

Composição química e aspectos morfológicos de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) produzidas em diferentes substratos e soluções de fertirrigação

Chemical composition and morphological aspects of *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) seedlings produced in different substrate and fertirrigation's solutions

Isabele Sarzi¹, Roberto Lyra Villas Bôas² e Magali Ribeiro da Silva²

Resumo

O trabalho objetivou estudar a formação de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* Standl.) em função de quatro substratos, variando as soluções de adubação de cobertura. Para compor os substratos foi utilizada fibra de coco fibrosa e granulada formando os tratamentos 100% fibrosa (100% F), 60% fibrosa + 40% granulada (60% F+40% G), 40% fibrosa + 60% granulada (40% F+60% G) e 100% granulada (100% G). A adubação de base foi igual para todos os tratamentos e as soluções de adubação variaram a fim de se obter soluções completas com condutividades elétricas de 1,06 dS m⁻¹, 2,12 dS m⁻¹, 3,2 dS m⁻¹ e 4,24 dS m⁻¹. As sementes foram colocadas diretamente nos tubetes (120mL) contendo os respectivos substratos e receberam as adubações por sub-superfície uma vez por semana, respeitando-se os tratamentos de adubação. Mudas produzidas em 100%G alcançaram maiores alturas e pesos de massa seca de parte aérea em relação aos demais substratos. Soluções de fertirrigação menos concentradas favoreceram a formação de mudas mais altas e mais pesadas. As análises químicas da parte aérea foram obtidas quando as mudas estavam prontas para expedição (20 cm de altura). As mudas produzidas em substratos 100% F e 60% F+40% G apresentaram maiores teores de N, S, B, Mn e Zn na parte aérea. Recomenda-se a produção de mudas de ipê-amarelo (*T. chrysotricha*) em substratos contendo fibra de coco granulada e soluções de adubação com CE de 1,06 dS m⁻¹.

Palavras-chave: *Tabebuia chrysotricha*, Condutividade elétrica, Viveiro florestal

Abstract

The work aimed to study the formation of *Tabebuia chrysotricha* Standl. seedlings in function of four substrates, varying the covering fertilization solutions. To compose the substrate it was used fibrous and granulated coconut fiber obtaining the following treatments: 100% fibrous (100% F), 60% fibrous + 40% granulated (60% F+40% G), 40% fibrous + 60% granulated (40% F+60% G) and 100% granulated (100% G). The basis fertilization was the same for all treatments and the solutions of covering fertilization varied in order to obtain complete solutions with electric conductivities of 1.06 dS m⁻¹, 2.12 dS m⁻¹, 3.2 dS m⁻¹ and 4.25 dS m⁻¹. The propagative material was sowed directly in plastic containers (120mL) with the respective substrates. The fertilization was received through sub-irrigation once a week, respecting the treatments of fertilizations. Seedlings produced in 100%G had been taller and higher than the others. The chemical analyses of aerial part were obtained when the seedlings were ready for expedition (height of 20 cm). The seedlings production in substrate 100% F and 60% F+40% G allowed them to have higher N, S, B, Mn and Zn concentrations in the aerial part. The production of *T. chrysotricha* seedlings is recommended in granulated coconut fiber substrate and fertilizer solutions with EC of 1.06 dS m⁻¹.

Keywords: *Tabebuia chrysotricha*, Electric conductivity, Forest nursery

INTRODUÇÃO

O ipê-amarelo-cascudo (*Tabebuia chrysotricha* Standl.) é uma Bignoniaceae de pequeno porte, crescimento rápido e ciclo de vida curto, heliófita e seletiva higrófila. A madeira é moderadamente pesada, resistente, difícil de serrar, de

grande durabilidade mesmo quando em condições adversas. É própria para obras externas como postes, peças para pontes, tábuas para cercas, currais e haras, para obras internas em construção civil, como tacos e tábuas para assoalho, rodapés, molduras, entre outras. A árvore é extremamente ornamental, principalmente,

¹Pesquisadora Científica do Instituto Florestal da Secretaria de Estado do Meio Ambiente - Rua do Horto, 931 - São Paulo, SP - 02377-000 - E-mail: isarzi@if.sp.gov.br

²Professores Doutores do Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista - Rua José Barbosa de Barros, 1780 - Botucatu, SP - 18610-307 - E-mail: rlvboas@fca.unesp.br; magaliribeiro@fca.unesp.br

quando em flor. É a espécie de ipê-amarelo mais cultivada em praças e ruas de cidades. É, particularmente, útil para arborização de ruas estreitas e sob redes elétricas em virtude de seu pequeno porte (LORENZI, 1992).

Leite *et al.* (2005) consideram que em um projeto de reflorestamento, a qualidade das mudas é muito importante, por estar relacionada diretamente com a qualidade do povoamento e conseqüentemente, da colheita final. Por se tratar de investimentos de longo prazo, o rigor torna-se maior, justificando o dispêndio com o controle contínuo da qualidade.

Segundo Silva (1998), a qualidade das mudas é expressa tanto por características morfológicas, como nutricionais e fisiológicas, resultantes tanto de fatores genéticos como de procedimentos de manejo de viveiro.

Porém, o conceito de qualidade não é absoluto e, fatores como a espécie ou o lugar do plantio das mudas, influenciam fortemente essa definição. Uma muda considerada de boa qualidade para uma determinada região pode não ser apropriada para outra. A época de plantio também influencia, uma vez que as condições ambientais, principalmente a pluviosidade, interferem muito na sobrevivência das plantas, de tal modo que as mudas plantadas no outono encontrarão condições diferentes das plantadas na primavera e, portanto, terão padrão de qualidade diferente (RUBIRA e BUENO, 1996).

O substrato exerce uma influência marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas afetando, profundamente, a qualidade das mudas (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). As más formações causadas nas raízes pelos recipientes, na fase de mudas, podem provocar, muitos anos depois, problemas nas plantas adultas (PAULINO *et al.*, 2003).

A prática da fertilização em viveiros florestais é importante para que as mudas cresçam rapidamente, vigorosas, resistentes, rústicas e bem nutridas. Assim apresentarão as qualidades necessárias para suportarem as condições adversas do campo após o plantio (LOPES, 2002).

Segundo Cruz *et al.* (2004), a variação nas características dos substratos tem dificultado de maneira considerável a recomendação de adubação, pois a capacidade de retenção de umidade e de nutrientes difere de acordo com os componentes e a proporção entre eles. Os autores relatam que os problemas nutricionais são muito comuns, tanto pela falta como pelo excesso ou desequilíbrio entre nutrientes.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o teor de macro e micronutrientes, bem como a altura e o peso da massa seca da parte aérea de mudas de *Tabebuia chrysotricha* produzidas em dois diferentes substratos e duas soluções de fertirrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro de 2004 a maio de 2005, no Viveiro Florestal do Departamento de Recursos Naturais e Ciências Florestais, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP de Botucatu, SP, e no Viveiro Florestal da Capital, situado no Parque Estadual Albert Löefgren do Instituto Florestal de São Paulo.

Foram testados 16 tratamentos para a produção de mudas de *T. chrysotricha* (Tabela 1). Para formar os tratamentos seguiu-se o esquema fatorial de 4 x 4, sendo 4 substratos a base de fibra de coco (100% fibrosa; 60% fibrosa + 40% granulada; 40% fibrosa + 60% granulada e 100% granulada) e 4 soluções de fertirrigação (1,06 dS m⁻¹; 2,12 dS m⁻¹; 3,2 dS m⁻¹ e 4,24 dS m⁻¹). Cada tratamento contou com 4 blocos de cinquenta (50) unidades, interagindo três mil e duzentas (3.200) mudas, sendo consideradas 3 mudas por tratamento para as avaliações.

As misturas dos substratos foram realizadas com base volumétrica, com a fibra de coco previamente umedecida, segundo as prescrições do fabricante.

Depois de realizadas as misturas, os substratos foram espalhados em uma superfície lisa e plana onde receberam a adubação de base, seguindo a recomendação de Gonçalves *et al.*

Tabela 1. Tratamentos usados na formação de mudas de ipê-amarelo (*T. chrysotricha*). Botucatu, SP.

Table 1. Treatments used in the formation of *T. chrysotricha* seedlings. Botucatu, SP.

Composição dos Substratos	Condutividade elétrica das soluções de fertirrigação			
	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹
100% fc fibrosa	T1	T2	T3	T4
60% fc fibrosa + 40% fc granulada	T5	T6	T7	T8
40% fc fibrosa + 60% fc granulada	T9	T10	T11	T12
100% fc granulada	T13	T14	T15	T16

fc= fibra de coco; T= tratamento

(2005): -150 g de N (sulfato de amônio) (24% S-SO₄²⁻; 21% N-NH₄⁻); -300 g de P₂O₅ (superfosfato simples) (18% P-H₂PO₄⁻; 16% Ca²⁺; 8% S-SO₄⁻); -100 g de K₂O (cloreto de potássio) (52% K⁺; 47% Cl⁻); -150 g de "fritas" (FTE BR 12) (9% Zn; 1,8% B; 0,8% Cu; 2% Mn; 3,5% Fe; 0,1% Mo).

Os tubetes (120mL) dos tratamentos com 100% de fibra de coco fibrosa foram preenchidos um a um, pois a textura do substrato não permitiu a fluidez do material. Os tubetes dos demais tratamentos foram preenchidos, colocando-se o respectivo substrato sobre eles e procedendo-se batimento manual, para acomodação do material, repetindo-se o procedimento até completar o tubete, retirando-se o substrato em excesso.

As análises físicas dos substratos foram feitas no início do ensaio, a fim de determinar a capacidade de retenção de água e a capacidade de aeração de ar para cada substrato através da metodologia descrita por De Boodt e Verdonck (1972) adaptada por Costa (2003).

Para compor os tratamentos de diferentes condutividades elétricas utilizaram-se soluções completas com concentrações diferentes a fim de apresentarem condutividades elétricas crescentes, a saber: 1,06 dS m⁻¹, 2,12 dS m⁻¹, 3,20 dS m⁻¹ e 4,24 dS m⁻¹.

Utilizou-se como base para a solução completa de adubação, a formulação usada pelo Viveiro Florestal Camará, localizado em Ibaté, SP, com condutividade elétrica de 2,12 dS m⁻¹. Para 100 L de água: - 42,6 g de nitrato de cálcio (19% Ca²⁺; 15% N-NO₃⁻; 1% N-NH₄⁻); - 15 g de cloreto de potássio (52% K⁺; 47% Cl⁻); - 7,6 g de monoamônio fosfato (MAP) (11% N-NH₄⁻; 26% P-H₂PO₄⁻); - 50 g de sulfato de amônio (24% S-SO₄²⁻; 21% N-NH₄⁻); - 32,6 g de sulfato de magnésio (13% S-SO₄²⁻; 10% Mg²⁺).

Para a solução de 1,06 dS m⁻¹, utilizou-se 50% das quantidades dos adubos. Para compor a solução de CE de 3,20 dS m⁻¹ foi utilizado 50% a mais das quantidades de adubo e para a solução de CE 4,14 dS m⁻¹ utilizou-se o dobro da quantidade.

Em cada tubete preenchido com o substrato, foram colocadas três sementes em 29 de setembro de 2004. Os tubetes foram mantidos em câmara de nebulização com sombreamento de 50% e umidade relativa do ar de 80%.

Quando as plântulas atingiram 5 cm de altura, aos 42 dias após a semeadura, as bandejas foram levadas para túnel plástico do Viveiro da

Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu, quando começaram a receber, semanalmente, as fertirrigações por sub-superfície. As soluções de fertirrigação eram mantidas em contato com os substratos até que se pudessem vê-la na superfície dos tubetes. Para os demais dias da semana, as irrigações foram feitas com mangueira, tendo um crivo acoplado na extremidade. Aos 77 dias após a semeadura, as mudas foram transportadas para casa de vidro, com tela de sombreamento de 50%, do Viveiro Florestal da Capital do Instituto Florestal de São Paulo.

As mudas permaneceram em casa de vidro recoberta com tela de 50% de sombreamento até alcançarem, aproximadamente, 20 centímetros de altura.

Aos 218 dias após a semeadura completou-se o processo de rustificação das mudas, quando foram avaliados a altura da parte aérea, o peso da massa seca e os teores de macro e micronutrientes da parte aérea de três mudas por repetição segundo cada tratamento.

Para as medições da altura da parte aérea, utilizou-se régua graduada de trinta centímetros (30 cm), tomando-se a distância entre o colo e a inserção do último par de folhas no ápice das plantas.

Os teores de nutrientes foram determinados, através de análises químicas do tecido vegetal. Para isso, as plantas, após serem retiradas dos tubetes, foram lavadas por inteiro por três vezes em água destilada. A parte aérea e o sistema radicular foram separados e colocados em sacos de papel a fim de proceder à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C. Quando apresentaram massa constante, o material foi pesado e triturado, realizando-se a determinação das concentrações de macro e micronutrientes, segundo as técnicas descritas por Malavolta *et al.* (1997).

As médias da altura da parte aérea, do peso de massa seca e dos teores foram analisadas estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR, empregando-se o delineamento estatístico de blocos casualizados, seguindo o esquema fatorial de 4 x 4, compondo 16 tratamentos.

Quando essas médias apresentaram diferenças significativas, em função das soluções de adubação aplicadas, foram feitas análises de regressão bem como suas curvas. Quando houve interação significativa entre os fatores, foram feitos os desdobramentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve influência dos substratos para altura da parte aérea (Tabela 2), onde as mudas formadas em substratos com maior porcentagem de fibra de coco granulada apresentaram-se com maiores médias. Este fato é atribuído aos aspectos físicos dos substratos testados, onde a fibra de coco fibrosa apresenta baixa capacidade de retenção de água (4,42% do volume), diferente da granulada (17,22% do volume). O conteúdo de ar na fibrosa encontra-se em 11,18% do volume, e da granulada em 39,35%. A capacidade de aeração e a retenção

de água nos substratos foram determinantes para esses resultados.

As CE das soluções de fertirrigação influenciaram nas alturas de parte aérea, gerando regressão linear decrescente (Figura 1) em função das diferentes CE das soluções de fertirrigação aplicadas.

Houve interação entre os fatores estudados e os desdobramentos (Tabela 3) mostraram que as médias foram estatisticamente diferentes entre os substratos de produção para mudas produzidas em cada solução de fertirrigação, exceto em solução de CE de 3,2 dS m⁻¹. Mudanças conduzidas em fibra de coco 100% G alcançaram maiores alturas.

Tabela 2. Médias das análises de variância para altura da parte aérea (cm) e peso de massa seca da parte aérea de mudas de ipê-amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu, SP.

Table 2. Means of the variance analyses for height of aerial part (cm) of *T. chrysotricha* seedlings produced with different substrates and with different fertirrigation solutions. Botucatu, SP.

Fatores de variação	Altura da parte aérea	Peso da massa seca
Substrato (S)	119,58**	0,42**
Condutividade elétrica (CE)	37,59**	0,04 ^{NS}
S x CE	14,85**	0,18**
Blocos	6,69 ^{NS}	0,04 ^{NS}
Resíduo	5,23	0,07
CV %	11,15	25,87
Média geral	20,51	0,99
Substratos	cm	g
100% F	17,2 c	0,84 b
60% F+40% G	20,3 b	1,02 ab
40% F+60% G	20,8 b	0,94 b
100% G	23,8 a	1,15 a
CE - Soluções	cm	g
1,06 dS m ⁻¹	21,1	1,01
2,12 dS m ⁻¹	22,4	0,99
3,20 dS m ⁻¹	19,4	0,93
4,24 dS m ⁻¹	19,5	1,02
Regressão		
Equação	Y= 22,77-0,90x	-
R ²	0,58**	-

Y= altura da parte aérea (cm); x= CE da solução de fertirrigação (dS m⁻¹).

^{NS} – não significativo (P>0,05); * significativo (P<0,05); ** significativo (P<0,01).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Tabela 3. Níveis de significância e médias de altura de parte aérea (cm) de mudas de ipê-amarelo (*T. chrysotricha*), produzidas em diferentes substratos em cada solução de fertirrigação (coluna), e produzidas em cada substrato em função das soluções de fertirrigação (linha), obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores. Botucatu, SP.

Table 3. Levels of significant and means for height of aerial part (cm) of *T. chrysotricha* aerial part seedlings produced in different substrates in each fertirrigation solutions (column), and produced in each substrate in function of the fertirrigation solutions (line) obtained in the factors interaction. Botucatu, SP.

Fatores	Soluções de fertirrigação				Equação	R ²
	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹		
	**	**	NS	**		
cm						
100% F	**	14,5 c	19,9 b	18,8	15,6 c	Y= 5,69+11,24-2,22x ² 0,96**
60% F+40% G	NS	21,9 b	22,1 ab	18,8	18,8 bc	-
40% F+60% G	NS	21,7 b	21,7 ab	19,8	19,9 ab	-
100% G	**	26,6 a	25,8 a	20,1	23,5 a	Polinomiais testadas - NS

Y= altura da parte aérea (cm); x= CE da solução de fertirrigação (dS m⁻¹).

^{NS} – não significativo (P>0,05); * significativo (P<0,05); ** significativo (P<0,01).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

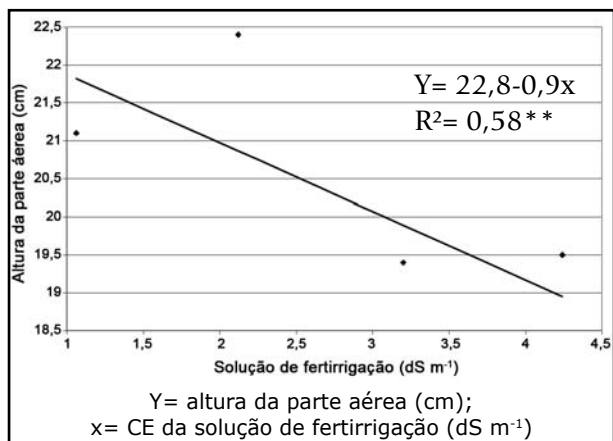


Figura 1. Gráfico das alturas de parte aérea de mudas de *T. chrysostricha* em função de diferentes condutividades elétricas da solução de fertirrigação.

Figure 1. Height of aerial part of *T. chrysostricha* seedlings in function of different electrical conductivities of fertirrigation solution.

As mudas formadas em fibra de coco 100% F alcançaram maiores médias quando produzidas em solução de 2,12 dS m⁻¹, e suas médias ajustaram-se em curva de regressão quadrática em função das CE das soluções de fertirrigação (Figura 2). As mudas produzidas em 100% G não ajustaram suas médias nas regressões polinomiais testadas, porém apresentaram tendência de maiores médias nas menores CE das soluções de fertirrigação.

O peso de massa seca foi influenciado pelos substratos testados (Tabela 2), onde maiores médias foram encontradas em mudas produzidas em substrato 100% granulada, pela maior altura alcançada. Em seguida, mudas produzidas em fibra de coco 60% fibrosa + 40% granulada foram as que apresentaram maiores pesos de massa seca, neste caso tendo mais influência do número ou tamanho de folhas.

As soluções de fertirrigação testadas não apresentaram influência no peso de massa seca (Tabela 2), confirmado pelos resultados de interação (Tabela 4), onde somente os substratos tiveram influência neste parâmetro. Maiores médias foram alcançadas em plantas produzidas

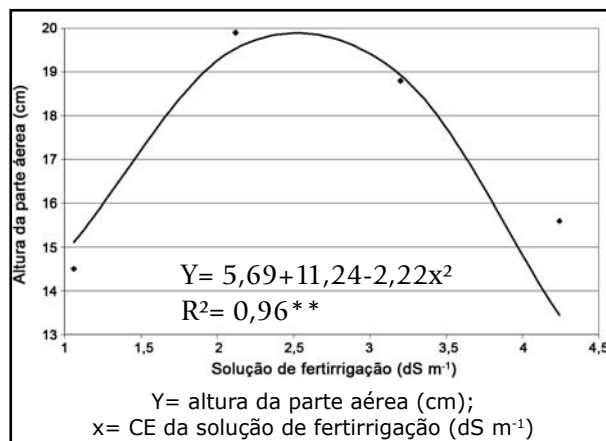


Figura 2. Gráfico das alturas de parte aérea de mudas de *T. chrysostricha* produzidas em substrato 100% fibroso, em função de diferentes condutividades elétricas da solução de fertirrigação usadas.

Figure 2. Height of aerial part of *T. chrysostricha* seedlings produced in coconut fiber 100% fibrous, in function of different electrical conductivities of fertirrigation solution used.

em fibra de coco 60% fibrosa + 40% granulada, tanto em solução de fertirrigação de 1,06 como 3,2 dS m⁻¹, provavelmente pelo número ou tamanho das folhas.

Os teores de macronutrientes da parte aérea de mudas de ipê-amarelo (Tabela 5) foram pouco influenciados pelos substratos testados, apresentando médias similares estatisticamente para a maioria dos elementos, exceto para N e Mg.

Pela falta de dados específicos de teores foliares de plantas na fase de muda, permitiu-se confrontar os dados encontrados com os teores foliares apresentados por Malavolta *et al.* (1997), embora sejam de plantas adultas. Os macronutrientes encontram-se dentro da faixa aceitável para teores foliares de essências florestais (MALAVOLTA *et al.*, 1997), exceto o magnésio, que neste experimento encontra-se abaixo (Tabela 5). Possivelmente, houve diluição dos valores da concentração dos nutrientes por ter sido usada a parte aérea inteira nesta avaliação.

Tabela 4. Níveis de significância e médias de peso de massa seca da parte aérea (g) de mudas de ipê-amarelo (*T. chrysostricha*), produzidas em diferentes substratos em cada solução de fertirrigação (coluna), e produzidas em cada substrato em função das soluções de fertirrigação (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores. Botucatu, SP.

Table 4. Levels of significance and means for dry matter of *T. chrysostricha* aerial part seedlings (g) produced in different substrates in each fertirrigation solutions (column), and produced in each substrate in function of the fertirrigation solutions (line) obtained in the factors interaction. Botucatu, SP.

Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹
		**	NS	*	**
cm					
100% F	NS	0,73 b	0,87	0,92 ab	0,85 b
60% F+40% G	NS	1,20 a	0,95	1,15 a	0,80 b
40% F+60% G	NS	0,96 ab	1,04	0,67 b	1,08 ab
100% G	NS	1,15 a	1,12	0,98 ab	1,36 a

Y = altura da parte aérea (cm); x = CE da solução de fertirrigação (dS m⁻¹).

NS – não significativo (P > 0,05); * significativo (P < 0,05); ** significativo (P < 0,01).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Tabela 5. Médias das análises de variância para teores de macronutrientes (g kg⁻¹) da parte aérea das mudas de ipê-amarelo (*T. chrysostricha*) produzidas com diferentes substratos e com diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu, SP.

Table 5. Means of the variance analyses for macronutrients concentrations (g kg⁻¹) of *T. chrysostricha* aerial part seedlings produced with different substrates and with different fertirrigation solutions. Botucatu, SP.

Fatores de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Substrato (S)	12,96*	0,09 ^{NS}	2,57 ^{NS}	5,24 ^{NS}	0,32**	0,42 ^{NS}
Condutividade elétrica (CE)	59,88**	0,99**	4,98 ^{NS}	57,84**	1,74**	0,50 ^{NS}
S x CE	4,83 ^{NS}	0,12 ^{NS}	4,13*	2,75 ^{NS}	0,04 ^{NS}	0,36 ^{NS}
Blocos	4,33 ^{NS}	0,01 ^{NS}	1,54 ^{NS}	7,63 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,33 ^{NS}
Resíduo	3,39	0,11	1,76	3,29	0,070	0,29
CV %	10,36	15,17	14,80	18,51	20,98	29,07
Média geral	18	2,2	9	10	1,3	1,9
Substratos	g kg⁻¹					
100% F	18 ab	2,2	9	10	1,1 b	2,1
60% F+40% G	19 a	2,3	9	10	1,2 b	1,8
40% F+60% G	17 b	2,2	8	10	1,3 ab	1,9
100% G	17 ab	2,1	9	9	1,5 a	1,7
CE - Soluções	g kg⁻¹					
1,06 dS m ⁻¹	15	1,8	9	13	1,8	1,6
2,12 dS m ⁻¹	17	2,2	8	10	1,4	1,9
3,20 dS m ⁻¹	19	2,4	9	8	1,0	1,9
4,24 dS m ⁻¹	20	2,4	10	8	0,9	2,1
Regressão	g kg⁻¹					
Equação	Y= 13,57+1,68x	Y= 1,67+0,21x		Y= 17,24-5,09x+0,70x ²	Y= 2,38-0,69x+0,08x ²	
R ²	0,95 **	0,90**		0,99*	0,99*	

Y = teor de macronutriente (g kg⁻¹); x = CE da solução de fertirrigação (dS m⁻¹).

^{NS} – não significativo (P > 0,05); * significativo (P < 0,05); ** significativo (P < 0,01).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

O nitrogênio apresentou médias estatisticamente diferentes, porém com pequenas variações (diferença de 2 g de N kg⁻¹ de massa seca). Diferenças maiores e significativas ocorreram em relação aos teores de magnésio, onde as mudas produzidas nos substratos com maiores retenções de água (40%F+60%G e 100%G), apresentaram maiores teores deste nutriente (Tabela 5). Atribui-se ao fato de que os substratos com menores retenções de água devem ter apresentado maiores lixiviações deste nutriente.

Quando comparados os teores de macronutrientes das partes aéreas das mudas produzidas nos tratamentos com diferentes CE, observam-se maiores concentrações de nitrogênio nas CE mais elevadas, provavelmente devido à absorção de luxo. Segundo Landis (1989), altos níveis de fertilização levam realmente à absorção de luxo de qualquer um dos 13 nutrientes, porém no processo da formação das mudas, acumulam em maiores níveis o N e K.

Os conteúdos de K na parte aérea das mudas de ipê não foram diferentes em função das soluções de fertirrigação. Nota-se que os teores dos cátions Ca²⁺ e Mg²⁺ apresentaram-se maiores nas menores CE. Segundo Van Raij (1991), altas taxas de absorção de K implicam em forte competição com a absorção de outros cátions. Fica evidente por estes resultados (Tabela 5), que esta competição é ainda mais acentuada em relação ao Mg²⁺.

Na Figura 3 estão apresentadas as retas e curvas obtidas dos testes de regressão de teores de N, P, Ca e Mg, por apresentarem significância quando as mudas foram tratadas nas diferentes soluções de fertirrigação.

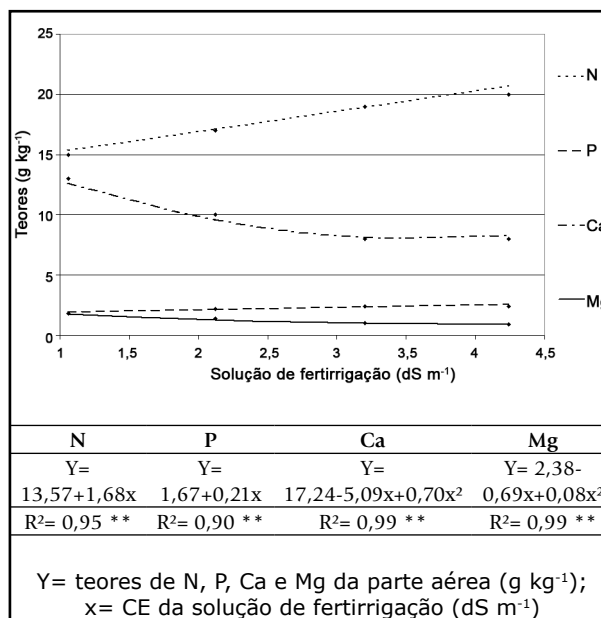


Figura 3. Gráfico dos teores de N, P, Ca e Mg da parte aérea de mudas de *T. chrysostricha* produzidas em diferentes condutividades elétricas da solução de fertirrigação.

Figure 3. N, P, Ca and Mg concentration of aerial part of *T. chrysostricha* seedlings produced in different electrical conductivities of fertirrigation solution.

Tabela 6. Níveis de significância e médias de teor de K (g kg^{-1}) da parte aérea de mudas de ipê-amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas em diferentes substratos em cada solução de fertirrigação (coluna), e produzidas em cada substrato em função das soluções de fertirrigação (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores. Botucatu, SP.

Table 6. Levels of significance and means of K concentrations (g kg^{-1}) of *T. chrysotricha* aerial part seedlings produced in different substrates in each fertirrigation solutions (column), and produced in each substrate in function of the fertirrigation solutions (line) obtained in the factors interaction. Botucatu, SP.

Fatores	K					Regressão	R ²
	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias		
	NS	NS	NS	**			
	g kg⁻¹						
100% F	*	9	7	9	12 a	9	Y= 13,61-5,37x+1,19x ² 0,97*
60% F+40% G	NS	9	8	9	10 ab	9	
40% F+60% G	NS	9	8	9	8 b	9	
100% G	NS	9	10	9	8 b	9	
Médias		9	8	9	10		

Y= teor de K (g kg^{-1}); x= CE da solução de fertirrigação (dS m^{-1}).

NS – não significativo ($P>0,05$); * significativo ($P<0,05$); ** significativo ($P<0,01$).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Houve interação entre os fatores para teores de K na parte aérea das mudas de ipê-amarelo (Tabela 6), onde as mudas produzidas em solução de 4,24 dS m⁻¹ apresentaram médias maiores de K quando as mudas foram conduzidas em 100% F e 60% F+40% G, ou seja, substratos com menores conteúdos de água. Possivelmente, este resultado se deva a condutividades elétricas muito elevadas dos demais substratos, dificultando a absorção deste nutriente. Van Raij (1991) cita como um dos fatores que estão relacionados com a disponibilidade de K, o teor de água do solo/substrato.

A absorção de K foi influenciada pelas soluções de adubação somente quando as mudas foram produzidas na fibra de coco 100% F, gerando curva quadrática (Figura 4).

Em relação aos micronutrientes (Tabela 7), quando comparados às faixas de teores foliares de plantas adultas apresentados por Malavolta *et al.* (1997), nota-se que mudas de ipê acumularam teores muito altos de cobre, ferro e zinco. O ipê-amarelo mostrou ser muito eficiente em absorver esses micronutrientes, mostrando a possibilidade de sobreviver em baixos níveis de solo, como é encontrado na natureza.

Tabela 7. Médias das análises de variância para teores de micronutrientes (mg kg^{-1}) da parte aérea das mudas de ipê-amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e com diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu, SP.

Table 7. Means of the variance analyses for micronutrients concentrations (mg kg^{-1}) of *T. chrysotricha* aerial part seedlings produced with different substrates and with different fertirrigation solutions. Botucatu, SP.

Fatores de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Substrato (S)	83,23 ^{NS}	389,08 ^{**}	16.653,39 ^{**}	3.550,91 ^{NS}	821,74 ^{NS}
Condutividade elétrica (CE)	151,73 [*]	158,97 ^{NS}	39.316,17 ^{**}	16.755,85 ^{**}	1.722,41 ^{NS}
S x CE	102,39 ^{NS}	235,00 [*]	38.141,96 ^{**}	4.845,78 [*]	1.574,04 ^{NS}
Blocos	96,51 ^{NS}	4,56 ^{NS}	5.576,90 ^{NS}	7.335,90 [*]	1.245,81 ^{NS}
Resíduo	51,875	78,25	3.380,251	2108,10	739,55
CV %	14,07	50,37	11,13	26,85	20,13
Média geral	51	18	523	171	135
Substratos	mg kg⁻¹				
100% F	51	17 ab	545 a	190	138
60% F+40% G	49	16 ab	468 b	159	146
40% F+60% G	49	12 b	533 a	180	129
100% G	55	25 a	540 a	154	128
CE - Soluções	mg kg⁻¹				
1,06 dS m ⁻¹	56	13	586	219	117
2,12 dS m ⁻¹	52	19	514	170	140
3,20 dS m ⁻¹	47	21	449	128	142
4,24 dS m ⁻¹	49	17	541	167	142
Regressão					
Equação	Y= 57,10-2,37x		Y= 776,92- 224,61x+40,96x ²	Y= 330,77-	
R ²	0,74 [*]		0,88 ^{**}	0,94 ^{**}	

Y= teor de micronutriente (mg kg^{-1}); x= CE da solução de fertirrigação (dS m^{-1}).

NS – não significativo ($P>0,05$); * significativo ($P<0,05$); ** significativo ($P<0,01$).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

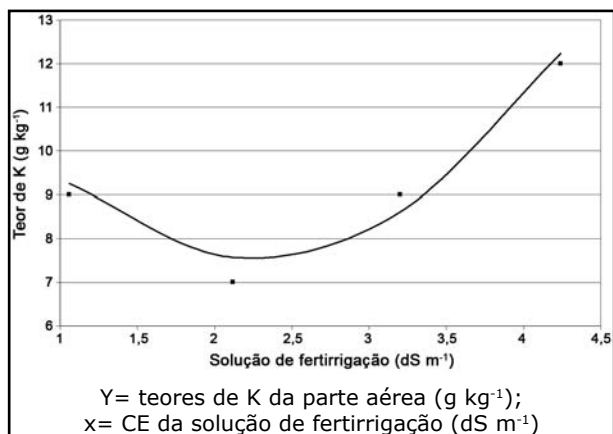


Figura 4. Gráfico dos teores de K da parte aérea de mudas de *T. chrysotricha* produzidas em fibra de coco 100% fibrosa, em função de diferentes condutividades elétricas da solução de fertirrigação.

Figure 4. K concentration of aerial part of *T. chrysotricha* seedlings produced in 100% fibrous coconut fiber, in function of different electrical conductivities of fertirrigation solution.

Tanto o Cu quanto o Zn são altamente liberados em meios ácidos. Como as soluções dos substratos se mantiveram com pH baixo durante todo o ensaio (média de 4,3), explica-se a alta absorção desses nutrientes.

Outro fato que possivelmente interferiu na absorção de micronutrientes foi a interação

com o mono amônio fosfato (MAP) aplicado nas soluções de adubação, ocorrendo diminuição de disponibilidade desses nutrientes, principalmente nas maiores concentrações de sais (WOLF *et al.*, 1985).

Houve diferenças significativas em função dos substratos para teores de Cu e Fe, não havendo, no entanto, um padrão para a absorção desses nutrientes. A absorção de Fe é altamente variável com a umidade do solo/substrato. Segundo Van Raij (1991), quando os solos são inundados, ocorre redução de Fe³⁺, refletindo em aumento acentuado da solubilidade de ferro. Os substratos por terem capacidade de retenção de água diferenciada, também apresentaram teores de Fe variáveis na parte aérea das mudas.

As mudas absorveram diferentes teores de B, Fe e Mn em função das condutividades elétricas dos tratamentos de adubação (Tabela 7 e Figura 5), onde os maiores teores foram encontrados nas mudas conduzidas na solução de 1,06 dS m⁻¹. As médias de teores de B ajustaram-se em regressão linear decrescente, e as médias de teores de Fe e Mn ajustaram-se em regressões quadráticas.

Houve interação dos fatores para teores de Cu, Fe e Mn (Tabela 8) onde as mudas produzidas na fibra de coco 100% F e nas misturas

Tabela 8. Níveis de significância e médias de teores de Cu, Fe e Mn (mg kg⁻¹) da parte aérea de mudas de ipê-amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas em diferentes substratos em cada solução de fertirrigação (coluna), e produzidas em cada substrato em função das soluções de fertirrigação (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores. Botucatu, SP.

Table 8. Levels of significance and means of Cu, Fe and Mn concentrations (mg kg⁻¹) of *T. chrysotricha* aerial part seedlings produced in different substrates in each fertirrigation solutions (column), and produced in each substrate in function of the fertirrigation solutions (line) obtained in the factors interaction. Botucatu, SP.

		Cu				Médias	Regressão	R ²
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹			
		NS	**	**	*			
		mg kg ⁻¹						
100% F	NS	10	14 b	15 b	28 a	17	-	
60% F+40% G	NS	14	15 b	16 b	19 ab	16	-	
40% F+60% G	NS	9	13 b	15 b	11 ab	12	-	
100% G	**	19	36 a	39 a	8 b	26	Y=-27,75+57,52x-12,08x ²	0,97*
Médias		13	20	21	17			
		Fe				Médias	Regressão	R ²
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹			
100% F	*	587	454 b	558 a	600 a	550	Y= 733,39-192,86x+38,81x ²	0,67*
60% F+40% G	*	557	334 b	393 b	587 a	468	Y= 950,97-476,16x+92,29x ²	0,98**
40% F+60% G	*	629	651a	304 b	549 ab	533	Y= 951,19-310,32x+48x ²	0,38**
100% G	**	570	618 a	540 a	430 b	540	Y=464,52+141,22x-35,38x ²	0,98*
Médias		586	514	449	542			
		Mn				Médias	Regressão	R ²
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹			
100% F	NS	251	166	165	182	191	-	
60% F+40% G	**	226	117	96	198	159	Y= 450,67-275,60x+53x ²	0,99**
40% F+60% G	**	230	222	92	175	180	Y= 253,17-29,37x	0,36*
100% G	NS	170	176	159	112	154	-	
Médias		219	170	128	167			

Y = teor de Cu, Fe ou Mn (mg kg⁻¹); x = CE da solução de fertirrigação (dS m⁻¹).

NS – não significativo (P>0,05); * significativo (P<0,05); ** significativo (P<0,01).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

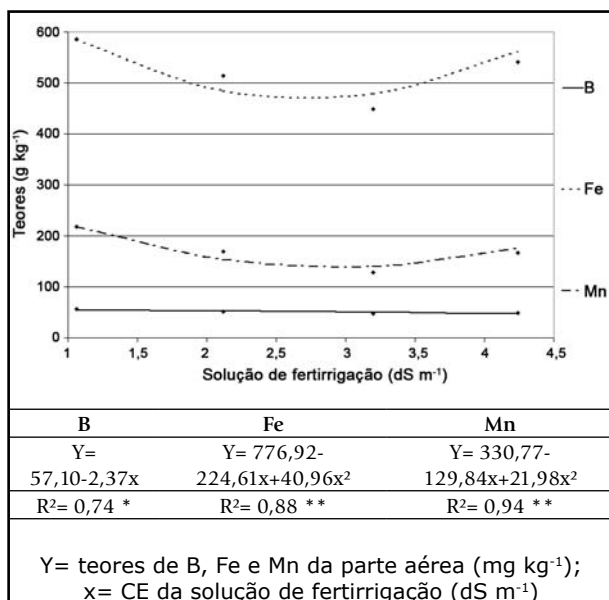


Figura 5. Teores de B, Fe e Mn da parte aérea de mudas de *T. chrysotricha* produzidas em diferentes condutividades elétricas da solução de fertirrigação.

Figure 5. B, Fe and Mn concentration of aerial part of *T. chrysotricha* seedlings produced in different electrical conductivities of fertirrigation solution.

(60% F+40% G) absorveram maiores teores de Cu, conforme se aumentou a concentração dos sais nas soluções de adubação. O contrário foi observado em mudas produzidas em fibra de coco 100% G, porém, os teores das mudas produzidas em CE intermediárias (2,12 e 3,20 dS m⁻¹) nas misturas das fibras de coco foram bem maiores em relação aos demais tratamentos.

Os teores de Fe foram absorvidos de formas diferentes em cada substrato testado e em todas as CE da solução de adubação.

As mudas absorveram de forma decrescente os teores de Mn até CE de 3,2 dS m⁻¹ na maioria dos substratos, exceto para 100% G, que apresentou decréscimo até a última CE estudada.

CONCLUSÃO

Nas condições deste experimento, sugere-se a produção de mudas de *Tabebuia chrysotricha* em fibra de coco 100% granulada, já que alcançaram maiores médias de altura e massa seca, mesmo tendo acumulado menos teores da maioria dos macro e micronutrientes.

Sugere-se também a produção de mudas de *Tabebuia chrysotricha* em solução de fertirrigação de 1,06 dS m⁻¹ e 2,12, já que alcançaram maiores médias de altura e massa seca, mesmo tendo acumulado menos teores da maioria dos macro e micronutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO FILHO, J.L.S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLANK, A.F.; RANGEL, M.S.A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. *Cerne*, Lavras, v.9, n.1, p.109-118, 2003.

COSTA, P.C. **Produção do tomateiro em diferentes substratos.** 2003. 119p. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; GOMES, K.C.O.; GUERRERO, C.R.A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.66, p.100-107, 2004.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, 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. (org). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2005. cap.11, p.309-350.

LANDIS, T.D. **The container tree nursery manual.** Washington: Public Affairs Office, 1989. 118p.

LEITE, H.G.; JACOVINE, L.A.G.; SILVA, C.A.B.; PAULA, R.A.; PIRES, I.E.; SILVA, M.L. Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. *Revista Árvore*, Viçosa, v.29, n.6, p.955-964, 2005.

LOPES, J.L.W. **Efeitos de diferentes substratos na qualidade e no ciclo de produção de mudas de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*.** 2002. 76p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Produção)–Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas.** 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

PAULINO, A.F.; MEDINA, C.C.; NEVES, C.S.V.J.; AZEVEDO, M.C.B.; HIGA, A.R.; SIMON, A. Distribuição do sistema radicular de árvores de acácia-negra oriundas de mudas produzidas em diferentes recipientes. *Revista Árvore*, Viçosa, v.27, n.5, p.605-610, 2003.

RUBIRA, J.L.P.; BUENO, L.O. **Cultivo de plantas forestales en contenedor**. Madrid: Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaria General Técnica Centro de Publicaciones, 1996. 189 p.

SILVA, M.R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação**. 1998. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

VAN RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres; Piracicaba: POTAFÓS, 1991. 343p.

WOLF, B.; FLEMING, J.; BATCHELOR, J. **Fluid fertilizer manual**. Washington: National Fertilizer Solution Association, 1985. v.1, 163p.

Recebido em 29/01/2007

Aceito para publicação em 29/04/2008