

**Influência do resíduo da indústria do algodão na
formulação de substrato para produção de *Schinus
terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae*
Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana*
Wendl. et Drude**

**Influence of cotton industry residue in substrate formulation for
production of *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix
alexandrae* Wendl. et Drude and *Archontophoenix
cunninghamiana* Wendl. et Drude**

Marcos Vinicius Winckler Caldeira¹

Moacir Marcolin²

Eclair Moraes³

Suélen Schramm Schaad⁴

Resumo

Atualmente, há uma grande necessidade em desenvolver pesquisas sobre a utilização de resíduos industriais visando seu aproveitamento. No entanto, poucos são os estudos conduzidos no Brasil, principalmente com resíduos da indústria do algodão. O objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização do resíduo do algodão na formulação de substrato para a produção de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), palmeira-real-da-austrália (*Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude). O resíduo da indústria do algodão compostado utilizado foi proveniente da Empresa Buettner, localizada no município de Brusque, SC. O estudo foi conduzido no Horto Florestal de Gaspar, pertencente ao Departamento

1 Dr. Engenheiro Florestal; Prof. do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste; Email: caldeiramv@yahoo.com.br

2 M.Sc. Engenheiro Florestal; Prof. do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Regional de Blumenau; E-mail: marcolin@furb.br

3 Acadêmico de Engenharia Florestal da Universidade Regional de Blumenau; E-mail: eclamoraes@yahoo.com.br

4 Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Regional de Blumenau.

Recebido para publicação em 20/05/2006 e aceito em 08/08/2007

de Engenharia Florestal-FURB. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quarenta e oito plantas em cada um (cada planta foi considerada como uma repetição). Os tratamentos foram compostos por T1 (substrato padrão: 50% esterco de bovino + 25% casca de arroz + 25% de argila); T2 (50% algodão + 25% casca de arroz + 25 % argila); T3 (75% algodão + 12,5% casca de arroz + 12,5% argila); T4 (30% algodão + 35% casca arroz + 35% argila); T5 (25% algodão + 25% casca arroz + 25% argila + 25% esterco de bovino). No final do experimento, aos 135 dias após a semeadura para *Schinus terebinthifolius* e aos 180 dias após a semeadura para *Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana* 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. Observou-se que as mudas das três espécies estudadas responderam de maneira distinta as diferentes proporções de algodão na formulação do substrato. No geral, o melhor desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Archontophoenix cunninghamiana* foram nos tratamentos T3 e T5 e para mudas de *Archontophoenix alexandrae* nos tratamentos T2 e T4. Das três espécies estudadas, somente em *Archontophoenix cunninghamiana* foi observada relação entre o melhor desenvolvimento das mudas nos parâmetros morfológicos analisados (tratamento T3) e os maiores teores de N, P e Ca nas folhas e os de Ca e Mg na raiz.

Palavras-chave: produção de mudas; resíduos industriais; substrato; crescimento.

Abstract

Nowadays, there is a great necessity to develop research about the use of industrial residues aiming its reutilization. Therefore, a few studies are developed in Brazil, specially, in relation to textile industrial residues (cotton). The objective of this study was to evaluate the utilization of cotton residue in substrate formulation for seedling development *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude and *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. The textile industry residue (cotton) used was provided by Buettner Company, located in Brusque/SC. The study was developed at the Horto Florestal in the city of Gaspar, which belongs to the Forest Engineering Department/FURB. The experimental design used was a completely randomized experiment with 5 treatments and 48 plants in each treatment (each plant was considered

one repetition). The treatments were composed by T1 (Pattern substrate: 50% organic matter (cow manure) + 25% rice husk + 25% clay); T2 (50% cotton + 25% rice husk + 25% clay); T3 (75% cotton + 12,5% rice husk + 12,5% clay); T4 (25% cotton + 35% rice husk + 35% clay); T5 (25% cotton + 25% rice husk + 25% organic matter). In the end of the experiment, 135 days after germination for *Schinus terebinthifolius* and 180 days after germination for *Archontophoenix alexandrae* and *Archontophoenix cunninghamiana* the following parameters were evaluated: root collar diameter, plant total height, aerial part and root dried mass, root system length and macronutrients chemical analysis of leaves and root. It was observed that the seedling of three studied species had different behavior for different proportions of cotton in the substrate formulation. In general, T3 and T5 treatments gave the best development for *Schinus terebinthifolius* and *Archontophoenix cunninghamiana* and T2 and T4 treatments for seedling of *Archontophoenix alexandrae*. Among the three studied species, only in seedling of *Archontophoenix cunninghamiana* was observed a relation between the best development (T3 treatment) with higher levels of N, P and Ca in leaves and the higher levels of Ca and Mg in root.

Key words: seedling production; industrial residues; substrate; growing.

Introdução

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. 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. Estas 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 numa mistura de substrato, segundo 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, conforme 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).

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 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 redução nos custos de transporte. Nesse sentido, os resíduos de algodão podem ser alternativa para melhoria da fertilidade dos solos, podendo resultar em ganhos significativos na produtividade.

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

Atualmente, 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 com resíduos da indústria do algodão, que utilizam resíduos industriais como insumo na produção de mudas, bem como em plantações florestais.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização do resíduo do algodão na formulação de substrato para a produção de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*) e de palmeira-real-da-austrália (*Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana*).

Material e Métodos

O resíduo utilizado de algodão compostado naturalmente 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 aroeira-vermelha foram fornecidas pelo Horto Florestal de Gaspar e as sementes de palmeira-real-da-austrália pela EPAGRI-Itajaí. 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 cinco tratamentos e quarenta e oito 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 três espécies florestais.

No final do experimento, aos 135 dias após a semeadura para *Schinus terebinthifolius* e aos 180 dias após a semeadura para *Archontophoenix*

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 peso constante.

As análises químicas de N, P, S, K, Ca e Mg foram determinadas

Tabela 1. Tratamentos com as suas respectivas formulações de substrato

| Tratamento | Formulações |
|------------|--|
| T1 | Substrato padrão: 50% esterco de bovino + 25% casca de arroz + 25% de argila |
| T2 | 50% algodão + 25% casca de arroz + 25 % argila |
| T3 | 75% algodão + 12,5% casca de arroz + 12,5% argila |
| T4 | 30% algodão + 35% casca arroz + 35% argila |
| T5 | 25% algodão + 25% casca arroz + 25% argila + 25% esterco de bovino |

alexandrae e *Archontophoenix cunninghamiana* foram avaliados os 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.

por digestão úmida do tecido vegetal. As análises de N foram feitas por titulação. O N foi determinado pelo método Kjeldahl, chamado também de digestão sulfúrica, usando destilador de nitrogênio. As amostras de K foram lidas em fotômetro de chama e as amostras de P e S em espectrofotômetro UV-VIS. No espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) foram lidas as amostras de Ca e Mg, segundo Tedesco et al. (1995) e Miyazawa et al. (1999). Para cada nutriente foram utilizados três repetições.

Tabela 2. Análise físico-química do algodão antes da produção das mudas

| Análise do resíduo do algodão ¹ | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|--------|--------|----------------------|-------|-------------------------|---------|---------|---------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------------|------|------|
| Textura | pH em água | Índice SPM | P mg/L | K mg/L | MO ² g/kg | Al - | Ca cmol _c /L | Mg mg/L | Na mg/L | H+Al cmol _c /L | pH CaCl ₂ | S cmol _c /L | CTC a pH 7,0 cmol _c /L | V % | |
| Argila (%) | 25 | 6,0 | 6,0 | > 50 | 160 | > 100 | - | 29,9 | 7,7 | 58,0 | 3,53 | 5,8 | 38,3 | 41,8 | 91,5 |

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

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

| Tratamento | N | P | K | Ca | Mg | S |
|------------|--------------------|------|------|-------|------|------|
| | g kg ⁻¹ | | | | | |
| 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 |

¹Valores da densidade do solo e teor de umidade somente do resíduo do algodão (sem o substrato padrão).

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 cinco subamostras por tratamento, as quais foram misturadas e após foi retirada uma amostra por tratamento. A determinação físico-química de cada tratamento foi realizada conforme a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

Resultados e Discussão

Avaliação dos parâmetros morfológicos

Schinus terebinthifolius

A tabela 4 mostra que o crescimento em diâmetro do colo da aroeira-vermelha foi melhor no tratamento T3 e o menor crescimento no tratamento T1.

Em relação ao comprimento do sistema radicular, mudas desenvolvidas no tratamento T1 tiveram maior comprimento quando comparadas com outros tratamentos.

No geral, observam-se que os tratamentos T5 e T3 influenciaram positivamente o crescimento de mudas de aroeira-vermelha em todos os parâmetros morfológicos analisados, exceto o comprimento do sistema radicular.

Archontophoenix alexandrae

Mudas de *Archontophoenix alexandrae* não mostraram diferença estatística entre os parâmetros morfológicos analisados e os tratamentos (Tabela 4).

Para a produção de massa seca aérea e de raiz, houve diferença estatística entre os tratamentos, ou seja, mudas

Tabela 4. Diâmetro do colo, altura, massa seca aérea, massa seca de raiz e comprimento de raiz em mudas de *Schinus terebinthifolius*, *Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana* produzidas com diferentes formulações de substrato, Gaspar/SC (2006)

| Parâmetro morfológico | <i>Schinus terebinthifolius</i> | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | Tratamento | | | | |
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| Diâmetro do colo (mm) | 4,6 c ¹ | 5,9 abc | 6,5 a | 4,9 bc | 6,4 ab |
| Altura (cm) | 48,8 a | 57,1 a | 48,3 a | 46,7a | 61,0 a |
| Massa seca aérea (g/planta) | 5,6 a | 7,5 a | 7,5 a | 5,4 a | 7,4 a |
| Massa seca de raiz (g/planta) | 1,8 a | 1,8 a | 2,1 a | 1,2 a | 1,7 a |
| Comprimento de raiz (cm) | 28,7 a | 26,0 ab | 23,1 ab | 18,0 b | 26,1 ab |
| Parâmetro morfológico | <i>Archontophoenix alexandrae</i> | | | | |
| Diâmetro do colo (mm) | 8,0 a ¹ | 9,2 a | 6,6 a | 8,7 a | 7,0 a |
| Altura (cm) | 17,2 a | 18,9 a | 14,7 a | 19,5 a | 15,0 a |
| Massa seca aérea (g/planta) | 1,6 ab | 1,9 a | 1,1 b | 1,3 ab | 1,1b |
| Massa seca de raiz (g/planta) | 0,9 ab | 1,1 a | 0,7 bc | 0,6 c | 0,7 bc |
| Comprimento de raiz (cm) | 21,2 a | 22,9 a | 20,0 a | 24,2 a | 19,9 a |
| Parâmetro morfológico | <i>Archontophoenix cunninghamiana</i> | | | | |
| Diâmetro do colo (mm) | 8,6 a ¹ | 8,5 a | 9,4 a | 9,4 a | 9,4 a |
| Altura (cm) | 20,0 a | 19,5 a | 22,5 a | 20,9 a | 20,0 a |
| Massa seca aérea (g/planta) | 0,7 b | 0,9 b | 1,9 a | 1,75 a | 1,9 a |
| Massa seca de raiz (g/planta) | 0,4 b | 0,5 b | 1,1 a | 1,1 a | 1,1 a |
| Comprimento de raiz (cm) | 20,6 b | 21,5 ab | 23,5 a | 21,9 ab | 21,2 ab |

1Médias na horizontal seguida de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

produzidas no tratamento T2 foram as que tiveram as maiores produções de massa seca aérea e de raiz.

Archontophoenix cunninghamiana

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para o crescimento em diâmetro do colo e altura de mudas de *Archontophoenix cunninghamiana*. Para os parâmetros morfológicos, massa seca aérea e de raiz e comprimento do sistema radicular houve diferença estatística entre os tratamentos, e as mudas produzidas no tratamento T3 tiveram os melhores resultados.

O tratamento T3, no geral, influenciou positivamente no crescimento

de mudas de *Archontophoenix cunninghamiana*.

O diâmetro do colo, em geral, conforme Daniel et al. (1997) é o mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda 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 *Schinus terebinthifolius* com boa altura e/ou diâmetro do colo, por exemplo, deve-se usar 75% algodão na formulação do substrato.

A proporção de determinado composto na formulação do substrato para a produção de mudas é em razão

da exigência da espécie (ALVES e PASSONI, 1997). Vários estudos mostram o efeito negativo à medida que aumenta as doses de vermicomposto ou composto orgânico na produção de *Hovenia dulcis* (VOGEL et al. 1998), *Ilex paraguariensis* (LOURENÇO et al. 1999), *Jacaranda micrantha* (TEDESCO et al. 1999), *Eucalyptus saligna* (CALDEIRA et al. 2000a), *Acacia mearnsii* (CALDEIRA et al. 2000b). Neste estudo, não houve variação na dose de composto orgânico. Ressalta-se que para ambas as espécies os melhores tratamentos foram em mudas produzidas com 50 e 75% de algodão compostado na formulação do substrato.

O resíduo do algodão (Tabela 2) pode ter sido um dos motivos que levaram as mudas a terem melhor desenvolvimento com 50 e 75% de algodão na formulação do substrato. Nesse sentido, é possível analisar que 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.

O resíduo é rico em matéria orgânica, pois, segundo Cordell e Filer Jr. (1984), a matéria orgânica 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 pode ter sido outro fator que tenha colaborado para o bom desenvolvimento das mudas. 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, segundo Fett (2005), trazem problemas à formação das mudas devido à indisponibilidade de alguns nutrientes e fitotoxicidade. O ajuste do pH do substrato (acidificação ou calagem) 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

Schinus terebinthifolius

A tabela 5 mostra que houve diferença estatística nos teores de N, P, K e Ca nas folhas de aroeira-vermelha produzida com diferentes formulações do resíduo do algodão no substrato. Os maiores teores de P e K foram encontrados no tratamento T1; de N no tratamento T4 e de Ca no tratamento T3. Os tratamentos não influenciaram estatisticamente nos teores de Mg e S nas folhas de aroeira-vermelha.

Na raiz, os teores de N, K, Ca, Mg e S não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. O teor de P na raiz foi superior no tratamento T3.

Observam-se, de modo geral, que os maiores teores de N (folhas e raiz) e os maiores teores de K (folhas e raiz) foram encontrados, respectivamente, em mudas produzidas nos tratamentos T4 e T1. Em relação ao P, os maiores teores nas folhas e na raiz foram detectados nas mudas produzidas nos tratamentos T1, T3 e T5.

Archontophoenix alexandrae

Na tabela 5, as mudas produzidas no tratamento T3 apresentaram as maiores concentrações de N, Ca e S nas folhas de *Archontophoenix alexandrae*. No entanto, os maiores teores de P e K nas folhas foram nos tratamentos T5 e T2. No que se refere aos teores de Ca nas folhas, mudas produzidas no tratamento T3 apresentaram os maiores teores desse elemento. Também, os maiores e os menores teores de Ca e S nas folhas, respectivamente foram encontrados em mudas produzidas nos tratamentos T3; T4 (maiores teores) e T2 (menores teores). Em relação aos menores teores de P e K nas folhas, a tabela 3 mostra que foram nas mudas produzidas no tratamento T5.

Os maiores teores de N, P e K nas raízes de mudas de *Archontophoenix alexandrae* foram nos tratamentos T1 e T5, exceto para o N que foram nos tratamentos T1 e T3. Para Ca, Mg e S, os maiores teores, respectivamente foram observados em mudas produzidas T3 e T2 (Ca), T2 e T3 (Mg) e T4 e T2 (S). Em relação aos menores teores, é possível observar que mudas estabelecidas no tratamento T2 tiveram os menores teores de N e K, no tratamento T4 os menores teores de P e Mg e no tratamento T1 os menores teores de Ca e S.

Para a espécie *Archontophoenix alexandrae* é possível observar que o menor teor de P tanto nas folhas como na raiz foi em mudas estabelecidas no tratamento T4. Em relação ao teor de K nas folhas e na raiz, é possível observar certa similaridade de resultados entre os teores e os tratamentos, ou seja, o maior teor de K nas folhas foi observado nos

tratamentos T5 e T1 e o menor na raiz nos tratamentos T1 e T5 (Tabela 5).

Archontophoenix cunninghamiana

Os teores de N, P e Ca nas folhas *Archontophoenix cunninghamiana* foram maiores em mudas estabelecidas no tratamento T3. Contudo, os menores teores nas folhas foram observados no tratamento T2, exceto para o Ca que foi no tratamento T1. Em relação aos teores de K e Mg, mudas de *Archontophoenix cunninghamiana* crescidas no tratamento T1 foram as que apresentaram os maiores teores nas folhas e as mudas produzidas no tratamento T4 os menores teores. Para Ca e S, os menores teores nas folhas foram analisados em mudas do tratamento T1, porém os maiores teores de S no tratamento T4 (Tabela 5).

As raízes de mudas *Archontophoenix cunninghamiana* apresentaram os maiores e os menores teores de P e K, respectivamente quando as mesmas foram produzidas no tratamento T1 (maiores teores) e T4 (menores teores). O menor teor de N foi verificado nas mudas do tratamento T4, exceto as mudas do tratamento T2 que tiveram o maior teor de N.

A tabela 5 evidencia que as raízes de mudas *Archontophoenix cunninghamiana* apresentaram os maiores teores de Ca e Mg no tratamento T3, porém o maior teor de S foi no tratamento T4. No entanto, mudas que cresceram no tratamento T1 apresentaram os menores teores de Ca e S e o menor teor de Mg foi verificado no tratamento T2.

Analisando de forma geral, os resultados mostram que o maior teor de K tanto nas folhas como na raiz foi encontrado em mudas produzidas nos

tratamentos T1 e T5 e o menor teor nos tratamentos T3 e T4. Em relação ao teor de Ca nas folhas e na raiz, o maior teor foi observado em mudas do tratamento T3 e o menor teor em mudas do tratamento T5 e T1. No entanto, pode-se observar que mudas de *Archontophoenix cunninghamiana*

Tabela 5. Tores de macronutrientes na massa seca aérea e massa seca de raiz em mudas de *Schinus terebinthifolius*, *Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana* produzidas com diferentes formulações de substrato, Gaspar, SC (2006)

| Tratamento | Massa seca aérea (g/kg) - <i>Schinus terebinthifolius</i> | | | | | |
|------------|---|---------|----------|---------|--------|--------|
| | N | P | K | Ca | Mg | S |
| T1 | 26,30 ab ¹ | 1,65 a | 29,06 a | 13,36 c | 3,18 a | 4,25 a |
| T2 | 25,44 ab | 1,13 b | 23,15 bc | 18,11 b | 3,53 a | 4,06 a |
| T3 | 26,33 ab | 1,50 a | 21,64 c | 20,67 a | 3,62 a | 4,07 a |
| T4 | 28,06 a | 0,96 b | 22,20 c | 18,55 b | 3,71 a | 3,92 a |
| T5 | 25,06 b | 1,43 a | 24,89 b | 17,04 b | 3,28 a | 3,69 a |
| Tratamento | Massa seca de raiz (g/kg) - <i>Schinus terebinthifolius</i> | | | | | |
| T1 | 11,84 a ² | 1,62 ab | 20,45 a | 5,73 a | 2,23 a | 2,62 a |
| T2 | 12,47 a | 1,33 ab | 18,02 a | 9,40 a | 2,43 a | 2,64 a |
| T3 | 12,48 a | 1,68 a | 18,85 a | 7,36 a | 2,17 a | 2,24 a |
| T4 | 12,62 a | 1,25 b | 19,29 a | 7,48 a | 2,45 a | 2,48 a |
| T5 | 11,64 a | 1,37 ab | 19,49 a | 7,48 a | 2,37 a | 2,50 a |
| Tratamento | ² Massa seca aérea (g/kg) - <i>Archontophoenix alexandrae</i> | | | | | |
| T1 | 18,16 | 1,20 | 24,97 | 5,14 | 3,19 | 7,67 |
| T2 | 19,29 | 1,25 | 22,92 | 5,04 | 3,13 | 7,19 |
| T3 | 21,99 | 1,17 | 24,15 | 10,58 | 2,88 | 9,46 |
| T4 | 19,20 | 1,11 | 22,10 | 8,29 | 2,63 | 8,73 |
| T5 | 20,83 | 1,25 | 26,60 | 7,69 | 2,82 | 7,73 |
| Tratamento | ² Massa seca raiz (g/kg) - <i>Archontophoenix alexandrae</i> | | | | | |
| T1 | 14,54 | 1,48 | 30,70 | 2,67 | 3,37 | 5,75 |
| T2 | 12,67 | 1,03 | 25,38 | 4,55 | 4,01 | 6,52 |
| T3 | 14,28 | 1,10 | 27,01 | 4,74 | 3,94 | 6,48 |
| T4 | 13,11 | 0,88 | 27,83 | 3,67 | 3,19 | 6,76 |
| T5 | 13,90 | 1,23 | 28,24 | 3,60 | 3,75 | 5,79 |
| Tratamento | ² Massa seca de aérea (g/kg) - <i>Archontophoenix cunninghamiana</i> | | | | | |
| T1 | 19,06 | 1,43 | 24,56 | 4,62 | 3,15 | 4,80 |
| T2 | 18,04 | 1,28 | 22,31 | 7,28 | 3,00 | 4,91 |
| T3 | 21,07 | 2,12 | 22,10 | 7,58 | 2,85 | 6,13 |
| T4 | 19,22 | 1,97 | 22,10 | 7,58 | 2,58 | 6,70 |
| T5 | 19,23 | 1,75 | 24,15 | 6,30 | 2,59 | 5,38 |
| Tratamento | ² Massa seca de raiz (g/kg) - <i>Archontophoenix cunninghamiana</i> | | | | | |
| T1 | 13,19 | 1,12 | 33,56 | 2,19 | 2,44 | 4,86 |
| T2 | 13,27 | 1,03 | 29,47 | 3,48 | 2,27 | 5,96 |
| T3 | 12,63 | 1,00 | 25,38 | 3,94 | 3,17 | 5,23 |
| T4 | 11,85 | 0,78 | 26,19 | 2,91 | 2,84 | 6,87 |
| T5 | 12,46 | 1,07 | 29,88 | 2,88 | 2,52 | 6,59 |

¹Médias na vertical seguida de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ²Não foi realizada análise estatística devido à falta de repetições (material).

apresentaram o menor teor de S nas folhas e na raiz quando estabelecidas no tratamento T1 (Tabela 5).

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. Essa constatação pode ser analisada em mudas de *Archontophoenix cunninghamiana* estabelecidas no tratamento T3, onde os maiores teores de N, P e Ca foram encontrados nas folhas e os maiores teores de Ca e Mg encontrados na raiz.

Para as três espécies estudadas, no geral, os maiores teores de macronutrientes foram verificados nas folhas (Tabela 5). Conforme Gonçalves et al. (2000), os teores de nutrientes são maiores nas partes metabolicamente mais ativas das plantas, como folhas, brotações e tecidos corticais (LARCHER, 2000), devido aos seus ativos envolvimento em reações enzimáticas e compostos bioquímicos de transferência de energia e transporte eletrônico.

O elevado teor de nutrientes nas folhas pode ser justificado por que ali se encontra a maioria das células vivas, associadas aos processos de transpiração e fotossíntese (KOZLOWSKI e PALLARDY, 1996), ou seja, é onde ocorre a maior atividade metabólica (TAIZ e 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 são, frequentemente, maiores nas folhas mais novas, ao contrário de elementos imóveis na planta, como Ca e Mg (BELL e WARD, 1984). 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 e BLUM, 1999). Porém, Ca e Mg apresentam maiores teores em folhas mais velhas (EVARISTO, 1999).

Conclusões

a) As diferenças proporções do resíduo do algodão compostado na formulação do substrato influenciaram positiva e negativamente a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius*, *Archontophoenix alexandrae*, *Archontophoenix cunninghamiana*

b) Mudas de *Archontophoenix alexandrae* estabelecidas nos tratamentos T2 (50% algodão + 25% casca de arroz + 25 % argila) e T4 (25% algodão + 35% casca arroz + 35% argila) apresentam melhor desenvolvimento nos parâmetros morfológicos analisados.

c) Não foi observada relação entre os melhores tratamentos (T3, T5 e T2) em mudas *Schinus terebinthifolius* e os melhores tratamentos (T2 e T4) em mudas de *Archontophoenix alexandrae* com os maiores teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas e na raiz.

d) Não foi possível observar 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.

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.j

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; BARICHELLO, L.R.; VOGEL, H.L.M.; OLIVEIRA, L.S. 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.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.57, p.161-170, 2000b.

CORDELL, C.E.; FILER Jr., T.H. Integrated nursery pest management. In: *SOUTHERN PINE NURSERY HANDBOOK*: Atlanta, USDA. Forest Service, Southern Region, 1984. p.1-17.

DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOISI, A.A.; MAZZOCHIN, L. TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R.; SOUZA, E.F. 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 Lusitânia*, Lisboa, v. 7, n. 2, p. 173-198, 1999.

FETT, M.S. *Agricultura e pecuária*. SENAI-RS/Departamento Regional. Disponível em: <<http://www.sbirt.ibict.br>>. Acesso em: 18 abr.2006.

GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.) *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 221-267.

GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas florestais. In SOLO-SUELO – CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia, 1996. *Resumos expandidos...* Águas de Lindóia: SLCS/SBSC/ESALQ/USP/CEA-ESALQ/USP/SBM, 1996.

HAAG, H.P. *Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais*. Campinas: Fundação Cargil, 1985. 144p.

KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. *Physiological of woody*. 2. ed. San Diego: Academic, 1996. 432p.

- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531p.
- 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.
- 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. (Comunicação para Transferência de Tecnologia) p. 171-223.
- RODRIGUES, C.A.G.; BEZERRA, B.C.; ISHII, I.H.; CARDOSO, E.L.; SORIANO, B.M.A.; OLIVEIRA, H.O. *Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 26p. il. - (Embrapa Pantanal. Documentos, 42).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. 2. ed. Massachusetts: Sunderland, 1998. 792p.
- TEDESCO, M.J. et al. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico n.5).
- 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.; SCHUMACHER, M.V.; BARICHELLO, L.R.; OLIVEIRA, L.S.; CALDEIRA, M.V.W. Efeito de diferentes doses de vermicomposto no crescimento de mudas de *Hovenia dulcis* Thunbert. *Apuleia leiocarpa* (Vog.). In: Fertbio 98. *Resumos expandidos...* Caxambu, MG: SBCS/SBM. p.668, 1998.