rígida*, e *Tabebuia chrysotricha* (FERRAZ e ENGEL, 2011).

SANTOS et al. (2000) encontraram diferenças significativas no crescimento das mudas de *Cryptomeria japonica* entre tubetes de diferentes capacidades (50 cm³; 56 cm³; 120 cm³ e 240 cm³), independente do substrato utilizado, verificando melhor desenvolvimento das mudas produzidas nos recipientes com maiores capacidades.

Ao avaliar a qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (angico-vermelho), *Schinus terebinthifolius* (aroeira-pimenteira), *Cedrela fissilis* (cedro-rosa) e *Chorisia speciosa* (paineira), produzidas em diferentes tubetes (56 cm³; 120 cm³; 180 cm³ e 280 cm³ de capacidade), Leles et al. (2006) chegaram à conclusão de que o tubete de 280 cm³ de capacidade seria o mais adequado para a produção de mudas de *Cedrela fissilis*, sendo o tubete de 120 cm³ de capacidade o mais adequado para as demais espécies estudadas.

As dimensões do recipiente trazem implicações de ordem técnica e econômica, sendo ótimos aqueles que unem o custo de produção e a possibilidade de obter máxima qualidade de mudas, com equilíbrio adequado entre as partes aérea e radicular (OLIVEIRA et al., 2011).

Dentre as características morfológicas, a altura da parte aérea fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo, sendo tecnicamente aceita como uma boa medida do potencial de desempenho das mudas, porém, pode ser influenciada por algumas práticas que são adotadas nos viveiros florestais (GOMES e PAIVA, 2011). No entanto, trata-se de uma característica de fácil determinação, não sendo um método destrutivo, além de sua medição ser muito simples (GOMES et al., 2002).

Nesse trabalho, as mudas apresentaram crescimento médio em altura entre 14,8 e 23,3 cm planta⁻¹. As maiores médias foram obtidas nos tubetes de 180 e 288

cm³, diferenciando-se dos demais (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados em mudas de *Pinus radiata*, cultivadas por Ortega et al. (2006), em que as mudas cultivadas em tubetes de maiores capacidades (240 e 280 cm³) foram as que apresentaram altura superior.

Tabela 2: Valores de altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de matéria seca de raiz (MSR) e massa de matéria seca total (MST), para mudas de cássia-rosa cultivadas em diferentes tubetes aos 90 dias após a semeadura.

TUBETES	H	DC	MSPA	MSR	MST
35 cm ³	14,8 D	3,32 B	1,05 C	0,48 C	1,53 D
50 cm ³	16,4 C	3,37 B	1,25 C	0,64 B	1,9 C
120 cm ³	19,9 B	3,64 A	1,75 B	0,8 A	2,56 B
180 cm ³	23 A	3,84 A	2,2 A	0,84 A	3,04 A
288 cm ³	23,3 A	3,72 A	2,12 A	0,85 A	2,98 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O diâmetro do coleto é facilmente mensurável, sem ser um método destrutivo, sendo considerado por muitos pesquisadores como uma das mais importantes características para estimar a sobrevivência, logo após o plantio, de mudas de espécies florestais (GOMES e PAIVA, 2011). Souza et al. (2006) também ressaltam que essa característica morfológica é importante na avaliação do potencial da muda quanto à sobrevivência e ao crescimento após o plantio.

Neste trabalho, o crescimento em diâmetro das mudas de cássia-rosa variou de 3,32 a 3,84 mm planta⁻¹. As maiores médias foram obtidas em mudas produzidas em tubetes de 180, 288 e 120 cm³ de capacidade, diferenciando-se ($p < 0,05$) entre as demais médias (Tabela 2).

Ao avaliar o efeito de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa*, Cunha et al. (2005) verificaram que, a exemplo do que ocorre com a altura das plantas, as dimensões dos recipientes também exercem influência sobre o incremento do diâmetro do coleto, pois os maiores diâmetros foram obtidos nos maiores recipientes, independente do substrato utilizado.

Os tubetes com maior capacidade (180 e 288 cm³) proporcionaram maiores ganhos em massa de matéria seca da parte aérea, radicular e total (Tabela 2). Em relação aos substratos testados, a combinação do Cm+FC foi o que apresentou os maiores incrementos de massa de matéria seca da parte aérea, radicular e total (Tabela 3) (Figura 1).

Tabela 3: Valores de Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), Massa de matéria seca de raiz (MSR) e Massa de matéria seca total (MST), para mudas de cássia-rosa cultivadas em diferentes substratos aos 90 dias após a semeadura.

SUBSTRATO	MSPA	MSR	MST
Cm	1,57 B	0,69 B	2,27 B
Cm+CA	1,59 B	0,68 B	2,28 B
Cm+FC	1,82 A	0,8 A	2,62 A
Cm+FC+CA+TS	1,71 AB	0,73 AB	2,44 AB

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Cm:100% substrato comercial; Cm+ CA:50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada; Cm+FC:50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco e Cm+CA+FC+TS:25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo



Figura 1: Crescimento das mudas de cássia-rosa cultivadas em diferentes tubetes no substrato constituído por 50% do substrato comercial + 50% fibra da casca de coco, aos 90 dias após a semeadura.

Resultado semelhante foi encontrado em *Pinus pinea* onde os maiores diâmetros do recipiente produziram mudas mais altas, com maior diâmetro e biomatéria (DOMINGUEZ-LERENA et al., 2006)

Foi observada uma média em massa de matéria seca da parte aérea entre 1,05 a 2,02 g planta⁻¹. As mudas produzidas nos tubetes de 180 e 288 cm³ de capacidade alcançaram as maiores médias de massa de matéria seca da parte aérea, diferenciando ($p < 0,05$) das demais (Tabela 2). Para os substratos testados, foi verificado que a massa de matéria da parte aérea variou de 1,57 a 1,82 g planta⁻¹. Os maiores incrementos de massa de matéria seca foi verificado nas mudas produzidas no substrato Cm+FC (Tabela 3).

Para a massa de matéria seca de raiz, os valores encontrados ficaram entre 0,48 a 0,85 g planta⁻¹, sendo as maiores médias obtidas nos tubetes de 120, 180 e 288 cm³ de capacidade (Tabela 2). O tubete de 35 cm³ de capacidade foi o que apresentou a mais baixa média de massa de matéria seca radicular, sendo inferior em relação aos demais (Tabela 2). Em relação aos substratos testados, o Cm+FC foi o que apresentou maior média de massa de matéria seca radicular, 0,85 g planta⁻¹ (Tabela 3).

ISMAIL e NOOR (1996) desenvolveram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito do volume do recipiente no crescimento e desenvolvimento de mudas de *Averrhoa carambola* L. Os resultados mostraram que a restrição do sistema radicular pode diminuir o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas, podendo estar relacionados à fotossíntese, à inibição do alongamento foliar e ao metabolismo.

Kostopoulou et al. (2011) observaram que algumas espécies são mais sensíveis que outras à restrição do sistema radicular, e essa restrição provocada por recipientes afeta a parte aérea das mudas. Estes estudos corroboram com o verificado neste experimento, onde as mudas produzidas nos recipientes de maior volume obtiveram melhor crescimento da parte aérea.

Em relação ao substrato, Oliveira et al. (2014) verificaram que a fibra da casca de coco apresentou resultados superiores em relação à casca de arroz carbonizada para massa de matéria seca da parte aérea e raiz para as espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus tereticornis*, *E. pellita*, *E. camaldulensis* e *E. grandis*, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho. Segundo Silva et al. (2012), o bom desempenho da fibra da casca de coco pode ser atribuído às suas características, que contribuem com boa agregação das raízes e retenção de água.

Para a massa de matéria seca total, os resultados não foram diferentes da massa de matéria seca da parte aérea e raiz. As mudas alcançaram valores entre 1,53 a 3,04 g planta⁻¹, sendo o maior valor obtido nos tubetes de 180 e 288 cm³ de capacidade, seguido do tubete de 120 cm³ de capacidade (Tabela 2). O tubete de 35 cm³ de capacidade promoveu o menor incremento de massa de matéria seca total nas mudas de cássia-rosa. Já para os substratos, o maior incremento de massa de matéria seca total foi obtido nas mudas produzidas no substrato Cm+FC (Tabela 3).

A análise de variância indicou que houve interação significativa ($p < 0,05$) entre volume do tubete e o tipo de substrato para RHDC (Tabela 4). Pode ser observado na Tabela 4 que os menores valores obtidos para esse índice de qualidade foram com os tubetes de 35 e 50 cm³ de capacidade e o substrato Cm+CA. De acordo com Gomes e Paiva (2011), quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem na área de plantio definitivo.

Tabela 4 - Valores da relação altura/diâmetro do coleto (RHDC), para mudas de cássia-rosa cultivadas em diferentes tipos de substratos aos 90 dias após a semeadura.

TUBETES	SUBSTRATOS			
	Cm	Cm+CA	Cm+FC	Cm+FC+CA+TS
35 cm ³	4,38 Ca	4,41 Ca	4,46 Ba	4,62 Da
50 cm ³	5,2 Ba	4,55 Cb	4,77 Bab	5,01 CDab
120 cm ³	5,33 Ba	5,42 Ba	5,70 Aa	5,45 Ba
180 cm ³	6,1 Aa	6,19 Aa	5,89 Aa	5,81 ABa
288 cm ³	6,42 Aa	6,41 Aa	6,10 Aa	6,12 Aa

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Cm:100% substrato comercial; Cm+ CA:50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada; Cm+FC:50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco e Cm+CA+FC+TS:25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo

Os menores valores para a RHMSPA foram obtidos nos tubetes de 120, 180 e 288 cm³ de capacidade (Tabela 5) e no substrato Cm+FC (Tabela 6). De acordo com Gomes e Paiva (2011), quanto menor for esse índice mais lenhificada será a muda e maior deverá ser a sua capacidade de sobrevivência no campo.

Tabela 5: Valores da relação altura/massa de matéria seca de parte aérea (RHMSPA), relação massa de matéria seca de parte aérea/massa de matéria seca de raiz (RMSPAMSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD), para mudas de cássia-rosa cultivadas em diferentes tubetes aos 90 dias após a semeadura.

TUBETES	RHMSPA	RMSPAMSR	IQD
35 cm ³	14,16	2,18	0,23 C
50 cm ³	13,18	1,95	0,28 B
120 cm ³	11,74	2,17	0,33 A
180 cm ³	10,56	2,62	0,35 A
288 cm ³	11,07	2,5	0,34 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Cm:100% substrato comercial; Cm+ CA:50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada; Cm+FC:50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco e Cm+CA+FC+TS:25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo

Tabela 6: Valores da relação altura/massa de matéria seca de parte aérea (RHMSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD), para mudas de cássia-rosa cultivadas em diferentes substratos aos 90 dias após a semeadura.

SUBSTRATO	RHMSPA	IQD
Cm	12,75467	0,29 B
Cm+CA	12,32267	0,29 B
Cm+FC	11,46267	0,34 A
Cm+FC+CA+TS	12,044	0,31 AB

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Cm:100% substrato comercial; Cm+ CA:50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada; Cm+FC:50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco e Cm+CA+FC+TS:25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo

Gomes e Paiva (2011) relatam que o valor de 2,0 é a melhor relação entre a massa de matéria seca da parte aérea e a respectiva massa de matéria seca de raiz. As mudas de cássia-rosa utilizadas neste experimento apresentaram índices próximos a 2,0 (Tabela 5). As mudas produzidas em tubetes com 50 e 120 cm³ de capacidade atingiram valores mais próximos a 2,0.

O IQD é um bom indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomatéria na muda, ponderando os resultados de várias características importantes empregadas para avaliação da qualidade (FONSECA et al., 2002), e quanto maior esse índice melhor a qualidade das mudas. Os maiores valores do índice de qualidade Dickson para as mudas de cássia-rosa foram obtidos ao utilizar os tubetes com 120, 180 e 288 cm³ de capacidade (Tabela 5) e o substrato Cm+FC (Tabela 6).

CONCLUSÃO

O substrato indicado para produção de mudas de cássia-rosa é a mistura de 50% de fibra da casca de coco e 50% do substrato comercial, utilizando tubetes de 180 cm³ de capacidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTUR, A.G.; CRUZ, M.C. P. da; FERREIRA, M.E.; BARRETTO, V.C.M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de cássia-rosa em tubetes de 35 cm³, 50 cm³, 120 cm³, 180 cm³ e 288 cm³. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.843-850, 2007.

ARTHUR JUNIOR, J. C. **Uso de tubete e de minitubete de compósito de polihidroxibutirato mais pó de madeira na produção e no plantio de mudas seminais e clonais de eucalipto**. 2011, 129 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicana, SP, 2011.

BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J. G. de A.; LELES, P. S.dos S. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *E. urophylla* S.T. Blake. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.3, p.291-296, 2000.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA - CNPF/SPI, 1994. 640p.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CLOSE, D. C.; PATERSON, E. S.; CORKREY, E. R.; McARTHUR. Influences of seedling size, container type and mammal browsing on the establishment of *Eucalyptus globules* in plantation forestry. **New Forests**, v. 39, p. 105-115, 2010.

COSTA, G. S.; FRANCO, A. A.; DAMASCENO, R. N.; FARIA, S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n.5, p.919-927, 2004.

COUTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; QUEZADA, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29c (*Prunus cerasifera* ehrh.) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 125-128, abr./jun. 2003.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A. de; ALCÂNTARA, R. de L.; SILVA, J. A. L. da; SOUZA, V. C. de. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D. C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507–516, 2005.

DAVIDE, A. C.; SILVA E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA; 2008. 174 p.

DOMINGUEZ-LERENA, S.; HERRERO, S. N.; CARRASCO, M. I.; OCANA, B. L.; PENUELAS, R. J. L.; MEXAL, J.G..Container characteristics influence *Pinus pinea* seedling development in the nursery and field. **Forest Ecology Management**, v.221, p.63-71, 2006.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A.E.; FONSECA, F. C.; VALE, F. R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, jun. 2000.

FERRAZ, A. de 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 rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. de A. Mudas de eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.519-528, 2006.

FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D. G.; SOUZA, L. S.; CARNEIRO, J. G. de A.; PAULINO, G. M. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.761-770, 2010.

FONSECA, F. A. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas.** 2005. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p. 113-127, 2003.

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

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2011. 116p.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 309-350.

GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.6, p.1069-1076, 2004.

ISMAIL, M. R.; NOOR, K. M. Growth, water relations and physiological processes of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) plants under root growth restriction. **Scientia Horticulturae**, v. 66, p. 51-58, 1996.

KLEIN V. A.; CAMARA R. K.; SIMON M. A.; DIAS S. T. Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato. In: Furlani AMC. **Caracterização, manejo e qualidade de substrato para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo; 2002. 95 p.

KOSTOPOULOU, P.; RADOGLU, K.; PAPANASTASI, O. D.; ADAMIDOU, C. Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early developmental stages. **Forestry**, Thessaloniki, v. 35, p. 379-390, 2011.

LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J.G.A., BARROSO, D.G.; MORGADO, I.F. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.1., p. 13-20, 2000.

LELES, P. S. S.; LISBOA, A. A. C.; OLIVEIRA NETO, S. N.; GRUGIKI, M. A.; FERREIRA, M. A. 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.

LISBOA, A.C. **Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em tubetes de diferentes dimensões**. 2006. 45p. Monografia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

LISBOA, A. C., SANTOS, P. S., OLIVEIRA NETO, S. N. O., CASTRO, D. N., ABREU, A. H. M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.4, p.603-609, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M.; MATOS, M de. 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.

MELO, L. A.; PEREIRA, G. A.; MOREIRA, E. J. C. M.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. V.; TEIXEIRA, L. A. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.2, p. 234-242, 2014 abr./jun.

NOVAES, A. B. de; CARNEIRO, J. G. de; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. dos. avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em diferentes tipos de recipientes, e o seu desempenho no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.675-681, 2002

OLIVEIRA, A. B. de; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E. Tempo de cultivo e tamanho do recipiente na formação de mudas de *Copernicia hospita*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 533-538, 2011.

OLIVEIRA, K. F.; SOUZA, A. M.; SOUSA, G. T. O.; COSTA, A. L. M.; FREITAS, M. L. M. Estabelecimento de Mudas de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia citriodora* em Diferentes Substratos. **Floresta e Ambiente**, v21, n1, p.30-36, 2014 jan./mar.

ORTEGA, U.; MAJADA, J.; MENA-PETITE, A.; SANCHEZZABALA, J.; RODRIGUES- ITURRIZAR, N.; TXARTERINA, K. Field performance of *Pinus radiata* D. Don produced in nursery with different types of containers. **New Forest**, v. 31, p.97-112, 2006.

PARROTTA, J. A. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.41, n.2, p.115-133, 1992.

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

SILVA, A.H.; PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S.C. Desenvolvimento inicial de espécies exóticas e nativas e necessidade de calagem em área degradada do Cerrado no triângulo mineiro (Minas Gerais, Brasil). **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.29, n.2, p. 287-292, 2011.

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

SOUTH, D. B.; HARRIS, S. W.; BARNETT, J. P.; HAINDS, M. J.; GJERSTAD, D. H. Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of

Pinus palustris seedlings in Alabama, U.S.A. **Forestry Ecology Management**, n. 204, p.385-398,2005.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.;MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

CAPITULO 2: TUBETES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANAFÍSTULA (*Cassia ferruginia* (Schrad) Schrader ex DC)

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de *Cassia ferruginia* (Schrad.) Schrader ex DC, produzidas em tubetes de diferentes capacidades e tipos de substratos. Foi utilizado um fatorial 4 x 5, constituído de quatro substratos e tubetes com cinco capacidades (35; 50; 120; 180 e 288 cm³) disposto em delineamento estatístico de blocos casualizados, em três repetições com 25 plantas por parcela. Os substratos testados foram: 100% substrato comercial (tropical florestal); 50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada; 50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco; e 25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo). Aos 120 dias após a sementeira, foram colhidos dados de altura, diâmetro, massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de matéria seca de raízes (MSR) e massa de matéria seca total (MST), além das relações altura/diâmetro (RHDC), massa de matéria seca da parte aérea/massa de matéria seca de raízes (RMSPAMSR), altura/massa de matéria seca da parte aérea (RHMSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). A capacidade do tubete teve influência significativa em todas as características avaliadas e suas relações. Apenas as relações RHDC e RHMSPA não tiveram a interação significativa entre capacidade do tubete e o tipo de substrato. O tipo de substrato apresentou efeito significativo para as características avaliadas e índices de qualidade, exceto para as relações RHDC e RMSPAMSR. O melhor crescimento das mudas ocorreu nos tubetes de 288, 180 e 120 cm³ de capacidade, usando substrato composto por 50% substrato comercial + 50% de fibra da casca de coco e o substrato composto por 25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo.

Palavras-chave: Propagação de plantas, produção de mudas e recipientes

**TUBES AND SUBSTRATES IN THE PRODUCTION OF SEEDLINGS OF
CANAFISTULA (*Cassia ferruginia* (Schrad.) Schrader ex DC)**

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate on growth and quality of seedlings of *Cassia ferruginia* (Schrad.) Schrader ex DC, produced in tubes of different size and types of substrates. A factorial 4 x 5 was used consisting of four types of substrate and five volumes of tubes (35, 50, 120, 180 and 288 cm³ capacity) arranged in a randomized block design with three replicates of 25 plants per repetition. Substrate tested were: 100% commercial substrate (forest tropstrato); 50% commercial substrate + 50% carbonized rice husk; 50% commercial substrate + 50% coconut fiber; and 25% commercial substrate + 25% carbonized rice hulls + 25% coconut fiber + 25% subsoil). After 120 days of sowing data of height, collar diameter, aerial part dry weight and root, and the ration between height and collar diameter (RHDC), height aerial part and dry weight (RHMSPA), aerial part dry weight root and dry weight (RMSPAMSR) and Dickson quality index (IQD) were collected. Tubes size had a significant influence on all traits and their rations. Only rations RHDC and RHMSPA had no significant interaction between tubes size and substrates. The type of substrate significant effect on the evaluated traits and quality indices except for RHDC and RMSPAMSR rations. The best growth of seedlings occurred in tubes of 288, 180 and 120 cm³ capacity, using substrate composed of 50% commercial substrate + 50% coconut fiber and the substrate composed of 25% commercial substrate + 25% carbonized rice hull + 25% coconut fiber + 25% subsoil.

Keywords: Plant propagation, seedlings production and containers.

INTRODUÇÃO

Diante da exploração desordenada dos recursos naturais, que gera a degradação de áreas em quase todo o território nacional, várias pesquisas sobre a propagação e o desenvolvimento de plantas nativas têm sido desenvolvidas em todo o Brasil.

Os programas de recuperação de áreas degradadas têm buscado explorar o potencial de espécies nativas, por estas apresentarem boa adaptação às condições edafoclimáticas e facilitarem o restabelecimento do equilíbrio entre a fauna e a flora, além da importância dessas espécies na produção de madeira e conservação ambiental (DUBOC et al., 1996).

Dentre as espécies que podem ser usadas na recuperação dessas áreas devem ser escolhidas aquelas adaptadas às condições edafoclimáticas da região, preferencialmente as leguminosas, por possuírem sistema radicular profundo, o qual propicia uma melhor infiltração de água no solo e controle da erosão. Entretanto, uma das principais justificativas do uso de leguminosas em programas de recuperação de áreas degradadas é sua capacidade de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, além de formar associação com micorrizas (CRUZ et al., 2012).

Caracterizadas por serem espécies pioneiras e agressivas, com elevada produção de biomatéria e ocorrência em diferentes condições climáticas, as leguminosas arbóreas têm apresentado significativo destaque nos estudos de recuperação de solos degradados (BALIEIRO et al., 2001).

Canafístula (*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex. DC) é uma leguminosa arbórea nativa, de ampla dispersão geográfica; desempenhando importante papel ecológico em áreas abertas, capoeiras e matas degradadas (CARVALHO, 1994). Carvalho (1994) classifica a espécie como pertencente, no estudo de sucessão, ao grupo das secundárias iniciais. Trata-se de espécie tolerante ao frio, podendo ser utilizada na arborização urbana, como cerca viva, e devido ao rápido crescimento e rusticidade, é ótima para a composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas (LORENZI, 2002).

A produção de mudas florestais é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais. Nesse sentido, diversos aspectos podem ser manejados no viveiro visando à produção de mudas adequadas ao

crescimento em campo. Para as espécies nativas, a escolha do recipiente, por exemplo, vai depender da morfologia do sistema radicular e de aspectos econômicos (LUNA et al., 2009), considerando sua influência na disponibilidade de água e nutrientes para o crescimento da planta.

O uso de tubetes em relação a outros recipientes apresenta algumas vantagens, tais como: a melhor qualidade do sistema radicular, maior grau de mecanização, menor consumo de substrato e menor custo de transporte (GONÇALVES et al., 2005).

O uso de recipientes na produção de mudas depende da qualidade do substrato, pois os tubetes de menor capacidade apresentam espaço limitado para o crescimento da muda. Conforme Kämpf (2000), o substrato consiste no meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo e atua como suporte, regulando a disponibilidade de água e de nutrientes. O substrato ideal é aquele que apresenta uniformidade em sua composição, baixa densidade, boa capacidade de campo, CTC capaz de armazenar cátions nutrientes em quantidade compatível com a exigência da espécie cultivada, boa capacidade de retenção de água, adequada porosidade, porém, também boa aeração e drenagem, sendo isento de pragas e patógenos (GOMES e PAIVA, 2011).

Entre os substratos utilizados, existem aqueles à base de matéria orgânica biodecomposta e turfas, como componentes principais, que são misturados a outros componentes secundários (usados em menor quantidade) com o objetivo de melhorar as propriedades físicas do meio de cultivo. Entre os principais componentes secundários, destacam-se a vermiculita, a casca de arroz carbonizada e a fibra da casca de coco, dependendo da disponibilidade na região de cultivo.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de canafístula (*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex. DC) produzidas em tubetes de diferentes capacidades e substratos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de fevereiro de 2015 a maio de 2015, em casa de vegetação no Viveiro de Pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (DEF/UFV), situado nas coordenadas 20°45'S e 42°55'W, e a 689 m de altitude, na Zona da Mata de Minas Gerais, apresentando

clima classificado como tropical de altitude, com verões chuvosos e invernos frios e secos, do tipo Cwb, pelo sistema de Köppen, com precipitação média anual de 1.221 mm.

A espécie utilizada foi *Cassia ferruginia* Schrad. Schrader ex DC (canafístula), cujas sementes foram colhidas em árvores matrizes, localizadas na região de Viçosa – MG pela Sociedade de Investigações Florestais. As sementes de canafístula foram tratadas com ácido sulfúrico por 20 minutos para quebra de dormência e semeadas nos tubetes.

Foi utilizado um fatorial 4 x 5, constituído de quatro substratos e cinco tubetes (35; 50; 120; 180 e 288 cm³ de capacidade) disposto em delineamento estatístico de blocos casualizados, em três repetições com 25 plantas por repetição. Os substratos testados foram: 100% substrato comercial tropsubstrato florestal (casca de pinus, vermiculita, carvão vegetal) (Cm); 50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada (Cm+FC); 50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco (Cm+CA); e 25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo (Cm+FC+CA+TS).

A adubação de base consistiu da aplicação de 150 g de N, 300 g de P₂O₅, 100 g de K₂O por metro cúbico de substrato, tendo como fonte o sulfato de amônio, superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente. A fertilização nitrogenada em cobertura durante a fase de crescimento foi realizada uma vez por semana, na concentração de 212 mg L⁻¹ de N, usando como fonte do sulfato de amônio, e a adubação potássica foi realizada de 14 em 14 dias, aplicando-se 180 mg L⁻¹ de K₂O, tendo como fonte o cloreto de potássio, conforme sugerido por Gonçalves et al. (2005).

A semeadura foi efetuada de forma manual nos tubetes, colocando-se três sementes por tubete. Foi efetuado desbaste aos 20 dias após emergência das mudas, deixando uma planta por recipiente.

Durante o período experimental, a umidade do substrato foi mantida próxima de 60% da capacidade de campo. A irrigação foi feita de acordo com o monitoramento diário até o final do experimento.

Cento e vinte dias após a semeadura foram obtidos valores de altura (H) e de diâmetro do coleto (DC) das mudas, utilizando para isto uma régua graduada em centímetros e um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Logo após a tomada dos valores de altura e do diâmetro do coleto, as plantas foram colhidas e

subdivididas em parte aérea e raízes, sendo estas lavadas em água corrente com auxílio de uma peneira de malha fina, e colocadas em estufa de circulação de ar a 65°C, por 72 horas. Após o período de secagem na estufa, as partes das mudas foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,01g, para se obter os valores de massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), bem como a massa de matéria seca total (MST), por meio da soma das outras duas. A partir desses dados foi possível calcular a relação altura/diâmetro de coleto (RHDC), a relação massa de matéria seca da parte aérea/massa de matéria seca de raiz (RMSPAMSR), altura/massa de matéria seca de parte aérea (RHMSPA) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), mediante a fórmula:

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

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de média (teste de Tukey a 5% de probabilidade), utilizando o software R e o pacote Exp.Des.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade do tubete teve influência significativa ($p < 0,05$) em todas as características avaliadas e suas relações. O substrato apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) para as características avaliadas e índices de qualidade, exceto para as relações RHDC e RMSPAMSR. Apenas as relações RHDC e RHMSPA não tiveram a interação significativa ($p < 0,05$) entre volume do tubete e os substratos (Tabela 1).

Tabela 1– Resumo da análise de variância das características morfológicas e suas relações para mudas de canafístula, aos 120 dias após a semeadura, em resposta ao volume de tubetes e tipos de substratos.

FV	GL	Quadrado médio								
		H	DC	MSPA	MSR	MST	RHDC	RHMSPA	RMSPAMSR	IQD
Bloco	2	3,67 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03*	0,07 ^{ns}	0,28 ^{ns}	9,22 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01*
Tubete (T)	4	549,20**	2,68**	1,78**	0,62**	4,47**	29,51**	21,23**	0,25**	0,02**
Substrato(S)	3	41,42**	1,52**	1,01**	0,43**	2,75**	0,69 ^{ns}	107,29**	0,02 ^{ns}	0,04**
T x S	12	6,97*	0,16**	0,11**	0,07**	0,32**	0,15 ^{ns}	7,19 ^{ns}	0,12**	0,01**
Resíduo	38	3,0	0,020	0,030	0,010	0,050	0,340	3,900	0,040	0,010
CV %		9,95	5,97	17,05	12,47	13,83	9,15	11,21	11,98	13,13

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

H – altura da parte aérea; DC – diâmetro do coleto; MSPA – massa de matéria seca da parte aérea; MSR – massa de matéria seca da raiz; MST – massa de matéria seca total; RHDC – relação entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto; RHMSPA – relação entre altura da parte aérea e massa de matéria seca da parte aérea; RMSPAMSR – relação entre massa de matéria seca da parte aérea e massa de matéria seca da raiz; IQD – índice de qualidade de Dickson.

Ao fazer o desdobramento da interação significativa entre tubetes x substratos para mudas de canafístula, nota-se que para a altura da parte aérea (H), ocorreu efeito dos tubetes para todos os substratos testados. Observa-se também, efeito dos substratos sobre as mudas produzidas nos tubetes de 120 cm³, 180 cm³ e 288 cm³ de capacidade. As maiores médias de altura das mudas ocorreram no tubete de 288 cm³ de capacidade e no substrato Cm+FC (Tabela 2). Estes valores se enquadram no estabelecido por Gonçalves et al. (2005), que consideram mudas que possuem entre 20 a 35 cm de altura, como sendo de boa qualidade.

O tubete de 120 cm³ de capacidade e os substratos Cm+FC e Cm+FC+CA+TS foram os que proporcionaram os maiores valores de diâmetro do coleto (Tabela 2) (Figura 1 e 2).

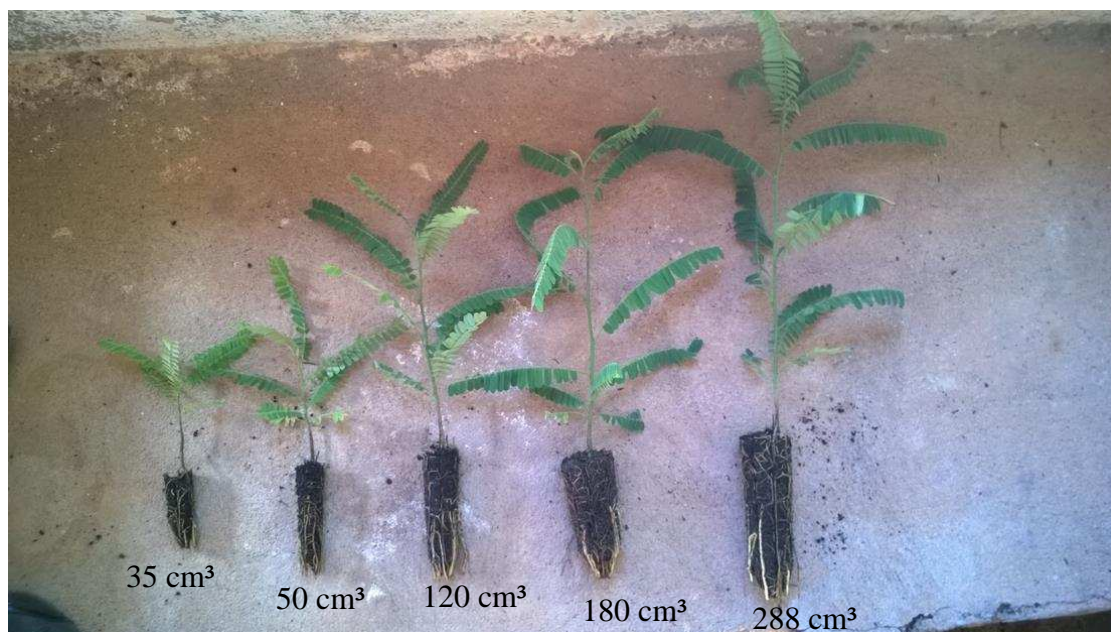


Figura 1: Crescimento das mudas de canafístula cultivadas em diferentes tubetes no substrato constituído por 50% do substrato comercial + 50% fibra da casca de coco, aos 120 dias após a sementeira.

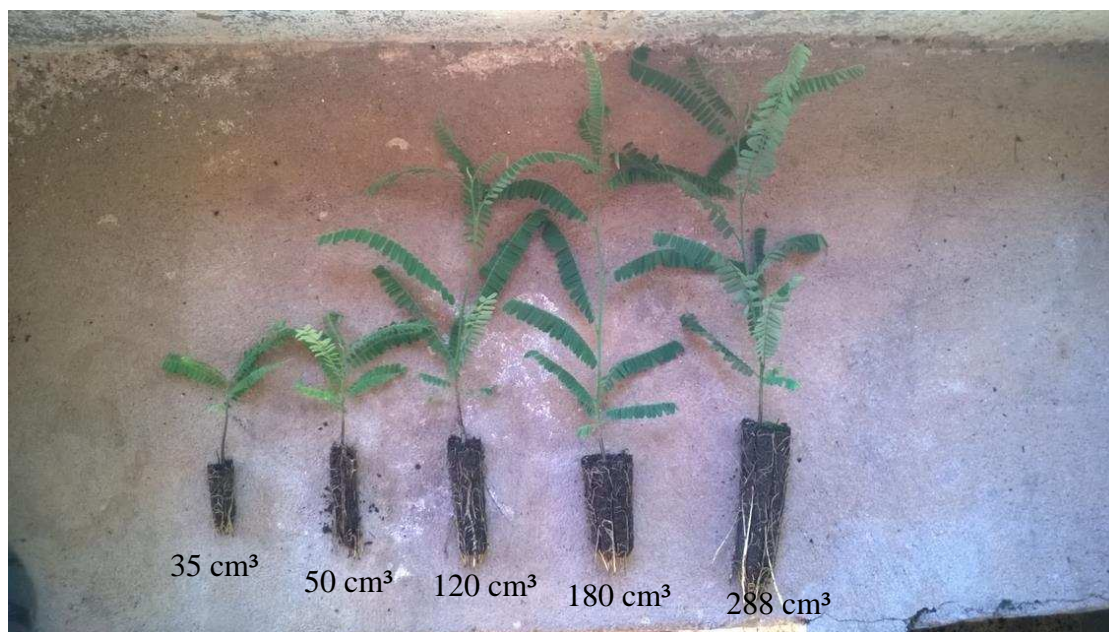


Figura 2: Crescimento das mudas de canafístula cultivadas em diferentes tubetes no substrato constituído por 25% do substrato comercial + 25 % casca de arroz carbonizada+ 25% fibra da casca de coco + 25% de terra de subsolo, aos 120 dias após a sementeira.

Vários trabalhos têm sido descritos na literatura sobre o volume ideal do tubete para espécies florestais. Os tubetes de 288 cm³ de capacidade são considerados ideais para a produção de mudas de *Acacia mangium wild*, *Mimosa artemisiana* (FONSECA, 2005), *Anadenanthera macrocarpa*, *Cedrela fissilis*, *Chorisia speciosa*, *Schinus terebinthifolius* (LISBOA, 2006), os de 180 cm³ de capacidade para *Calophyllum brasiliense*, *Toona ciliata* (LISBOA et al., 2012), e os de 120 cm³ de capacidade para *Cordia trichotoma* (MALAVASI et al, 2006), *Cryptomeria japônica* (SANTOS et al; 2000). Estes dados corroboram com os encontrados neste estudo, onde o maior crescimento das mudas ocorreu nos tubetes de maior volume.

Resultados mostrando maior crescimento em altura, diâmetro e massa de matéria seca em tubetes de maior volume também foram encontrados por Malavasi et al. (2006), em mudas de *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micranta*. Esses autores atribuíram os resultados ao espaço e volume maiores de substrato e à menor restrição radicular imposta às mudas.

Souza et al. (2005) e Cunha et al. (2006), avaliando quatro tamanhos de recipientes para produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), constataram, também, que os recipientes de maiores

dimensões proporcionaram tendência de maior crescimento das mudas, implicando diminuição do ciclo de produção destas.

Santos et al. (2000), ao avaliarem o efeito do volume de tubetes e substratos na qualidade das mudas de *Cryptomeria japonica*, concluíram que as mudas apresentaram maior crescimento quando produzidas em recipientes de maior volume, independente do substrato utilizado. Gomes et al. (2003), testando quatro modelos e tamanhos de tubetes para produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, verificaram que os tubetes com maior capacidade volumétrica produziram mudas de maiores valores em altura e massa de matéria seca total. No entanto, esses recipientes não foram recomendados, uma vez que a altura das mudas ficou acima daquela adequada para o plantio.

Dentre as características morfológicas que determinam a qualidade das mudas, a altura da parte aérea é muito utilizada em viveiros, pois além de sua medição ser muito fácil e não destrutiva (GOMES et al., 2002) fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo (CAIONE et al., 2012). Já a sobrevivência das mudas no campo é relacionada com o diâmetro do coleto (SOUZA et al., 2006), pois mudas de maior diâmetro apresentam maior capacidade de emissão de novas raízes (LELES et al., 2001; NOVAES et al., 2002).

Quanto à massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de matéria seca de raiz (MSR) e massa de matéria seca total (MST) foi verificado efeito da capacidade dos tubetes sobre as mudas produzidas em todos os substratos, e efeito dos substratos sobre as mudas produzidas nos tubetes de 120, 180 e 288 cm³ de capacidade (Tabela 2). As maiores médias de massa de matéria seca da parte aérea, raiz e total ocorreram no tubete de 288 cm³ de capacidade com uso do substrato Cm+FC.

A massa de matéria seca é a característica que melhor reflete a produção (GONÇALVES et al., 2005), e tem sido considerada uma das melhores para predizer a qualidade de mudas, porém apresenta o inconveniente de não ser viável a sua determinação em muitos viveiros, por ser destrutiva e necessitar de estufas (GOMES e PAIVA, 2011).

Estudos testando diferentes tipos de substrato na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* realizados por Silva et al. (2012), *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, realizados por Simões et al. (2012) e em mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus*

realizados por Melo et al. (2014), mostram que aquelas cultivadas em substratos que tinham fibra da casca de coco em sua formulação, apresentaram maiores valores de altura, diâmetro e massa de matéria seca comparadas às cultivadas em substratos com casca de arroz carbonizada. Esta diferença de crescimento, segundo os autores, se deve às características da fibra da casca de coco, que contribuíram melhor para boa agregação das raízes e retenção de água, em relação à casca de arroz carbonizada.

Respostas contrárias foram verificadas por Boene et al. (2013) (*Sebastiania commersoniana*), Bassaco (2011) (*Sebastiania brasiliensis*) e Kratz (2011) (*Mimosa scabrella* Benth e *Eucalyptus benthamii*), onde os autores observaram que o tratamento que continha somente o substrato comercial favoreceu o crescimento das mudas, já o acréscimo de fibra da casca de coco e casca de arroz carbonizada ao substrato comercial proporcionou decréscimo no crescimento das mesmas.

Tabela 2 - Valores de altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de matéria seca de raiz (MRS) e massa de matéria seca total (MST), para mudas de canafístula cultivadas em diferentes tubetes e substratos aos 120 dias após a semeadura.

TUBETES		SUBSTRATOS			
		Cm	Cm+CA	Cm+FC	Cm+FC+CA+TS
H	35 cm ³	8,9 Ca	9,4 Ba	9,6 Ca	9,7 Ba
	50 cm ³	10 Ca	10,7 Ba	11,2 Ca	11 Ba
	120 cm ³	17,2 Bb	17,9 Ab	22,5 Ba	22,6 Aa
	180 cm ³	19,2 Bc	20,4 Abc	23,7 ABab	24,1 Aa
	288 cm ³	23,3 Ab	21,6 Ab	27,1 Aa	25,8 Aab
TUBETES		SUBSTRATOS			
		Cm	Cm+CA	Cm+FC	Cm+FC+CA+TS
DC	35 cm ³	2,02 Ca	2,00 Ba	2,23 Ba	2,06 Ca
	50 cm ³	1,97 Ca	2,05 Ba	2,25 Ba	2,30 Ca
	120 cm ³	2,4 Bb	2,5 Ab	3,51 Aa	3,54 Aa
	180 cm ³	2,53 ABb	2,67 Ab	3,33 Aa	3,33 ABa
	288 cm ³	2,83 Abc	2,54 Ac	3,38 Aa	3,08 Bab

	TUBETES	SUBSTRATOS			
		Cm	Cm+CA	Cm+FC	Cm+FC+CA+TS
MSPA	35 cm ³	0,49 Ba	0,45 Ca	0,60 Ca	0,54 Ba
	50 cm ³	0,56 Ba	0,57 BCa	0,76 Ca	0,90 Ba
	120 cm ³	1,07 Ab	0,92 ABb	1,58 Ba	1,46 Aa
	180 cm ³	0,88 ABb	0,98 ABb	1,68 ABa	1,49 Aa
	288 cm ³	1,12 Ab	1,01 Ab	2,01 Aa	1,36 Ab
	TUBETES	SUBSTRATOS			
		Cm	Cm+CA	Cm+FC	Cm+FC+CA+TS
MSR	35 cm ³	0,30 Ca	0,30 Ba	0,35 Da	0,35 Ba
	50 cm ³	0,47 BCa	0,47 ABa	0,55 Ca	0,53 Ba
	120 cm ³	0,85 Aa	0,57 Ab	0,99 Ba	0,97 Aa
	180 cm ³	0,51 Bc	0,47 ABc	1,12 ABa	0,93 Ab
	288 cm ³	0,61 Bc	0,58 Ac	1,24 Aa	0,87 Ab
	TUBETES	SUBSTRATOS			
		Cm	Cm+CA	Cm+FC	Cm+FC+CA+TS
MST	35 cm ³	0,78 Ca	1,04 ABa	0,95 Ca	0,88 Ca
	50 cm ³	1,03 BCa	0,75 Ba	1,31 Ca	1,43 Ba
	120 cm ³	1,92 Abc	1,5 Ac	2,56 Ba	2,42 Aab
	180 cm ³	1,39 ABb	1,45 Ab	2,80 ABa	2,42 Aa
	288 cm ³	1,73 Ac	1,58 Ac	3,25 Aa	2,25 Aa

Mesmas letras maiúsculas na vertical (interação substratos x tubetes) e mesmas letras minúsculas na horizontal (interação tubetes x substratos) não diferem entre si pelo teste de Tukey, ($p > 0,05$)

Cm:100% substrato comercial; Cm+ CA:50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada; Cm+FC:50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco e Cm+CA+FC+TS:25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo

Gomes e Paiva (2011) relatam que o valor de 2,0 é à melhor relação entre a massa de matéria seca da parte aérea e a respectiva massa de matéria seca de raiz. Neste trabalho, o valor mais próximo de 2,0, para este índice, ocorreu em mudas

produzidas no tubete de 180 cm³ de capacidade e com o substrato Cm+CA (Tabela 3).

O IQD é um bom indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomatéria na muda, ponderando os resultados de várias características importantes empregadas para avaliação da qualidade (FONSECA et al., 2002), e quanto maior esse índice melhor a qualidade das mudas. Os maiores valores do índice de qualidade Dickson foram obtidos na mudas cultivadas nos tubetes de 120, 180 e 288 cm³ de capacidade tendo como substrato o Cm+FC (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores da relação massa de matéria seca da parte aérea/massa de matéria seca de raiz (RMSPAMSR) e índice de qualidade Dickson (IQD), para mudas de canafístula cultivadas em diferentes tubetes e substratos aos 120 dias após a semeadura.

	TUBETES	SUBSTRATOS			
		Cm	Cm+CA	Cm+FC	Cm+FC+CA+TS
RMSPAMSR	35 cm³	1,67	1,47	1,70	1,50
	50 cm³	1,19	1,20	1,38	1,69
	120 cm³	1,28	1,59	1,60	1,50
	180 cm³	1,72	2,07	1,48	1,63
	288 cm³	1,83	1,73	1,64	1,54
	TUBETES	SUBSTRATOS			
		Cm	Cm+CA	Cm+FC	Cm+FC+CA+TS
IQD	35 cm³	0,13 Ba	0,12 Aa	0,16 Ba	0,14 Ca
	50 cm³	0,17 Ba	0,16 Aa	0,20 Ba	0,22 Ba
	120 cm³	0,23 Ab	0,17 Ab	0,32 Aa	0,31 Aa
	180 cm³	0,15 Bc	0,14 Ac	0,32 Aa	0,26 ABb
	288 cm³	0,17 Bc	0,15 Ac	0,34 Aa	0,24 Bb

Mesmas letras maiúsculas na vertical (interação substratos x tubetes) e mesmas letras minúsculas na horizontal (interação tubetes x substratos) não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, (p>0,05)

Cm:100% substrato comercial; Cm+ CA:50% substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada; Cm+FC:50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco e

Cm+CA+FC+TS:25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo

CONCLUSÕES

O tubete indicado para produção de mudas de canafistula é o de 180 cm³, com substrato composto por 25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo ou 50% substrato comercial + 50% fibra da casca de coco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALIEIRO, F. C.; OLIVEIRA, I. G.; DIAS, L. E. Formação de mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*: Resposta à calagem, fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 183-191, mar./abr.2001.

BASSACO, M. V. M. **Comportamento fenológico, germinação, produção de mudas e tolerância a saturação hídrica de *Sebastiania brasiliensis*** (Spreng.).2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

BOENE, H. C. A. M.; NOGUEIRA, A. C.; SOUSA, N. J.; KRATZ, D. P. V. D. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 3, p. 407 - 420, jul. / set. 2013.

CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 213-221, jun. 2012.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA - CNPF/SPI, 1994. 640p.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; CUNHA, A. C. M. C. M. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em argissolo vermelho-amarelo a macronutrientes. **Revista Árvore**, v. 34, p. 13-24, 2012.

CUNHA, A. de M.; CUNHA, G. de M.; SARMENTO, R. DE A.; CUNHA, G. de M.; AMARAL, J. F. T. DO. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p. 207-214, 2006.

DUBOC, E.; VENTORIM, N.; VALE, F. R.; DAVID, A. C. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.). **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 31-47, jan./mar. 1996.

FONSECA, F. A. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas.** 2005. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p. 113-127, 2003.

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

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros Florestais: propagação sexuada.** Viçosa: UFV, 2011. 116p.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 309-350.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

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, 2011.

LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. A.; NOVAES, A. B.; BARROSO, D. G. Crescimento e arquitetura radicial de plantas de eucalipto oriundas de mudas produzidas em blocos prensados e em tubetes após o plantio. **Cerne**, v.7, n.1, p.10-19, 2001.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

LISBOA, A.C. **Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em tubetes de diferentes dimensões**. 2006. 45p. Monografia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

LISBOA, A. C., SANTOS, P. S., OLIVEIRA NETO, S. N. O., CASTRO, D. N., ABREU, A. H. M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.4, p.603-609, 2012.

LUNA, T.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K. Containers. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Eds). **Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries**. Washington. D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Vol.1, 2009. 302 p. (Nursery management. Agriculture Handbook 730).

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M.; MATOS, M. de. 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.

MELO, L. A.; PEREIRA, G. A.; MOREIRA, E. J. C. M.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. V.; TEIXEIRA, L. A. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.2, p. 234-242, 2014 abr./jun.

NOVAES, A. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. S. Avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em diferentes tipos de recipientes e o seu desempenho no campo. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.675-681, 2002.

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

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.297-302, 2012.

SIMÕES, D., SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* hill ex maiden x *Eucalyptus urophylla* s. T. Blake. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 91-100, jan.-mar., 2012.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

SOUZA, V. C. ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A; CUNHA, A. O.; SOUZA, A. P. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p.98-108, 2005.

CONCLUSÕES GERAIS

O tubete indicado para produção de mudas de cássia-rosa e canafístula é o de 180 cm³ de capacidade.

Para cássia-rosa o substrato indicado é uma mistura de 50% de substrato comercial + 50% de fibra da casca de coco. Para canafístula, além desta composição, pode ser utilizada uma mistura de 25% substrato comercial + 25% casca de arroz carbonizada + 25% fibra da casca de coco + 25% terra de subsolo. Nesse caso a escolha é em função do custo e da disponibilidade.