
USO DO RESÍDUO DE ALGODÃO NO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

Use of cotton residue in substrate on production of forest seedlings

Marcos Vinicius Winckler Caldeira^a, Hilbert Blum^b,
Rafaelo Balbinot^c, Kátia Cylene Lombardi^d

^a Engenheiro florestal. Prof. Dr. Coordenador do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, ES - Brasil, e-mail: caldeiramv@yahoo.com.br

^b Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal. Depto. Ciências Florestais. Irati, PR - Brasil, e-mail: hilbertblum@gmail.com

^c Engenheiro Florestal, Doutorando em Ciências Florestais, Professor Depto. Engenharia Ambiental. Irati, PR - Brasil, e-mail: rbalbinot@yahoo.com.br

^d Engenheira Agrônoma, Professora Dra. Depto. Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). Irati, PR - Brasil, e-mail: kclombardi@irati.unicentro.br

Resumo

Atualmente poucos são os estudos conduzidos no Brasil que utilizam resíduos industriais como insumo para produção de mudas, principalmente aqueles da indústria do algodão. O objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização do resíduo do algodão compostado na formulação de substrato para a produção de mudas de ingá (*Inga sessilis* Vellozo) Martius e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Martius ex DC.) Standl. O estudo foi conduzido no Horto Florestal de Gaspar, pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal/FURB, usando delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e 48 plantas em cada um. Os tratamentos foram T1 (substrato padrão do viveiro); T2 (50% algodão + 25% casca de arroz carbonizada + 25% argila); T3 (75% algodão + 12,5% casca de arroz carbonizada + 12,5% argila); T4 (30% algodão + 35% casca de arroz carbonizada + 35% argila); T5 (25% algodão + 25% casca de arroz carbonizada + 25% argila + 25% esterco de bovino). No final do experimento, após a semeadura das mudas, foram avaliados os seguintes parâmetros: diâmetro do colo, altura da planta, massa seca da parte aérea e da raiz, comprimento do sistema radicular e efetuada a análise química dos macronutrientes nas folhas e na raiz. No geral, o melhor desenvolvimento de mudas de *Inga sessilis* e *Tabebuia impetiginosa* ocorreram nos tratamentos T1 e T5. Foi observada uma relação entre o melhor desenvolvimento das mudas de *Tabebuia impetiginosa* nos tratamentos T1 e T5 com os maiores teores de N, P e K e menores de Ca e Mg encontrados na massa seca de raiz.

Palavras-chave: Produção de mudas; Resíduos industriais; *Inga sessilis*; *Tabebuia impetiginosa*.

Abstract

Currently, few are the studies conducted in Brazil, about cotton industrial residues, which use them as fertilizer in the process of seedling production. The objective of this work was to evaluate the use of cotton waste in substratum formularization for the *Inga sessilis* (Vellozo) Martius and *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex DC.) Standl seedling production. The study was conducted in the Gaspar Small Forest area belonging to the FURB Forest Engineering Department, using a randomized design with five treatments with 48 plants each. The treatments were T1 (nursery standard substratum); T2 (50% cotton + 25% carbonized rind rice + 25 % clay); T3 (75% cotton + 12.5% carbonized rind rice + 12.5% clay); T4 (30% cotton + 35% carbonized rind rice + 35% clay); T5 (25% cotton + 25% carbonized rind rice + 25% clay + 25% bovine manure). At the end of the experiment, after the seedling sowing, the following parameters were evaluated: root collar diameter; plant height; above ground part and the root dry mass; root system length; and additionally the chemical analyzes of the leaves and roots. In general, the best development of *Inga sessilis* and *Tabebuia impetiginosa* occurred in the T1 and T5 treatments. It was observed a relation between the best development of the *Tabebuia impetiginosa* seedlings in T1 and T5 with the higher values of N, P and K, and with fewer concentrations of Ca and Mg found in the root dry matter.

Keywords: Seedling production; Industrial residues; *Inga sessilis*; *Tabebuia impetiginosa*.

INTRODUÇÃO

É sabido que a boa formação de mudas destinada à implantação de povoamentos florestais para a produção de madeira e povoamentos mistos para fins de preservação ambiental e/ou recuperação de áreas degradadas está relacionada com o nível de eficiência dos substratos. Nesse sentido, a germinação de sementes, iniciação radicial e enraizamento de estacas, formação do sistema radicial e parte aérea estão associadas com a boa capacidade de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes nos substratos. Essas características são altamente correlacionadas entre si. As duas primeiras estão diretamente relacionadas com a macroporosidade e a retenção de água e nutrientes com a microporosidade e superfície específica do substrato.

A presença de um ou mais componentes na mistura de substrato, de acordo com Gonçalves e Poggiani (1996) com partículas de diâmetro menor ou igual ao diâmetro médio dos macroporos da mistura leva ao bloqueio de grande parte da macroporosidade. Esta é uma situação comum em misturas com predominância de compostos orgânicos, mas que recebem grandes quantidades de terra de subsolo, rico em areia fina, ou muito fina, e argila.

Substratos adequados para a propagação de mudas com sementes e estacas segundo Gonçalves e Poggiani (1996), podem ser obtidos a partir da mistura de 70 a 80 % de um componente orgânico (esterco de bovino, casca de eucalipto ou pinus, bagaço de cana, lixo urbano, outros resíduos e húmus de minhoca), com 20 a 30 % de um componente usado para elevar a macroporosidade (casca de arroz carbonizada, cinza de caldeira de biomassa, bagaço de cana carbonizado).

Segundo Caldeira et al. (2007), a produção e estocagem dos resíduos industriais nas empresas têm atingido valores elevados e causam preocupação em relação à preservação do meio ambiente. Nesse sentido, os resíduos da cinza de biomassa de caldeira, embora volumosos, implicam nos custos elevados de transporte, pois servem como uma alternativa na melhoria da fertilidade dos solos, podendo resultar em ganhos significativos de produtividade. No entanto, resíduos de algodão que são gerados pelas indústrias têxteis, embora também volumosos, podem implicar em aumento nos custos de transporte. Nesse sentido, os resíduos de podem ser uma alternativa para melhoria da fertilidade dos solos, podendo resultar em ganhos significativos na produtividade.

Cabe salientar que o uso de resíduos da indústria do algodão em pequenas propriedades com plantios de espécies agrônômicas, na região de Blumenau/SC, tem mostrado efeitos positivos no crescimento das plantas e na melhoria das propriedades edáficas do solo.

Atualmente, de acordo com Caldeira et al. (2008) há grande necessidade de desenvolver estudos sobre a utilização de resíduos industriais visando seu aproveitamento. No entanto, poucos são os estudos conduzidos no Brasil, principalmente sobre a utilização de resíduos da indústria do algodão, tais como por viveiristas na produção de mudas ou por reflorestamentos em plantações florestais.

Nesse sentido, este trabalho objetivou avaliar a utilização do resíduo do algodão na formulação de substrato para a produção de mudas de ingá *Inga sessilis* (Vellozo) Martius e ipê-roxo *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex DC.) Standl.

MATERIAL E MÉTODOS

O resíduo de algodão compostado naturalmente e utilizado foi proveniente da Empresa Buettner, localizada no município de Brusque, SC.

O estudo foi conduzido no Horto Florestal de Gaspar, pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Regional de Blumenau. O município de Gaspar está localizado na interseção das coordenadas geográficas 26° 55' 53" latitude S e 48° 57' 32" longitude W.

As sementes de ingá e ipê-roxo foram fornecidas pelo Horto Florestal de Gaspar. As mudas foram produzidas em recipientes de plástico com capacidade de 748 cm³ de substrato. A semeadura foi direta, sendo semeadas três sementes por recipiente. Após a germinação, foi efetuado o desbaste deixando uma planta por recipiente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 48 repetições, e cada planta foi considerada como uma repetição. A Tabela 1 apresenta os tratamentos com suas respectivas formulações de substrato para a produção das mudas de duas espécies florestais.

TABELA 1 - Tratamentos com as suas respectivas formulações de substrato

Table 1 - Treatments with their respective substrate formulations

Tratamento	Formulações
T1	Substrato do viveiro: 50% esterco de bovino + 25% casca de arroz carbonizada + 25% de argila
T2	50% algodão compostado + 25% casca de arroz carbonizada + 25% argila
T3	75% algodão compostado + 12,5% casca de arroz carbonizada + 12,5% argila
T4	30% algodão compostado + 35% casca de arroz carbonizada + 35% argila
T5	25% algodão compostado + 25% casca de arroz carbonizada + 25% argila + 25% esterco bovino

No final do experimento, aos 92 dias após a semeadura para ingá e aos 97 dias após a semeadura para ipê-roxo, foram avaliados os seguintes parâmetros: diâmetro do colo, altura da planta, massa seca da parte aérea e da raiz, comprimento do sistema radicular e análise química dos macronutrientes nas folhas e na raiz. Para a avaliação do diâmetro do colo e altura da planta foram utilizadas todas as plantas de cada tratamento (48 plantas/tratamento) e para massa seca da parte aérea e raiz e comprimento do sistema radicular foram utilizadas aleatoriamente 15 plantas por tratamento.

Para a determinação da massa seca da parte aérea (folhas + caule) e da raiz as amostras foram colocadas em sacos de papel, secas em estufa de circulação e renovação de ar a 65°C até obter peso constante.

No que se refere ao tecido vegetal para avaliação dos macronutrientes, o N foi determinado no extrato de digestão sulfúrica pelo método Kjeldahl (destilação - titulação). Os outros elementos (P, K, Ca, Mg e S) foram determinados no extrato de digestão nítrico-perclórico, sendo P e S por espectrofotometria (UV-VIS), K por fotometria de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (MIYAZAWA et al., 1999). Para cada nutriente foram utilizados três repetições.

Antes da semeadura foi realizada a análise físico-química do algodão, bem como a análise de cada tratamento (Tabelas 2 e 3). Para a realização dessa etapa foram utilizadas 5 subamostras por tratamento, as quais foram misturadas e depois retirada uma amostra por tratamento. A determinação físico-química de cada tratamento foi realizada conforme a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

TABELA 2 - Análise físico-química de resíduos de algodão antes da produção das mudas

Table 2 - Cotton residue physic-chemical analysis before seedling production

Análise do resíduo do algodão ¹														
Textura Argila g/kg	pH em água	Índice SPM	P mg/L	K mg/L	MO ² g/kg	AL cmol _c /L	CA cmol _c /L	Mg cmol _c /L	Na mg/L	H+Al cmol _c /L	pH em CaCl ₂	S cmol _c /L	CTCa pH 7,0 cmol _c /L	V %
250	6,0	6,0	>50	160	>100	-29,9		7,7	58,0	3,53	5,8	38,3	41,8	91,5

¹ Análise físico-química somente do resíduo do algodão (sem o substrato padrão do viveiro). ² Matéria orgânica.

TABELA 3 - Análise físico-química dos diferentes tratamentos antes da produção das mudas

Table 3 - Physic-chemical analysis of different treatments, before seedling production

Tratamento	N	P	K	Ca g kg	Mg	S
T1	7,68	3,74	1,57	20,26	1,36	3,06
T2	10,00	0,34	0,50	19,34	1,60	1,83
T3	5,81	0,95	4,35	14,14	1,68	0,31
T4	8,36	0,36	0,72	18,56	1,58	2,33
T5	3,70	1,31	7,22	4,02	2,22	1,05

Tratamento	Densidade do solo (g cm ⁻³)	Teor de umidade (%)
T1	0,40	40,75
T2	0,44	38,63
T3	0,39	43,42
T4	0,51	34,97
T5	0,44	39,53
T61	0,32	45,58

* Valores da densidade do solo e teor de umidade somente do resíduo do algodão (sem o substrato padrão do viveiro).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação dos parâmetros morfológicos

De um modo geral, não houve efeito dos tratamentos sobre o desenvolvimento das mudas de *Inga sessilis* para os seguintes parâmetros morfológicos analisados: diâmetro de colo; altura; massa seca aérea e comprimento de raiz. Porém, a Tabela 4 mostra uma diferença estatística significativa entre os tratamentos T5 e T1 no parâmetro massa seca de raiz, na qual o valor desse parâmetro foi maior no tratamento T5. Desta maneira é possível afirmar que a substituição de 50% da quantidade de esterco bovino do substrato do viveiro por algodão compostado, não só manteve a qualidade dos outros parâmetros acima mencionados como trouxe benefício no enraizamento dessas mudas.

Para as mudas de *Tabebuia impetiginosa* não houve diferença estatística entre os cinco tratamentos para os parâmetros morfológicos massa seca de raiz e comprimento de raiz, sendo assim a utilização de algodão compostado nas diferentes quantidades contidas nos tratamentos não influenciaram de nenhuma forma nas partes que correspondem à raiz.

A Tabela 4 ainda mostra que não houve diferença estatística entre os tratamentos T5 e a testemunha (T1) nos parâmetros morfológicos de diâmetro de colo, altura e massa seca aérea, podendo assim dizer que a substituição do substrato do viveiro pela composição do tratamento T5 mantém a qualidade dessas características morfológicas.

A altura da parte aérea das mudas fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo, sendo tecnicamente aceita como uma boa medida do potencial de desempenho das mudas (MEXAL; LANDIS, 1990). Gomes et al. (2002) citam que a altura da parte aérea, quando avaliada isoladamente, é um parâmetro para expressar a qualidade das mudas, contudo, recomendam que os valores devem ser analisados e combinados com outros parâmetros tais como: diâmetro do coleto, peso, relação peso das raízes/peso da parte aérea. Nesse sentido, de acordo com Carneiro (1995), a altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo.

O diâmetro do coleto é facilmente mensurável, não sendo um método destrutivo, considerado por muitos pesquisadores um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência logo após o plantio de mudas de diferentes espécies florestais (GOMES et al., 2002). Daniel et al. (1997) comentam também que o diâmetro do coleto, em geral, é o mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência das mudas no campo e pode auxiliar na definição das doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção de mudas. Nesse sentido, o trabalho sugere que se a intenção for produzir muda de *Inga sessilis* com bom diâmetro do colo, por exemplo, deve-se usar 25% de algodão compostado na formulação do substrato. Cabe ressaltar que a altura e o diâmetro do coleto das mudas, quando plantadas no campo, devem ter de 30 a 35 cm e de 2,2 a 2,5 cm, respectivamente.

TABELA 4 - Médias de diâmetro do colo, altura, massa seca aérea, massa seca de raiz e comprimento de raiz em mudas de *Inga sessilis* e *Tabebuia impetiginosa* produzidas com diferentes formulações de substrato

Table 4 - Average values of root collar diameter, height, above ground part dry mass, root dry mass and root length on seedling of *Inga sessilis* and *Tabebuia impetiginosa* produced with different substrate formulations

Variável Analisada	Inga sessilis				
	T1	T2	T3	T4	T5
Diâmetro de colo (mm)	3,900 a	3,900 a	4,000 a	3,900 a	4,300 a
Altura (cm)	16,400 a	17,800 a	15,800 a	14,300 a	14,000 a
Massa seca aérea (g/planta)	1,110 a	1,055 a	1,272 a	1,009 a	1,202 a
Massa seca de raiz (g/planta)	0,319 b	0,365 ab	0,385 ab	0,289 b	0,503 a
Comprimento de raiz (cm)	16,800 a	16,400 a	16,500 a	17,800 a	19,400 a
Variável Analisada	Tabebuia impetiginosa				
Diâmetro de colo (mm)	3,200 a	2,700 ab	2,300 ab	2,500 b	3,300 a
Altura (cm)	12,900 a	8,300 b	8,300 b	6,900 b	11,500 a
Massa seca aérea (g/planta)	1,021 a	0,511 c	0,629 bc	0,415 c	0,839 ab
Massa seca de raiz (g/planta)	0,435 a	0,335 a	0,389 a	0,361 a	0,401 a
Comprimento de raiz (cm)	13,000 a	13,800 a	12,700 a	12,000 a	15,600 a

* Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Gomes (2001) comenta que o peso de matéria seca das raízes tem sido reconhecido por diferentes autores como um dos mais importantes e melhores parâmetros para se estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo.

Alves e Passoni (1997) comentam que a proporção de um determinado composto na formulação do substrato para a produção de mudas deve ser definida em função das exigências da espécie. Nesse sentido, alguns estudos mostram o efeito negativo à medida que aumentam as doses de vermicomposto ou composto orgânico, como observado na produção de *Hovenia dulcis* (VOGEL et al., 1998), *Ilex paraguariensis* (LOURENÇO; MEDRADO; FOWLER, 1999), *Jacaranda micrantha* (TEDESCO; CALDEIRA; SCHUMACHER, 1999), *Eucalyptus saligna* (CALDEIRA et al., 2000a), *Acacia mearnsii* (CALDEIRA et al., 2000b) e *Apuleia leiocarpa* (CALDEIRA et al., 2005).

Estudo realizado por Caldeira et al. (2008) com a aroeira-vermelha, no geral, mudas produzidas com 100% de composto orgânico (100% de casca de arroz não carbonizada + resíduo de abate de aviário) não tiveram um bom desenvolvimento. Isso pode ter acontecido em função do uso de composto orgânico (esterco de bovino, casca de eucalipto, pinus, bagaço de cana, lixo urbano, entre outros resíduos) o qual tem como desvantagens o predomínio da microporosidade, o que pode reduzir a aeração (quando misturados com substâncias de alta macroporosidade apresentam bom equilíbrio macro/microporos) e por apresentarem alta atividade microbiológica, necessitam de adubações balanceadas de N e S, principalmente, em cobertura, caso contrário, os sintomas de deficiência são comuns. Outra hipótese pode ser devida ao uso da casca não carbonizada no tratamento com 100% de composto orgânico, pois a casca de arroz carbonizada, segundo Gonçalves e Poggiani (1996), reduz a capacidade de retenção de água do substrato e possui índices de pH muito elevados (> 6,5), podendo provocar deficiências de micronutrientes, baixas concentrações de N e S, relativamente aos compostos orgânicos, apresentando baixa CTC efetiva (< 100 mmolc dm⁻³) e relação C:N muito alta.

A terceira hipótese, segundo Caldeira et al. (2008) pode ser atribuída ao substrato orgânico não estar estável biologicamente, ou seja, bem decomposto, pois deve ser ressaltado que a casca de arroz, material de difícil decomposição e difícil absorção de umidade, pode ter dificultado o processo de mineralização da matéria orgânica.

De acordo com Harbs (2007), o pH do composto orgânico utilizado no presente estudo possui índice elevado, ou seja, 7,2, e uma relação C:N de 11,9:1. Considerando que a relação C:N adequada para produto humificado deve ser em torno de 10:1 e o produto bioestabilizado, em torno de 18:1 (KIEHL, 2002), os valores obtidos não correspondem a estes índices. O T1 (100% de casca de arroz não carbonizada + resíduo de abate de aviário) apresenta valores C:N final de 11,9:1, não significando que o produto esteja humificado.

Caldeira et al. (2007) observaram que para a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius*, *Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana* os melhores tratamentos foram com 50 e 75% de algodão compostado na formulação do substrato. O resíduo do algodão pode ter sido um dos motivos que levaram as mudas de *Schinus terebinthifolius*, *Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana* a terem melhor desenvolvimento com 50 e 75% de algodão na formulação do substrato, pois, segundo Caldeira et al. (2007), os teores de P, K, matéria orgânica, Ca e Mg são altos. Outros parâmetros edáficos como a CTC potencial e a soma de bases também são considerados altos. A saturação por bases é considerada como muito alta (Tabelas 2, 5 e 6).

TABELA 5 - Análise físico-química dos tratamentos após a produção de mudas de *Inga sessilis*
 Table 5 - Physic-chemical analysis of cotton and of different treatments, after *Inga sessilis* seedling production

Determinação	Unidade	T1	T2	T3	T4	T5
Textura	g/kg argila	270,0	260,0	220,0	260,0	270,0
pH em água (1:2,5)	-	5,8	6,2	6,2	5,9	5,7
Índice SMP	-	6,2	6,4	6,4	6,3	6,1
P	mg/l	> 50,0	> 50,0	> 50,0	> 50,0	> 50,0
K		212,0	129,0	120,0	66,0	106,0
Matéria Orgânica	g/kg	> 100,0	> 100,0	> 100,0	> 100,0	> 100,0
Al		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ca	cmolc/l	16,0	17,2	19,7	13,9	14,4
Mg		6,1	5,3	5,8	4,7	5,1
Na	mg/l	9,0	9,0	9,0	5,0	5,0
H + Al	cmolc/l	3,5	2,7	2,7	3,1	3,9
pH CaCl2	-	5,8	5,9	6,1	5,6	5,6
Soma Bases (S)	cmolc/l	22,7	22,9	25,8	18,8	19,8
CTC pH a 7,0	-	26,1	25,6	28,6	21,9	23,7
Saturação por Bases (V)	%	86,7	89,3	90,4	85,9	83,7

TABELA 6 - Análise físico-química dos tratamentos após a produção de mudas de *Tabebuia impetiginosa*
 Table 6 - Physic-chemical analysis of cotton and of different treatments, before seedling of *Tabebuia impetiginosa* production

Determinação	Unidade	T1	T2	T3	T4	T5
Textura	g/kg argila	270,0	220,0	200,0	340,0	300,0
pH em água (1:2,5)	-	5,6	5,9	6,0	5,6	6,1
Índice SMP	-	5,9	6,2	6,2	6,1	6,0
P	mg/L	> 50,0	> 50,0	> 50,0	> 50,0	> 50,0
K		255,0	260,0	275,0	251,0	437,0
Matéria Orgânica	g/kg	> 100,0	> 100,0	> 100,0	> 100,0	> 100,0
Al		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ca	cmolc/L	10,5	17,4	16,9	11,5	15,1
Mg		5,5	5,8	5,3	4,2	7,2
Na mg/L		7,0	12,0	15,0	11,0	59,0
H + Al	cmolc/L	4,9	3,5	3,5	3,9	4,4
pH CaCl2	-	5,4	5,7	5,8	5,4	6,0
Soma Bases (S)	cmolc/L	16,7	23,9	23,0	16,4	23,7
CTC pH a 7,0	-	21,6	27,4	26,4	20,3	28,0
Saturação por Bases (V)	%	77,3	87,3	86,9	80,2	84,5

O resíduo do algodão compostado é rico em matéria orgânica (Tabela 2, 5 e 6), pois ela é um dos componentes fundamentais dos substratos, cuja finalidade básica é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas. Deve-se, ainda, considerar outras vantagens desse componente sobre o substrato, tais como: redução na densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio, características que podem ter participação positiva dos materiais orgânicos.

O pH do resíduo do algodão compostado pode ter sido outro fator que tenha colaborado para o bom desenvolvimento das mudas (Tabelas 2, 5 e 6). Conforme Rodrigues et al. (2002) e Fett (2005), o pH em água do substrato deve variar entre 6,0 e 6,5. Valores abaixo ou acima desta faixa trazem problemas à formação das mudas devido à indisponibilidade de alguns nutrientes e fitotoxicidade. O ajuste do pH do substrato nem sempre fornece bons resultados. Nesse sentido, a escolha de componentes da mistura que variam o pH dentro da faixa recomendada e a composição resultante devem fazer com que o pH do substrato mantenha-se dentro da faixa de tolerância.

Teores de macronutrientes

Observa-se na Tabela 7 que mudas produzidas no tratamento T1 apresentaram as maiores concentrações de P e K nas folhas de *Inga sessilis*. No entanto, os maiores teores de Mg e S ocorreram no tratamento T4. No que se refere aos teores de Ca nas folhas, mudas produzidas no tratamento T3 apresentaram os maiores teores desse elemento e os maiores teores de N foram observado no tratamento T5. Em relação aos menores teores de P e K nas folhas, a Tabela 5 mostra que foram nas mudas produzidas no tratamento T4.

Os maiores teores de N, P e K nas raízes de mudas de *Inga sessilis* ocorreram nos tratamentos T5, T1 e T2, respectivamente. Para Ca e Mg, os maiores teores foram observados em mudas produzidas no T1. Em relação aos menores teores, é possível observar que mudas estabelecidas no tratamento T5 tiveram os menores valores de P, K, Ca e Mg. Mudas produzidas nos tratamentos T5 e T2 apresentaram maior e menor teores, respectivamente, de S.

Para a espécie *Inga sessilis* é possível observar que o maior teor de N, tanto nas folhas, como nas raízes, ocorreram em mudas do tratamento T5. Em relação ao teor de P nas folhas e nas raízes é possível observar uma certa similaridade dos resultados entre os teores e os tratamentos, ou seja, os maiores teores de P nas folhas e nas raízes foram observados no tratamento T1 (Tabela 7).

Os teores de N, K, Ca e Mg nas folhas de *Tabebuia impetiginosa* foram maiores em mudas do tratamento T1, contudo, os menores teores nas folhas foram observados nos tratamentos T2, T3 e T4. Em relação aos teores de P, mudas de *Tabebuia impetiginosa*, crescidas no tratamento T2, foram as que apresentaram os maiores teores nas folhas e as mudas produzidas no tratamento T5, os menores teores. Para S, os maiores teores nas folhas foram analisados em mudas dos tratamentos T3 e T4, porém os menores teores de S apresentaram-se no tratamento T2 (Tabela 7).

As raízes de mudas *Tabebuia impetiginosa* apresentaram os maiores teores de N, P e K no tratamento T1 (testemunha) e T5 (25% de algodão compostado), enquanto que os menores teores de N, P e K foram verificados nas mudas dos tratamentos T3 e T4.

Na Tabela 7 pode-se observar, também, que as raízes de mudas *Tabebuia impetiginosa* apresentaram os maiores teores de Ca e Mg nos tratamentos T3 e T2, respectivamente, no entanto, os maiores teores de S nas raízes ocorreram no tratamento T4. Mudas que integraram o tratamento T1 apresentaram os menores teores de Ca e Mg. Os menores teores de S foram verificados no tratamento T2.

TABELA 7 - Médias de teor de macronutrientes na massa seca aérea e massa seca de raiz em mudas de *Inga sessilis* e *Tabebuia impetiginosa* produzidas com diferentes formulações de substrato

Table 7 - Average of macronutrients level in above ground dry mass, root dry mass in seedlings of *Inga sessilis* and *Tabebuia impetiginosa* produced with different substrate formulations

Massa seca aérea (g/kg) - <i>Inga sessilis</i>						
Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	29,83	3,94	19,25	14,13	2,08	1,37
T2	26,60	3,12	18,41	13,86	2,09	1,48
T3	27,14	2,83	16,72	16,02	2,13	1,36
T4	26,69	2,64	16,44	15,92	2,22	1,76
T5	31,79	2,59	19,08	12,45	2,16	1,45
Massa seca raiz (g/kg) - <i>Inga sessilis</i>						
Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	16,76	2,93	10,78	6,20	4,59	1,84
T2	14,94	2,54	12,58	4,37	3,96	1,75
T3	14,55	2,54	11,58	4,78	3,85	2,48
T4	15,73	2,59	10,19	3,59	3,38	2,29
T5	20,59	1,35	6,89	2,14	1,67	2,79
Massa seca aérea (g/kg) - <i>Tabebuia impetiginosa</i>						
Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	28,31	2,59	23,39	10,86	4,00	0,90
T2	26,00	2,74	21,56	7,11	3,49	0,58
T3	23,07	2,26	19,94	8,94	3,77	0,94
T4	23,19	2,64	17,82	6,72	3,54	0,94
T5	26,72	2,02	22,31	6,81	3,88	0,92
Massa seca de raiz (g/kg) - <i>Tabebuia impetiginosa</i>						
Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	16,62	2,02	18,79	2,76	2,17	1,31
T2	14,67	1,63	18,64	3,45	2,88	1,21
T3	12,70	1,52	17,47	4,48	2,40	2,06
T4	13,46	0,63	18,49	4,07	2,55	4,17
T5	16,92	1,78	20,44	3,43	2,24	3,18

Analisando de forma geral, os resultados mostram que o maior teor de K, tanto nas folhas, como nas raízes, ocorreram em mudas produzidas nos tratamentos T1 e T5 e o menor teor no tratamento T4. Em relação ao teor de Ca nas folhas e na raiz, os maiores teores na parte aérea foram no tratamento T1, o mesmo aconteceu na raiz onde os menores teores foram observados também no tratamento T1. Pode-se observar que mudas de *Tabebuia impetiginosa* apresentaram os menores teores de S nas folhas e nas raízes, quando integrantes do tratamento T2 (Tabela 7).

Caldeira et al. (2007) cometam que não foi observada relação entre os melhores tratamentos T3 (75% algodão compostado + 12,5% casca de arroz carbonizada + 12,5% argila), T5 (25% algodão compostado + 25% casca de arroz carbonizada + 25% argila + 25% esterco de bovino) e T2 (50% algodão compostado + 25% casca de arroz carbonizado + 25% argila) em mudas *Schinus terebinthifolius* e os melhores tratamentos (T2 e T4: 30% algodão compostado + 35% casca de arroz carbonizada + 35% argila) em mudas de *Archontophoenix alexandrae* com os maiores teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas e na raiz. Os autores analisaram, também, não existir relação entre o melhor desenvolvimento de mudas de *Archontophoenix cunninghamiana* no tratamento T3 com os maiores teores de N, P e Ca nas folhas e os maiores teores de Ca e Mg na raiz.

É possível que os teores altos das bases e da matéria orgânica do resíduo do algodão (Tabela 2) tenham influenciado nos teores de alguns macronutrientes nas folhas e na raiz das espécies estudadas.

Para as duas espécies estudadas, no geral, os maiores teores de macronutrientes foram verificados nas folhas (massa seca aérea) (Tabela 7). Os teores de nutrientes são maiores nas partes metabolicamente mais ativas das plantas, como folhas, brotações e tecidos, devido aos seus ativos envolvimentos em reações enzimáticas e compostos bioquímicos de transferência de energia e transporte eletrônico (LARCHER, 2000; GONÇALVES et al., 2000).

Segundo Kozlowski e Pallardy (1996), o elevado teor de nutrientes nas folhas pode ser justificado porque ali se encontra a maioria das células vivas, associadas aos processos de transpiração e fotossíntese, ou seja, é onde ocorre a maior atividade metabólica (TAIZ; ZEIGER, 1998). Cabe ressaltar que na fase inicial do crescimento, a maior parte dos nutrientes está contida nas folhas. À medida que a idade aumenta ocorre redistribuição de nutrientes de órgãos senescentes para regiões de crescimento da árvore (HAAG, 1985) e maior taxa de acúmulo de nutrientes, quando o povoamento está na fase final, ou seja, após o fechamento de copas (GONÇALVES et al., 2000).

Os teores de N, P e K, conforme Bell e Ward (1984), são, frequentemente, maiores nas folhas mais novas, ao contrário de elementos imóveis na planta, como Ca e Mg. Para os nutrientes de maior mobilidade (N, K e P), os seus teores tendem a diminuir à medida que ocorre o envelhecimento das folhas (MAGALHÃES; BLUM, 1999), porém Ca e Mg apresentam maiores teores em folhas mais velhas (EVARISTO, 1999).

CONCLUSÕES

Com relação à análise realizada e os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a) não foram observados sintomas de fitotoxicidade nas mudas das duas espécies florestais estudadas, atribuída à utilização do resíduo da indústria têxtil (algodão compostado) na formulação de substrato;
- b) foi observado que as diferentes proporções do algodão compostado na formulação do substrato influenciaram de maneira distinta o desenvolvimento de mudas de *Inga sessilis* e *Tabebuia impetiginosa*;
- c) mudas de *Inga sessilis* e *Tabebuia impetiginosa* estabelecidas no tratamento T5 (25% algodão compostado + 25% casca de arroz carbonizado + 25% argila + 25% de esterco bovino) apresentaram melhor desenvolvimento nos parâmetros morfológicos analisados; e
- d) foi possível observar uma relação entre o melhor desenvolvimento das mudas de *Tabebuia impetiginosa* nos tratamentos T1 (50% esterco de bovino + 25% casca de arroz carbonizada + 25% de argila) e T5 com os maiores teores de N, P e K e menores de Ca e Mg encontrados na massa seca de raiz.

REFERÊNCIAS

- ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* (Benth.) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 10, p. 1053-1058, 1997.
- BELL, D. T.; WARD, S. C. Foliar and twig macronutrients (N, P, K, Ca and Mg) in selected species of *Eucalyptus* used in rehabilitation: sources of variation. **Plant and Soil**, The Hague, v. 81, p. 363-376, 1984.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 28, n. 1/2, p. 19-30, 2000a.
- _____. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 161-170, 2000b.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 11-17, abr./jun. 2005.
- _____. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, n. 3, 2007. (unpublished observations).
- _____. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, 2008. (unpublished observations).
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba, UFPR; FUPEF; UENF, 1995.
- DANILEL, O. et al. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.
- EVARISTO, I. M. T. N. Contribuição para o estudo da vitalidade de algumas espécies florestais portuguesas: aspectos da nutrição e produtividade. **Silva Lusitana**, Lisboa, v. 7, n. 2, p. 173-198, 1999.
- FETT, M. S. **Agricultura e pecuária**. SENAI-RS/Departamento Regional. 2005. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 10 maio 2007.
- GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K. 2001. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 309-350.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do solo, 1996. CD-ROM.

- HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas, SP: Fundação Cargil, 1985.
- HARBS, R. M. P. **Produção de composto orgânico utilizando resíduos do abate de aves com diferentes materiais estruturantes**. 2007. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2007.
- KIEHL, E. J. Produção de composto orgânico e vermicomposto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 40-52, set./out., 2002.
- KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of wood plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1996.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000.
- LOURENÇO, R. S.; MEDRADO, M. J. S.; FOWLER, J. A. P. et al. Influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 38, p. 13-30, jan./jul. 1999.
- MAGALHÃES, L. M. S.; BLUM, W. E. H. Concentração e distribuição de nutrientes nas folhas de espécies florestais, na Amazônia Ocidental. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 6, n. 1, p. 127-137, jan./dez. 1999.
- MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.
- MIYAZAWA, M. et al. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. (Ed). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos, 1999. p. 171-223. (Comunicação para Transferência de Tecnologia).
- RODRIGUES, C. A. G. et al. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá**, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 26 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 42).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2nd ed. Massachusetts: Sunderland, 1998.
- TEDESCO, M. J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. **Boletim Técnico**, Porto Alegre, n. 5, p. 174, 1995. (Departamento de solos).
- TEDESCO, N.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V. Influência do vermicomposto na produção de mudas de caroba (*Jacaranda micrantha* Chamisso). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 1-8, 1999.
- VOGEL, H. L. M. et al. Efeito de diferentes doses de vermicomposto no crescimento de mudas de *Hovenia dulcis* Thunbert. *Apuleia leiocarpa* (Vog.). In: FERTBIO, 1., 1998, Caxambu, MG. **Resumos expandidos...** Caxambu, MG: SBCS; SBM, 1998. p. 668.

Recebido: 12/07/2007

Received: 07/12/2007

Aprovado: 15/01/2008

Approved: 01/15/2008