

**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.) BRENNAN)<sup>1</sup>**

Alexandre de Vicente Ferraz<sup>2</sup> e Vera Lex Engel<sup>3</sup>

**RESUMO** – A crescente demanda por projetos de restauração florestal, devido aos desmatamentos e à exploração ilegal de madeira, tem exigido pesquisas sobre a produção e a qualidade de mudas florestais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes tamanhos de tubetes na qualidade de mudas de espécies nativas de diferentes grupos ecológico-sucessionais. Os tratamentos consistiram da combinação de três espécies: *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo) e *Parapiptadenia rigida* (guarucuia); com três tamanhos de tubetes para a semeadura: 50 cm<sup>3</sup>; 110 cm<sup>3</sup> e 300 cm<sup>3</sup>. O delineamento utilizado foi de blocos aleatórios, com quatro repetições. A qualidade das mudas foi avaliada através dos atributos: altura, diâmetro do colo; área foliar; massa seca da parte aérea e do sistema radicular e índice de qualidade de Dickson. O aumento do volume do tubete gerou ganhos expressivos em altura nas mudas de guarucuia (até 92%) e ganhos menores nas mudas de jatobá (até 14%), o que foi atribuído a maior taxa de crescimento da primeira espécie, característica de início de sucessão ecológica. As mudas de ipê-amarelo apresentaram ganhos consideráveis em biomassa do sistema radicular (51 a 229%) com o aumento do tamanho do tubete. Nas três espécies, o tubete de 300 cm<sup>3</sup> proporcionou mudas com altura e diâmetro do colo superiores aos daquelas produzidas nos demais tubetes, possibilitando reduzir o tempo de produção das mudas em até 70 dias.

Palavras-Chave: Tubete, Qualidade de mudas e Espécies arbóreas nativas.

**EFFECT OF THE ROOT TRAINERS SIZE ON SEEDLING QUALITY OF JATOBÁ (*Hymenaea courbaril* L. VAR. *STILBOCARPA* (HAYNE) LEE ET LANG.), IPÊ-AMARELO (*Tabebuia chrysotricha* (MART. EX DC.) SANDL.) AND GUARUCAIA (*Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENNAN).**

**ABSTRACT** – The increasing need for forest restoration projects, because of the deforestation and illegal exploitation of wood, has demanded studies on the production and quality of forest tree seedlings. The objective of the present study was to evaluate the influence of different sizes of root trainers (polypropylene containers) on the quality of seedlings of native tree species of different successional groups. The treatments were the combination of three species: *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo) and *Parapiptadenia rigida* (guarucuia) and three sizes of root trainer for sowing: 50 cm<sup>3</sup>; 110 cm<sup>3</sup> and 300 cm<sup>3</sup>. It was used a random block design with four replications. The quality of the seedlings was evaluated through the attributes: height, stem diameter; leaf area; aerial section dry matter and root system dry matter and Dickson's index of quality. The increase in root trainer size provided expressive gains in the height of seedlings of guarucuia (up to 92%), and smaller gains for seedling of jatobá (up to 14%), which was attributed to the higher growth rate of the first species, characteristic of beginning of ecologic succession. Seedlings of Ipê-amarelo presented considerable gains in biomass of the root system (51 to 229%) with the increase of size of root trainer. In all three species, the 300-cm<sup>3</sup> root trainer provided seedlings with heights and stem diameter greater than those produced in the other root trainer, making it possible to reduce by 70 days the production time of the seedlings.

Keywords: Root trainer, Seedling quality and Native tree species.

<sup>1</sup> Recebido em 13.01.2009 e aceito para publicação em 14.04.2011.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais pela Universidade de São Paulo, USP, Brasil. E-mail: <devicenteferraz@gmail.com>.

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil. E-mail: <veralex@fca.unesp.br>.

## 1. INTRODUÇÃO

A perda da cobertura florestal ocasionada pela expansão da agricultura intensiva e pecuária extensiva tem levado a graves consequências, como a redução da biodiversidade, a degradação do solo e dos recursos hídricos.

A perda da resiliência de um ecossistema florestal, após distúrbios naturais ou antrópicos, como queima, exploração madeireira, catástrofes naturais, caracteriza um ambiente degradado que não consegue recuperar-se por seus próprios meios em um tempo aceitável pelo homem (CARPANEZZI, 2000; ENGEL; PARROTTA, 2003). Desse modo, ações para reverter os processos de degradação e restaurar os ecossistemas degradados são muitas vezes necessárias. Métodos de restauração florestal que envolvem o plantio de mudas implicam geralmente alto custo de implantação, que ultrapassa US\$ 1.500,00/ha, dos quais cerca de 60% correspondem ao valor das mudas (ENGEL et al., 1999; ENGEL; PARROTTA, 2001).

O êxito de um plantio depende diretamente da espécie, das potencialidades genéticas das sementes e da qualidade das mudas produzidas. Essas, além de ter maior capacidade de resistirem às condições adversas encontradas no campo, devem possibilitar a diminuição da frequência dos tratos culturais do povoamento recém-implantado e desenvolver-se produzindo árvores com crescimento desejável (GOMES et al., 1990; SANTOS et al., 2000; NOVAES et al., 2002). Santos et al. (2000) relataram que a obtenção de padrões de qualidade da muda e o aprimoramento das técnicas de viveiro não têm acompanhado a evolução de outras áreas da silvicultura.

Uma das dificuldades enfrentadas por quem trabalha com a produção de mudas de espécies florestais nativas é o crescimento lento de muitas delas, particularmente daquelas classificadas como tardias ou clímax. Em face disso, é de fundamental importância a definição de estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo possível e em condições acessíveis aos médios e pequenos produtores rurais (CUNHA et al., 2005), por ser esse o público com maiores limitações financeiras para a restauração florestal (ENGEL, 2007).

Na maior parte das pesquisas com recipientes para a produção de mudas, tem sido respeitado o princípio de que o sistema radicular é importante, devendo

apresentar boa arquitetura, e que, por ocasião de plantio, deverá sofrer o mínimo distúrbio, o que permite que a muda seja plantada com um torrão sólido e bem agregado a todo o sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o crescimento inicial no campo (GOMES et al., 2003).

Ao decidir-se pela escolha de um tipo de recipiente para a produção de mudas, alguns critérios devem ser levados em consideração: distribuição do sistema radicular de forma mais natural possível, não permitindo qualquer tipo de deformação; dimensões dos recipientes (altura e seção transversal), com adequado volume de substrato para cada espécie; possibilidade de reaproveitamento e custos (CARNEIRO, 1995).

A produção de mudas de eucalipto no Brasil é conduzida, na sua maior parte, em recipientes de plástico rígido conhecidos por tubetes; sendo este tipo de embalagem também utilizado na produção de mudas de espécies nativas (GONÇALVES et al., 2000; LELES et al., 2000). Uma das vantagens do uso de tubetes na formação de mudas é a diminuição dos custos de produção por meio do sequenciamento de operações, redução do esforço físico e a utilização de materiais leves na construção do viveiro (STURION; ANTUNES, 2000). Além disso, os tubetes permitem uma boa formação de sistema radicular, com maior proporção de raízes finas (GONÇALVES et al., 2000).

O tamanho do recipiente para a produção de mudas em viveiros florestais tem influência direta em seu custo final, pois daí resulta a quantidade de substrato a ser utilizado, o espaço que irá ocupar no viveiro, a mão de obra utilizada no transporte, remoções para aclimatização e retirada para entrega ao produtor, além da influência na quantidade de insumos e água que irá demandar (QUEIROZ; MELÉM JÚNIOR, 2001). O apropriado dimensionamento do volume, da altura e do diâmetro do recipiente é variável conforme a espécie a ser propagada e o tempo de permanência no viveiro (GOMES et al., 1990; NICOLOSO et al., 2000).

Um dos problemas das mudas produzidas em recipientes de paredes rígidas são as deformações radiculares, acentuadas pelo pequeno volume de substrato que comportam (BARROSO et al., 2000). Schwengber et al. (2002) observaram que os recipientes com maior volume favoreciam não só o desenvolvimento em comprimento, mas também melhor distribuição espacial das raízes.

Na restauração florestal com espécies nativas, uma questão que tem sido frequentemente colocada é a do tamanho ideal das mudas para o plantio. Espera-se que mudas de maior tamanho, desde que com raízes bem formadas, tenham maiores chances de sobrevivência no campo, principalmente pela maior competitividade com as gramíneas. Por outro lado, recipientes maiores implicam maior custo de implantação, tanto pelo maior consumo de substrato e maior necessidade de espaço no viveiro, como maior custo de transporte e menor rendimento no plantio.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência exercida por três tamanhos de tubete na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril*), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida*), espécies arbóreas nativas de diferentes grupos ecológicos-sucessionais úteis à restauração florestal.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local do estudo

O estudo foi realizado no viveiro de mudas florestais da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, campus de Botucatu, SP. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa - temperado quente (mesotérmico). A temperatura média do ar é de 23,1°C no mês mais quente e de 17,1°C no mês mais frio, sendo a média anual de 20,3°C. A precipitação pluviométrica anual média é de 1.428,4 mm com valores médios de 246,2 mm e de 36,1 mm para os meses de maior e menor precipitação, respectivamente (CUNHA; MARTINS, 2009).

### 2.2 Produção das mudas e delineamento experimental

Conforme a disponibilidade de sementes na época de instalação do experimento e pela necessidade de uso de sementes recém-colhidas e com alto vigor, as espécies escolhidas para a experimentação e suas respectivas características ecológicas, de acordo com Lorenzi (2002), foram: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (**jatobá**), espécie de final de sucessão, semidecídua, tolerante à sombra, característica das florestas estacional semidecidual e ombrófila densa; *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl. (**ipê-amarelo**), espécie secundária inicial, caracterizada por ser uma planta decídua, característica das florestas estacionais semidecíduais, cerrados e cerradões; *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan

(**guarucaia**), espécie secundária tardia, caracterizada por ser uma planta semidecídua, frequentemente observada nas associações secundárias, ocupando posição importante nas capoeiras e capoeirões; além de apresentar regeneração natural abundante em clareiras abertas na floresta e sob povoamentos implantados.

O tipo de recipiente utilizado foi o tubete cônico de seção circular, contendo quatro frisos internos longitudinais e equidistantes, com os seguintes volumes: 50 cm<sup>3</sup>, 110 cm<sup>3</sup> e 300 cm<sup>3</sup>. Os tubetes foram preenchidos com substrato florestal comercial orgânico da marca Multiplant® (60 % de casca de *pinus*, 15 % de vermiculita e 25 % de variados produtos de decomposição vegetal). Para cada espécie, foram semeadas em média duas sementes por tubete e, após a semeadura, os tratamentos foram conduzidos em casa de vegetação, onde a umidade relativa do ar era mantida acima de 80%. Após a germinação das sementes, efetuou-se o desbaste, mantendo-se a plântula maior e mais central de cada tubete.

As mudas foram irrigadas duas vezes ao dia e adubadas três vezes por semana através de fertirrigação, com 4 g/l de nitrato de potássio. Cerca de 30 dias após a germinação das sementes, as mudas foram transferidas para canteiros externos, protegidos por tela sombrite 50% e, após três meses, foram expostas gradualmente a pleno sol.

O delineamento utilizado foi o fatorial em blocos aleatorizados com nove tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos espécies (3) x recipientes (3). Cada unidade experimental (tratamento/repetição) foi constituída por 20 plantas, totalizando 80 plantas por tratamento.

### 2.3 Coleta e análise dos dados

As variáveis analisadas para avaliação da qualidade das mudas produzidas em cada tratamento foram: altura da parte aérea (H), em cm; diâmetro do colo (DC), em mm; área foliar (AF), em cm<sup>2</sup>; massa seca da parte aérea (MSPA), em g; massa seca da raiz (MSR), em g; massa seca total (MST), em g; relação entre a massa seca das raízes e a massa seca da parte aérea (MSR/MSPA) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960), determinado pela expressão:

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

A altura foi medida com uma régua milimetrada, da seção superior do tubete até a gema apical mais alta da planta, e o diâmetro do colo foi determinado ao nível do substrato com um paquímetro digital. As medições foram realizadas mensalmente, totalizando seis durante todo o período de estudo.

Efetuada a sexta e última medição de H e DC, foram sorteadas três plantas úteis por parcela, que tiveram seu sistema radicular lavado, para a retirada do substrato aderido às raízes, e posteriormente foram desmembradas nas porções folha, caule e raiz. O atributo AF foi determinado com medidor portátil de área foliar da marca LI – COR e modelo LI – 3000 A. As determinações da MSR e MSPA foram efetuadas por secagem do material em estufa de ventilação forçada, a 65°C até peso constante (cerca de 72 horas), e pesagem em balança eletrônica com precisão de 0,01g. AMST foi determinada pela soma das massas da parte aérea e do sistema radicular. As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Altura e diâmetro do colo

As análises de variância dos atributos H e DC comprovaram haver feito significativo a 1% de probabilidade entre as espécies avaliadas ( $F = 12101,10$ ;  $p < 0,0001$ ), os tubetes testados ( $F = 496,99$ ;  $p < 0,0001$ ) e a interação tubetes\*espécies ( $F = 120,19$ ;  $p < 0,0001$ ). As mudas de guarucaia, ipê-amarelo e jatobá, quando comparadas entre si sob o mesmo sistema de produção, ou seja, em um mesmo tamanho de tubete, apresentaram alturas (Tabela 1) e diâmetros do colo (Tabela 2) significativamente diferentes entre si, tendo o jatobá apresentado em todos os períodos mudas de maior tamanho.

As mudas de guarucaia produzidas nos diferentes tamanhos de tubetes apresentaram diferenças significativas no crescimento da parte aérea a partir de 40 dias após a emergência (DAE) das plântulas. Até os 170 DAE, as mudas produzidas no tubete de 300 cm<sup>3</sup> apresentaram tanto altura quanto diâmetro do colo significativamente superiores aos das mudas

**Tabela 1** – Médias de altura (cm) em mudas de guarucaia (*Parapiptadenia rigida*), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*), produzidas em diferentes tamanhos de tubete.

**Table 1** – Means of height (cm) in guarucaia (*Parapiptadenia rigida*), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) and jatobá (*Hymenaea courbaril*) seedlings produced in different root trainer sizes.

DAE*	Espécie	Tubetes			Média
		50 cm <sup>3</sup>	110 cm <sup>3</sup>	300 cm <sup>3</sup>	
0	Guarucaia	5,6 Ba	5,8 Ba	6,5 Ba	<b>6,0</b>
	Ipê-amarelo	2,4 Ca	2,5 Ca	2,6 Ca	
	Jatobá	15,2 Aa	15,7 Aa	16,7 Aa	
	<b>Média</b>	<b>7,7</b>	<b>8,0</b>	<b>8,6</b>	
40	Guarucaia	10,0 Bb	11,9 Bb	15,9 Ba	<b>12,6</b>
	Ipê-amarelo	2,8 Ca	3,1 Ca	3,7 Ca	
	Jatobá	23,1 Ab	24,3 Aab	25,7 Aa	
	<b>Média</b>	<b>12,0</b>	<b>13,1</b>	<b>15,1</b>	
70	Guarucaia	11,0 Bb	12,8 Bb	17,0 Ba	<b>13,6</b>
	Ipê-amarelo	3,6 Ca	4,0 Ca	4,6 Ca	
	Jatobá	24,2 Ab	25,3 Aab	26,7 Aa	
	<b>Média</b>	<b>12,9</b>	<b>14,0</b>	<b>16,1</b>	
100	Guarucaia	14,2 Bc	18,2 Bb	24,0 Ba	<b>18,8</b>
	Ipê-amarelo	4,4 Ca	5,2 Ca	6,0 Ca	
	Jatobá	25,4 Ab	28,3 Aa	28,4 Aa	
	<b>Média</b>	<b>14,7</b>	<b>17,2</b>	<b>19,5</b>	
130	Guarucaia	16,5 Bc	22,9 Bb	29,1 Ba	<b>22,8</b>
	Ipê-amarelo	5,1 Cb	6,8 Cab	7,9 Ca	
	Jatobá	29,5 Ab	33,2 Aa	33,5 Aa	
	<b>Média</b>	<b>17,0</b>	<b>21,0</b>	<b>23,5</b>	
170	Guarucaia	17,1 Bc	24,5 Bb	32,8 Aa	<b>24,8</b>
	Ipê-amarelo	5,3 Cb	7,4 Cab	8,6 Ba	
	Jatobá	30,3 Ab	34,6 Aa	34,5 Aa	
	<b>Média</b>	<b>17,6</b>	<b>22,1</b>	<b>25,3</b>	

\* Dias após a emergência das plântulas.

Para cada idade e cada espécie (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Para cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 2** – Médias de diâmetro do colo (mm) em mudas de guarucaia (*Parapiptadenia rigida*), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) produzidas em diferentes tamanhos de tubete.**Table 2** – Means of stem diameter (mm) in guarucaia (*Parapiptadenia rigida*), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) and jatobá (*Hymenaea courbaril*) seedlings produced in different root trainer sizes.

DAE*	Espécie	Tubetes			Média
		50 cm <sup>3</sup>	110 cm <sup>3</sup>	300 cm <sup>3</sup>	
0	Guarucaia	1,26 Ba	1,18 Ba	1,25 Ba	1,23
	Ipê-amarelo	1,00 Ba	1,01 Ba	1,09 Ba	1,03
	Jatobá	3,96 Aab	3,77 Ab	4,10 Aa	3,94
	<b>Média</b>	<b>2,07</b>	<b>1,99</b>	<b>2,15</b>	
40	Guarucaia	1,75 Bb	1,76 Bb	2,05 Ba	1,85
	Ipê-amarelo	1,40 Cb	1,45 Cb	1,83 Ba	1,56
	Jatobá	4,33 Ab	4,09 Ab	4,68 Aa	4,37
	<b>Média</b>	<b>2,49</b>	<b>2,43</b>	<b>2,85</b>	
70	Guarucaia	1,95 Bb	1,95 Bb	2,46 Ba	2,12
	Ipê-amarelo	1,50 Cb	1,61 Cb	2,07 Ca	1,73
	Jatobá	4,70 Ab	4,42 Ab	5,11 Aa	4,74
	<b>Média</b>	<b>2,72</b>	<b>2,66</b>	<b>3,21</b>	
100	Guarucaia	2,67 Bb	2,85 Bb	3,56 Ba	3,03
	Ipê-amarelo	1,61 Cc	2,13 Cb	2,47 Ca	2,07
	Jatobá	5,32 Ab	5,10 Ab	5,86 Aa	5,43
	<b>Média</b>	<b>3,20</b>	<b>3,36</b>	<b>3,96</b>	
130	Guarucaia	3,42 Bc	3,72 Bb	4,56 Ba	3,90
	Ipê-amarelo	2,35 Cc	2,83 Cb	3,31 Ca	2,83
	Jatobá	5,71 Ac	5,31 Ab	6,27 Aa	5,76
	<b>Média</b>	<b>3,83</b>	<b>3,95</b>	<b>4,71</b>	
170	Guarucaia	4,58 Bc	4,98 Bb	6,09 Ba	5,22
	Ipê-amarelo	2,55 Cc	3,07 Cb	3,81 Ca	3,14
	Jatobá	6,06 Ab	5,61 Ac	6,66 Aa	6,11
	<b>Média</b>	<b>4,40</b>	<b>4,55</b>	<b>5,52</b>	

\* Dias após a emergência das plântulas.

Para cada idade e cada espécie (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P&gt;0,05). Para cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P&gt;0,05).

produzidas nos tubetes de menores volumes. As mudas produzidas no tubete de 110 cm<sup>3</sup> só apresentaram altura e diâmetro do colo significativamente superior aos das mudas produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup> a partir do período de 100 e 130 DAE, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

Gomes et al. (2003), estudando o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K, verificaram, em cada idade avaliada e independentemente das fertilizações, que as médias das alturas foram significativamente maiores pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, à medida que se aumentou o volume dos tubetes, provavelmente devido às condições de nutrição e espaço para o crescimento radicular em maior volume de substrato.

As alturas das mudas de ipê-amarelo produzidas nos diferentes tamanhos de tubetes só apresentaram diferenças significativas entre si a partir dos 130 DAE, cujas mudas produzidas no tubete de 300 cm<sup>3</sup> apresentaram alturas e diâmetros do colo

significativamente superiores aos daquelas produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup>. Comportamento semelhante foi verificado por Queiroz e Melém Júnior (2001), onde mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) não demonstraram diferenças significativas nas alturas até 150 dias após o transplante das mudas nos diferentes tamanhos de embalagem. Yuyama e Siqueira (1999), estudando o efeito do tamanho da semente e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), verificaram que o tamanho das embalagens influenciou a altura das plantas apenas três meses após a repicagem das mudas da caixa de serragem para os recipientes, sendo o melhor crescimento obtido do saco plástico de segundo maior tamanho (19 x 21 cm).

Os diâmetros do colo das mudas de ipê-amarelo produzidas nos diferentes tamanhos de tubetes também apresentaram diferenças significativas desde os 40 DAE até os 170 DAE das plântulas; onde as mudas produzidas no tubete de 300 cm<sup>3</sup> apresentaram o diâmetro

do colo significativamente superior ao das mudas produzidas nos demais tubetes. As mudas produzidas no tubete de 110 cm<sup>3</sup> só foram apresentar diâmetro de colo significativamente superior aos das mudas produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup> a partir dos 100 DAE.

Ao avaliar os efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa*, Cunha et al. (2005) verificaram que, assim como na altura das plantas, as dimensões dos recipientes também exercem influência sobre o incremento do diâmetro do colo, pois os maiores diâmetros foram obtidos nos maiores recipientes, independentemente do substrato utilizado. Esses autores reforçaram ainda que mudas com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio, e o tombamento decorrente desta característica pode resultar em morte ou deformações que comprometem o valor silvicultural dos indivíduos.

Os crescimentos das mudas de jatobá produzidas nos tubetes de diferentes tamanhos apresentaram diferenças significativas a partir dos 40 DAE, sendo as alturas das mudas produzidas nos tubetes de 300 cm<sup>3</sup> significativamente superiores às das mudas produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup> até os 70 DAE, e os diâmetros do colo até os 100 DAE.

A partir dos 100 DAE, as mudas de jatobá produzidas no tubete de 300 cm<sup>3</sup> não apresentaram alturas significativamente diferentes daquelas produzidas no tubete de 110 cm<sup>3</sup>, contudo, ambas apresentaram diâmetros do colo significativamente superiores aos das mudas produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup>. Reis et al. (1989), em seus estudos com diferentes espécies de eucaliptos, verificaram que as maiores taxas de crescimento foram obtidas nos menores níveis de restrição radicular, em que as plantas dispuseram de maior volume para o desenvolvimento das raízes, refletindo-se num crescimento mais avantajado da parte aérea.

Ao contrário do que foi observado com relação à altura, as mudas de jatobá produzidas no tubete de 110 cm<sup>3</sup> apresentaram diâmetros do colo significativamente inferiores aos das mudas produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup>. Mudas com diâmetro do colo grande se sustentam melhor, resistem melhor ao curvamento (tombamento), apresentam maior tolerância aos danos ocasionados por insetos e herbívoros e possuem melhor isolamento térmico comparado às mudas de diâmetro do colo pequeno (JOHNSON; CLINE, 1990).

Aos 170 DAE, as mudas de guarucaia, ipê-amarelo e jatobá produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup> atingiram uma altura média de 17,1; 5,3 e 30,3 cm; respectivamente. Em contrapartida, as suas mudas produzidas no tubete de 300 cm<sup>3</sup> atingiram uma altura média de 17,0; 6,0 e 33,5 cm em aproximadamente 70, 100 e 130 DAE; respectivamente, o que sugere uma redução no ciclo de produção das mudas de 100, 70 e 40 dias, respectivamente, quando produzidas no recipiente de maior volume. Hsu et al. (1996), estudando o efeito do volume do recipiente sobre o crescimento e desenvolvimento de *Syzygium samarangense*, indicam que espécies diferentes podem responder diferentemente à restrição radicular proporcionada pelo volume do recipiente utilizado.

Nessa perspectiva, as mudas de guarucaia, ipê-amarelo e jatobá produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup> atingiram, aos 170 DAE, um diâmetro do colo médio de 4,58; 2,55 e 6,06 mm, respectivamente. Em contrapartida, as mudas dessas espécies produzidas no tubete de 300 cm<sup>3</sup> atingiram um diâmetro do colo médio de 4,56; 2,47 e 5,86 mm em aproximadamente 130, 100 e 100 DAE, respectivamente, o que viria a representar uma possível redução no ciclo de produção das mudas de 40, 70 e 70 dias, respectivamente. Freitas et al. (2005), estudando o desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos, verificaram que o crescimento em diâmetro das mudas foi influenciado pelos recipientes com diferentes níveis de restrição radicular e que a espécie *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden foi mais sensível à restrição radicular do que *Eucalyptus saligna* Smith, apresentando diferenças acentuadas e significativas.

Gomes et al. (1990), ao avaliar a qualidade de mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia*), de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e de angico-vermelho (*Piptadenia peregrina*) produzidas em diferentes tamanhos de tubetes, verificaram que as mudas da espécie caracterizada por rápido crescimento sofreu maior influência do tamanho do recipiente quando comparada às mudas da espécie *Copaifera langsdorffii*, que não chegaram a atingir o tamanho ideal de 20 cm durante o período de 90 dias do ciclo de produção. Dessa forma, os autores ressaltam a importância de embalagens maiores, caso as mudas permaneçam por mais de 90 dias em viveiro, principalmente para as espécies que se caracterizam por rápido crescimento, como o angico vermelho.

### 3.2 Área foliar, massa seca e índice de qualidade de Dickson

Os resumos das análises de variância dos dados dos atributos AF, MSPA, MSR, MST, MSR/MSPA e IQD das mudas de jatobá, ipê-amarelo e guaruaia produzidas em diferentes tamanhos de tubetes são apresentados na Tabela 3.

As espécies apresentaram qualidades distintas, a 1% de probabilidade, para todas as variáveis avaliadas, reforçando as diferenças morfológicas entre espécies de diferentes grupos ecológicos-sucessionais. O mesmo foi verificado para os tamanhos de tubetes, que promoveram crescimentos diferentes, a 1% de probabilidade, para todas as variáveis avaliadas, com exceção da relação MSR/MSPA que apresentou diferenças significativas a 5% de probabilidade (Tabela 3).

As mudas de jatobá, ipê-amarelo e guaruaia produzidas no tubete de 300 cm<sup>3</sup> apresentaram valores de MSR, MST e IQD significativamente superiores aos das mudas produzidas nos demais tubetes (Figura 1C, 1D e 1F, respectivamente). Gomes et al. (2002) utilizaram parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* e constataram que o maior volume de tubete disponibilizou mais nutrientes, uma vez que as quantidades de adubo foram calculadas em relação aos volumes dos substratos, além de não limitar o crescimento das raízes, aumentando a quantidade de substrato explorado e, conseqüentemente, a maior absorção de nutrientes.

As áreas foliares observadas nas mudas de ipê-amarelo e guaruaia produzidas no tubete de maior volume foram significativamente superiores às das mudas

produzidas nos tubetes de 50 e 110 cm<sup>3</sup>; já as mudas da espécie jatobá produzidas no tubete de menor volume apresentaram valores de AF significativamente inferiores aos das mudas produzidas nos tubetes de 110 e 300 cm<sup>3</sup> (Figura 1A). Segundo Kozłowski et al. (1991), mudas em boas condições sanitárias e com maior área foliar na época de serem levadas para o campo apresentam crescimento inicial mais rápido que as de menor área foliar, em virtude da maior produção de fotoassimilados das folhas e do dreno para outras partes da planta. Em contrapartida, Neves et al. (1990) comentaram que mudas de eucalipto com elevada massa foliar e pequeno grau de rusticidade podem apresentar baixa capacidade de sobrevivência quando plantadas em condições adversas, como em locais com solo de baixa retenção de umidade.

Tanto as mudas de jatobá quanto as de guaruaia, produzidas no tubete de 300 cm<sup>3</sup>, apresentaram valores de MSPA significativamente superiores aos das mudas produzidas nos demais tubetes. Diferentemente, as mudas de ipê-amarelo apresentaram um aumento gradativo dos valores de MSPA à medida que os volumes dos tubetes aumentaram. Houve diferenças significativas apenas entre as mudas produzidas nos tubetes de 300 cm<sup>3</sup> e 50 cm<sup>3</sup> (Figura 1B). Gomes et al. (2003) também verificaram que, à medida que o volume do recipiente aumentou, houve aumento da massa seca da parte aérea (MSPA), bem como dos atributos MSR e MST das mudas de *Eucalyptus grandis*. Segundo Reis et al. (1989), o reduzido crescimento da parte aérea das plantas, quando estas são submetidas a intensa restrição radicular, parece decorrer da interferência nas funções sintéticas do sistema radicular, bem como da sua capacidade de absorção de água e nutrientes.

**Tabela 3** – Resumo da análise de variância dos dados de área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), razão MSR/MSPA e índice de qualidade de Dickson (IQD) das espécies jatobá (*Hymenaea courbaril*), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) e guaruaia (*Parapiptadenia rígida*) no final de seis meses.

**Table 3** – Summary of the analysis of variance for the leaf area (LA); shoot dry weight (SDW); root dry weight (RDW); total dry weight (TDW); root and shoot ratio (MSR/MSPA) and Dickson's index of quality (DIQ) for jatobá (*Hymenaea courbaril*), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) and guaruaia (*Parapiptadenia rígida*) seedlings, after six months.

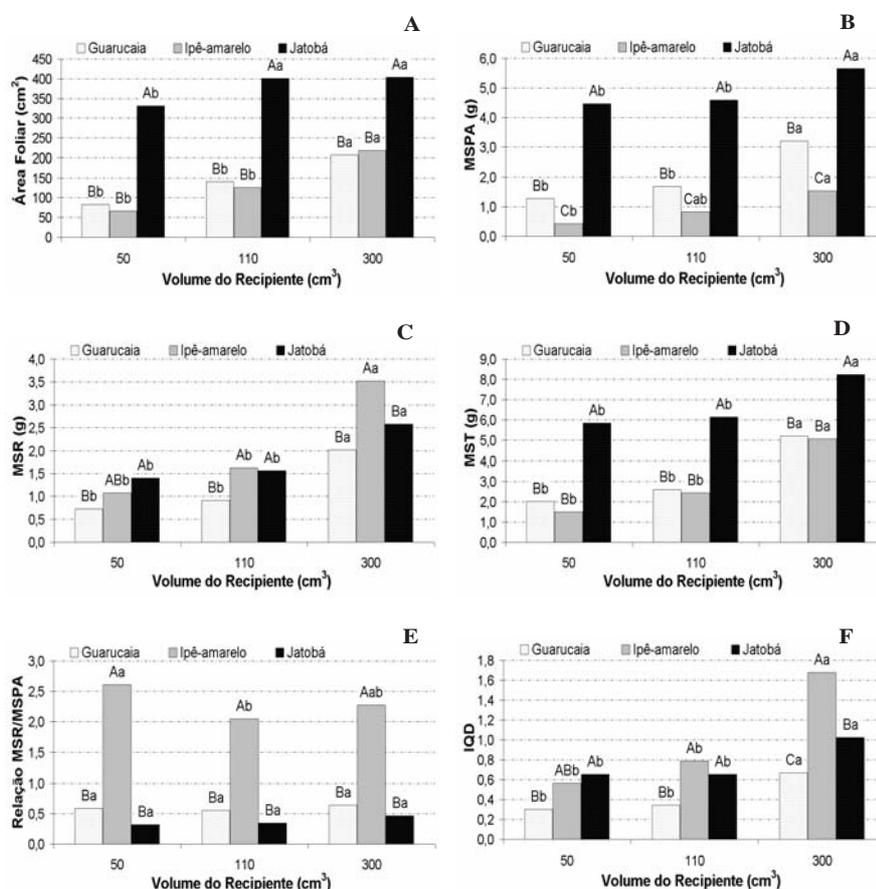
FF	GL	Quadrado Médio					
		AF	MSPA	MSR	MST	MSR/MSPA	IQD
Blocos	3	6683,203 <sup>NS</sup>	0,724 <sup>NS</sup>	0,081 <sup>NS</sup>	0,774 <sup>NS</sup>	0,152 <sup>NS</sup>	0,010 <sup>NS</sup>
Tubetes (T)	2	121090,081**	19,915**	27,454**	94,093**	0,350*	4,221**
Espécies (E)	2	681577,782**	151,063**	7,049**	157,470**	40,526**	3,071**
T X E	4	7393,234*	0,750 <sup>NS</sup>	1,563**	1,132 <sup>NS</sup>	0,343**	0,643**
Resíduo	96	2528,637	0,367	0,198	0,816	0,086	0,048
CV (%)		22,88	23,05	26,04	20,81	26,82	29,24

\*\* F significativo a 1% de probabilidade, \* F significativo a 5% de probabilidade e <sup>NS</sup> não-significativo.

Um dos parâmetros comumente utilizados para averiguar a estabilidade de mudas florestais é a relação MSR/MSPA, onde valores muito reduzidos podem comprometer o estabelecimento da muda no campo, ocorrendo ocasionalmente o tombamento por apresentar sistema radicular pouco desenvolvido e parte aérea proeminente.

Neste estudo, verificou-se que as espécies jatobá e guarucaia não apresentaram diferenças significativas para a relação MSR/MSPA entre os tamanhos de tubetes testados, e que as mudas de ipê-amarelo produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup> foram as que apresentaram a maior

relação MSR/MSPA e significativamente superior à do tubete de 110 cm<sup>3</sup> (Figura 1E). Algo semelhante foi verificado por Samôr et al. (2002) em estudo sobre a qualidade de mudas de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) e sesbânia (*Sesbania virgata* (Cav.) Pers.) produzidas em diferentes recipientes e substratos. Os autores notaram que, para a espécie *Sesbania virgata*, os menores valores das características que envolvem o peso seco foram observados nas mudas produzidas em tubetes de 50 cm<sup>3</sup>, exceto os valores da relação MSR/MSPA, que foram os maiores comparados aos demais recipientes.



**Figura 1** – Efeito do tamanho do recipiente sobre área foliar (A), massa seca da parte aérea (B), massa seca da raiz (C), massa seca total (D), relação massa seca da raiz/massa seca da parte aérea (E) e índice de qualidade de Dickson (1960) (F) de mudas de guarucaia (*Parapiptadenia rigida*), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) aproximadamente 200 dias após serem semeadas. Letras minúsculas comparam tamanho de recipiente em cada espécie. Letras maiúsculas comparam espécies no mesmo tamanho de recipiente.

**Figure 1** – Effect of the root trainer size in leaf area (A), shoot dry weight (B), root dry weight (C), total dry weight (D), root and shoot ratio (E) and Dickson's index of quality (1960) (F) in seedlings of guarucaia (*Parapiptadenia rigida*), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) and jatobá (*Hymenaea courbaril*), approximately 200 days after sowing. Lowercase letters compare the size of root trainer in each species. Capital letters compare species in the same root trainer size.

Os valores da relação MSR/MSPA, obtidos neste estudo para as mudas de ipê-amarelo (superiores a 2,0), podem estar relacionados a uma característica da espécie em direcionar os fotoassimilados para o desenvolvimento do sistema radicular, como estratégia de sobrevivência em meios ácidos e deficientes em água, (vide o cerrado brasileiro, um dos habitats característicos de ocorrência desta espécie).

Apesar de alguns autores preconizarem o uso da relação MSR/MSPA como parâmetro para a avaliação da estabilidade de mudas florestais, quanto à organização e ao funcionamento dos processos fisiológicos, bem como um indicador que reflète nitidamente as diferenças entre grupos de mudas obtidas por diferentes métodos de produção (PARVIAINEN, 1981; LELES et al., 2000); este atributo desconsidera a forma com que as massas de cada compartimento distribuem-se espacialmente. Uma possível forma de amenizar a deficiência do atributo MSR/MSPA é a utilização do índice de qualidade de Dickson; que considera tanto as biomassas dos diferentes compartimentos da planta como os atributos altura e diâmetro do colo. Porém, não há na literatura valores de referência quanto à qualidade para as diferentes espécies arbóreas nativas, o que dificulta a análise dos índices obtidos.

Ao verificar os valores médios dos atributos AF, MSPA, MSR, MST e IQD, constatou-se que, para cada atributo avaliado, a espécie ipê-amarelo respondeu de forma mais acentuada à variação do tamanho do tubete, chegando a apresentar valores de 3,0 a 3,7 vezes maiores nas mudas produzidas no tubete de 300 cm<sup>3</sup> comparadas às produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup>. Sob a mesma ótica, a espécie jatobá foi a que respondeu de forma menos acentuada à variação do tamanho de tubetes testados, onde foram observados valores de 1,2 a 1,8 vez menores nas mudas produzidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup> comparadas às produzidas nos tubetes de 300 cm<sup>3</sup>.

#### 4. CONCLUSÃO

As mudas de jatobá (espécie de final de sucessão ecológica) sofreram menor influência do tamanho do tubete no crescimento em altura, quando comparadas às mudas de guarucaia (espécies secundária tardia), que sofreram forte influência da variação do tamanho do tubete para a maioria dos parâmetros analisados.

As mudas de ipê-amarelo reagiram à variação do tamanho do tubete de forma bem característica, desenvolvendo desproporcionalmente o sistema radicular em relação ao da parte aérea, o que ficou evidenciada no tubete de 300 cm<sup>3</sup>.

O tubete de 300 cm<sup>3</sup> proporcionou mudas de jatobá, ipê-amarelo e guarucaia com maior altura e diâmetro do colo, além de ter conferido maior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas, possibilitando uma redução no tempo de produção das mudas de até 70 dias.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ/Pibiq), pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor. Ao departamento de Recursos Naturais/Ciências Florestais da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, campus de Botucatu, pela estrutura cedida, e aos funcionários Elder Cândido Mattos, João Marques Rodrigues e Aparecido Agostinho Arruda, pelo auxílio na condução do experimento.

#### 6. REFERÊNCIAS

- BARROSO, D. G. et al. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Revista Árvore**, v.24, n.3, p.291-296, 2000.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUDEP; Campos: UENF, 1995. 451p.
- CARPANEZZI, A. A. Benefícios indiretos da floresta. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.19-55.
- CUNHA, A. O. et al. . Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v.14, n.1, p.1-11, 2009.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.
- ENGEL, V. L. Restauração ecológica de florestas tropicais: aliando benefícios ecológicos, econômicos e sociais. **Revista Opiniões sobre o Setor de Celulose, Papel e Floresta**. mar-maio de 2007.p.11 .
- ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. An evaluation of direct seeding for restoration of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.152, p.169-181, 2001.
- ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Definindo restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA; P. Y. et al. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p.1-17.
- ENGEL, V. L. et al. Low-cost, high-benefit silvicultural systems for forest restoration at Botucatu Environmental Protection Area, São Paulo, Brazil. In: TROPICAL RESTORATION FOR THE NEW MILLENIUM INTERNATIONAL CONFERENCE AND 4TH ANNUAL PUERTO RICO FORESTRY CONFERENCE, 1999, San Juan. **Tropical restoration for the new millenium**. San Juan: USDA-Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, 1999. p.56-57.
- FREITAS, T. A. S. et al. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.853-861, 2005.
- GOMES, J. M. et al. 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**, v.14, n.1, p.26-34, 1990.
- GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.
- GOMES, J. M. et al. 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.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. 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.
- HSU, Y. M.; TSENG, M. J.; LIN, C. H. Container volume affects growth and development of wax-apple. **HortScience**, v.31, n.7, p.1139-1142, 1996.
- JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Eds.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990. p. 143-159.
- KOZŁOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. New York: Academic Press, 1991. 657p.
- LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.13-20, 2000.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002. 384p.
- NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F. (Org.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.99-126.
- NICOLOSO, F. T. et al.. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e de *Apuleia leiocarpa*. **Ciência Rural**, v.30, n.6, p.987-992, 2000.

NOVAES, A. B. et al. 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.

PARVIAINEN, J. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1981. v. 2. p.59-90.

QUEIROZ, J. A. L.; MELÉM JÚNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.460-462, 2001.

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

SAMÔR, O. J. M. ET al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v.26, n.2, p.209-215, 2002.

SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.1-15, 2000.

SCHWENGBER, J. E. et al. Utilização de diferentes recipientes na propagação da ameixeira através de estacas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.285-288, 2002.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.125-150.

YUYAMA, K.; SIQUEIRA, J.A.S. Efeitos do tamanho da semente e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Acta Amazonica**, v.29, n.4, p.647-650, 1999.