

**FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE  
*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (ANGICO-VERMELHO) E *Schinus terebinthifolius* Raddi  
(AROEIRA-VERMELHA)**SLOW RELEASE FERTILIZER ON THE GROWTH OF SEEDLINGS *Anadenanthera peregrina* (L.)  
Speg. AND *Schinus terebinthifolius* RaddiÜberson Boaretto Rossa<sup>1</sup> Alessandro Camargo Angelo<sup>2</sup> Danielle Janaina Westphalen<sup>3</sup>  
Fernando Esteban Montero de Oliveira<sup>4</sup> Frederico Fonseca da Silva<sup>5</sup> João Célio de Araujo<sup>6</sup>**RESUMO**

Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento de duas espécies arbóreas nativas - *Anadenanthera peregrina* (angico-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira-vermelha) - submetidas a doses de fertilizante de liberação lenta na formulação 13-06-16, conduziu-se um experimento em viveiro utilizando uma mistura de matérias-primas com composto orgânico, vermiculita e Plantmax® para compor substrato base. O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos em quatro repetições. Os tratamentos foram: T1-0 kg (testemunha); T2-2 kg; T3-4 kg; T4-6 kg; T5-8 kg e T6-10 kg de fertilizante de liberação lenta por metro cúbico de substrato base. Avaliou-se aos 189 dias após a semeadura a altura total, diâmetro do colo, biomassa fresca da parte aérea, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca da raiz, biomassa seca total, relação entre altura e diâmetro do colo e o índice de qualidade de Dickson. Os resultados evidenciam que a aplicação de fertilizante de liberação lenta leva a ganhos significativos de crescimento em ambas as espécies, sendo as melhores doses 6,68 a 5,54 kg m<sup>-3</sup> para a espécie *Anadenanthera peregrina*, e 8,38 a 14,42 kg m<sup>-3</sup> para *Schinus terebinthifolius*.

**Palavras-chave:** viveiro; substrato florestal; fertilização de mudas; qualidade de mudas.

**ABSTRACT**

In order to assess the development of two native species, *Anadenanthera peregrina* and *Schinus terebinthifolius*, submitted to doses of slow-release fertilizer formulation 13-06-16, an experiment was conducted in greenhouse using a mixture of raw materials with organic compost, vermiculite and plantmax to compose base substrate. The experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments and four replications. The treatments were : T1-0 kg (control), T2-2 kg, 4 kg-T3 , T4-6 kg, T5-8 kg and T6 – 10 kg slow release fertilizer per cubic meter of base substrate . Was evaluated at 189 days after sowing the total height, stem diameter, fresh weight of shoot, dry shoot biomass, root dry biomass, total biomass, the relationship between height and stem diameter and quality index Dickson. The results

1 Licenciado em Ciências Agrárias, Dr., Professor do Instituto Federal Catarinense, Rod. BR 280, km 27, Caixa Postal 21, CEP 89245-000, Araquari (SC), Brasil. [uberson.rossa@ifc-araquari.edu.br](mailto:uberson.rossa@ifc-araquari.edu.br)

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Av. Lothário Meisser, 900, Jardim Botânico, CEP 80120-170, Curitiba (PR), Brasil. [alessandro.angelo@ufpr.br](mailto:alessandro.angelo@ufpr.br)

3 Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Av. Lothário Meisser, 900, Jardim Botânico, CEP 80120-170, Curitiba (PR), Brasil. [daniellejanaina76@gmail.com](mailto:daniellejanaina76@gmail.com)

4 Graduando em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Av. Lothário Meisser, 900, Jardim Botânico, CEP 80120-170, Curitiba (PR), Brasil. [fernandomontero88@hotmail.com](mailto:fernandomontero88@hotmail.com)

5 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Agroecologia, Instituto Federal do Paraná, Rua João Negrão, 1285. Rebouças, CEP 80230-150, Curitiba (PR), Brasil. [frederico.silva@ifpr.edu.br](mailto:frederico.silva@ifpr.edu.br)

6 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor, Instituto Federal Catarinense, Rua das Missões, 100, Ponta Aguda, CEP 89051-000, Blumenau (SC), Brasil. [joao.celio@ifc.edu.br](mailto:joao.celio@ifc.edu.br)

suggest that application of slow release fertilizer leads to significant gains in growth in both species, with the best doses from 6.68 to 5.54 kg m<sup>-3</sup> for *Anadenanthera peregrina* species, and from 8.38 to 14,42 kg m<sup>-3</sup> for *Schinus terebinthifolius*.

**Keywords:** forest nursery; forestry substrate; seedlings fertilization; seedling quality.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com a produção de alimentos e a geração de energia tem promovido a expansão das áreas de cultivo agrícola, tomando espaço antes ocupado por vegetação nativa, gerando discussões quanto à preservação e recuperação ambiental dentro das propriedades rurais. Uma das técnicas mais recomendadas para recuperação das áreas degradadas é o replantio de espécies nativas, resultando em uma crescente preocupação com a propagação destas espécies no país, ocasionando um aumento na demanda de serviços e produtos florestais. Grandes avanços na produção de mudas de espécies nativas suprem essa demanda e têm impulsionado a silvicultura brasileira (JOSE, DAVIDE e OLIVEIRA, 2009).

O sucesso no futuro povoamento florestal tem demandado uma maior intensidade no desenvolvimento de pesquisas. Estudos buscam uma melhor otimização na produção de mudas, de interesse ambiental, selecionadas com características ideais de desenvolvimento (JOSE, DAVIDE e OLIVEIRA, 2005). Mudanças de baixo padrão de qualidade apresentam menores incrementos hectare<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, implicando em menores ganhos de volume de madeira, desenvolvendo com tendência de menor uniformidade e pior qualidade de fuste, consequentemente aumentando os custos de implantação (CARNEIRO, 1995).

De acordo com Fonseca (2000), a obtenção de mudas de qualidade pode ser alcançada de maneira prática, rápida e fácil pela observação dos parâmetros morfológicos. Ainda, segundo Carneiro (1995), entre os principais parâmetros que determinam a qualidade das mudas são a altura, o diâmetro do colo, o peso da parte aérea e das raízes e as correlações entre esses parâmetros como a relação altura e diâmetro de colo. Além disso, pode-se aplicar o índice de qualidade de Dickson, o qual expressa a proporcionalidade da biomassa seca total com a soma das proporcionalidades entre a altura e o diâmetro do caule e entre a biomassa seca dos tecidos aéreos e subterrâneos, resultando na ponderação desses parâmetros para verificação

da qualidade de muda (LANG, 1998; FONSECA et al., 2002). Os parâmetros de ordem fisiológica, por exigirem medições complexas, podem ficar em segundo plano (MARQUES, 2004).

Em viveiros é comum para produção de mudas o uso de substratos pobres em nutrientes ou desequilibrados nutricionalmente, ocasionando baixa qualidade das mudas, comprometendo seu desenvolvimento a campo (CECONI et al., 2007), sendo necessária a adoção de técnicas de fertilização do substrato, o que resulta na obtenção de expressivos aumentos no crescimento e qualidade de mudas de essências florestais (BRONDANI et al., 2008).

Dentre as técnicas de fertilização do substrato em viveiros florestais, o emprego de fertilizantes de liberação lenta e controlada, representa umas das mais viáveis e racionais alternativas (BOCKMAN e OLFS, 1998; SHAVIV, 1999). A utilização de adubos de liberação lenta reduz problemas de excesso de solubilidade e perdas por lixiviação de nutrientes (BARBIZAN et al., 2002) e a mortalidade de plantas por choque de plantio (LANG, 2008).

Estes fertilizantes incluem compostos solúveis no seu interior (NPK e alguns micronutrientes), envolvidos por uma membrana semipermeável que por efeito da temperatura dilata e contrai, controlando a liberação gradual e osmótica de nutrientes ao substrato (BENNETT, 1996), mantendo constantes os níveis dos elementos essenciais para as mudas durante todo o período de crescimento (JOSE, DAVIDE e OLIVEIRA, 2009).

Segundo Shaviv et al. (2003), a liberação inicia-se quando um volume crítico de solução saturada é formado no interior do grânulo, o qual também induz uma acumulação de pressão. Este é o início da segunda fase na qual a taxa de liberação continua a ser constante, desde que a solução saturada do grânulo é equilibrada com o fertilizante sólido. A concentração (saturação) constante origina uma força motriz constante para o transporte de fertilizantes (por exemplo, gradiente de concentração ou gradiente de pressão constante).

A aplicação de FLL pode diminuir a

toxicidade em plântulas por sua baixa concentração de íons, se comparado aos fertilizantes de pronta solubilidade, os quais podem induzir estresse osmótico, além de outros danos específicos à planta em diferentes estádios de desenvolvimento (SHOJI, 2005).

Desta maneira apresenta evidentes vantagens sobre os fertilizantes convencionais em diversas culturas, como arroz, hortícolas e ornamentais (HEFNER e TRACY, 1991; CSIZINSZKY, 1994) em diferentes tipos de solo, climas e manejos.

Entretanto, para espécies florestais de interesse ambiental, os estudos da ação dos fertilizantes de liberação lenta, bem como as doses de maior eficiência técnica, ainda são incipientes. Os FLL podem constituir importante tecnologia de aporte nutricional para as espécies florestais, considerando a sincronia de liberação de nutrientes ao longo da estação de crescimento da planta, a economia pela aplicação única durante o ano e menor dispêndio com mão de obra, dentre outros.

O angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.) ocorre nas regiões nordeste e centro-oeste do estado do Paraná em pequenas manchas de Savana (RODERJAN et al., 2002; VON LISINGEN et al., 2006), nos cerrados de Minas Gerais (AUBERT e OLIVEIRA-FILHO, 1994), na Floresta Estacional Decidual de encosta em Goiás (NASCIMENTO, FELFILI e MEIRELLES, 2004), nos estados de TO, GO, BA, MG, RJ, SP, MT e MS (LORENZI, 1998). Por ser planta pioneira de crescimento rápido é recomendada para arborização urbana (LORENZI, 1998; CARVALHO, 2003), bem como para recomposição de áreas degradadas.

A aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), também conhecida como aroeira-pimenteira ou fruto-de-sabiá, ocorre desde o Rio Grande do Sul até Pernambuco. A espécie é recomendada, devido ao seu caráter de pioneirismo, agressividade e por ser zoocórica, para recuperação de áreas degradadas e marginais (LORENZI, 1992; MEDEIROS e ZANON, 1998).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de mudas de *Anadenanthera peregrina* e *Schinus terebinthifolius* submetidas a doses de fertilizante de liberação lenta – FLL.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado durante o período de abril de 2008 a outubro de 2008,

sendo conduzido em viveiro de produção de mudas localizado sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 27°11'16''S e longitude de 49°39'37''O, numa altitude de 701,54 m, instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, no município de Rio do Sul - SC.

Utilizaram-se sementes provenientes de coletas realizadas em remanescentes florestais de *Anadenanthera peregrina* e *Schinus terebinthifolius* no estado do Paraná. As sementes foram semeadas em tubetes de 180 cm<sup>3</sup> utilizando-se como substrato base uma mistura de Substrato Florestal Plantmax® da Eucatex Química e Mineral Ltda. (60%), Composto orgânico peneirado (30%) e Vermiculita de granulometria média (10%), suas características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 1. Para os tratamentos utilizou-se fertilizante de liberação lenta fabricado por Compo GmbH e Co. KG (Alemanha), de marca comercial Basacote® Mini 6M.

Para mistura dessas matérias-primas, bem como para a homogeneização das doses testadas ao substrato base, foi utilizada betoneira por um período de 5 minutos.

Os tubetes foram preenchidos e logo submetidos à mesa compactadora por 10 segundos, objetivando obter uma densidade uniforme do substrato. Após a semeadura as bandejas com os vasos foram mantidas com nível de sombreamento de 50% e, a umidade do substrato foi mantida por sistema de irrigação por microaspersão.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos em quatro repetições, tendo 40 plantas como unidade experimental. Os tratamentos foram: T1–0 kg (testemunha); T2–2 kg; T3–4 kg; T4–6 kg; T5–8 kg e T6–10 kg de FLL por m<sup>3</sup> de substrato base.

Decorridos 189 dias da semeadura, coletaram-se dados de altura da parte aérea da muda, medindo-se as mesmas com régua (cm), do nível do solo até o ápice e o diâmetro do colo mediu-se com paquímetro (mm) a 0,5 cm do solo. Em seguida determinou-se a biomassa fresca da parte aérea com balança de precisão milesimal. As raízes foram destorroadas e lavadas sob peneiras de 2 mm para evitar possíveis perdas de raízes. As amostras da parte aérea e de raízes foram acondicionadas em sacos de papel pardo e secas em estufa a 60°C, com ventilação forçada até peso constante.

Foram analisados os parâmetros biométricos de altura total (H), diâmetro do colo (DC), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa seca da

TABELA 1: Análise química e física das matérias-primas utilizadas no substrato nos experimentos de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* e *Schinus terebinthifolius* com dosagens crescentes de fertilizante de liberação lenta.

TABLE 1: Chemical and physical analysis of the components utilized in the experimental substrate for the production of *Anadenanthera peregrina* and *Schinus terebinthifolius* seedlings under increasing slow-release fertilizer doses.

Composto Orgânico		Plantmax®		Basacote®	
pH (H <sub>2</sub> O)	6,3	pH (H <sub>2</sub> O)	5,8 (+/- 0,5)	N (%)	13
Índice (SMP)	6,8			P2O5 [Sol. em CNA+H2O] (%)	6,00
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	7,0	Densidade (kg m <sup>3</sup> )	450	K2O (%)	16,00
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	4,4	Umidade (%)	Até 50	MgO (%)	1,40
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	0,0			S (%)	10,00
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	1,7			B (%)	0,02
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	16,5	Capacidade de Retenção de Água (%)	150	Cu (%)	0,05
Saturação Al (%)	0,0			Fe (%)	0,26
Saturação Base (%)	89,5			Mn (%)	0,06
Matéria orgânica (%)	7,8			Mo (%)	0,015
Argila (%)	27	Condutividade Elétrica (µS cm)	2,6 (+/- 0,3)	Diâmetro grânulos (mm)	1,5 a 2,8
P (mg dm <sup>3</sup> )	560			Peso de 1.000 grãos (g)	9,58
K (mg dm <sup>3</sup> )	1160				

parte aérea (BSPA), biomassa seca da raiz (BSR), biomassa seca total (BST) e os índices de qualidade de muda analisados foram a relação entre altura e diâmetro do colo (H/DC) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON, LEAF e HOSNER, 1960 citado por BINOTTO, 2007). Após verificação dessas variáveis foi calculada a dose de máxima eficiência técnica (DMET) a partir da equação de regressão linear para cada variável estudada em função da dose de FLL aplicada.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variâncias e o coeficiente de variação dos dados da altura (H), do diâmetro do coleto (DC), da relação altura/diâmetro do coleto (H/DC), da biomassa fresca da parte aérea (BFPA), da biomassa seca da parte aérea (BSPA), da biomassa seca das raízes (BSR), da biomassa seca total (BST) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Anadenanthera peregrina* e *Schinus terebinthifolius* avaliadas aos 189 dias após a semeadura foram apresentados na

Tabela 2. Observou-se que a aplicação de FLL levou a ganhos significativos de crescimento de muda se comparado às plantas não fertilizadas (testemunha) em ambas as espécies, em todas as variáveis avaliadas. Corroborando com os dados de Zhang (2007) que apontam que o fertilizante de liberação lenta melhora a absorção de nutrientes pelas plantas através da sincronização entre atividade fisiológica e disposição dos nutrientes no solo, reduzindo significativamente as possíveis perdas de nutrientes e aumentando o crescimento.

### Angico-vermelho

O maior crescimento em altura (H) foi verificado na dose 6 kg m<sup>-3</sup> com 61,85 cm, diferindo estatisticamente do tratamento com 8 kg m<sup>-3</sup> com 60,52 cm (Tabela 2), representando um acréscimo respectivo de 71,2 e 70,6 % em relação à testemunha (substrato sem adição de FLL). Portanto, doses acima de 6 kg m<sup>-3</sup> prejudicam o crescimento em altura da muda, reduzindo o incremento em altura em até 41% em relação ao tratamento mais indicado.

Em outras condições de trabalho Brondani et al. (2008) avaliaram o crescimento inicial de mudas de angico-branco (*Anadenanthera*

*colubrina*) e concluíram que a dose de máxima eficiência técnica para a variável altura, aos 95 dias após a germinação, correspondeu a 2,7 kg m<sup>-3</sup> de FLL na formulação 14-14-14, apresentando uma altura de 17,2 cm e um acréscimo de aproximadamente 16% em relação à testemunha. Apontando efeito negativo para a variável altura quando submetido à dose de 5 kg m<sup>-3</sup> de FLL, corroborando assim para a mesma tendência do presente trabalho, no qual dosagens elevadas de FLL prejudicam a altura da muda.

Também Moraes Neto et al. (2003b) conduziram um experimento com 5 espécies nativas: mutambo (*Guazuma ulmifolia*) e capixingui (*Croton floribundus*) ambas pioneiras, canafístula (*Peltophorum dubium*) e pau-d'alho (*Gallesia integrifolia*) ambas secundárias iniciais, e cabreúva (*Myroxylon peruiferum*) classificada como clímax na categoria sucessional. As pioneiras estabilizaram-se em crescimento em altura aproximadamente aos 90 dias após a germinação. Estas apresentaram maior incremento em altura no tratamento com 4,8 kg m<sup>-3</sup> de FLL na formulação 14-14-14, correspondendo a uma altura de 40 cm, não diferindo estatisticamente em ambas as espécies do tratamento com 3,2 kg m<sup>-3</sup>, que apresentou altura de 33 cm, representando um acréscimo de 55 e 54,5%, respectivamente, em relação à testemunha. As espécies canafístula, pau-d'alho e cabreúva estabilizaram o crescimento em altura aos 120, 150 e 180 dias, respectivamente. Estas três espécies apresentaram resultados semelhantes, nos quais o maior incremento em altura foi observado na dose 4,8 kg m<sup>-3</sup> de fertilizante de FLL, não diferindo estatisticamente, nas três espécies, do tratamento em que foram utilizados 3,2 kg m<sup>-3</sup>.

No presente estudo, a espécie angico-vermelho atingiu maior incremento em altura comparado às duas espécies pioneiras supracitadas, mesmo quando submetido ao tratamento 4 kg m<sup>-3</sup>, correspondendo a uma altura de 50,37 cm, representando um acréscimo de 64,7% em relação à testemunha. Para José, Davide e Oliveira (2009), as medidas de diâmetro e altura são as principais características para seleção de mudas para o plantio. Segundo preconiza Carneiro (1995), a relação H/DC exprime o equilíbrio de desenvolvimento das mudas, pois conjuga duas importantes características em apenas um só índice, e quanto menor for seu valor, melhor a qualidade da muda e, conseqüentemente, maior a capacidade de sobrevivência e estabelecimento no local de plantio definitivo.

Os valores apresentados pelas doses 2 e 10 kg m<sup>-3</sup>, mesmo sendo diferentes estatisticamente, foram muito próximos, respectivamente 34,10 e 35,95 cm. O tratamento sem adição de FLL apresentou o valor mais baixo com 17,77 cm. Na avaliação do porta-enxerto Trifoliata, Scivittaro, Oliveira e Radmann (2004) demonstram que o tratamento de 3 kg m<sup>-3</sup> de FLL na formulação de 15-10-10 apresentou incremento máximo em altura, porém, não diferiu estatisticamente entre as doses 1,5; 4,5 e 6 kg m<sup>-3</sup>. O tratamento sem adição de FLL apresentou, ao contrário do presente trabalho, maior incremento em altura comparado à dose de 1,5 kg m<sup>-3</sup>. A dose de 3 kg m<sup>-3</sup> correspondeu a uma altura de 10,45 cm, apresentando um acréscimo de 2,2% em relação à testemunha.

Houve efeito das doses de fertilizante para as características do diâmetro do colo e relação H/DC das mudas. Os valores para a variável DC aumentaram com a aplicação do FLL até um máximo de 5,42 mm, que correspondeu à dose de 8 kg m<sup>-3</sup>, representando um acréscimo de 56,45% em relação ao tratamento sem adição de FLL (Tabela 2).

Brondani et al. (2008) na avaliação mudas de angico-branco (*Anadenanthera colubrina*) aproximadamente aos 92 dias após a germinação, observaram que a dose de 1,513 kg m<sup>-3</sup> de FLL na formulação 14-14-14 correspondeu ao maior diâmetro de colo, com 2,12 mm, correspondendo a um acréscimo de 1% ao comparar com a testemunha. Houve ainda um decréscimo para essa variável aos 95 dias, apresentando 2 mm na dose de 5 kg m<sup>-3</sup> de FLL. Esta redução correspondeu a aproximadamente 5% em relação ao valor apresentado pela testemunha.

Binotto (2007) aponta que dentre as variáveis avaliadas o DC é o parâmetro mais propício para indicar qualidade de muda, baseado no seu maior grau de relação com o IQD. Portanto, pode-se inferir que a dose de 8 kg m<sup>-3</sup> é a mais indicada, quando se busca a robustez do coleto em mudas de angico-vermelho. As doses de 6, 4 e 10 kg m<sup>-3</sup> apresentaram, respectivamente, um DC de 4,91 mm, 4,63 mm e 4,15 mm, sendo o menor valor 2,36 mm, verificado no tratamento sem adição de FLL (testemunha).

Para biomassa fresca da parte aérea (BFPA), a maior média entre os tratamentos foi de 6,56 g e correspondeu a dose de 6 kg m<sup>-3</sup> (Tabela 2). O acréscimo observado é significativo e correspondeu a 89,48% comparado ao tratamento sem adição de FLL, sendo que há diferença estatística entre os

TABELA 2: Médias das variáveis altura total (H), diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro do colo (H/DC), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca da raiz (BSR), biomassa seca total (BST) das mudas de *Anadenanthera peregrina* e *Schinus terebinthifolius*.

TABLE 2: Means of the variables total height (H), collar diameter (DC), height and collar diameter ratio (H/DC), fresh biomass of the above ground part (BFPA), dry biomass of the above ground part (BSPA), root dry biomass (BSR) and total dry biomass (BST) of *Anadenanthera. peregrina* and *Schinus terebinthifolius* seedlings.

Dose (kg m <sup>-3</sup> ) Tratamento	Parâmetros biométricos						Índices de qualidade	
	H cm	DC mm	BFPA g	BSPA g	BSR g	BST g	H/DC	IQD
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Spreng. (Angico-vermelho)								
0 (T1)	17,77 f	2,36 f	0,691 f	0,258 e	0,824 e	1,083 e	7,50 e	0,13 f
2 (T2)	34,10 e	3,46 e	2,137 e	0,966 d	1,282 d	2,249 d	9,82 c	0,21 e
4 (T3)	50,37 c	4,63 c	3,584 c	1,412 c	1,823 c	3,231 c	10,88 b	0,27 c
6 (T4)	61,85 a	4,91 b	6,564 a	3,582 a	4,311 a	7,857 a	12,57 a	0,58 a
8 (T5)	60,52 b	5,42 a	5,529 b	2,442 b	3,280 b	5,723 b	11,15 b	0,48 b
10 (T6)	35,95 d	4,15 d	2,518 d	1,086 d	1,301 d	2,387 d	8,65 d	0,25 d
CV (%)	1,29	0,29	2,24	3,78	2,23	1,99	1,35	2,33
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (Aroeira-vermelha)								
0 (T1)	12,99 f	2,09 c	0,807 f	0,259 e	0,203 f	0,462 f	6,22 c	0,06 e
2 (T2)	34,64 e	3,15 b	2,492 e	0,977 d	0,388 e	1,364 e	10,98 b	0,10 d
4 (T3)	41,49 d	3,40 b	4,600 d	1,312 c	0,676 c	1,988 c	12,28 b	0,14 c
6 (T4)	49,39 b	4,03 a	8,111 b	1,738 b	0,820 b	2,561 b	12,30 b	0,17 b
8 (T5)	45,93 c	3,03 b	5,953 c	1,244 c	0,521 d	1,765 d	15,15 a	0,10 d
10 (T6)	60,61 a	4,11 a	10,072 a	2,142 a	1,234 a	3,376 a	14,74 a	0,20 a
CV (%)	2,04	5,76	4,24	6,06	4,73	4,35	5,66	6,37

Em que: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

seis tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por Marques (2004) na avaliação de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) em trabalho que submeteu a espécie a doses de três fontes de nitrogênio, os melhores índices foram observados também nas doses intermediárias aplicadas.

Nas variáveis biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca da raiz (BSR) e biomassa seca total (BST), verificou-se que as doses influenciaram significativamente a espécie em questão (Tabela 2). Entretanto, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos 2 e 10 kg m<sup>-3</sup> para as variáveis citadas. Os máximos valores, para as três variáveis, corresponderam ao tratamento 6 kg m<sup>-3</sup>, alcançando 3,58 g planta<sup>-1</sup> para BSPA, 4,31 g planta<sup>-1</sup> para BSR e 7,89 g planta<sup>-1</sup> para BST. O acréscimo em BST foi de 86,25% em relação ao tratamento sem adubação.

Moraes Neto et al. (2003a) também em trabalho de fertilização com FLL na formulação 14-

14-14 em mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia*), canafistula (*Peltophorum dubium*) e eucalipto (*Eucalyptus grandis*) recomendaram a utilização de 6,42 kg m<sup>-3</sup> de Basacote® no substrato. No entanto, Moraes Neto et al. (2003b) em trabalho com mutambo (*Guazuma ulmifolia*), capixingui (*Croton floribundus*), canafistula (*Peltophorum dubium*), pau-d'alho (*Gallesia integrifolia*) e cabreúva (*Myroxylon peruiferum*) concluíram que doses de FLL na formulação 14-14-14 entre 3,2 e 4,8 kg m<sup>-3</sup> foram as que resultaram em mudas de melhor qualidade para todas as espécies estudadas.

Lang (1988) observou que os FLL na formulação 6-8-12 não afetaram significativamente o acúmulo de biomassa seca dos tecidos aéreos em mudas de ipê-roxo (*Tabebuia avellanadae*) e angico-branco (*Anadenanthera colubrina*).

Para a variável biomassa seca da raiz Brondani et al. (2008) observaram comportamento linear decrescente com uma redução de

aproximadamente 30% em relação à testemunha na dose de 5 kg m<sup>-3</sup> de fertilizante.

Segundo Almeida et al. (2005), a biomassa radicial proporciona melhor desempenho das plantas quando transferidas para o campo, por apresentarem maior capacidade de sustentação e absorção de água e nutrientes.

Os valores para IQD variaram entre 0,13 e 0,58 (Tabela 2). A maior média foi observada no tratamento com 6 kg m<sup>-3</sup> e o menor valor foi obtido na dose de 0 kg m<sup>-3</sup>. Estabelecendo-se como padrão para o índice de Dickson o valor mínimo de 0,20, conforme recomendação de Hunt (1990) citado por Fonseca et al. (2002), observou-se que apenas na dose de 0 kg m<sup>-3</sup> de FLL de substrato as mudas não atingiram esse valor.

Conforme Fonseca (2000), o manejo das mudas no viveiro pode permitir que se atinja o valor mínimo desejado. Avaliando a relação entre as variáveis de crescimento e o Índice de Qualidade de Dickson em mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e pinus (*Pinus elliottii*), Binotto (2007) concluiu que o IQD foi eficiente para indicar qualidade de mudas, pois se apresentou estreitamente relacionado com as variáveis estudadas para as duas espécies. Vale ressaltar que ensaios de calibração do IQD para as espécies de interesse configuram em importante necessidade para as investigações de qualidade de muda.

As doses de máxima eficiência técnica (DMET) (Figura 1) apresentaram valores distintos dentro dos diferentes parâmetros avaliados. A dose estimada por regressão para atingir maior incremento em altura (H) foi de 6,06 kg m<sup>-3</sup> de FLL. Para a variável diâmetro de coleto (DC) estimou-se uma dose de 6,68 kg m<sup>-3</sup> de FLL representando o valor em que as mudas desta espécie apresentam maior incremento para esta variável.

Para a obtenção da melhor relação altura e diâmetro de coleto da muda (H/DC) estimou-se uma dose de 5,54 kg m<sup>-3</sup> de FLL. Avaliando o índice de qualidade de Dickson (IQD), estimou-se uma dose de 6,24 kg m<sup>-3</sup> de FLL para obtenção do valor mais alto para esta variável.

### Aroeira-vermelha

Para a variável altura (H), os maiores valores foram observados nas doses de 6 e 10 kg m<sup>-3</sup>, correspondendo a uma altura de, respectivamente, 49,39 e 60,61 cm, diferindo entre si estatisticamente. Os acréscimos em altura correspondem a 73,7% e

78,5%, para os tratamentos de, respectivamente, 6 e 10 kg m<sup>-3</sup>, superando àqueles valores de acréscimos de incremento em altura apresentados para o angico-vermelho (Tabela 2). Verificou-se um decréscimo para essa variável na dose 8 kg m<sup>-3</sup>, apresentando o valor de 45,93 cm, correspondendo a uma redução de 7,5% em relação à dosagem de 6 kg m<sup>-3</sup>. Em estudo avaliando a qualidade das mudas de café, Marana et al. (2008) testaram 5 doses de adubo de liberação lenta, e concluíram para a variável altura, medida 150 dias após a semeadura, que a dose aproximada de 15 kg m<sup>-3</sup> apresentou valores máximos, correspondendo a 14,50 cm e um acréscimo de 69,24% em relação ao tratamento sem adição de FLL. Também Melo, Mendes e Guimarães (2001) e Barbizan et al. (2002) avaliando mudas de cafeeiro, Brondani et al. (2008), na avaliação de angico-branco e Moraes Neto et al. (2003b) avaliando 5 espécies nativas arbóreas com uso de FLL, apontam a necessidade de complementação nutricional para um bom desenvolvimento das mudas em tubetes, independentemente do substrato, configurando os FLL como uma boa alternativa tecnológica para esse fim.

O tratamento sem adição de FLL apresentou o menor valor, para a variável altura, corroborando com os resultados apresentados neste estudo para o angico-vermelho. A dose de 2 kg m<sup>-3</sup> apresentou um acréscimo de 62,5% em relação à testemunha (0 kg m<sup>-3</sup>), valor superior ao apresentado para a espécie angico-vermelho (47,8%) também comparado ao tratamento sem adição de FLL.

Observou-se interação entre as doses de fertilizante para as características do diâmetro do colo e relação H/DC das mudas. Para a variável DC, os tratamentos 6 e 10 kg m<sup>-3</sup> foram os que melhor estimularam essa característica, apresentando valores respectivos de 4,03 e 4,11 mm, representando um acréscimo de 48,1% e 49,1%, respectivamente. José, Davide e Oliveira (2005) ressaltam que a dimensão média de DC adequada para transferência de mudas para o campo, para a aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*), encontra-se da faixa dos 3,0 mm aos 90 dias após a repicagem, corroborando com os resultados do presente trabalho, no qual todos os tratamentos ficaram dentro desta faixa, exceto o tratamento testemunha que não recebeu dose de FLL.

Na avaliação de mudas de aroeira produzidas com composto orgânico Caldeira et al. (2008) concluíram que o tratamento que influenciou de maneira mais significativa o incremento em

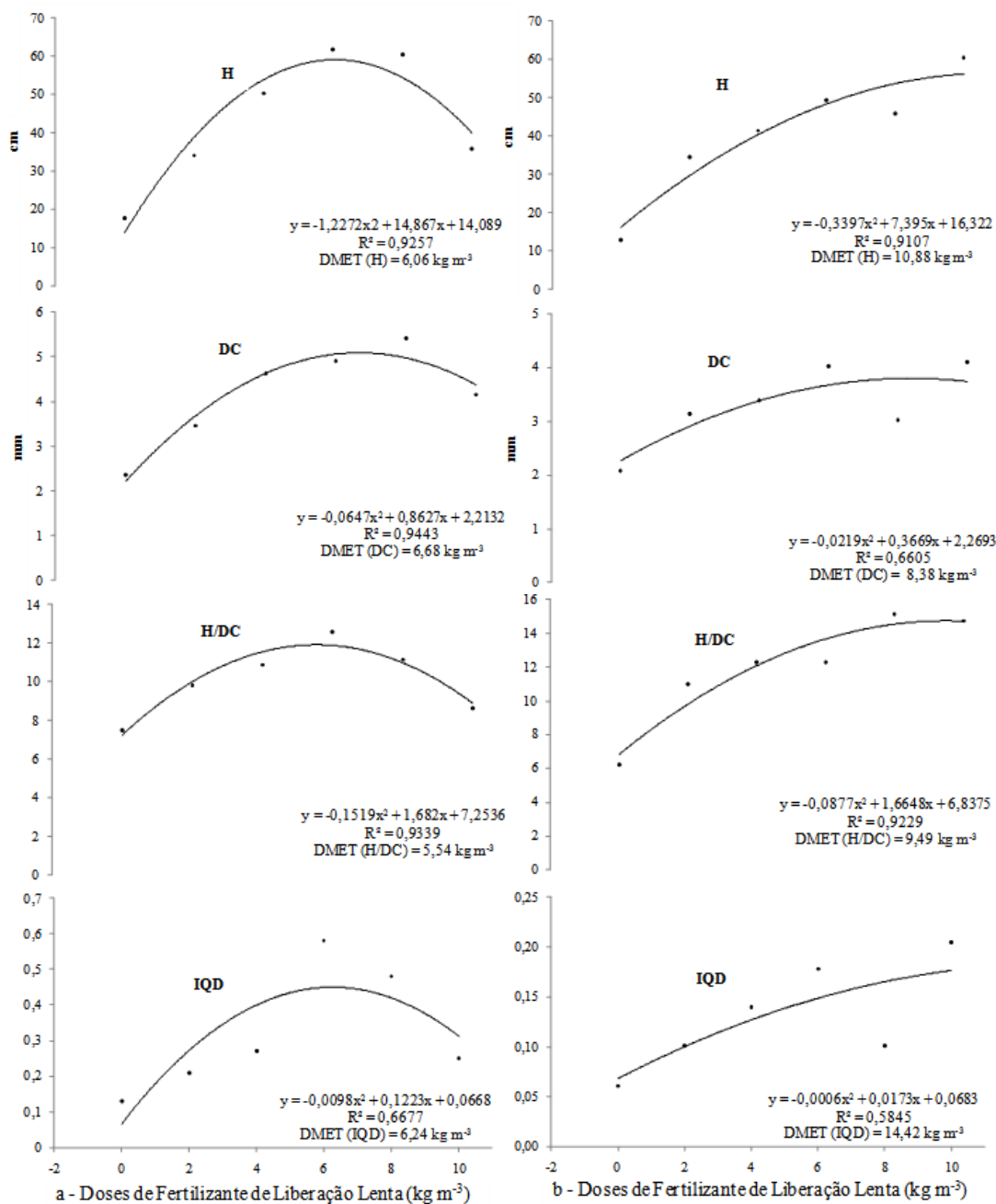


FIGURA 1: Curvas de tendência para as variáveis altura total (H), diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro do colo (H/DC), Índice de Qualidade Dickson IQD e Dose de máxima eficiência técnica (DMET) em função da dose de fertilizante de liberação lenta em mudas de *Anadenanthera peregrina* (a) e *Schinus terebinthifolius* (b).

FIGURE 1: Trend curves graphs of the fresh biomass of the above total height (H), diameter of the col (DC), relation height and diameter of the col (H/DC), Index of Quality Dickson IQD and maximum technical efficiency doses (DMET), according to controlled-release fertilizer doses of seedlings *Anadenanthera peregrina* (a) and *Schinus terebinthifolius* (b).

DC, apresentou acréscimo de 41% em relação ao tratamento de menor influência, entretanto, neste estudo, a aroeira apresentou um acréscimo de 49%, do tratamento de maior eficiência comparado ao

tratamento sem adição de FLL.

Os resultados obtidos para a variável relação H/DC mostraram equilíbrio superior de crescimento no tratamento sem aplicação de



fertilizante de liberação lenta. Os maiores valores, mas não estatisticamente diferentes, foram obtidos nos tratamentos 8 e 10 kg m<sup>-3</sup>, correspondendo a 15,15 e 14,74, respectivamente. Os tratamentos 2, 4 e 6 kg m<sup>-3</sup> resultaram em um índice mais equilibrado que os tratamentos 8 e 10 kg m<sup>-3</sup>, porém, ainda inferiores ao tratamento testemunha. Os valores dos três tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

Na avaliação de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) submetidas a diferentes doses de fertilizantes de liberação lenta, José, Davide e Oliveira et al. (2009) demonstraram que o uso de dosagens crescentes de FLL na formulação 14-14-14 promove o crescimento em altura, gerando um desequilíbrio da razão H/DC e reduzindo a qualidade das mudas. Segundo Fonseca et al. (2002), a relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto deve ser utilizada em conjunto com outros parâmetros na determinação do melhor padrão de qualidade das mudas.

O efeito dos diferentes tratamentos sobre a biomassa fresca (BFPA) da parte aérea apresentou influência significativa. A maior média entre os tratamentos foi de 10,07 g planta<sup>-1</sup> e correspondeu a dose de 10 kg m<sup>-3</sup> (Tabela 2). O acréscimo observado é significativo e correspondeu a 91,98% comparado ao tratamento sem adição de FLL, sendo que há diferença estatística entre os 6 tratamentos. Resultados semelhantes, porém, inferiores, foram encontrados para a espécie angico-vermelho, correspondendo a um acréscimo de 89,48%.

Em relação à produção de biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca da raiz (BSR) e biomassa seca total (BST), verificou-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos com a aplicação do FLL (Tabela 2). As maiores produções nas variáveis BSPA, BSR e BST foram obtidas no tratamento 10 kg m<sup>-3</sup>, correspondendo a 2,14 g planta<sup>-1</sup>, 1,23 g planta<sup>-1</sup> e 3,37 g planta<sup>-1</sup>. Os acréscimos representam 87,9% para BSPA, 83,49% para BSR e 86,31% para BST, em relação ao tratamento sem adição de fertilizante de liberação lenta. Resultados muito próximos aos encontrados para a espécie angico-vermelho, neste mesmo estudo.

Sgarbi et al. (1999) avaliaram a produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) sob a influência da aplicação de fertilizante de liberação lenta na formulação 19-6-10 e concluíram que a maior produção de biomassa seca da parte aérea foi obtida nos tratamentos 2 e 4 kg m<sup>-3</sup>. Avaliando

outra espécie de eucalipto (*Eucalyptus globulus* subsp. *Maidenii*) sob fertilização NPK, Pezzutti, Schumacher e Hoppe (1999) concluíram que os máximos crescimentos em altura, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e o número de folhas foram obtidos com doses de FLL formulação 14-14-14, no intervalo de 6,7 a 7,5 kg m<sup>-3</sup> de substrato.

Lang (2008) na avaliação do estabelecimento de ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae*) e angico-branco (*Anadenanthera colubrina*) submetidos a diferentes dosagens de fertilizante de liberação lenta na formulação 6-8-12, conclui que as diferentes dosagens não influenciaram de maneira significativa as variáveis BSPA, BSR e BST.

Igualmente a este estudo, Marana et al. (2008) observam que os menores valores de biomassa seca total (BST) foram encontrados na dose zero de adubação.

Binotto (2007) estudou a relação entre as variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e pinus (*Pinus elliottii*), e conclui que independentemente da espécie avaliada, a massa seca de raiz é a variável que apresentou maior efeito direto e indireto nas demais variáveis, afetando o IQD. Assim, constituiu-se na principal variável a ser estudada e indica realmente a qualidade da muda.

Gomes e Paiva (2004) ratificam que o peso de biomassa seca da parte aérea (BSPA) indica a rusticidade e relaciona-se diretamente com a sobrevivência e desempenho inicial das mudas após o plantio em campo.

Doses crescentes do FLL na formulação 15-09-12 resultaram em melhor qualidade das mudas de cafeeiro, até as doses que maximizaram os resultados para parte aérea (7,7 a 9,1 kg m<sup>-3</sup>) e sistema radicular (6,8 kg m<sup>-3</sup>), apontam Barbizan et al. (2002).

Os índices H/D e IQD para espécies florestais devem ser menores que, respectivamente, 10 e maior que 0,2, para que a muda apresente alta qualidade, conseqüentemente alta sobrevivência após o plantio (HUNT, 1990 citado por JOSE, DAVIDE e OLIVEIRA, 2009).

Baseado nesse padrão verificou-se que nenhum tratamento alcançou os dois índices de qualidades concomitantemente. O tratamento 0 kg m<sup>-3</sup> foi o único que apresentou o índice H/D proposto e o tratamento 10 kg m<sup>-3</sup> foi o único que alcançou o índice de Dickson proposto, entretanto,

na avaliação da qualidade das mudas não se deve utilizar isoladamente, parâmetros morfológicos e suas relações, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas mais altas, porém, fracas, descartando-se as menores, mas com maior vigor (FONSECA et al., 2002). Valores distintos de doses de máxima eficiência técnica (DMET) (Figura 1) foram observados dentro dos diferentes parâmetros avaliados. Para que as mudas atinjam maior incremento em altura (H) estima-se uma dose de 10,88 kg m<sup>-3</sup> de FLL. Estimou-se uma dose de 8,38 kg m<sup>-3</sup> de FLL para que as mudas alcancem maior diâmetro de coleto. A fim de se obter melhor relação altura e diâmetro de coleto da muda (H/DC) estima-se uma dose de 9,49 kg m<sup>-3</sup> de FLL. Para o índice de qualidade de Dickson (IQD), estimou-se uma dose de 14,42 kg m<sup>-3</sup> de FLL, valor este no qual o índice apresentará valor mais alto.

## CONCLUSÕES

Mudas de *Anadenanthera peregrina* (angico-vermelho) e aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*) respondem positivamente ao uso do fertilizante de liberação lenta. Melhores padrões nas variáveis de interesse como altura total (H), diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro do colo (H/DC) são verificados sob doses entre 5,54 e 6,68 a kg m<sup>-3</sup> para a espécie *Anadenanthera peregrina*, e 8,38 a 14,42 kg m<sup>-3</sup> para *Schinus terebinthifolius*. Para a *Anadenanthera peregrina*, doses acima de 6 kg m<sup>-3</sup> prejudicam o crescimento em altura da muda, reduzindo o incremento em altura em até 41% em relação aos demais tratamentos.

Para a *Schinus terebinthifolius*, as doses de 6 e 10 kg m<sup>-3</sup> de FLL são as que melhor estimulam o diâmetro do colo, apresentando valores respectivos de 4,03 e 4,11 mm, representando um acréscimo de 48,1% e 49,1%, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.L. et al. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula Cham.* em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.323-329, 2005
- AUBERT, E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Análise multivariada da estrutura fitossociológica do sub-bosque de plantios experimentais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. em Lavras. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n.3, p.194-214, 1994.
- BARBIZAN, E.L. et al. Produção de mudas de cafeeiro em tubetes associada a diferentes formas de aplicação de fertilizantes. **Ciência agrotécnica**, Lavras edição Especial, p. 1471-1480, dezembro, 2002.
- BENNETT, E. Slow-release fertilizers. **Virginia Gardener Newsletter**, Blacksburg, v. 11, n. 4., 1996. Disponível em: <www.ext.vt.edu/departments/envirohort/articles/misc/slowrels.html>. Acesso em 27-04-2009.
- BINOTTO, A.F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm.** 2007. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.
- BOCKMAN, O. C.; OLFS, H. W. Fertilizers, agronomy and N<sub>2</sub>O. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.52, n.2/3, p.165-170, 1998.
- BRACHTVOGEL, E.L. et al. Efeitos do uso de um fertilizante de lenta disponibilidade e do volume do recipiente na formação de mudas de *Peltophorum dubium*. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.5, n.1, p. 67-71, 2006.
- BRONDANI, G.E. et al. Fertilização de Liberação Controlada no Crescimento Inicial de Angico-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.2, p. 167-176, 2008.
- CALDEIRA, M.V.W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.
- CARNEIRO, J.G. de A.; **Produção e qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451 p, p.57 – 92.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies Arbóreas Brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, **Paraná: Embrapa Florestas**, v.1, 2003. 1039 p.
- CECONI, D.E. et al. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.1, p.25-32, 2007.
- CSIZINSZKY, A.A. Yield response of ell epper and tomato to controlled-release fertilizers on sand. **Journal of plant nutrition**, v. 17, n. 9, p. 1535-1549, 1994.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Canadá, v. 36, p.10-13, 1960.
- FONSECA, E.P. **Padrão de qualidade de mudas**

- de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. E *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. 2000. 113f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2000.
- FONSECA, E.P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., Produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p.515 – 523, 2002.
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais – propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.
- HEFNER S.G.; TRACY P. W.; The effect of nitrogen quantity and application timing on furrow-irrigated rice. **Journal of production agriculture**, Wisconsin (USA), v. 4, n. 4, p. 541-546, 1991.
- JOSE, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* RADDI). **Agrarian**, v.2, n.3, p.73-86, jan./mar.2009.
- JOSE, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. Produção de mudas de aroeira *Schinus terebinthifolia* Raddi para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v.11, n.2, p.187-203, 2005.
- LANG, A. **Efeitos da aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê roxo e angico branco em área de domínio ciliar**. 1998. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, 1998.
- VON LISINGEN, L. et al. Composição florística do Parque Estadual do Cerrado de Jaguariaíva, Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 35 n. 3-4: p. 197-232, 2006.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa: Plantarum**, v. 2, 1992. 352p.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed. Nova Odessa, **São Paulo: Plantarum**, v. 2, 1998. 352p.
- MARANA, J.P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.1, p. 39-45, jan-fev, 2008.
- MARQUES, V.B. **Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan), Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) e sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)**. 2004. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.
- MEDEIROS, A.C.S.; ZANON, A. Conservação de sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.36, p.11-20, jan./jun. 1998.
- MELO, B.; MENDES, A.N.G.; GUIMARAES, P.T.G. Doses crescentes de fertilizantes de liberação gradual na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Bioscience J.**, Uberlândia, v. 17, n. 1, p. 97-113, junho 2001.
- MORAES NETO, S.P. et al. Fertilização de mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 129 – 137, 2003a.
- MORAES NETO, S.P. et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 779-789, 2003b.
- NASCIMENTO, A.R.T.; FELFILI, J.M.; MEIRELLES, E.M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre. **Acta Botanica brasileira**, v. 18, n. 3: 659-669, 2004.
- PEZZUTTI, R.V; SCHUMACHER, M.V; HOPPE, J.M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 9, n.2, p.117-125, 1999.
- RODERJAN, C.V. et al. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-92, jan/jun 2002.
- SCIVITTARO, W.B.; OLIVEIRA, R.P.; RADMANN, E.B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'Trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 520-523, 2004.
- SGARBI, F. et al. Influência da aplicação de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla*. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 1999, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: IPEF, 4p.
- SHAVIV, A. Preparation methods and release mechanisms of controlled release fertilizers: agronomic efficiency and environmental significance. **Proc. Int. Fertil. Soc.**, York, UK,

n.41, p.1-35, 1999.

SHAVIV, A.; SMADAR, R.; ZAIDEL, E. Model of diffusion release from polymer coated granular fertilizers. **Environmental Science and Technology** 37, 2251-2256. 2003.

SHOJI, S. Innovative use of controlled availability fertilizers with high performance for intensive

agriculture and environmental conservation. Science in China Ser. C. **Life Sciences** 48, 912-920. 2005.

ZHANG, M. Effect of coated controlled-release fertilizer on yield increase and environmental significance. (Chinese) **Ecology and Environment**. 2007.