

FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*

Überson Boaretto Rossa¹, Alessandro Camargo Angelo², Antonio Carlos Nogueira²,
Danielle Janaina Westphalen³, Marcos Vinícius Martins Bassaco⁴, Jaçanan Eloisa de Freitas Milani⁵,
Jonas Eduardo Bianchin⁶

¹Lic. em Ciências Agrárias, M.Sc., Doutorando em Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - boarettorossa@gmail.com

²Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - alessandro@ufpr.br; nogueira@ufpr.br

³Eng^a Agrônoma, M.Sc., Doutoranda em Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - daniellejanaina76@gmail.com

⁴Eng. Florestal, M.Sc., Faculdade Jaguaíva, FAJAR, Jaguaíva, PR, Brasil - marcos.bassaco@hotmail.com

⁵Eng^a. Florestal, M.Sc., Doutoranda em Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - jacanan.milani@gmail.com

⁶Eng. Florestal, M.Sc., Doutorando em Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - jonasbianchin@gmail.com

Recebido para publicação: 24/01/2012 – Aceito para publicação: 13/03/2013

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes doses de fertilizante de liberação lenta (FLL) no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. O estudo foi realizado na região do Vale do Itajaí (SC), entre março e dezembro de 2009, em viveiro localizado no município de Rio do Sul, com sementes provenientes da própria região. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos em 4 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 m³ de substrato-base. Decorridos 189 (aroeira) e 245 (branquilha) dias da semeadura, foram analisadas as variáveis altura total, diâmetro do coleto, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca da raiz, biomassa seca total e dose de máxima eficiência técnica. As mudas de aroeira e branquilha tiveram um melhor crescimento com a dose de 10 kg de FLL por m³ de substrato padrão e 6 kg de FLL por m³, respectivamente. Ambas as plantas responderam significativamente ao uso do fertilizante de liberação lenta, apresentando as seguintes doses de máxima eficiência técnica: 9,48 (aroeira) e 5,54 kg.m⁻³ (branquilha) de Basacote 6M.

Palavras-chave: Branquilha; aroeira-vermelha; fertilização; produção de mudas; qualidade de mudas florestais.

Abstract

Slow release fertilizer in development of Schinus terebinthifolius and Sebastiania commersoniana seedlings. This research aimed to evaluate different doses of slow-release fertilizer (FLL) in *Schinus terebinthifolius* and *Sebastiania commersoniana* seedlings development. The study was conducted in Vale do Itajaí (SC), between March and December 2009, in a nursery in the city of Rio do Sul, with seeds from the region. The experimental design was completely randomized with 6 treatments in 4 replications, with 40 plants as experimental unit. The treatments were: T1-0 kg (control), T2-2 kg, T3- 4kg-, T4-6 kg; T5-8kg; and T6-10 kg per m³ FLL substrate base. After 189 (aroeira) and 245 (branquilha) days of sowing, the variables analyzed were total height, diameter, shoot dry biomass, root dry weight, total biomass and maximum dose of technical efficiency. The seedlings of aroeira and branquilha had better growth with the dose of 10 kg per cubic meter of FLL standard substrate and 6 kg per m³ of FLL, respectively. Both plants responded significantly to the use of slow release fertilizer, with the following maximum doses of technical efficiency 9.48 (aroeira) and 5.54 kg.m⁻³ (branquilha) of Basacote 6M.

Keywords: *Sebastiania*; red aroeira; fertilization; seedling production; quality forest seedlings.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com a geração de energia tem promovido a expansão das áreas de cultivo agrícola, tomando espaço antes ocupado por vegetação nativa e gerando discussões quanto à preservação e recuperação ambiental dentro das propriedades rurais. Uma das técnicas mais

recomendadas para recuperação das áreas já degradadas é o replantio de espécies nativas, resultando em um aumento na demanda de serviços e produtos florestais.

Durante o processo de produção de mudas, um dos aspectos extremamente importantes, que está diretamente relacionado à qualidade das mudas, é o regime de adubação, que, para espécies nativas, é pouco conhecido (KNAPIK *et al.*, 2005). A produção de mudas de espécies de interesse ambiental tem demandado o desenvolvimento de pesquisas para a produção de mudas selecionadas com características ideais, que garantam sucesso no futuro povoamento florestal. Um dos entraves para o uso de espécies florestais nativas em plantios comerciais, ou na recuperação de áreas degradadas, tem sido a falta de estudos envolvendo a absorção de nutrientes e as necessidades nutricionais de cada espécie (FURTINI NETO *et al.*, 1995). Os benefícios do fertilizante de liberação lenta em relação aos adubos convencionais é a diminuição de perdas de nutrientes por lixiviação, fato observado por Holcomb (1979) e Huett (1997).

De acordo com Fonseca (2000), a obtenção de mudas de qualidade antes do plantio definitivo pode ser alcançada de maneira prática, rápida e fácil somente pela observação dos parâmetros morfológicos, definindo uma muda de qualidade como aquela que sobreviva e se desenvolva após o plantio no campo.

A adoção de técnicas de fertilização do substrato tem sido apontada como fator relevante para aumentar o crescimento e qualidade de mudas de essências florestais.

Entre as técnicas de fertilização do substrato em viveiros florestais, o emprego de fertilizantes de liberação lenta representa umas das mais viáveis e racionais alternativas (BOCKMAN; OLFS, 1998). Segundo Bennett (1996), esses fertilizantes incluem compostos solúveis no seu interior (NPK e alguns micronutrientes), envolvidos por uma membrana semipermeável, que, por efeito da temperatura, dilata-se e se contrai, controlando a liberação gradual e osmótica de nutrientes ao substrato.

Esse tipo de fertilizante apresenta evidentes vantagens sobre os convencionais em diversas culturas, como arroz, hortícolas e ornamentais (HEFNER; TRACY, 1991; CSIZINSZKY, 1994), além de importantes resultados em se tratando de espécies florestais (BRONDANI *et al.*, 2008; NETO *et al.*, 2009; LANG *et al.*, 2011), em diferentes tipos de solo, clima e manejo.

Em viveiros, é comum o uso de substratos, mas, para isso, é necessário que esses substratos apresentem um equilíbrio nutricional, do contrário produzirão mudas de baixa qualidade, comprometendo o desenvolvimento em campo (CECONI *et al.*, 2007).

Conforme Gonçalves e Poggiani (1996), a necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o substrato é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento.

Assim, as características e a quantidade de fertilizante aplicado dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo ou substrato, da forma de reação dos adubos com o solo e da eficiência dos adubos. Os nutrientes fornecidos às mudas devem ser disponibilizados de acordo com a necessidade delas, levando em consideração o tempo necessário para sua formação. O uso de fertilizante de adubação lenta atende essa questão, podendo ser uma grande vantagem quando comparado às demais formas de adubação (MARANA *et al.*, 2008).

Como principal desvantagem, os fertilizantes de liberação lenta apresentam custo superior às fontes solúveis, requerendo a adequação das doses nos diferentes sistemas de produção, visando otimizar o uso do insumo e garantir a produção econômica de mudas.

Para Carneiro (1995), 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.

Schinus terebinthifolius (Anacardiaceae), conhecida como aroeira-vermelha, tem ampla distribuição, ocorrendo desde Pernambuco até o Rio Grande do Sul. É espécie pioneira, recomendada para recomposição de ambientes limitantes, como solos salinos, hidromórficos e rochosos (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003).

Sebastiania commersoniana (Euphorbiaceae), também conhecida como branquilha, ocorre desde o Rio de Janeiro e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul (LORENZI, 1992). No entanto, sua maior ocorrência se dá nas planícies fluviais, principalmente nas formações aluviais da Floresta Ombrófila Mista (REITZ *et al.*, 1983; CURCIO, 2006). Segundo Lorenzi (1992) e Carvalho (2003), essa espécie é recomendada para recuperação de áreas degradadas devido ao papel ecológico que desempenha dentro desses ecossistemas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial no viveiro com mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*, submetidas a doses de Fertilizante de Liberação Lenta (FLL).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado durante o período de março a dezembro de 2009, sendo conduzido em viveiro de produção de mudas localizado a 27°11'16'' S e 49°39'37'' W, numa altitude de 701,54 m, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, em Rio do Sul (SC).

As sementes de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*, provenientes de árvores localizadas em remanescente florestal nas proximidades do local de instalação do experimento, foram coletadas em agosto de 2008, permanecendo na sombra em ambiente aerado. As sementes foram semeadas em vasos de polipropileno de 180 cm³, utilizando-se como substrato-base uma mistura de Plantmax Florestal® (60%), compostos orgânicos peneirados (30%) e vermiculita de granulometria média (10%). As características químicas e físicas dos componentes que compuseram o substrato-base estão apresentadas na tabela 1. Para os tratamentos, utilizou-se fertilizante de liberação lenta Basacote® Mini 6M, cuja descrição química encontra-se na tabela 1.

A mistura dos componentes, bem como a homogeneização das doses testadas, ao substrato-base foi realizada com betoneira por um período de 5 minutos. Os recipientes foram preenchidos e logo submetidos a mesa compactadora por 10 segundos, objetivando densidade uniforme do substrato. Após a semeadura, bandejas com recipientes foram mantidas com nível de sombreamento de 50%, e a umidade do substrato foi mantida por sistema de irrigação por microaspersão acionado duas vezes ao dia.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos em 4 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.m⁻³ de FLL misturado ao substrato-base.

Tabela 1. Características químicas e físicas dos componentes utilizados na formulação do substrato-base e do fertilizante de liberação lenta para a produção de mudas *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*, Rio do Sul, SC.

Table 1. Chemical and physical features of the components used in formulation of the substratum base and the fertilizer of slow release for the seedling production of *Schinus terebinthifolius* and *Sebastiania commersoniana*, Rio do Sul, SC.

Composto orgânico		Plantmax®		Basacote®	
pH (H ₂ O)	6,3	pH (H ₂ O)	5,8 (+/- 0,5)	N (%)	13,00
Índice (SMP)	6,8			P ₂ O ₅ [Sol. em CNA+H ₂ O] (%)	6,00
Ca (cmol _c .dm ³)	7,0	Capacidade de retenção de água (%)	150	K ₂ O (%)	16,00
Mg (cmol _c .dm ³)	4,4			MgO (%)	1,40
Al (cmol _c .dm ³)	0,0	Umidade (%)	até 50%	S (%)	10,00
H+Al (cmol _c .dm ³)	1,7			B (%)	0,02
CTC (cmol _c .dm ³)	16,5	Densidade (kg m ³)	450	Cu (%)	0,05
Saturação Al (%)	0,0			Fe (%)	0,26
Saturação-base (%)	89,5	Condutividade elétrica (mS.cm)	2,6 (+/- 0,3)	Mn (%)	0,06
M.O. (%)	7,8			Mo (%)	0,015
Argila (%)	27	diâmetro grânulos (mm)	1,5 a 2,8	peso de 1.000 grãos (g)	9,58
P (mg.dm ³)	560				
K (mg.dm ³)	1160				

Decorridos 189 (*Schinus terebinthifolius*) e 245 (*Sebastiania commersoniana*) dias da semeadura, coletaram-se dados de altura da parte aérea das mudas, medindo-se as mesmas com régua (cm), do nível do solo até o ápice. O diâmetro do coleto foi medido com auxílio de paquímetro (mm), a 0,5 cm do nível do substrato. Em seguida, determinou-se a biomassa fresca da parte aérea, com balança de precisão milesimal. As raízes foram destorroadas e lavadas sobre peneiras de 2 mm, para evitar possíveis perdas de radículas. 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 Coleto (DC), Biomassa Fresca da Parte Aérea (BFA), Biomassa Seca Aérea (BPA), Biomassa Seca da Raiz (BSR), Biomassa Seca Total (BST). 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 *et al.*, 1960). Após a verificação dessas variáveis, foi calculada a Dose de Máxima Eficiência Técnica (DMET), a partir da equação de regressão linear para cada parâmetro estudado 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. Também foi realizada análise de regressão, considerando a significância dos coeficientes, testada até o nível de 5% de probabilidade, e pelo coeficiente de determinação (R^2). A dose de máxima eficiência técnica foi calculada por meio da primeira derivada da equação da regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo do fertilizante de liberação lenta, influenciando todas as variáveis estudadas (5% de probabilidade), para ambas as espécies. O resumo da análise de variância e o coeficiente de variação para as variáveis avaliadas são apresentados nas tabelas 2 e 3.

Schinus terebinthifolius

A variável altura da parte aérea da *Schinus terebinthifolius* apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo o tratamento 6 (10 kg Basacote) o que obteve o maior valor (60,61 cm), seguido pelo tratamento 4 (6 kg Basacote), com 49,39 cm. É possível observar o incremento em altura à medida que é aumentada a dose de fertilizante até o tratamento 4 (49,39 cm), apresentando uma pequena queda no tratamento 5 (45,93 cm) e voltando a subir no tratamento 6 (60,61 cm) (Figura 2). Essa situação foi semelhante para quase todos os parâmetros biométricos, com exceção do Diâmetro do Colo (DC), que não apresentou diferença significativa entre os tratamentos 6 e 4, com DC igual a 4,11 e 4,03 mm, respectivamente (Tabela 2).

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 (BFA), Biomassa Seca Aérea (BSA), Biomassa Seca da Raiz (BSR) e Biomassa Seca Total (BST) das mudas de *Schinus terebinthifolius*.

Table 2. Means of the variables total height, collar diameter, height and collar diameter ratio, fresh biomass of the above ground part, dry biomass of the above ground part, root dry biomass and total dry biomass of *Schinus terebinthifolius* seedlings.

Dose (kg/m ³) Tratamento	Parâmetros biométricos					Índices de qualidade		
	H (cm)	DC (mm)	BFP ----- g -----	BSA	BSR	BST	H/DC	IQD
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

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

Avaliando separadamente os parâmetros, verificou-se um efeito quadrático no crescimento em altura das mudas de *S. terebinthifolius* com o aumento das doses de Basacote[®] Mini 6M (Figura 1). Por apresentar esse comportamento, foi possível calcular a dose de Máxima Eficiência Técnica (DMET), obtendo-se uma dosagem de 10,88 kg.m⁻³, sendo superior à máxima dose testada (10 kg.m⁻³), demonstrando que a altura ainda pode responder à adubação. Isso pode ser explicado pela maior sensibilidade da altura em relação à adubação nitrogenada e desbalanceada, a qual pode proporcionar altos crescimentos em altura (GOMES; PAIVA, 2006). Isso torna-se ainda mais evidente quando se

observa a formulação (13-06-16) do fertilizante utilizado, que possui alta concentração de nitrogênio mais o composto orgânico (7,8% de M.O.).

Outros trabalhos também encontraram uma relação entre doses crescentes de nitrogênio e crescimento em altura. Barroso *et al.* (1998), conduzindo experimento avaliando o crescimento de *Schinus terebinthifolius* em diferentes doses de nitrogênio, utilizando 60% de bagaço de cana + 40 de torta de filtro como substrato e tubetes de 288 cm³, verificaram que os tratamentos com adubação mais doses extras de nitrogênio tiveram alturas superiores ao tratamento composto somente por bagaço de cana e torta de filtro, sendo que este apresentou uma altura de 10 cm, enquanto que o adubado acrescido de 200 mg.kg⁻¹ de N obteve uma altura de 21,6 cm. Corroborando as considerações acima, Lopes *et al.* (2009), trabalhando com diferentes volumes de tubetes (50 e 150 cm³) e doses crescentes de Osmocote (14-14-14) no crescimento de mudas de aroeira-vermelha, também observaram que as alturas aumentavam à medida que aumentavam as doses do fertilizante, conseqüentemente aumentando também as doses de nitrogênio, atingindo uma altura de aproximadamente 60 cm na dosagem de 21 g.L⁻¹ de Osmocote no tubete de 150 cm³ e aproximadamente de 30 cm no tubete de 50 cm³.

Portanto, a aplicação cada vez maior de nitrogênio pode levar a muda a crescer demais em altura, o que pode causar o seu estiolamento. Procurando estabelecer padrões de altura, Gonçalves *et al.* (2000) consideram que a muda de qualidade deve apresentar características típicas da espécie, definindo para espécies nativas uma altura entre 20 e 35 cm. Nesse trabalho, o único tratamento que está abaixo de 20 cm é o testemunha (sem adubação), enquanto que o tratamento 2 (2 kg.m⁻³) está nessa faixa e os demais estão acima dos 35 cm de altura (Tabela 2).

Entretanto, não é recomendável avaliar isoladamente a altura, pois isso pode levar ao erro de considerar que a muda sofreu estiolamento. Assim, para realizar uma avaliação correta, Carneiro (1995) considera que, em muda de boa qualidade, a altura tem que ser compatível com o diâmetro do coleto mínimo. Já Gonçalves *et al.* (2000) defendem que entre 5 e 10 mm seria um diâmetro do coleto adequado. Porém trata-se de um padrão genérico para as espécies nativas, não levando em consideração suas características ecofisiológicas.

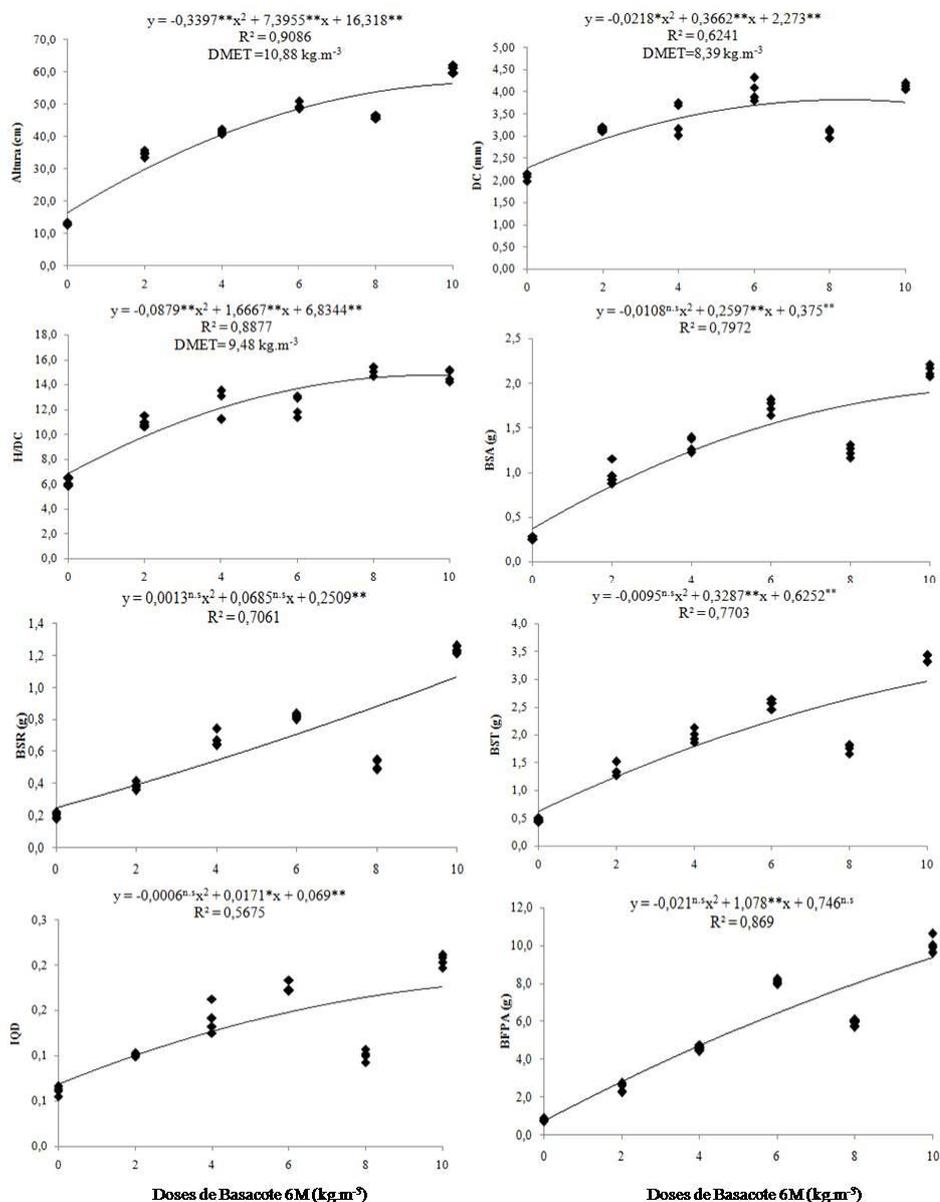
Brisset *et al.* (1991), Johnson e Cline (1991), Mexal e Landis (1990) e Rowan (1985), que avaliaram a produção de mudas com quantidades crescentes de fertilizantes, encontraram que o parâmetro diâmetro do coleto está positivamente correlacionado com o potencial de crescimento radicular, mostrando-se, portanto, como a melhor característica para avaliação da qualidade das mudas. Assim, procurando valores que possam servir de referência, Barroso *et al.* (1998), avaliando o crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* em diferentes doses de nitrogênio, utilizando 60% de bagaço de cana + 40% de torta de filtro como substrato, verificaram que o acréscimo de 200 mg.kg⁻¹ de N obteve um DC de 3,91 mm. Lopes *et al.* (2009), trabalhando com diferentes volumes de tubetes e doses crescentes de Osmocote no crescimento de mudas de aroeira-vermelha, encontraram DC de aproximadamente 4,5 mm e 3,5 mm (tubetes de 150 cm³ e 50 cm³, respectivamente).

Portanto, nota-se que os diâmetros encontrados neste trabalho condizem com os levantados em bibliografia, com exceção do tratamento testemunha, que ficou com DC de 2,09 mm (Tabela 2), abaixo dos valores encontrados, os quais variaram de 3,0 a 4,5 mm. Ainda, temos Caldeira *et al.* (2008), que estabelecem um limite mínimo 2,5 mm de diâmetro do coleto para que a *Schinus terebinthifolius* seja expedida para campo. Mesmo nesse caso, o tratamento sem adubação não obteve o tamanho necessário.

Analisando a regressão, observa-se que a planta respondeu significativamente ao efeito da adubação, apresentando um comportamento quadrático, demonstrando que, com o aumento das doses de fertilizante, a planta responde em crescimento no DC até um determinado limite, que foi obtido calculando-se a Dose de Máxima Eficiência Técnica (DMET), para a se encontrou um valor de 8,39 kg.m⁻³ (Figura 1). Esse comportamento também foi encontrado nos trabalhos de Barroso *et al.* (1998), Lopes *et al.* (2009), Cruz *et al.* (2006), Marques *et al.* (2006) e Rossa *et al.* (2011), que avaliaram a resposta do crescimento de diversas espécies nativas em função do aumento gradual de fertilizantes e notaram que o diâmetro em um determinado momento não responde mais à adubação. Isso evidencia que as plantas apresentam um máximo crescimento biológico e que não crescem na mesma proporção em que se aplicam fertilizantes.

No caso da *S. terebinthifolius*, o diâmetro alcançou o máximo (8,39 kg.m⁻³ de Basacote 6M) antes da altura (10,88 kg.m⁻³ de Basacote 6M), ou seja, a altura é mais sensível à adubação, principalmente a nitrogenada, assim crescendo mais e levando mais tempo para atingir o seu máximo crescimento (GOMES; PAIVA, 2006).

Os resultados obtidos para relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC) aumentaram de maneira quadrática (Figura 1), possibilitando o cálculo da DMET, para a qual se encontrou o valor de 9,48 kg.m⁻³ de Basacote 6M. Contudo, segundo Carneiro (1995), quanto menor for esse valor, maior será a capacidade das mudas de sobreviver e estabelecer-se em campo. Possivelmente, neste estudo, o maior crescimento em altura das mudas, que elevou o valor da relação, ocorreu em consequência da formulação com alta concentração de nitrogênio, que favoreceu o crescimento vegetativo.



*: significativo em 5% de probabilidade; **: significativo em 1% de probabilidade; ^{n.s.}: não significativo.

Figura 1. Dados da regressão da Altura Total (H), diâmetro do colo (DC), relação Altura e Diâmetro do Colo (H/DC), Biomassa Fresca da Parte Aérea (BFA), Biomassa Seca Aérea (BSA), Biomassa Seca da Raiz (BSR) e Biomassa Seca Total (BST) das mudas de *Schinus terebinthifolius*.

Figure 1. Data of the regression of the variables total height, collar diameter, height and collar diameter ratio, fresh biomass of the above ground part, dry biomass of the above ground part, root dry biomass and total dry biomass of *Schinus terebinthifolius* seedlings.

Para Birchler *et al.* (1998), o padrão recomendado para espécies florestais deve ser menor que 10, valor este que não foi atingido apenas no tratamento testemunha (0,00 kg.m⁻³ de Basacote 6M) (Tabela 2). Esse valor, porém, pode levar a erro, pois esse tratamento possui H e DC muito inferiores aos padrões definidos para espécies florestais nativas e para o próprio *S. terebinthifolius*. Vários autores, trabalhando com aroeira-vermelha, encontraram valores de H/DC variando 5,0 a 12,40 (BARROSO *et al.*, 1998; LOPES *et al.*, 2009; MORAIS *et al.*, 2012). Assim, os tratamentos 2, 3 e 4 estão dentro de uma faixa típica da relação H/DC para *S. terebinthifolius* e com os parâmetros H e DC também dentro de padrões aceitáveis de crescimento.

Os resultados expressos em biomassa seca apresentaram comportamento quadrático significativo da regressão, porém não foi calculada a DMET, por apresentarem coeficientes da equação não significativos ao nível de probabilidade (*valor-p*) proposto, de 1% a 5% (Figura 1). Para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), também não foi calculada a DMET, devido aos coeficientes da equação não serem significativos. Isso ocorreu devido ao tratamento 5 (8,00 kg.m⁻³ de Basacote 6M) ter médias inferiores a quase todos os demais tratamentos, prejudicando assim a tendência quadrática de crescimento que estava sendo seguida (Figura 1).

Em relação ao índice de qualidade de Dickson, Gomes e Paiva (2006) o consideram bastante robusto, por incluir as relações entre as variáveis morfológicas, apresentando como valor de referência 0,2. O tratamento 6 (10,00 kg.m⁻³ de Basacote 6M) foi o que obteve o maior IQD, com 0,21, seguido pelo tratamento 4 (6,00 kg.m⁻³ de Basacote 6M), com IQD de 0,18 (Tabela 2).

A análise dos parâmetros morfológicos e da dose de máxima eficiência do adubo (Basacote 6M) mostra que os tratamentos que disponibilizaram maior quantidade de nutrientes possibilitaram um maior crescimento das mudas de *Schinus terebinthifolius*. Isso pode ser explicado através das considerações de Lorenzi (1992) e Carvalho (2003), que atribuem ao fato de se tratar de uma espécie pioneira e bastante agressiva quanto ao seu crescimento, de modo que, quanto melhores as condições, maior será seu crescimento vegetativo.

Sebastiania commersoniana

A variável altura da parte aérea de *S. commersoniana* apresentou diferença significativa entre todos os tratamentos, sendo o tratamento 4 (6 kg de Basacote) o que apresentou maior altura, seguido pelo tratamento 5 (8 kg de Basacote). O incremento em altura se deu até 61,85 cm na dose de 6 kg de Basacote, decrescendo a partir desse tratamento, chegando até 35,95 cm na dose de 10 kg de Basacote (tratamento 6) (Tabela 3). Essa situação foi semelhante para quase todos os parâmetros biométricos, com exceção do diâmetro do colo (DC), em que o tratamento 5 (8 kg de Basacote) foi o que apresentou o maior diâmetro do colo, com 5,42 mm, seguido pelo tratamento 4, com 4,91 mm (Tabela 3). O incremento em DC se deu até o diâmetro de 5,42 mm na dose de 8 kg de Basacote, decaindo até 4,15 mm na dose 10 kg no tratamento 5 (Tabela 3).

Tabela 3. Médias das variáveis Altura Total (H), Diâmetro do Colo (DC), relação Altura e Diâmetro do Colo (H/DC), Biomassa Fresca da Parte Aérea (BFA), Biomassa Seca Aérea (BSA), Biomassa Seca da Raiz (BSR) e Biomassa Seca Total (BST) das mudas de *Sebastiania commersoniana*.

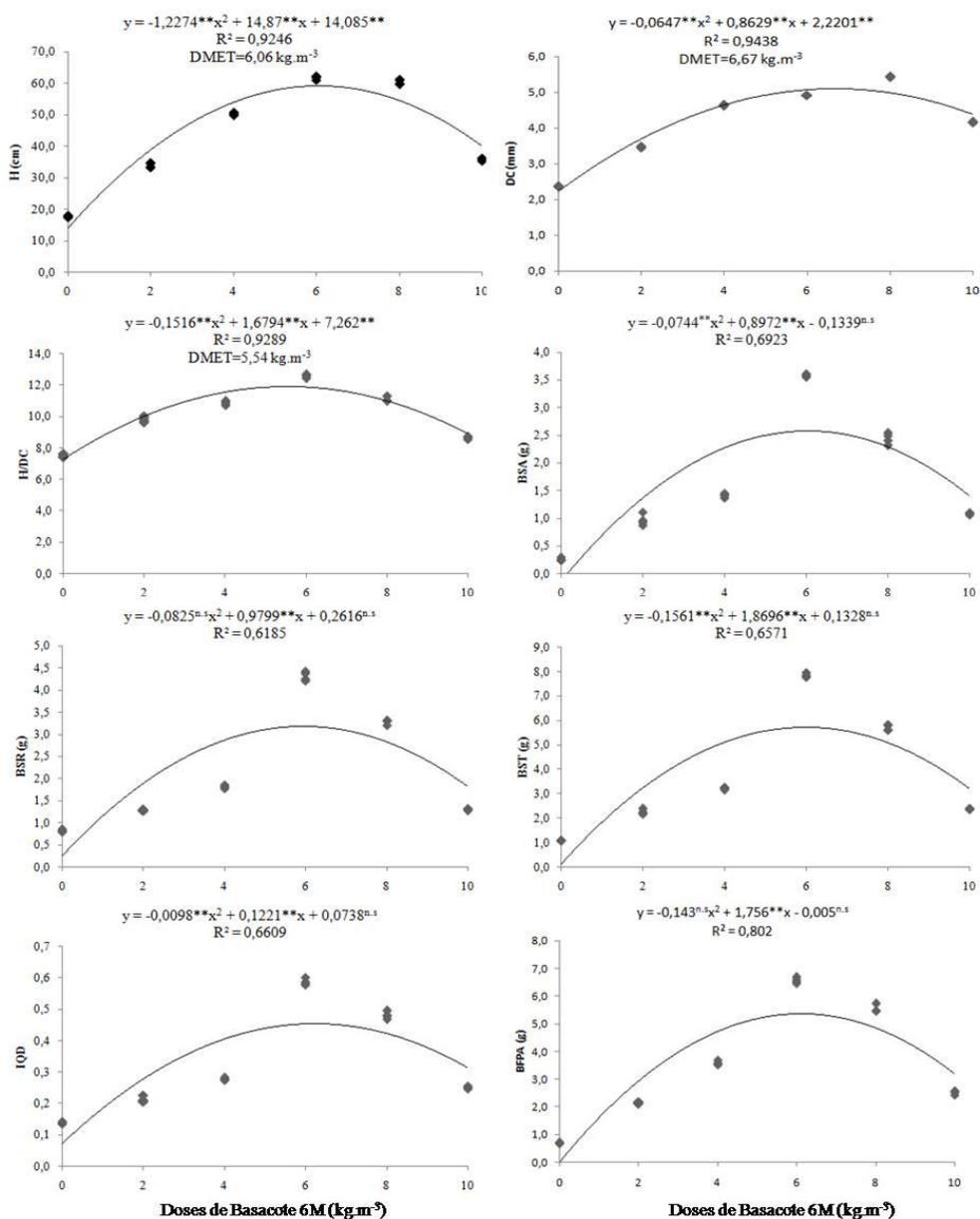
Table 3. Means of the variables total height, collar diameter, height and collar diameter ratio, fresh biomass of the above ground part, dry biomass of the above ground part, root dry biomass and total dry biomass of *Sebastiania commersoniana* seedlings.

Dose (kg.m ³) Tratamento	Parâmetros biométricos						Índices de qualidade	
	H (cm)	DC (mm)	BFPA ----- g -----	BSPA	BSR	BST	H/DC	IQD
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

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Avaliando primeiramente a altura através da análise de regressão (Figura 2), é possível observar que ela apresentou um comportamento quadrático de crescimento em relação às doses de fertilizantes de liberação controlada, apresentando uma parábola com vértice para cima, o que demonstra que a altura já

atingiu o máximo crescimento em função das doses crescentes de adubo. Esse máximo foi calculado, obtendo-se o valor de $6,06 \text{ kg.m}^{-3}$ de Basacote 6M (DMET).



*: significativo em 5% de probabilidade; **: significativo em 1% de probabilidade; ^{n.s.}: não significativo.

Figura 2. Dados da regressão da altura total (H), diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro do colo (H/DC), biomassa fresca da parte aérea (BFA), biomassa seca aérea (BSA), biomassa seca da raiz (BSR) e biomassa seca total (BST) das mudas de *Sebastiania commersoniana*.

Figure 2. Data of the regression of the variables total height, collar diameter, height and collar diameter ratio, fresh biomass of the above ground part, dry biomass of the above ground part, root dry biomass and total dry biomass of *Sebastiania commersoniana* seedlings.

Diferentemente do encontrado para *S. terebinthifolius*, que atingiu a DMET com $10,88 \text{ kg.m}^{-3}$ de Basacote 6M, *S. commersoniana* atingiu-a antes ($6,06 \text{ kg.m}^{-3}$ de Basacote 6M), havendo expressiva diminuição

do crescimento em altura depois dessa quantidade, atingindo 35,95 cm na dosagem de 10 kg.m⁻³. *S. commersoniana* atingiu alturas maiores nos tratamentos intermediários (4 e 5), demonstrando maior resposta ao nitrogênio do que a *S. terebinthifolius* e levando a concluir que as doses consideradas ideais para uma espécie não correspondem da mesma forma para outras espécies. Após a dosagem de 8 kg.m⁻³ de Basacote 6M, o crescimento em altura foi prejudicado, o que pode indicar falta de espaço no tubete ou até mesmo excesso de fertilizante no substrato.

Mendonça *et al.* (2008) obtiveram comportamento semelhante para esse parâmetro (H) na produção de mudas de tamarindeiro, encontrando a DMET na dose de Osmocote de 5,17 kg.m⁻³ de substrato, diminuindo a altura a partir desse ponto. Moraes Neto *et al.* (2003), observando o mesmo parâmetro para diversas espécies nativas, obtiveram comportamento parecido com a utilização de Osmocote na dose de 4,8 kg.m⁻³ de substrato. Essa tendência também foi observada no trabalho realizado por Brondani *et al.* (2008), encontrando o ponto máximo na dose de Osmocote de 2,743 kg.m⁻³ de substrato para angico-branco, avaliando a altura da muda.

Outro parâmetro que mostrou comportamento semelhante à altura foi o diâmetro do coleto (DC), que apresentou comportamento quadrático, com o vértice para cima. A Dose de Máxima Eficiência Técnica (DMET) foi calculada no valor de 6,67 kg.m⁻³ de Basacote 6M, próximo da DMET da altura (6,06 kg.m⁻³ de Basacote 6M) (Figura 2).

Portanto, pode-se considerar que o diâmetro de *S. commersoniana* respondeu à adubação, não apenas à nitrogenada, mas também à formulação de liberação controlada, até um determinado ponto, sendo que a partir desse ponto houve diminuição no crescimento em diâmetro. Esse comportamento também ficou evidente no trabalho realizado por Brondani *et al.* (2008), que observaram que o angico-branco teve o maior diâmetro na dosagem de 1,5 mg.dm⁻³, sendo esta 1% maior que a testemunha, e que a partir desse ponto o diâmetro diminuiu 5% em relação à testemunha, na dosagem de 5,0 mg.dm⁻³. No entanto, nem sempre o diâmetro responde à variação da adubação, conforme foi apresentado nos trabalhos de Moraes Neto *et al.* (2003), Marques *et al.* (2006) e Cruz *et al.* (2006).

Uma das possíveis explicações para esse comportamento do diâmetro de *S. commersoniana* em relação à adubação pode estar relacionado ao fato de ser uma variável influenciada pelo meio, podendo ter atingido o seu máximo crescimento no espaço disponível, no caso o tubete de 150 cm³ e bandeja com outras mudas, o que cria limitações para o seu crescimento.

A relação da altura com o diâmetro do coleto (H/DC) é um índice importante (CARNEIRO, 1995; GOMES; PAIVA, 2006), mas devem-se tomar alguns cuidados na sua avaliação, principalmente em relação aos resultados extremos (CARNEIRO, 1995). Neste trabalho, foram obtidos altos valores da relação H/DC, principalmente nos tratamentos 4 e 5, com 12,57 e 11,15, respectivamente, fora do valor considerado ideal segundo Birchler *et al.* (1998), que cita como adequado valores inferiores a 10. No entanto, os tratamentos 1, 2, 3 e 6 estão mais próximos desse valor, sendo que apenas o tratamento na dosagem de 4 kg.m⁻³ de Basacote 6M (T-3) esteve um pouco acima, com 10,88.

Dessa forma, com exceção do tratamento testemunha, que apresentou altura e diâmetro fora dos limites ideais, conforme discutido anteriormente, os demais tratamentos apresentaram uma tendência de crescimento. Essa tendência pode ser evidenciada pelo efeito quadrático da regressão, em que se observou que a DMET foi de 5,54 kg.m⁻³ de Basacote 6M, sendo essa dose inferior à encontrada para altura e diâmetro (6,06 e 6,67 kg.m⁻³ de Basacote 6M) (Figura 2). Isso indica maior equilíbrio de crescimento das mudas de *S. commersoniana* com essa dose de Basacote (5,54 kg.m⁻³ de Basacote 6M), o que pode propiciar maiores chances de sobrevivência das mudas no campo (CARNEIRO, 1995).

Os resultados expressos em biomassa seca apresentaram comportamento quadrático significativo da regressão, porém não foi calculada a DMET, por apresentarem coeficientes da equação não significativos ao nível de probabilidade (*valor-p*) proposto, de 1% a 5% (Figura 2). Para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), também não foi calculada a DMET, devido à não significância dos coeficientes da equação. Isso ocorreu devido ao tratamento 4 (6,00 kg.m⁻³ de Basacote 6M) ter médias desses parâmetros muito superiores às dos demais tratamentos, prejudicando assim a tendência quadrática que estava sendo seguida (Figura 2). Isso possivelmente ocorreu, entre outros motivos, por ser o tratamento que propiciou maior crescimento da parte aérea, consequentemente produzindo maior biomassa aérea seca.

Em relação ao índice de qualidade de Dickson, o tratamento 4 foi o que se destacou (0,58), seguido pelo tratamento 5 (0,48). Os valores do índice seguiram uma tendência de aumento até o

tratamento 4 (6 kg de Basacote), decaindo à medida que se aumentava a dose (Tabela 3). Nota-se que esses índices estão bem acima do definido por Gomes e Paiva (2006), com valor de 0,2. Isso ocorre principalmente devido aos altos valores da altura em relação ao diâmetro, levando a um aumento de biomassa aérea e total, gerando um alto IQD. O comportamento da curva de crescimento (Figura 2) seguiu a mesma tendência dos outros parâmetros, diminuindo os valores no tratamento com maior dosagem (10,00 kg.m⁻³ de Basacote 6M), o que indica novamente uma saturação de nutrientes ou limitação de espaço para o crescimento.

Por fim, nota-se um comportamento distinto das espécies em relação à resposta de crescimento com o aumento das dosagens de fertilizantes. Enquanto *S. terebinthifolius* respondeu às doses crescentes de fertilizante até a dose máxima, *S. commersoniana* respondeu até determinada dosagem, decrescendo a partir dela. Isso indica que a dose de máximo crescimento do branquilha é inferior à da aroeira-vermelha.

CONCLUSÕES

- As mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana* responderam significativamente às doses de fertilizante de liberação lenta.
- Para a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* com bom padrão de desenvolvimento, de acordo com a dose de máxima eficiência técnica, pode-se utilizar a dose de 9,48 m⁻³ de Basacote 6M.
- Para a produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* com bom padrão de desenvolvimento, de acordo com a dose de máxima eficiência técnica, pode-se utilizar a dose de 5,54 m⁻³ de Basacote 6M.

REFERÊNCIAS

- BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; MARINHO, C. S.; LELES, P. S. S.; NEVES, J. C. L.; CARVALHO, A. J. C. Efeitos da adubação em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) e aroeira (*Schinus terebinthifolius*) produzidas em substrato constituído por resíduos agroindustriais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 22, n. 4, p. 433 - 441, 1998.
- 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.
- BIRCHLER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. Investigacion Agraria, **Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 7, n. 1/2, p. 109 - 121, 1998.
- BOCKMAN, O. C.; OLFS, H. W. Fertilizers, agronomy and N₂O. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.**, v. 52, p. 165 - 170, 1998.
- BRISSET, J. C.; BARNETT, J. P.; LANDIS, T. D. Container seedlings. In: DURYEY, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (eds.). **Forest regeneration manual**. Netherlands: Klumer Academic, 1991. p. 117 - 142.
- BRONDANI, G. E.; SILVA, A. J. C.; REGO, S. S.; GRISI, F. A.; NOGUEIRA, A. C.; WENDLING, I.; ARAÚJO, M. A. 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.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. 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: UNEF, 1995. 451 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**, v. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039 p.
- CECONI D. E.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; MUNIZ, M. F. B. Exigência nutricional de mudas de ervamate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 1, p. 25 - 32, 2007.

- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 537 - 546, 2006.
- CSIZINSZKY, A. A. Yield response of bell pepper and tomato to controlled-release fertilizers on sand. **Journal of plant nutrition**, v. 17, n. 9, p. 1535 - 1549, 1994.
- CURCIO, G. R. **Relações entre Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguçu, Paraná, Brasil**. 488 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, 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**. 113 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- FURTINI NETO, A. E. Efeito da calagem no crescimento de espécies nativas na fase de mudas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: SBCS/UFV, v. 2, p. 827 - 829. 1995.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2006. 116 p.
- GONÇALVES, J. L.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: SUELO – CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1996, Águas de Lindoia-SP. **Anais...** Águas de Lindoia: SLCS:SBCS:ESALQ/USP:CEA – ESALQ/USP, 1996. CD-ROM.
- GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (eds.) **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 191 - 268.
- HEFNER S. G.; TRACY P. W. The effect of nitrogen quantity and application timing on furrow-irrigated rice. **Journal of production agriculture**, v. 4, n. 4, p. 541 - 546, 1991.
- JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Agrarian**, v. 2, n. 3, p. 73 - 86, 2009.
- JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In: DURYEY, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (eds.) **Forest regeneration manual**. Netherlands: Klumer Academic, 1991. p. 143 - 162.
- KNAPIK, J. G.; ALMEIDA, L. S.; FERRARI, M. P.; OLIVEIRA, E. B.; NOGUEIRA, A. C. Crescimento inicial de *Mimosa scabrella* Benth., *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Allophylus edulis* (St.-Hil.) Radl. sob diferentes regimes de adubação. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, PR, n. 51, p. 33 - 34, 2005.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- MARQUES, V. B.; PAIVA, H. N.; GOMES, J. M.; NEVES, J. C.; BERNARDINO, D. C. S. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p. 725 - 735, 2006.
- MENDONÇA, D.; ABREU, N. A. A.; SOUZA, H. A.; TEIXEIRA, G. A.; HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D. Diferentes ambientes e Osmocote na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 391 - 397, 2008.
- MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. **Proceedings...** Oregon: USDA, 1990. p. 17 - 37.
- MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; RODRIGUES, C. J.; GERES, W. L. A.; DUCATTI, F.; AGUIRRE JR., J. H. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p. 779 - 789, 2003.

MORAIS, W. W. C.; SUSIN, F.; VIVIAN, M. A.; ARAÚJO, M. M. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesq. Flor. Bras.**, Colombo, v. 32, n. 69, p. 23 - 28, 2012.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Itajaí: H.B.R., SUDESUL, DRNR. 1983. 525 p.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; REISSMANN, C. B.; GROSSI, F.; RAMOS, M. R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 491 - 500, 2011.

ROWAN, S. J. Seedbed density affects performance of slash and loblolly pine in Georgia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES, 1985, Alabama. **Resumes...** Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 126 - 135.