



ARTIGO

Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae)

Ana Paula Antoniazzi¹, Beatris Binotto², Graciele Marta Neumann¹,
Tanise Luisa Sausen¹ e Jean Carlos Budke^{1*}

Recebido: 08 de dezembro de 2012

Recebido após revisão: 03 de junho de 2013

Aceito: 11 de setembro de 2013

Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2390>

RESUMO: (Eficiência de diferentes recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae)). O formato e tamanho do recipiente para produção de mudas influencia a capacidade de sobrevivência das plantas em campo. Objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* (cedro) para aplicação em projetos de recomposição florestal. Plântulas de *C. fissilis* foram cultivadas em cinco diferentes recipientes: sacos de plástico grandes e pequenos, assim como tubetes de três diferentes tamanhos. Após 120 dias de aclimação, as mudas foram avaliadas quanto aos padrões de crescimento e índices de clorofilas *a*, *b* e total. Com a diminuição no tamanho e volume do recipiente foi observada redução do crescimento das mudas, embora para os tubetes, sem diferenças significativas. O maior acúmulo de massa seca ocorreu nos sacos de plástico. Mudas produzidas em tubetes de 100 cm³ apresentaram maior razão de massa de raízes e maior investimento em clorofila *a*, características que melhoram a aclimação ao campo. Para produção de mudas de grande porte, sacos de plástico grandes representaram a melhor alternativa devido ao maior desenvolvimento das plântulas. Todavia, tubetes de 100 cm³ são uma importante alternativa na produção de mudas em grande escala e com maior capacidade de aclimação em condições de campo.

Palavras-chave: alocação de biomassa, espécies arbóreas, produção de mudas, restauração florestal.

ABSTRACT: (Efficiency of different containers on the development of *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) seedlings). Shape and size of container for seedling production influence directly on field survivor. We aimed to evaluate the efficiency of different containers on the development of *Cedrela fissilis* (cedro) seedlings for application in forest restoration projects. Seedlings were transplanted into five different containers: large and small plastic bags; tubes of three different sizes. After 120 days of acclimation, seedlings development was evaluated in relation to growth patterns, biomass allocation and levels of chlorophyll *a*, *b* and total. We observed plant growth reduction toward decreasing containers sizes and volumes, although to the tubes, these differences were not significant. Plastic bags showed higher dry matter accumulation. Seedlings growing in tubes of 100 cm³ showed both higher accumulation of *a* chlorophyll and root biomass than shoots, which enabled them for better acclimatization to field conditions. In order to fast produce of large seedlings, large plastic bags seem to represent the best alternative due to better seedling development. However, tubes of 100 cm³ are an important alternative to large scale production and with higher acclimation under field conditions.

Key words: biomass allocation, seedling production, tree species, forest restoration.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação mundial com relação à qualidade ambiental tem se mostrado cada vez mais frequente, gerando uma demanda crescente de serviços e produtos florestais, em especial, na produção de mudas para a restauração de áreas degradadas, reflorestamentos para fins econômicos e arborização urbana (Keler *et al.* 2009). O maior problema que os projetos de reflorestamento com espécies nativas enfrentam é a obtenção de mudas de diferentes espécies e com qualidade morfofisiológica, facilitando o processo de plantio e adaptação ao campo (Santareli 2004). Além disto, a produção de mudas com alta qualidade morfofisiológica é ainda um desafio, especialmente, para a flora brasileira, onde a grande maioria das espécies arbóreas carece de informações sobre produção de mudas (Fonseca & Ribeiro 1998).

Dentro do processo de produção de mudas florestais, um importante aspecto é a escolha do recipiente utilizado na fase de crescimento inicial das plântulas. Os tubetes e

os sacos de plástico são os recipientes mais recomendados, no entanto, ambos oferecem desvantagens (Ferraz & Engel 2011). Uma característica inerente aos tubetes é o melhor direcionamento das raízes, além da maior proporção destas em relação à parte aérea. Por outro lado, o menor volume de substrato, associado ao pequeno porte destes recipientes geralmente acarreta maior necessidade de replantio e de irrigação em campo (José *et al.* 2005). Uma vez que as condições de campo geralmente limitam o estabelecimento das plantas, Puértolas *et al.* (2012) destacaram que a sobrevivência de espécies em ambiente árido está associada ao tamanho das mudas quando transplantadas havendo mais tarde, maior influência do ambiente sobre o crescimento dos indivíduos.

O sucesso dos programas de implantação, revitalização e formação de florestas com alta produtividade está diretamente associado com a qualidade morfofisiológica das mudas a serem plantadas. Assim, a definição e otimização da metodologia e do sistema utilizado durante o

1. Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal – ECOSSIS, Depto. Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI. Campus de Erechim, Av. Sete de Setembro 1621, CEP 99700-000, Erechim, RS, Brasil.

2. Biólogo. Lago Azul Consultoria Ambiental, Rua 01, n° 371, CEP 89760-000, Itá, SC, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: jean@uricer.edu.br

crescimento em viveiros é fundamental para melhorar a qualidade das mudas, produzir mudas mais rapidamente e reduzir os custos de produção. Para Wendling *et al.* (2001), a possibilidade de reaproveitamento, os custos, a facilidade de manuseio e a disponibilidade no mercado, são critérios que devem ser observados na escolha do tipo de recipiente mais adequado para a produção de mudas de espécies florestais. Nos plantios em áreas degradadas, de uma forma geral, têm-se preferido mudas produzidas em sacos de plástico, de grande volume, às produzidas em tubetes, alegando-se para tal as maiores dimensões das mudas produzidas nestes recipientes, o que acarretaria maior sobrevivência e crescimento inicial após o plantio. Esta preferência pode ser devido à baixa qualidade da mudas produzidas em tubetes ou pela falta de conhecimento necessário para a produção de mudas de alta qualidade nestes recipientes (José *et al.* 2005).

Cedrela fissilis Vell. (Meliaceae), conhecida como cedro, é uma espécie que ocorre do Rio Grande do Sul até Minas Gerais, principalmente, nas florestas semidecíduas e pluvial atlântica, desenvolvendo-se em áreas nos estádios inicial e médio de regeneração e atingindo grande porte em estádios avançados de sucessão (Jarenkow & Budke 2009). Em especial, na Floresta Ombrófila Mista, o cedro é uma das espécies estruturantes do dossel, podendo atingir mais de 20 metros de altura. É largamente empregada em projetos paisagísticos e sua madeira tem múltiplos usos, sendo considerada uma espécie fundamental na composição de reflorestamentos heterogêneos de áreas degradadas para fins de conservação (Leles *et al.* 2006).

As pesquisas que avaliem a relação entre produção de mudas em diferentes tipos de recipientes e em diferentes volumes de substrato são imprescindíveis para se adequar a produção das mudas às necessidades do projeto. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi investigar a influência de recipientes de diferentes tamanhos e formatos sobre o desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell., investigando a alocação de biomassa ao longo das razões entre biomassa aérea e de raízes e permitindo a melhor escolha do tipo de recipiente de acordo com a finalidade de produção das mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de sementes e preparação dos experimentos

A coleta de frutos de cedro (*Cedrela fissilis*) foi realizada no município de Severiano de Almeida, RS, Brasil. Após abertura dos frutos, as sementes foram colocadas para germinar em bandejas contendo terra e vermiculita (3:1), no Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim. Após 75% de germinação e plântulas com cerca de cinco centímetros de altura, realizou-se a repicagem e plantio das mesmas nos seguintes recipientes: sacos de plástico de polipropileno perfurados com 1.962,5 cm³ (saco plástico grande - SPG)

e 607,59 cm³ (saco plástico pequeno - SPP), tubetes de polietileno de 175 cm³ (T-175), 100 cm³ (T-100) e 50 cm³ (T-50), perfazendo um total de 20 plântulas por tratamento.

Os diferentes recipientes foram devidamente preenchidos com substrato composto por subsolo orgânico - argiloso, esterco bovino “maturado” e vermiculita (2:1:1) (Fonseca & Ribeiro 1998). Todas as mudas ficaram dispostas em casa de vegetação aclimatizada, recebendo irrigação de 10 minutos, três vezes ao dia (08:00, 13:00 e 17:00), com temperatura média de 25,5 °C. Os diferentes tratamentos foram dispostos na casa de vegetação de forma intercalada, com tubetes dispostos em bandejas e os sacos de plástico sobre terreno nivelado.

Coleta de dados

Após 120 dias de aclimação, foi mensurada a altura da parte aérea, diâmetro do colo, número de folhas e índices de clorofila. Em seguida, as mudas foram retiradas dos recipientes e destorroadas para avaliação da altura total (raiz até gema apical), diâmetro da raiz (dois centímetros abaixo do solo), comprimento da raiz, área foliar e massa seca.

Medições de diâmetro foram realizadas com auxílio de paquímetro digital e medidas de comprimento foram obtidas com auxílio de trena graduada. Índices de Clorofila Falker (ICF) foram medidos por meio do medidor eletrônico de clorofila ClorofiLog CFL 1030 em duas folhas medianas (completamente expandidas) de cada muda, obtendo-se as clorofilas *a*, *b* e total. Para medição das áreas foliares, foi obtida uma imagem digital das folhas com o programa ImageJ, versão 1.46 (Rasband 2012).

Para determinação da massa seca foram tomadas aleatoriamente três mudas de cada tratamento e separadas em folhas, caules, e raízes acondicionados em estufa a temperatura de 40 °C (± 3 °C), até atingirem peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança analítica de precisão. A partir dessas informações foram calculadas a razão da massa seca de folhas (RMF), razão de massa seca de raízes (RMR) e razão raiz: parte aérea (R:PA). Os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas aos pares pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

As mudas cultivadas nos cinco diferentes recipientes apresentaram uma tendência geral de diminuição nos parâmetros de crescimento (altura total, altura da parte aérea, área foliar, diâmetro do colo e número de folhas) com a diminuição do tamanho do recipiente. Houve diferença significativa para todos os parâmetros de crescimento avaliados entre as plântulas cultivadas em SPG e SPP. Entretanto, não houve uma diferença significativa entre os valores dos T-175, T-100 e T-50 (Tab. 1).

Para os parâmetros morfométricos, não houve diferenças entre as mudas cultivadas em tubetes, porém, as médias foram inferiores quando comparadas com mudas

Tabela 1. Médias \pm desvio padrão das variáveis morfométricas de *Cedrela fissilis*, cultivadas em casa de vegetação por 120 dias, em diferentes recipientes. Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa em teste Tukey ($\alpha = 0,001$).

Parâmetros	SPG	SPP	T-175	T-100	T-50	F
Altura total (cm)	189,2 \pm 19,0a	166,8 \pm 3,5b	36,1 \pm 3,8c	29,9 \pm 2,7c	27,8 \pm 3,4c	690
Altura da parte aérea (cm)	151,6 \pm 13,8a	138,7 \pm 24,7b	19,4 \pm 3,3c	13,4 \pm 2,3c	12,8 \pm 2,6c	618,3
Diâmetro do colo (mm)	22,2 \pm 5,7a	15,9 \pm 4,6b	6,7 \pm 1,2c	6,1 \pm 1,1c	5,2 \pm 1,3c	97,54
Nº de folhas	19,8 \pm 5,6a	15,5 \pm 3,2b	7,4 \pm 1,3c	6,9 \pm 1,4c	6,7 \pm 1,9c	73,92
Área foliar (cm ²)	60,6 \pm 24,0a	38,1 \pm 15,5b	4,8 \pm 1,6c	2,6 \pm 0,7c	2,4 \pm 1,0c	85,48
Comprimento da raiz (cm)	39,5 \pm 11,6a	32,9 \pm 8,3b	14,9 \pm 2,2c	15,2 \pm 1,9c	14,1 \pm 2,0c	66,31
Diâmetro da raiz (mm)	20,5 \pm 5,4a	15,3 \pm 5,1b	6,8 \pm 1,5c	6,3 \pm 1,2c	5,3 \pm 1,4c	75,33

Abreviaturas: SPG, saco plástico grande; SPP, saco plástico pequeno; T-175, T-100, T-50, tubetes de polietileno de 175 cm³, 100 cm³ e 50 cm³, respectivamente.

Tabela 2. Médias \pm desvio padrão das razões de massa de folhas (RMF), raízes (RMR) e razão raiz:parte aérea (R:PA) de *Cedrela fissilis*, cultivadas em casa de vegetação por 120 dias, em diferentes recipientes. Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa em teste Tukey ($\alpha = 0,001$).

Parâmetros	SPG	SPP	T-175	T-100	T-50	F
RMF	0,437 \pm 0,066a	0,462 \pm 0,100a	0,222 \pm 0,035b	0,203 \pm 0,038b	0,272 \pm 0,026b	12,65
RMR	0,145 \pm 0,043a	0,147 \pm 0,049a	0,466 \pm 0,040b	0,561 \pm 0,019b	0,494 \pm 0,027b	88,66
R:PA	0,171 \pm 0,060a	0,175 \pm 0,067a	0,884 \pm 0,143b	1,285 \pm 0,101c	0,970 \pm 0,118b	71,87

Abreviaturas: SPG, saco plástico grande; SPP, saco plástico pequeno; T-175, T-100, T-50, tubetes de polietileno de 175 cm³, 100 cm³ e 50 cm³, respectivamente.

Tabela 3. Índices de clorofilas (ICF) *a*, *b*, total e razão clorofila *a*:*b* em folhas de mudas de *Cedrela fissilis*, cultivadas em casa de vegetação por 120 dias, em diferentes recipientes. Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa em teste Tukey ($\alpha = 0,001$).

Parâmetros	SPG	SPP	T-175	T-100	T-50	F
ICF <i>a</i>	35,8 \pm 4,3a	35,6 \pm 4,7a	26,7 \pm 5,5b	25,2 \pm 4,5b	25,4 \pm 6,2b	46,5
ICF <i>b</i>	11,6 \pm 3,2a	11,2 \pm 3,7a	5,7 \pm 1,6b	4,5 \pm 1,7b	5,6 \pm 2,8b	61,6
ICF total	47,3 \pm 7,4a	46,8 \pm 8,2a	32,4 \pm 6,8b	29,7 \pm 5,7b	31,0 \pm 8,8b	56,6
razão <i>a</i> : <i>b</i>	3,2 \pm 0,4c	3,5 \pm 1,9c	4,9 \pm 1,3b	6,5 \pm 3,0a	5,0 \pm 1,5b	20,4

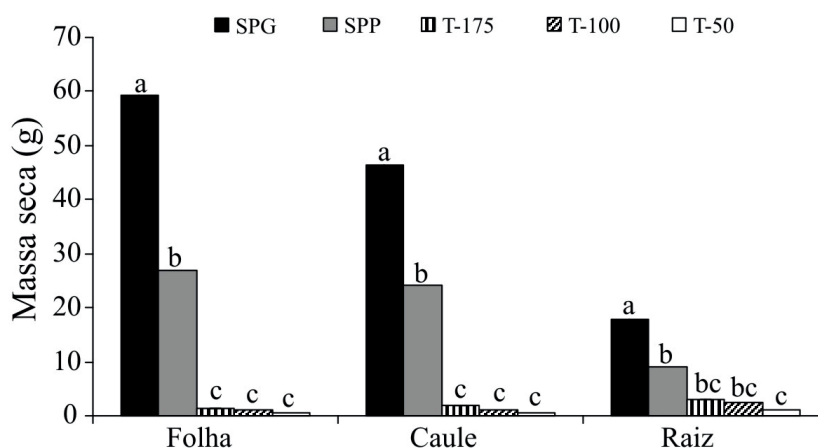
Abreviaturas: SPG, saco de plástico grande; SPP, saco de plástico pequeno; T-175, T-100, T-50, tubetes de polietileno de 175 cm³, 100 cm³ e 50 cm³, respectivamente.

cultivadas em sacos de plástico pequenos (SPP) e, estas, quando comparadas com mudas cultivadas em sacos de plástico grandes (SPG) (Tab. 1).

Quanto à massa seca das folhas e caules, os tubetes (T-175, T-100 e T-50) foram considerados iguais entre si e apresentaram valores inferiores se comparados com os dois tipos de sacos de plástico (Fig. 1). Para a massa seca da raiz, o maior acúmulo foi observado em mudas cultivadas em sacos de plástico grande (SPG) e, em seguida, em mudas cultivadas em sacos de plástico pequenos e

tubetes T-175 e T-100, que não diferiram entre si e, por fim, em mudas cultivadas em tubetes T-50, não diferindo dos três recipientes anteriores, porém notadamente inferiores às médias observadas em mudas cultivadas em sacos de plástico (Fig. 1).

De acordo com a tabela 2, pode-se verificar que a razão de massa de folhas (RMF) e de raízes (RMR) não apresentaram diferença significativa entre as mudas cultivadas em sacos de plástico grandes e pequenos. No entanto, os mesmos apresentaram diferença significati-

**Figura 1.** Massa seca (g) de caules, folhas e raízes de plantas cultivadas em diferentes recipientes. Médias seguidas por letras diferentes indicam diferenças significativas em teste Tukey ($\alpha = 0,05$).

va comparados às mudas produzidas nos tubetes. Para a razão de massa de raízes (RMR), observou-se maior acúmulo de massa nos tubetes T-100.

O maior índice de clorofila *a*, *b* e total foi observado nas mudas cultivadas em sacos de plástico (SPG e SPP), quando comparados com mudas cultivadas em tubetes (Tab. 3). A maior razão de clorofila *a:b* foi observada em mudas cultivadas em tubetes T-100 e, em seguida, em mudas cultivadas em tubetes T-150 e T-50, que não diferiram entre si, e, por fim, em mudas cultivadas em sacos de plástico com razão de clorofila *a:b* inferior a todos os tratamentos anteriores (Tab. 3).

DISCUSSÃO

Neste estudo, verificou-se que a altura total, altura da parte aérea, diâmetro do colo, área foliar e índices de clorofila, foram diretamente proporcionais ao tamanho do recipiente. De acordo com Puértolas *et al.* (2012), o padrão de qualidade das mudas possui alta correlação com o diâmetro de colo, gerando maiores taxas de sobrevivência e de crescimento em campo. Por outro lado, além desse indicador morfológico, Cuesta *et al.* (2010) indicaram que na maioria das situações, as raízes necessitam se afastar das camadas superficiais e mais secas do solo, ou então, evitando a competição com a camada de raízes gerada por espécies herbáceo-arbustivas, ambos fatores que impedem o pleno estabelecimento nas primeiras fases pós plantio.

No que refere ao efeito do tamanho do recipiente sobre a altura das plântulas, é notável o melhor desenvolvimento nos recipientes de maiores dimensões. Luca *et al.* (2010) avaliaram o crescimento de plântulas de *Cedrela fissilis* em diferentes recipientes e sob diferentes tempos de repicagem, tendo observado maior crescimento nas plântulas cultivadas nos maiores recipientes. Porém, a qualidade das mudas (índice de robustez) foi maior nas plântulas cultivadas em tubetes e também dependente do tempo após repicagem. Resultados semelhantes foram encontrados por Yuyama & Siqueira (1999) em diferentes espécies arbóreas, como em trabalhos com camu-camu (*Myrciaria dubia* L.), produzidas em sacos de polietileno preto, os quais mostraram tendência de melhor desenvolvimento quando comparadas às produzidas em recipientes menores.

As médias de diâmetro e comprimento da raiz foram maiores para as plântulas produzidas em sacos de plástico, com valores extremamente inferiores nas plântulas desenvolvidas em tubetes. Mudas produzidas em condições de restrição radicular passam por um processo claro de rustificação, que pode propiciar o desenvolvimento de mecanismos de tolerância às condições de campo, e contribuir para o aumento no desempenho pós-plantio (José *et al.* 2005).

Mesmo com o avanço nas técnicas de produção de mudas, ainda existem problemas a serem solucionados, principalmente no que se refere ao desenvolvimento do sistema radicular, influenciado pelas características dos

recipientes utilizados. No presente estudo, as plântulas que apresentaram menor matéria seca da raiz foram aquelas produzidas em tubetes T-50, influenciadas pelo pequeno volume de substrato comportado pelo tubete e também, pela restrição de espaço imposta pelo tamanho deste recipiente. A razão de massa de raízes é uma importante variável utilizada como indicativo de capacidade de sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo (Carneiro 1995). Em um estudo, Leles *et al.* (2006), observaram que mudas de *Cedrela fissilis* produzidas em tubetes de 280 cm³, com maior peso de raízes, apresentaram 100% de sobrevivência pós plantio.

De acordo com as razões de alocação de biomassa para folhas e raízes, observou-se menor alocação de biomassa para as folhas em mudas desenvolvidas em tubetes T-100. Por outro lado, nestes recipientes se observou maior razão de massa de raízes, caracterizando maior investimento de crescimento no sistema radicular. Adicionalmente, a maior razão raiz:parte aérea observada nas plantas cultivadas neste tratamento é, segundo Carvalho *et al.* (2006), uma característica geralmente observada em plantas de ambiente iluminado, permitindo maior absorção de água e nutrientes e refletindo numa estratégia que garante maior capacidade de suportar as maiores taxas de fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados, o que pode ser extremamente interessante em espécies pioneiras ou ainda, quando os projetos de restauração florestal ocorrem em áreas abertas. Esse padrão de crescimento observado nos tubetes T-100 pode ser considerado positivo para avaliar a capacidade de sobrevivência e aclimação das plântulas a campo.

Considerando as características morfofisiológicas mais desejáveis visando à transferência de plântulas cultivadas em diferentes recipientes para condições de campo, observou-se maior razão clorofila *a:b* nos tubetes T-100, ou seja, mudas produzidas nestes recipientes podem apresentar maior capacidade de tolerar condições de plantios feitos em pleno sol, com maiores chances de sobrevivência, devido à maior concentração de clorofila *a* nas folhas, indicando que a disponibilidade de luminosidade não parece ser fator limitante para o desenvolvimento das plântulas de *Cedrela fissilis* em campo. Por outro lado, os maiores índices de clorofila *b* e conseqüentemente menor razão clorofila *a:b* foram observados nas plantas cultivadas em SPG, sugerindo que essas plântulas podem apresentar menor tolerância a ambientes abertos, uma vez que a clorofila *b* capta energia de outros comprimentos de onda e as transfere para clorofila *a*, que atua intrinsecamente nas reações fotoquímicas da fotossíntese, o que representa um mecanismo de adaptação à condição de menor intensidade luminosa (Scalon *et al.* 2003).

Os resultados indicaram que após 120 dias de aclimação em casa de vegetação, o tamanho dos recipientes de cultivo influencia diretamente o crescimento e acúmulo de biomassa da parte aérea e raízes das plântulas (SPG e SPP). Todavia, quando alocação de biomassa e investimento em clorofila *a* e *b* são avaliadas, os resultados indicam que tubetes T-100 são uma importante

alternativa de cultivo de mudas para programas de restauração florestal. As plântulas cultivadas nos tubetes T-100 apresentaram maior alocação de biomassa para o sistema radicular e maior investimento em clorofila *a*, características importantes para melhor aclimação às condições ambientais de campo.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal – ECOSSIS da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim, pelo apoio financeiro e logístico. B. Binotto e A. P. Antoniazzi receberam bolsas do programa REDES-URI. G. M. Neumann recebeu bolsa PROSUP-CAPEL. Aos revisores anônimos, pelas sugestões e recomendações.

REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, J. G. A. 1995. *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: UFPR/FUPEF. 451 p.
- CARVALHO, N. O. S., PELACANI, C. R., RODRIGUES, M. O. S. & CREPALDI, I. C. 2006. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. *Revista Árvore*, 30: 351-357.
- CUESTA, B., VILLAR-SALVADOR, P., PUÉRTOLAS, J., JACOBS, D. F. & ENAYAS, J. M. R. 2010. Why do large, nitrogen rich seedlings better resist stressful transplanting conditions? A physiological analysis in two functionally contrasting Mediterranean forest species. *Forest Ecology and Management*, 260: 71-78.
- FERRAZ, A. V. & ENGEL, V. L. 2011. 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 Guaruaça (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). *Revista Árvore*, 35: 413-423.
- FONSECA, C. E. L. & RIBEIRO, J. F. 1998. Produção de mudas e crescimento inicial de espécies arbóreas. In: RIBEIRO, J. F. (Ed.). *Cerrado: matas ciliares de galeria*. Planaltina: Embrapa Cerrados. p. 121-133.
- JARENKOW, J. A. & BUDKE, J. C. 2009. Padrões florísticos e análise estrutural de remanescentes florestais com *Araucaria angustifolia* no Brasil. In: FONSECA, C. S. D., SOUZA, A. F., ZANCHET, A. M. L., DUTRA, T., BACKES, A. & GANADE, G. M. S. (Eds.). *Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. Ribeirão Preto: Holos. p. 113-126.
- JOSÉ, A. C., DAVIDE, A. C. & OLIVEIRA, S. L. 2005. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. *Revista Cerne*, 11: 187-196.
- KELER, L., LELES, P. S. S., OLIVEIRA NETO, S. N., COUTINHO, R. P. & NASCIMENTO, D. F. 2009. Sistema de blocos prensados para produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. *Revista Árvore*, 33: 305-314.
- LELES, P. S. S., LISBOA, A. C., OLIVEIRA NETO, S. N., GRUGIKI, M. N. & FERREIRA, M. A. 2006. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. *Floresta e Ambiente*, 13: 69-78.
- LUCA, E. D. D., REBECCHI, R. J. & SCHORN, L. A. 2010. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) em viveiro, mediante diferentes técnicas de produção. *Revista Árvore*, 22: 189-199.
- PUÉRTOLAS, J., JACOBS, D. F., BENITO, L. F. & PEÑUELAS, J. L. 2012. Cost-benefit analysis of different container capacities and fertilization regimes in *Pinus* stock-type production for forest restoration in dry Mediterranean areas. *Ecological Engineering*, 44: 210-215.
- RASBAND, W. S. 2012. *ImageJ 1.46r user guide*. U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. Disponível em: <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.
- SANTARELLI, E. G. 2004. Produção de mudas de espécies nativas. In: R. R. RODRIGUES & H. F. LEITÃO FILHO (Eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP/Fapesp. p. 313-318.
- SCALON, S. P. Q., MUSSURY, R. M., RIGONI, M. R. & SCALON FILHO, H. 2003. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robins sob condição de sombreamento. *Revista Árvore*, 27: 753-758.
- WENDLING, I., GATTO, A., PAIVA, H. N. & GONÇALVES, W. 2001. *Planejamento e instalação de viveiros*. Viçosa: Aprenda Fácil. 120p.
- YUYAMA, K. & SIQUEIRA, J. A. S. 1999. Efeito do tamanho das sementes e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Acta Amazonica*, 29: 647-650.