

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE IPÊ AMARELO (*Tabebuia chrysotricha* Standl.)
EM FUNÇÃO DE SUBSTRATOS E DE SOLUÇÕES DE FERTIRRIGAÇÃO**

ISABELE SARZI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP
Dezembro - 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE IPÊ AMARELO (*Tabebuia chrysotricha* Standl.)
EM FUNÇÃO DE SUBSTRATOS E DE SOLUÇÕES DE FERTIRRIGAÇÃO**

ISABELE SARZI

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP
Dezembro - 2006

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO**
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Sarzi, Isabele, 1978-

S251p Produção de mudas de ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha*
Standl.) em função de substratos e de soluções de fertir-
rigação / Isabele Sarzi . - Botucatu : [s.n.], 2006.
xiii, 103 f. : il., color., gráfs, tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Facul-
dade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006
Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
Inclui bibliografia

1. Tabebuia. 2. Análise de sobrevivência (Biometria). 3.
Viveiros florestais. 4. Condutividade elétrica. 5. Subs-
tratos. I. Villas Bôas, Roberto Lyra. II. Universidade Es-
tadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botu-
catu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

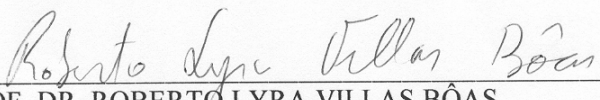
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "PRODUÇÃO DE MUDAS DE IPÊ AMARELO (Tabebuia chrysotricha
Standl.) EM FUNÇÃO DE SUBSTRATOS E DE SOLUÇÕES DE FER-
TIRRIGAÇÃO"

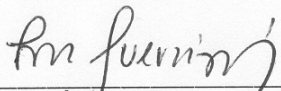
ALUNA: ISABELE SARZI

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

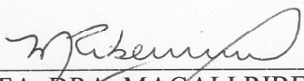
Aprovado pela Comissão Examinadora



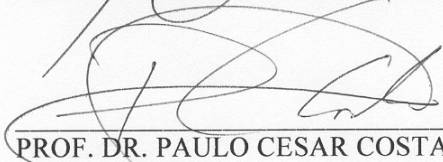
PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS



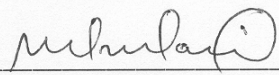
PROF. DR. IRAÊ AMARAL GUERRINI



PROFA. DRA. MAGALI RIBEIRO DA SILVA



PROF. DR. PAULO CESAR COSTA



DR. PEDRO ROBERTO FURLANI

Data da Realização: 04 de dezembro de 2006.

BIBLIOGRAFIA DO AUTOR

Isabele Sarzi, nascida em Osasco-SP aos 15 de julho de 1978, obteve o título de Engenheira Agrônoma em dezembro de 2000 pela Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu. Em fevereiro de 2003 obteve o título de mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP de Jaboticabal. Ingressou na carreira de Pesquisador Científico no Instituto Florestal da Secretaria de Estado do Meio Ambiente em dezembro de 2004, atuando no Viveiro Florestal da Capital localizado no Parque Estadual Albert Löefgren na cidade de São Paulo.

**“BEM-AVENTURADO o varão que não anda segundo o conselho dos ímpios,
nem se detém no caminho dos pecadores, nem se assenta na roda dos escarnecedores.**

Antes *tem* o seu prazer na lei do Senhor, e na sua lei medita de dia e de noite.

**Pois será como a árvore plantada junto a ribeiros de águas,
a qual dá o seu fruto na estação própria, e cujas folhas não caem,
e tudo quanto fizer prosperará.”**

Salmos 1, 1-3

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Ao meu amado Deus Todo Poderoso, a Jesus e ao Espírito Santo.

Aos meus amados pais, Luiz Carlos Sarzi e Salete Aparecida Bicudo Sarzi.

À minha querida irmã, Bianca Sarzi de Souza e cunhado Paulo Sérgio de Souza.

A todos os meus familiares.

À família Falchi e à família Oliveira, especialmente ao querido Marcelo Falchi.

À família da fé, especialmente ao Pr. Silas Alves dos Santos e à Pra. Rosmari Cury Alves dos Santos.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas, especialmente aos chefes e aos colegas do Departamento de Recursos Naturais setor de Ciência do Solo e setor de Ciências Florestais.

A todos os professores, especialmente ao Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Boas, à Prof^a. Dr^a. Magali Ribeiro da Silva e ao Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes.

A todos os amigos, especialmente Erval Rafael Damatto Junior, Francisca Alcivânia Mello da Silva e Cristiaini Kano.

Aos membros da banca examinadora.

Ao Instituto Florestal da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, especialmente à Diretoria da Divisão de Dasonomia, e aos funcionários, aos estagiários e aos colegas da Seção de Silvicultura.

Às demais Diretorias do Instituto Florestal da Secretaria de Estado de Meio Ambiente.

Ao Viveiro Florestal de Taubaté, especialmente José Luiz de Carvalho, Alcinéia e Clara.

À Amafibra do grupo Sococo – fibras e substratos agrícolas da Amazônia.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xiii
RESUMO	01
SUMMARY	03
1. INTRODUÇÃO	05
2. REVISÃO DE LITERATURA	07
2.1 Ipê amarelo cascudo (<i>T. chrysotricha</i>)	07
2.2 Produção e qualidade de mudas arbóreas	08
2.3 Substrato	12
2.4 Nutrição e adubação	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Local e época	22
3.2 Material propagativo	23
3.3 Recipientes e substratos	23
3.4 Adubação de base	24
3.5 Delineamento experimental e tratamento	25
3.6 Instalação, manejo e condução do ensaio	26
3.7 Plantio das mudas em campo	28
3.8 Avaliações	28
3.8.1 Características dos substratos	29
3.8.1.1 Características físicas dos substratos	29
3.8.1.2 Características químicas dos substratos	31
3.8.2 Características morfológicas das mudas	32
3.8.3 Características químicas das mudas	33
3.8.4 Características morfológicas das plantas após o plantio em campo	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35

4.1 Características físicas dos substratos	35
4.1.1 Densidade aparente.....	35
4.1.2 Curva de retenção de água.....	36
4.2 Características químicas dos substratos	38
4.2.1 Condutividade elétrica	38
4.2.2 pH	43
4.3 Características morfológicas das mudas	48
4.3.1 Altura da parte aérea	48
4.3.2 Diâmetro do coleto	54
4.3.3 Número de pares de folhas verdadeiras	59
4.3.4 Matéria seca total	65
4.4 Características químicas das mudas	71
4.4.1 Teores de macro e micronutrientes da parte aérea	71
4.4.2 Quantidade de macro e micronutrientes na parte aérea.....	79
4.5 Características morfológicas das plantas após o plantio em campo	86
4.5.1 Altura da parte aérea	86
4.5.2 Diâmetro do coleto	90
4.5.3 Número de pares de folhas	91
5. CONCLUSÕES.....	93
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
APÊNDICE.....	101

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Tratamentos usados na formação de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) (Botucatu - SP, 2006)	26
Tabela 2: Quadrados médios, níveis de significância e médias obtidos nas análises de variância para condutividade elétrica (mS cm^{-1}) das soluções aquosas (1:1,5) dos substratos utilizados na produção de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>). Botucatu - SP, 2006	39
Tabela 3: Níveis de significância e médias da CE das soluções aquosas (1:1,5) dos substratos utilizados na produção de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) em cada CE separadamente (nas colunas), e de cada substrato variando as CE das soluções (nas linhas), obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores aos 63 e 105 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006	41
Tabela 4: Quadrados médios, níveis de significância e médias obtidos nas análises de variância para pH das soluções aquosas (1:1,5) dos substratos utilizados na produção das mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) segundo cada tratamento. Botucatu - SP, 2006 ...	44
Tabela 5: Nível de significância e médias do pH das soluções aquosas (1:1,5) dos substratos utilizados na produção de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) em cada CE da solução de fertirrigação (coluna), e pH das soluções de cada substrato em função das soluções de fertirrigação aplicadas (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores aos 49 e 141 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006	46
Tabela 6: Quadrados médios, níveis de significância e médias obtidos nas análises de variância para altura da parte aérea (cm) de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006	49
Tabela 7: Níveis de significância e médias de alturas da parte aérea (cm) de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas em diferentes substratos em cada solução de fertirrigação (coluna), e alturas de mudas produzidas em cada substrato em função das soluções de fertirrigação (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores aos 49, 78 e 105 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006	52
Tabela 8: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para diâmetro do coleto (cm) de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006	55

Tabela 9: Relação altura de parte aérea (cm) : diâmetro de coleto (mm) aos 105 e 153 DAS de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006	58
Tabela 10: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para número de pares de folhas verdadeiras de mudas de ipê amarelo produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006	60
Tabela 11: Níveis de significância e médias de número de pares de folhas verdadeiras de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas em diferentes substratos em cada solução de fertirrigação (coluna), e médias em cada substrato em função das soluções de fertirrigação aplicadas (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores aos 78, 105 e 141 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006	62
Tabela 12: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para matéria seca total das mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006	66
Tabela 13: Níveis de significância e médias de matéria seca total (g) de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) 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 aos 63 e 105 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006	67
Tabela 14: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para teores de macronutrientes (g kg^{-1}) da parte aérea das mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006	72
Tabela 15: Níveis de significância e médias de teor de K (g kg^{-1}) da parte aérea de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) 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, 2006	75
Tabela 16: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para teores de micronutrientes (mg kg^{-1}) da parte aérea das mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006	77
Tabela 17: Níveis de significância e médias de teores de Cu, Fe e Mn (mg kg^{-1}) da parte aérea de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) 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, 2006	78

Tabela 18: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para quantidade de macronutrientes (mg) na parte aérea das mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006	80
Tabela 19: Níveis de significância e médias de quantidades de N, P e K (mg) na parte aérea das mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) 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, 2006	82
Tabela 20: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância das quantidades de micronutrientes (mg) na parte aérea das mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006	84
Tabela 21: Níveis de significância e médias de quantidades de B, Fe e Mn (mg) na parte aérea das mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) 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, 2006	85
Tabela 22: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para altura da parte aérea (cm) de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação e plantadas em campo no município de Taubaté. Botucatu - SP, 2006	87
Tabela 23: Níveis de significância e médias de altura de parte aérea altura (cm) de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>), plantadas em campo no município de Taubaté, 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 aos 27 DAP. Botucatu - SP, 2006	89
Tabela 24: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para diâmetro do coleto de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação e plantadas em campo no município de Taubaté. Botucatu - SP, 2006	91
Tabela 25: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para número de pares de folhas de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação e plantadas em campo no município de Taubaté. Botucatu - SP, 2006	93

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Esquema da bandeja plana com as mudas distribuídas por parcelas e mudas usadas para avaliações.....	24
Figura 2: Esquema da bandeja plana com as mudas distribuídas, com uma célula vazia entre mudas, usadas para avaliações	27
Figura 3: Detalhe do funil de placa porosa com rolhas transpassadas por tubos de vidro nas saídas.....	31
Figura 4: Detalhe do procedimento de pesagem do conjunto de funil. de placa porosa com substrato.....	31
Figura 5: Representação gráfica da distribuição dos componentes sólidos, conteúdo de ar, de água facilmente disponível e de água de reserva dos substratos testados. Botucatu-SP, 2006	37
Figura 6: Condutividade elétrica em solução aquosa (1:1,5) dos substratos amostrados em diferentes épocas do desenvolvimento de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>). Botucatu - SP, 2006.....	42
Figura 7: Condutividade elétrica em solução aquosa (1:1,5) dos substratos submetidos a soluções com diferentes CE amostrados em diferentes épocas do desenvolvimento de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) . Botucatu - SP, 2006.....	42
Figura 8: pH em solução aquosa (1:1,5) dos substratos amostrados em diferentes épocas do desenvolvimento de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>). Botucatu - SP, 2006.....	47
Figura 9: pH em solução aquosa (1:1,5) dos substratos submetidos a soluções com diferentes CE amostrados em diferentes épocas do desenvolvimento de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) . Botucatu - SP, 2006.....	48
Figura 10: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e a altura da parte aérea de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nos quatro substratos. Botucatu - SP, 2006	53
Figura 11: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e a altura da parte aérea de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nas quatro soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006	53
Figura 12: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e o diâmetro do coleto de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nos quatro substratos. Botucatu - SP, 2006	57

Figura 13: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e o diâmetro do coleto (cm) de mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nas quatro soluções de adubação. Botucatu - SP, 2006	57
Figura 14: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e o número de pares de folhas verdadeiras em mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nos quatro substratos. Botucatu - SP, 2006	64
Figura 15: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e o número de folhas verdadeiras em mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nas quatro soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006	64
Figura 16: Distribuição das matérias secas em mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nos diferentes substratos. Botucatu - SP, 2006	69
Figura 17: Distribuição das matérias secas em mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nas diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006	69
Figura 18: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e a matéria seca em mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nos diferentes substratos. Botucatu - SP, 2006	70
Figura 19: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e a matéria seca em mudas de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas nas diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006	71

LISTA DE ANEXOS

	Página
Figura 20: Temperaturas médias por semana no município de Botucatu-SP e Parque Estadual Albert Löefgren no município de São Paulo-SP. Botucatu-SP, 2006.....	101
Figura 21: Precipitação total por semana no município de Botucatu-SP e Parque Estadual Albert Löefgren no município de São Paulo-SP. Botucatu-SP, 2006	101
Figura 22: Temperaturas médias por semana no município de Taubaté-SP. Botucatu-SP, 2006	102
Figura 23: Precipitação total por semana no município de Taubaté-SP. Botucatu-SP, 2006	102
Figura 24: Mudanças de ipê amarelo (<i>T. chrysotricha</i>) produzidas em cada tratamento aos 107 dias após a semeadura. Botucatu-SP, 2006	103

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 e 40% granulada (60% F+40% G), 40% fibrosa e 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 de cobertura 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 de cobertura por subirrigação uma vez por semana, respeitando-se os tratamentos de adubação. Quando as mudas atingiram aproximadamente 20 centímetros de altura foram realocadas sob tela de 9% de sombreamento, onde permaneceram até o plantio em Taubaté-SP. As análises químicas do substrato (CE e pH) pelo método de extração aquosa 1:1,5 (1 substrato : 1,5 água deionizada), as análises morfológicas (altura de parte aérea, diâmetro de coleto e número de pares de folhas verdadeiras), bem como a matéria seca total foram realizadas quinzenalmente. As análises químicas da parte aérea foram obtidas quando as mudas estavam prontas para expedição. Em praticamente todas as avaliações morfológicas, os substratos contendo fibra de coco granulada, assim como as menores CE das soluções de adubação, formaram mudas mais vigorosas, indicando crescimento mais rápido. 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. A parte aérea acumulou maiores quantidades de N, P, K, S, Mn e Zn quando aplicadas as maiores soluções de adubação. Em termos de análises morfológicas das plantas em campo, mudas produzidas em 100% G alcançaram maiores alturas, diâmetros de coleto e número de folhas. Apesar das diferentes soluções de fertirrigação aplicadas, as alturas de parte aérea se igualaram a partir dos 167 dias após o plantio no campo. 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: condutividade elétrica; viveiro florestal; sobrevivência em campo.

PRODUCTION OF *Tabebuia chrysotricha* (STANDL.) SEEDLINGS IN FUNCTION OF THE SUBSTRATE AND THE SOLUTIONS OF FERTIRRIGATION. Botucatu, 2006. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ISABELE SARZI

Adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

SUMMARY

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 and 40% granulated (60% F+40% G), 40% fibrous and 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 covering fertilization was received through sub irrigation once a week, respecting the treatments of fertilizations. When the seedlings reached 20cm of height approximately they were replaced under black screen (9% of shading), where they remained until the planting in Taubaté-SP. The chemical analyses of the substrate (EC and pH), through aqueous extraction method 1:1.5 (1 substrate: 1.5 deionized water), the morphologic analyses (aerial part height, stem diameter and pairs true leaves number), as well as the total dry matter, were accomplished each 15 days. The chemical analyses of aerial part were obtained when the seedlings were ready for expedition. In almost every morphologic evaluation, the substrate with granulated coconut fiber, as well as the smallest EC of fertilization solutions, formed seedlings with higher averages, indicating faster growth. 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 aerial part accumulated higher N, P, K, S, Mn and Zn concentrations when were applied the highest fertilization solutions. In relation to morphologic analyses of plants in the field, seedlings produced in 100% G reached higher heights, stem diameters and number of leaves. In function of applied solutions, heights of aerial part were compared starting from 167 days after planting. The production of *T. chrysotricha* seedlings is recommended in granulated coconut fiber substrate and fertilizer solutions with EC of 1,06 dS m⁻¹.

Key-words: electric conductivite, forest nursery; survival of the seedlings.

1. INTRODUÇÃO

As áreas de nascentes de água e as matas ciliares têm sofrido um processo contínuo de devastação, com grandes conseqüências ecológicas e ambientais. Por esta razão, a sociedade tem-se mobilizado no sentido de preservar as áreas remanescentes e replantar com espécies nativas os locais degradados pela mineração, construção civil, construção de reservatórios de usinas hidrelétricas ou mesmo pela utilização do solo para fins agrícolas. No Brasil, de modo geral, a recomposição dessas áreas tem sido efetuada através de novos plantios, o que exige o conhecimento do comportamento nutricional das espécies usadas com esta finalidade (FERNANDES et al., 2000).

O sucesso desses novos plantios, bem como a implantação de árvores nativas na recomposição da paisagem, depende diretamente da formação de mudas de boa qualidade que atendam às necessidades particulares de cada situação. O conceito de muda de boa qualidade se torna muito subjetivo quando se avaliam apenas seus aspectos morfológicos

e seu crescimento. Faz-se necessário acompanhar a adaptação e o desenvolvimento inicial da muda quando plantada em campo.

Por muito tempo acreditou-se que mudas extremamente adubadas eram as de melhor qualidade, aspecto nem sempre comprovado quando do plantio definitivo. A adubação e sua suspensão interferem diretamente na porcentagem de adaptação e no desenvolvimento das mudas em campo. Estes fatores da adubação e de rustificação em espécies nativas não estão definidos por falta de estudos.

O manejo da irrigação e, em conseqüência, da fertirrigação, em função da composição do substrato interfere diretamente na formação de mudas, assim como em sua manutenção e desenvolvimento em campo. Pode ser um erro fatal manter a mesma adubação em substratos de composição física diferente e ainda em condições climáticas diferentes. No entanto, de forma geral, os produtores de mudas não levam esses fatores em conta para adequar a adubação. O conhecimento das características físicas do substrato é importantíssimo para o manejo e condução da produção. O monitoramento semanal da condutividade elétrica (CE) e do potencial hidrogeniônico (pH) da solução aquosa do substrato é indicado para manter as plantas em uma faixa adequada de nutrientes, deixando de lado o indicativo puramente empírico.

Desta forma, a proposta deste estudo refere-se à formação de mudas de ipê amarelo cascudo (*Tabebuia chrysotricha* Standl.) variando a composição do substrato e as soluções de adubação de cobertura, verificando a influência desses fatores nos aspectos morfológicos, nutricionais e em relação à adaptação e ao desenvolvimento inicial das mudas em campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Ipê amarelo cascudo (T. chrysotricha)*

O ipê amarelo cascudo (*Tabebuia chrysotricha* Standl.) é uma Bignoniaceae de pequeno porte, crescimento rápido e ciclo de vida curto, heliófita, seletiva higrófila. Ocorre associada a diferentes formações florestais desde o Nordeste ao Sul do Brasil, mas raramente se encontram indivíduos desta espécie no interior da floresta primária. Eventualmente podem ser encontrados em clareiras e borda de mata, geralmente colonizam áreas abertas, especialmente, margens de rios e terrenos aluviais, suportando inundações e encharcamentos do solo e resistindo a geadas. Seus frutos são muito apreciados como condimento na Europa. Tem potencial como árvore ornamental, mas sua grande importância está na plasticidade ecológica, crescimento rápido e produção de frutos para a avifauna, tornando-a prioritária para recuperação de áreas degradadas, especialmente, matas ciliares (DURIGAN et al., 1997).

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 outros. A árvore é extremamente ornamental, principalmente, 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).

2.2 Produção e qualidade de mudas arbóreas

Nesta última década, o estudo das espécies nativas florestais do país acentuou-se. A opção por plantas que se adaptam por longos períodos a condições edafoclimáticas regionais merecem atenção.

O Brasil reúne uma diversidade de ecossistemas, sendo que a Mata Atlântica se estende desde a região sul ao nordeste do país, podendo ser classificada mais propriamente, como um bioma. Este bioma é constituído por Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restinga, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do nordeste (VENTURA e RAMBELLI, 1996). A Mata Atlântica possuía uma grande variedade de espécies vegetais e animais, hoje restritos a algumas áreas de conservação, que freqüentemente são invadidas para extração de madeira e caça ilegal (MORAES NETO e GONÇALVES, 2001).

A produção de mudas florestais, em qualidade e quantidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais. Várias pesquisas científicas e avanços técnicos têm sido realizados com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas, assegurando boa adaptação e crescimento após o plantio (GONÇALVES et al., 2005).

Há um consenso quanto ser a qualidade das mudas a responsável por grande parte do sucesso do projeto de arborização. Então, elas precisam ser produzidas com

qualidade, custo compatível e em quantidade adequada. Mudanças ideais para a arborização urbana deverão ter sistema radicular bem desenvolvido, rusticidade, bom aspecto fitossanitário e nutricional, tronco retilíneo, copa bem formada, diâmetro mínimo à altura do peito (1,30 m) superior ou igual a 3 cm, caule perpendicular em relação ao nível do solo, volume de torrão adequado e isento de plantas daninhas, e embalagens adequadas como sacos plásticos, latas, balaio, caixotes de madeira entre outros (GONÇALVES et al., 2004).

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.

A produção de mudas deve ser realizada com substratos apropriados capazes de permitir uma boa fertilização e um manejo hídrico adequado e com porosidade suficiente para permitir a expansão do sistema radicular. Os fatores ambientais devem ser manejados, lançando mão de irrigação, fertirrigação, luz, sombra, entre outros, para que se obtenha uma boa germinação das sementes, um crescimento equilibrado das plantas, para que possam ser levadas ao campo rusticificadas, com níveis de reserva nutricional e capacidade fotossintética adequados (LOPES, 2002).

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, assim como uma conífera não pode ter o mesmo critério de qualidade que uma folhosa, pois entre outros fatores, a capacidade de controle de transpiração e as potencialidades de regeneração radicular são muito diferentes entre elas. A época de plantio também influencia, uma vez que as condições ambientais, principalmente a pluviosidade, interferem muito na sobrevivência das plantas, logo, as mudas plantadas no outono encontrarão condições diferentes das plantadas na primavera e, portanto, terão padrão de qualidade diferente (RUBIRA e BUENO, 1996).

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

Até o momento, a atenção tem sido voltada para parâmetros morfológicos das mudas, como altura, diâmetro de coleto, maturação da parte aérea e

desenvolvimento do sistema radicular. Estas características são de fácil avaliação e podem ser boas prescrições de qualificação. Determinações dos parâmetros fisiológicos das mudas ainda não fazem, explicitamente, parte das classificações (CARNEIRO, 1995). Os parâmetros são fortemente influenciados pelas técnicas de produção como a densidade (quantidade de mudas/m²), podas, fungos, fertilidade do substrato e volume de substrato disponível para cada planta (LOPES, 2002).

Segundo o mesmo autor, um dos testes de qualidade mais amplamente utilizado na Espanha é denominado Potencial de Regeneração Radicular (PRR). Este conceito foi desenvolvido por Stone e seus colaboradores, em Berkeley, na década de 50 e, posteriormente, foi modificado por Ritchie. Define-se como a capacidade da planta em iniciar o crescimento radicular e na velocidade com que isto ocorre uma vez plantada no campo. A determinação deste fator é ampla e exige bastante tempo, motivo pelo qual se buscam alternativas para avaliá-lo indiretamente. O potencial hídrico e o conteúdo de açúcares são dois destes métodos indiretos, pois ambos se encontram correlacionados positivamente com o PRR (LOPES, 2002).

Na mesma linha de raciocínio, Carneiro (1995) afirma que as características de uma muda de boa qualidade estão intrinsecamente relacionadas com seu potencial de sobrevivência e crescimento no campo, após o plantio, o que determinará a necessidade de replantio e a demanda de tratamentos culturais de manutenção do povoamento recém-implantado.

No Brasil, as características nas quais as empresas florestais se fundamentam, principalmente para *Pinus* e *Eucalyptus*, para classificação da qualidade das mudas, são baseadas na avaliação das plantas pertencentes à unidade amostral, na qual são considerados os parâmetros: altura média (15 a 30 cm), diâmetro do coleto (2 mm), sistema radicular (desenvolvimento, formação e agregação), rigidez da haste (amadurecimento das plantas), número de pares de folhas (mínimo de 3), aspecto nutricional (ausência de sintomas de deficiência) e resistência a pragas e doenças (sanidade) (GOMES et al., 1996).

Gonçalves et al. (2005) afirmam que a muda de boa qualidade aparenta vigor e bom estado nutricional, com folhas de tamanho e coloração típicas das espécies. Admitem uma variação do diâmetro do colo entre 5 e 10mm.

O caule, para a grande maioria das espécies, deve ser único, não ramificado, aparentando dominância apical. Em sua maior ou total extensão, deve estar preenchido com folhas, evidenciando ampla área foliar. Esta característica é muito importante, porque as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados (açúcares, aminoácidos, hormônios, entre outros) e nutrientes para adaptação das mudas pós-plantio. Para assegurar o suprimento de água e nutrientes, as mudas recém-plantadas, mais intensivamente nos primeiros 15 a 30 dias, alocam grande quantidade de fotoassimilados e nutrientes existentes em sua copa para a síntese de raízes, podendo perder parte do viço e mostrar sintomas de deficiência de nutrientes. Com o suprimento de água e nutrientes assegurados, a atividade fotossintética é intensificada, havendo expansão da área foliar e crescimento da muda. Após a plena adaptação das plantas no campo, segue-se uma fase de intenso crescimento e acúmulo de nutrientes, com elevadas taxas de absorção, que se relacionam diretamente com a idade (GONÇALVES et al., 2005).

A estrutura radicular deve ser típica da espécie, sem enovelamento, e com grande quantidade de raízes finas. É importante que haja raízes finas e novas, que assegurarão pronto crescimento radicular no campo, agilizando a adaptação da muda ao ambiente (GONÇALVES et al., 2005).

De acordo com Rubira e Bueno (1996), tudo o que melhore a absorção de água pela planta no campo deve ser considerado como característica de qualidade. Neste aspecto, Silva (2003) coloca a rustificação como sendo uma ferramenta bastante importante para o sucesso no estabelecimento da planta no campo. Segundo Gonçalves et al. (2005), a rustificação pode ser definida como a última fase dentro do processo de produção da muda, a qual existe com o objetivo de pré-adaptar a muda às possíveis condições de estresse hídrico e nutricional pós-plantio. Nessa fase, a muda deve passar por condições reduzidas de oferta de água e nutrientes, principalmente, o nitrogênio. Após a fase de rustificação, o caule e as folhas ficam endurecidos. Para a maioria das espécies, o colo da muda fica com a casca mais espessa e escura que a metade superior do caule. A perda de folhas deve ser mínima.

Esses efeitos da rustificação e qualificação das mudas se baseiam, na maioria dos casos, em características morfológicas, por serem de fácil avaliação. Contudo, torna-se necessário determinar as alterações fisiológicas que acontecem e que podem ser mais eficientes na determinação da qualidade de mudas florestais (SILVA, 2003).

2.3 Substrato

Na produção de mudas é necessário basicamente o substrato, o recipiente para acondicioná-lo e os nutrientes. Nos viveiros de alta rotatividade, em geral, utilizam-se tubetes de polipropileno de, aproximadamente, 120cm³ de capacidade e substratos constituídos, principalmente, por resíduos orgânicos (MORAES NETO et al., 2003). O uso de resíduos orgânicos florestais, como componente de substratos para a produção de mudas, é prática comum em empresas de papel e celulose sendo que, de modo geral, a casca de *Pinus* e de outras espécies florestais é o resíduo mais utilizado (MAIA, 1999).

O tipo de substrato e o tamanho do recipiente são os primeiros aspectos que devem ser pesquisados para se garantir a produção de mudas de boa qualidade. O tamanho do recipiente deve ser tal que permita o desenvolvimento da raiz sem restrições durante o período de permanência no viveiro. 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 problemas nas plantas adultas muitos anos depois. Paulino et al. (2003) estudando a distribuição do sistema radicular de árvores de acácia-negra (*Acácia mearnsii*) com 3 anos de idade, provenientes de mudas formadas em diferentes recipientes, observaram que o laminado de madeira apresentou-se superior ao tubete quanto ao comprimento de raízes nas linhas de plantio e que raízes cresceram melhor onde as condições de densidade e porosidade do solo encontravam-se mais adequadas.

É definido como substrato um meio físico, natural ou sintético, onde se desenvolvem as raízes das plantas que crescem em um recipiente com um volume limitado (BALLESTER-OLMOS, 1992; SINGH e SAINJU, 1998; KÄMPF, 2000).

O substrato serve para fixar a planta, suprir suas necessidade de ar, água e nutrientes e controlar a microflora (LEMAIRE, 1995). A escolha do meio deve ser feita de acordo com sua disponibilidade, custo e qualidade para o cultivo, não devendo estar nele contida qualquer substância tóxica às plantas (DOUGLAS, 1987; CASTELLANE e ARAUJO, 1995).

Dentre as características que se espera de um substrato, pode-se citar diversas propriedades físicas e químicas que devem ser conhecidas e constantes ao longo de sua utilização. Entre as propriedades físicas mais importantes encontra-se: baixa densidade, boa capacidade de retenção de água, boa capacidade de aeração e boa drenagem. Entre as propriedades químicas pode-se citar: elevada capacidade de troca de cátions, pH entre 5,5 e 6,0, não salino. O substrato não deve se alterar quando armazenado e quando submetido à esterilização, deve ser livre de pragas e doenças, bem como propágulos de plantas daninhas, não conter substâncias tóxicas, inodoro, deve ser uniforme em toda a extensão, de fácil manuseio, ser facilmente encontrado, adequado ao cultivo de várias espécies, disponível em grandes quantidades e a baixo custo (SALVADOR, 2000).

Segundo Kämpf (2000) para preparar um substrato é preciso conhecer a qualidade dos componentes que serão empregados, a partir do exame de suas propriedades físicas e químicas.

Um substrato é formado por três fases, a fase sólida que garante a manutenção mecânica do sistema radicular e sua estabilidade, a fase líquida que garante o suprimento de água e nutrientes e a fase gasosa que garante o transporte de oxigênio e gás carbônico entre as raízes e a atmosfera (LEMAIRE, 1995).

As características físicas dos substratos incluem densidade, porosidade, espaço ocupado por ar e água disponíveis às plantas. Dentre estas, as relações entre os volumes de água e ar presentes no substrato são, especialmente, importantes (KÄMPF, 2000; SALVADOR, 2000).

Verdonck et al. (1983b) afirmam que as características físicas são as mais importantes em um substrato, porque as relações entre água e ar não podem ser mudadas durante o cultivo. Rac (1985) relata que a utilização de mistura de materiais proporciona uma maior aeração e um menor déficit hídrico aos substratos. Para assegurar uma mistura adequada, recomenda-se a análise física do substrato para cada cultura, porque não se podem generalizar recomendações físicas para todas as espécies de plantas, pois cada espécie tem suas próprias necessidades (SALVADOR, 2000).

Segundo Resh (1992), a capacidade de retenção de água por um substrato se determina a partir do tamanho de suas partículas, de sua forma e de sua porosidade. A água é retida na superfície das partículas e, também, nos espaços formados pelos poros; quanto menores as partículas, mais juntas estarão situadas umas das outras e, portanto, maior é o espaço dos poros e sua superfície, sendo assim, maior a capacidade de reter água. As partículas de forma irregular têm maior superfície que aquelas que são lisas e redondas e, portanto, possuem um maior poder de reter água. O material poroso pode armazenar água nas mesmas partículas, sendo assim, é muito alto o seu poder de retenção. É importante ressaltar que, assim como é necessário ter boa retenção de água e boa drenagem, devem-se evitar os materiais excessivamente finos, para evitar falta de movimento de oxigênio no meio.

A análise física dos substratos é necessária antes de seu uso, porque depois do plantio, a relação sólido/ar/água não pode ser modificada. Características inadequadas resultam em plantas de baixa qualidade (CADAHIA, 1998; SALVADOR, 2000).

Segundo Cadahia (1998), a caracterização física estuda a distribuição volumétrica do material sólido da água e do ar, assim como sua variação em função do potencial matricial. Os métodos de determinação das razões ar-água dos substratos diferem dos métodos utilizados em solos com o mesmo fim. As curvas de tensão de água dos solos agrícolas se medem, usualmente, em um amplo intervalo de sucção (0-1,5 MPa). Ao contrário, as plantas cultivadas em recipientes, não podem ser submetidas a tensões hídricas elevadas, devido ao volume limitado do meio em que crescem e se desenvolvem. É por isso que, na determinação das curvas de tensão de liberação de água dos substratos, se aplica um intervalo e sucção muito mais estreita (0-100cm de tensão de coluna de água). A metodologia mais amplamente difundida para isso é abordada na publicação de De Boodt e Verdonck em 1972.

A caracterização física dos substratos informa sobre a distribuição de sólidos, de água e de ar, que podem ser usadas para estabelecer o manejo da irrigação (TERÉS et al., 1995).

A partir da curva de tensão de água se obtém dados como (DE BOODT e VERDONCK, 1972; VERDONCK et al., 1983a):

- Espaço poroso total: corresponde a umidade volumétrica das amostras quando submetidas a uma tensão de 0 cm.
- Conteúdo de ar: é a diferença em porcentagem em volume entre espaço poroso total e o conteúdo da mistura a 10 cm de tensão.
- Água facilmente disponível: é a porcentagem em volume de água do substrato quando a tensão vai de 10 a 50 cm.
- Água de reserva: é a porcentagem em volume de água do substrato quando a tensão vai de 50 a 100cm.

É difícil reproduzir um substrato com as mesmas propriedades físicas, químicas e biológicas em diferentes países, onde as matérias-primas são diferentes. Tal aspecto dificulta a extrapolação de resultados de outros pesquisadores (DEULOFEU e AGUILA VILA, 1983). No Brasil há vários materiais com potencial de uso como substratos, entretanto a falta de testes e de informações limita sua exploração (BACKES e KÄMPF, 1991).

As propriedades químicas caracterizam reações de dissolução e hidrólise dos constituintes minerais (química), reações de intercâmbio de íons (físico-química) e reações de biodegradação da matéria orgânica (bioquímica). Os materiais orgânicos são os componentes que contribuem, em sua maioria, para a química dos substratos, devido à formação e presença de substâncias húmicas, o produto final mais importante da decomposição da matéria orgânica (CADAHIA, 1998).

Entre as propriedades químicas, as mais importantes são a capacidade de troca catiônica, a disponibilidade de nutrientes, salinidade, potencial hidrogeniônico e relação carbono : nitrogênio (CADAHIA, 1998).

Segundo o mesmo autor, a capacidade de troca catiônica (CTC) se define como os cátions que podem ser adsorvidos por unidade de peso ou volume do substrato. A escolha do substrato com valor ótimo da capacidade de troca catiônica dos substratos está estreitamente dependente da frequência de fertirrigação. Se a fertirrigação é aplicada permanentemente, a capacidade de adsorção de cátions não constitui nenhuma vantagem, sendo recomendável à utilização de materiais inertes, com CTC muito baixa ou nula. Se, ao

contrário, a fertirrigação for aplicada de modo intermitente, será conveniente a utilização de substrato com CTC moderada ou elevada, em todo caso superior a 20 meq/100g.

Os materiais orgânicos possuem alta capacidade de troca catiônica e alto poder tampão frente às trocas rápidas na disponibilidade dos nutrientes e no pH. Uma CTC alta supõe uma maior reserva de nutrientes em relação aos materiais com baixa CTC. A maioria dos substratos minerais retém quantidades reduzidas de nutrientes requerendo aplicação freqüente e regular dos fertilizantes (CADAHIA, 1998).

Teoricamente, qualidades como uma distribuição harmoniosa entre as fases sólida, líquida e gasosa, pH adaptado à cultura, com um poder tampão razoável e constante deveriam ser inalteráveis durante o tempo (ANSTETT e PASQUIER, 1982).

Segundo Konduru et al. (1999) muitos estudos foram desenvolvidos para apontar novos componentes para substratos, sendo usado, principalmente, resíduos municipais ou da agricultura. A fibra de coco foi proposta como alternativa de componente para substrato. O material cru para produção da fibra de coco é o tecido do mesocarpo ou casca, do fruto do coco. A casca deve ser encharcada em água para amolecer e facilitar a moagem. Após a moagem, as fibras longas são removidas e usadas para vários propósitos industriais, como corda e fabricação de esteiras. O material restante, composto por fibras curtas e médias, é comumente referido como resíduo que se remove parte ou toda a fibra, sendo o material remanescente referido como fibra de coco. Após a separação, a fibra sofre um processo de secagem de umidade específico para serem comprimidas em fardos. Tanto o nível de umidade, quanto a pressão de compressão variam entre os produtores.

Pó de coco é o nome dado ao resíduo oriundo do material fibroso que constitui o mesocarpo do fruto do coqueiro (*Cocus nucifera* L.), de onde são retiradas fibras longas utilizadas na fabricação de cordas, tapetes e muitos outros produtos. Desse processamento resultam uma mistura de fibras curtas e uma considerável quantidade de pó. O pó de coco possui grande porcentagem de lignina (35-45%) e de celulose (23-43%) e uma pequena quantidade de hemicelulose (3-12%), que é a fração vulnerável ao ataque de microrganismos. Essas características conferem ao substrato de fibra de coco grande durabilidade, sendo, recomendável para cultivos de ciclo longo como ornamentais, assim

como o cultivo de hortícolas sem o solo, pois não sofre o processo de degradação acelerado causado pela intensa aplicação de água e fertilizantes (NOGUERA et al., 2000 apud LACERDA et al., 2006, p. 165).

Lacerda et al. (2006) estudaram características físicas e químicas de substratos com diferentes concentrações de pó de coco, resíduo de sisal e argissolo vermelho-amarelo distrófico para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalineaefolia* Benth) em recipientes de 2 dm³ de capacidade. Através dos resultados recomendaram o uso do pó de coco como componente para substratos, pois suas propriedades físicas e químicas aliadas a sua estrutura e durabilidade apresentaram condições para a produção de mudas de sabiá. Não recomendaram o uso de resíduo de sisal como componente para substratos na produção de mudas de sabiá, pois esse resíduo revelou valores de condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH) inadequados ao cultivo.

2.4 Nutrição e adubação

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). Diferentes grupos sucessionais de espécies de árvores apresentam variações no padrão comportamental relacionadas à capacidade de aquisição, concentração e eficiência de utilização de nutrientes. As espécies pioneiras tendem à maior eficiência em absorver e utilizar os nutrientes, quando comparadas com as espécies secundárias e clímax, além do comportamento distinto entre espécie dentro do mesmo grupo sucessional (RESENDE et al., 2000).

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.

A falta de informações a respeito dos requerimentos nutricionais das espécies florestais nativas conduz à necessidade de realização de ensaios para obtenção de informações mais precisas para que se possa produzir mudas de melhor qualidade (CRUZ et al., 2004).

A acidez do solo é reconhecida como um dos principais fatores que conduzem à baixa produtividade dos cultivos no país. Isso se deve, principalmente, aos elevados teores de alumínio e, em alguns casos, de manganês, bem como devido aos baixos teores de cálcio e magnésio. A calagem, além do fornecimento de cálcio e magnésio como nutrientes, tem como efeito principal a neutralização do alumínio e manganês. A disponibilidade de fósforo é aumentada, havendo estímulo para aumento da extensão do sistema radicular favorecendo o aproveitamento da água e dos nutrientes existentes no solo (RAIJ, 1991). É importante ressaltar que a resposta à prática da calagem pode ou não ocorrer, dependendo das características de cada uma das espécies que se pretenda produzir, principalmente no que se refere à tolerância à acidez (VALE et al., 1996).

Resende et al. (2000) estudaram o efeito da adubação fosfatada sobre a nutrição mineral de espécie florestais arbóreas num ensaio em vasos sob casa de vegetação. Foi utilizado latossolo vermelho-escuro submetido à aplicação de cinco doses de P, correspondentes a 0, 100, 250, 500 e 800 mg dm⁻³ de solo, em que foram cultivadas mudas de espécies pioneiras e clímax. Aos 90 dias, as plantas foram colhidas e os teores foliares de macronutrientes determinados. A nutrição foi afetada pela disponibilidade de P e variou entre os grupos ecológicos. Em relação à nutrição mineral, o grupo das espécies clímax foi menos sensível à fertilização fosfatada, em comparação ao grupo das espécies pioneiras. Menores doses de P limitaram a absorção e a utilização de nutrientes pelas espécies pioneiras. Dentre as espécies estudadas, encontra-se o ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) classificada como clímax tolerante à sombra.

Paiva et al. (2001) estudaram o efeito da aplicação de cádmio sobre o teor de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), utilizando solução nutritiva de Clark e doses crescentes de cádmio. Da análise, elaborada após 60 dias observaram que os teores de macronutrientes em todas as partes da planta (raiz, caule e folha) aumentaram com o

aumento das doses de Cd, principalmente os teores de P, S e Ca, não havendo muita diferença entre os teores de K e Mg. Houve aumento dos teores de Cu e Zn na raiz, com o aumento das doses, e diminuíram-se os teores de Fe e Mn. Nas folhas notou-se houve aumento de Fe e diminuição de Cu, Mn e Zn. O teor de Cd nas diferentes partes da planta foi crescente de acordo com as doses do metal pesado.

Paiva et al. (2003a) avaliaram os efeitos de doses crescentes de Zn sobre o teor, conteúdo e índice de translocação de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) conduzidas em solução nutritiva de Clark em condições de casas de vegetação. As plantas foram avaliadas ao final de 60 dias após a exposição das plantas ao micronutriente, onde os resultados mostraram que a aplicação de doses crescentes de Zn em solução nutritiva aumentaram os teores de P, K e Cu, reduziram os de Ca, Mg, Fe, Mn nas diferentes partes das plantas analisadas.

Paiva et al. (2003b) estudaram os efeitos da toxidez de Ni em mudas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). O ensaio foi conduzido m casa de vegetação, e as mudas foram cultivadas em solução nutritiva de Clark, sendo submetidas a doses crescentes de nitrato de níquel. Após 60 dias de exposição das mudas ao metal pesado foram avaliados os teores de macro e micronutrientes na raiz, caule, folha e parte aérea total. De maneira geral houve redução nos teores de K, Ca, Mg e Zn e aumento nos teores de P, Cu e Fe, independente da parte analisada.

Estudando o desenvolvimento de mudas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley) em solos com diferentes níveis de saturação por bases, Cruz et al. (2004) verificaram que o crescimento em diâmetro do coleto das mudas foi afetado de forma significativa pela elevação da saturação por bases do substrato, apresentando resposta quadrática negativa. A altura da parte aérea das mudas não apresentou resposta significativa aos tratamentos aplicados. No entanto, em todas as saturações por bases estudadas (40, 50, 60 e 70%), as mudas possuíam altura suficiente para o plantio no campo (15 a 30 cm). Os pesos de matéria seca de raiz, caule, folhas, parte aérea e total também foram afetados de forma significativa pela elevação da saturação por bases do substrato, apresentando em todos os casos resposta quadrática negativa. A elevação da saturação por bases não afetou a relação de altura da parte aérea com o respectivo diâmetro do coleto. A conclusão deste trabalho permitiu recomendar que se mantivesse o nível da saturação por base de 50% para produção de mudas

de ipê-roxo em Latossolo vermelho-amarelo distrófico, quando usadas as doses recomendada dos demais nutrientes.

Com relação ao efeito de doses crescentes de cádmio em mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetginosa* (Mart.) Standl.) conduzidas em solução nutritiva de Clark, Paiva et al. (2004) mostraram que na raiz ocorreu redução no teor de macronutrientes, enquanto nas folhas não houve efeito significativo. Os teores radicular de Cu, Fe e Mn aumentaram e o de Zn diminuiu na presença de Cd. O conteúdo radicular de macronutrientes diminuiu com a aplicação de Cd, ao passo que os conteúdos caulinar e foliar não foram afetados. O teor e o conteúdo de Cd nas diferentes partes das mudas foram crescentes em função da crescente dose do metal pesado.

Quanto às exigências nutricionais de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) na fase de muda, Marques et al. (2004) testaram 13 soluções nutritivas, baseadas na solução de Bolle-Jones (1954) com adaptações, diferindo entre si apenas pela omissão de um elemento de cada vez. Evidenciaram que os teores dos nutrientes das partes das plantas são altos, quando comparados aos encontrados na literatura, indicando grande exigência nutricional da espécie. Os teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas de paricá no tratamento completo e nos tratamentos com as omissões dos nutrientes foram:

Elementos	Tratamento completo	Tratamento com as omissões
	-----g kg ⁻¹ -----	
N	25	31
P	4,4	1,0
K	15	4
Ca	40	8
Mg	3,9	1,0
S	2,7	2,2
	-----mg kg ⁻¹ -----	
B	33	31
Cu	5	4
Fe	542	140
Mn	88	38
Zn	71	24

Todos os elementos foram acumulados em menores quantidades quando aplicada à solução com a omissão do referido nutriente, exceto o nitrogênio. Possivelmente para o caso do nitrogênio houve efeito de concentração devido à baixa produção de biomassa da espécie na ausência do N.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e época

A produção das mudas foi conduzida no Viveiro do Departamento de Recursos Naturais / Ciências Florestais, na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu-SP, e no Viveiro Florestal da Capital, situado no Parque Estadual Albert Löefgren do Instituto Florestal de São Paulo. As mudas prontas para expedição foram plantadas em campo no município de Taubaté, em área do Instituto Florestal de São Paulo.

O Município de Botucatu localiza-se à 22°53'09'' S e 48°26'42'' O, com altitude de 804 metros. O clima da região é classificado por Köeppen como Cwa, clima mesotérmico úmido, inverno não muito seco.

O Viveiro Florestal da Capital, situado no Parque Estadual Albert Löefgren, no município de São Paulo, localiza-se a 23°27'41,5'' S e 46°38'04,3'' O, com altitude de 775 metros. O clima da região é classificado por Köeppen como Cfa.

O Viveiro Florestal no município de Taubaté, onde foram plantadas as mudas para verificar o desenvolvimento inicial, localiza-se à 23°05'42'' S e 45°33'48'' O, com altitude de 630 metros. O clima da região é classificado por Köeppen como Cfa.

O ensaio foi conduzido no período de setembro de 2004 a maio de 2006. As mudas foram formadas em oito meses e, acompanhadas em campo por doze meses, após o plantio.

3.2 Material propagativo

As vagens de *Tabebuia chrysotricha* Standl. foram colhidas de três matrizes em logradouro público do município de Botucatu, SP, e a secagem e abertura das mesmas foram feitas a sombra em galpão do Viveiro do Departamento de Recursos Naturais / Ciências Florestais da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA).

3.3 Recipientes e substratos

Os recipientes usados para a produção das mudas foram tubetes cilindro-cônicos de polietileno com dimensões de 14,0 cm de altura, 3,80 cm de diâmetro na abertura superior, 1,10 cm de diâmetro na abertura inferior e volume de 120mL, com oito estrias internas salientes. Como suporte para os tubetes, utilizou-se bandejas planas de polietileno com dimensões de 40 x 60 cm e capacidade para 108 tubetes. Cada bandeja comportou duas (02) parcelas de 50 plantas, das quais as vinte e cinco centrais foram utilizadas para as medições e análises (Figura 1).

O componente básico do substrato foi a fibra de coco em diferentes granulometrias, isto é, a fibrosa e a granulada. As misturas dos substratos foram realizadas com base volumétrica, com a fibra de coco previamente umedecida, segundo as prescrições do fabricante. A forma pura ou misturada em diferentes proporções compuseram os diferentes tratamentos.

X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X

Figura 1: Esquema da bandeja plana com as mudas distribuídas por parcelas e mudas usadas para avaliações.

X: mudas

X: mudas usadas para avaliações



parcela 1 da bandeja



parcela 2 da bandeja

3.4 Adubação de base

Depois de realizada as misturas, os substratos foram espalhados em uma superfície lisa e plana onde receberam a adubação de base, por metro cúbico, seguindo a recomendação de Gonçalves et al. (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).

Inicialmente o material foi homogeneizado manualmente, formando uma pilha e foi revirada três vezes.

3.5 Delineamento experimental e tratamentos

Para a análise do experimento empregou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados, seguindo o esquema fatorial de 4 x 4 (4 misturas de substratos à base de fibra de coco (fc) x 4 condutividades elétricas), compondo 16 tratamentos. Cada tratamento contou com 4 blocos de cinquenta (50) unidades, interando três mil e duzentas (3.200) mudas, sendo consideradas 3 mudas por tratamento para as avaliações morfológicas.

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 mono amônio 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 $1,06 \text{ dS m}^{-1}$, utilizou-se 50% das quantidades dos adubos. Para compor a solução de CE de $3,20 \text{ dS m}^{-1}$ foi utilizado 50% a mais das quantidades de adubo e para a solução de CE $4,14 \text{ dS m}^{-1}$ utilizou-se o dobro da quantidade.

A Tabela 1 demonstra o arranjo dos tratamentos.

Tabela 1: Tratamentos usados na formação de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) (Botucatu - SP, 2006).

Composição dos Substratos	Condutividade elétrica das soluções de fertirrigação			
	$1,06 \text{ dS m}^{-1}$	$2,12 \text{ dS m}^{-1}$	$3,20 \text{ dS m}^{-1}$	$4,24 \text{ dS m}^{-1}$
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

3.6 Instalação, manejo e condução do ensaio

Os tubetes dos tratamentos 1 a 4 (100% de fibra de coco fibrosa) foram preenchidos um a um, pois a textura do substrato não permitiu a fluidez do material. A acomodação do material no tubete foi padronizada com três batidas, seguida de preenchimento do volume até o completá-los.

Para os demais tratamentos (5 a 16), os substratos foram colocados sobre os tubetes e, em seguida, procedeu-se o batimento manual, para acomodação do material, repetindo-se o procedimento até completar o tubete, sendo retirado o substrato em excesso.

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, na qual a umidade relativa do ar é controlada automaticamente por um umedostado que aciona o sistema de microaspersão, quando a umidade é menor que 80%. Após a germinação das

sementes procedeu-se o raleamento, a fim de manter apenas uma plântula por tubete, elegendo-se a mais vigorosa e a mais central do tubete.

Em 10 de novembro de 2004, as bandejas foram levadas para túnel plástico do Viveiro da Faculdade de Ciências Agronômicas, quando começaram a receber, semanalmente, as adubações via água de subirrigação. As demais irrigações foram feitas com mangueira tendo um crivo acoplado na extremidade. Em 15 de dezembro deste mesmo ano, foram transportadas em caminhão coberto para casa de vidro, com tela de sombreamento de 50%, do Viveiro Florestal da Capital do Instituto Florestal de São Paulo.

Conforme as mudas foram retiradas para as avaliações, por serem amostras destrutivas, remanejavam-se as demais mudas a fim de mantê-las juntas, sem espaços entre elas. A partir de 21 de janeiro de 2005, aumentou-se o espaçamento das mudas nas bandejas deixando, quando possível, uma célula vazia entre as mudas úteis (Figura 2).

As mudas permaneceram em casa de vidro recoberta com sombrite de 50% de sombreamento até alcançarem, aproximadamente, 20 centímetros de altura. Após esta altura as mudas foram mantidas sob sombrite de 9% de sombreamento para a rustificação, onde permaneceram por 65 dias até serem plantadas em campo.

X		X		X			X		X		X
	X		X		X	X		X		X	
X		X		X			X		X		X
	X		X		X	X		X		X	
X		X		X			X		X		X
	X		X		X	X		X		X	
X		X		X			X		X		X
	X		X		X	X		X		X	
X		X		X			X		X		X

Figura 2: Esquema da bandeja plana com as mudas distribuídas, com uma célula vazia entre mudas, usadas para avaliações.

X: mudas

X: mudas usadas para avaliações

 parcela 1 da bandeja

 parcela 2 da bandeja

3.7 Plantio das mudas em campo

Em 05 de maio de 2005, as mudas prontas para expedição foram levadas ao Viveiro Florestal de Taubaté, localizado na cidade do mesmo nome, pertencente ao Instituto Florestal da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Plantaram-se quatro (04) blocos de cada tratamento, sendo que cada bloco contou com quatro (04) mudas, interagindo duzentas e cinqüenta e seis (256) mudas. Preparou-se uma área de aproximadamente 1.500m² para o plantio das mudas, com espaçamento de 3m x 2m, em covas previamente abertas de 30cm x 30cm x 30cm, que receberam 50g de NPK 10:10:10 em cada cova. No momento do plantio, abriu-se o espaço exato para a muda com um tubete vazio acoplado em um cabo de ferramenta, a fim de não afundá-la além do colo. Após o plantio, efetuou-se irrigação localizada, duas vezes na semana, durante sessenta dias. As formigas cortadeiras foram controladas aplicando-se formicida granulado em seus caminhos e olhos dos formigueiros.

Foi plantada uma fileira de bordadura com mudas de ipê branco.

3.8 Avaliações

As médias foram analisadas estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR. Quando as médias apresentaram diferenças significativas, em função das soluções de adubação aplicadas, foram feitas análises de regressão bem como suas curvas. Quando houve interação dos fatores, foram feitos os desdobramentos.

3.8.1 Características dos substratos

3.8.1.1 Características físicas dos substratos

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

Densidade aparente

A determinação da densidade aparente conforme metodologia proposta por De Boodt e Verdonck (1972), com algumas adaptações, viabilizou a análise nas condições disponíveis. Ao invés de anéis de cobre, foram usados anéis de PVC com 3 polegadas de diâmetro interno, sendo que o anel superior com 3 cm de altura e o anel inferior com 4 cm. Este último, com uma tela fina de nylon em sua face inferior, para impedir a saída do substrato. Os anéis possuíam pesos e volumes conhecidos e dispostos um sobre o outro. Os anéis, preenchidos com substrato, eram colocados para saturar com água durante 12 horas. Após este período, eram colocados sobre uma base de areia que recebia sucção gravitacional a uma altura manométrica de 10 cm de coluna d'água, onde permaneciam por 24 horas. Tal procedimento permite a padronização do adensamento dos substratos. Depois, os anéis foram separados cortando-se o substrato com uma espátula fina. O conjunto, anel inferior mais substrato, foi pesado e seu conteúdo seco a 110°C até atingir peso constante, determinando-se o teor de umidade do substrato em base úmida. A determinação da densidade aparente foi feita com 3 repetições para cada tratamento. Para o cálculo de densidade aparente utilizou-se a fórmula:

$$Da = \frac{(B - A) (100 - X)}{100 V}, \text{ onde}$$

Da= densidade aparente, em g.cm⁻³;

B= peso do anel inferior preenchido de substrato saturado por 12 horas, em g;

A= peso do anel inferior, em g;

X= umidade do substrato saturado, em % com base no peso úmido;

V= volume do anel inferior, em cm³;

Curva de retenção de água

A adaptação da metodologia de curvas de retenção de água proposta por De Boodt e Verdonck (1972) viabilizou sua utilização para os substratos testados e condições disponíveis. Foram usados funis de placa porosa possuindo rolhas transpassadas por tubos de vidro nas saídas (Figura 3). A esses tubos de vidro foram fixadas mangueiras de silicone de 1 cm de diâmetro interno. A outra extremidade das mangueiras eram presas a orifícios feitos em um tubo de PVC de 2 polegadas. Esse tubo era movido para cima ou para baixo, de acordo com a altura manométrica que se desejasse. Havia necessidade de se manter a coluna de água constante entre a face inferior das placas porosas e a extremidade das mangueiras ligadas ao tubo de PVC. Isso para que os substratos sofressem as sucções desejadas. Para que a coluna de água não se rompesse, em virtude da alta porosidade dos substratos, foram colocadas camadas de gesso de cerca de 2 cm de espessura na face superior da placa porosa, de modo a tornar mais lenta a passagem de água pela placa, impedindo a entrada de ar e o rompimento da coluna de água.

As curvas de retenção foram obtidas por média de 3 repetições para cada tratamento. Para medir a variação da quantidade de água nos substratos em cada ponto da

curva, todo o conjunto (funil, mangueira e substrato) com a coluna de água era pesado em balança semi-analítica (Figura 4).

Através das curvas foram determinadas as características:

- espaço poroso total: correspondente à umidade volumétrica das amostras quando submetidas a uma tensão de 0 cm;
- conteúdo de ar: correspondente à porcentagem de ar, em volume, após a drenagem do excesso de água do substrato. Corresponde a diferença entre os pontos de tensão 0 e 10 cm;
- água facilmente disponível: é a quantidade de água retida entre 10 e 50 cm de tensão;
- água de reserva: é a quantidade de água retida entre 50 e 100 cm de tensão.

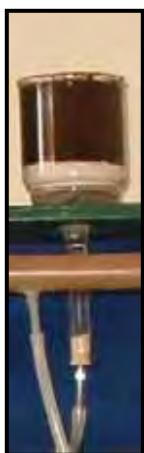


Figura 3: Detalhe do funil de placa porosa com rolhas transpassadas por tubos de vidro nas saídas.



Figura 4: Detalhe do procedimento de pesagem do conjunto de funil de placa porosa com substrato.

3.8.1.2 Características químicas dos substratos

As análises químicas, para avaliação dos substratos, basearam-se na metodologia do extrato aquoso de diluição de 1:1,5 (1 parte de substrato : 1,5 de água

deionizada), de acordo com Sonneveld et al. (1974). Tais análises permitem determinar o potencial hidrogeniônico e a condutividade elétrica das soluções contidas nos substratos. Para tanto, periodicamente, retiraram-se três (03) mudas, das quais se separavam os respectivos substratos.

A umidade inicial foi padronizada para cada amostragem do substrato, deixando-as em sua capacidade de campo com estimativa visual (aproximadamente com tensão de $-3,2$ kPa) (SONNEVELD e ELDEREN, 1994). O substrato preparado foi colocado em dois anéis de acrílico, sobrepostos, de 4 cm de diâmetro, sendo o inferior com 4 cm de altura e o superior com 2 cm de altura. Para padronizar o volume usado na mistura da diluição, cada amostra foi compactada por um peso de 1,5 kg (10kPa de pressão, aproximadamente $0,1 \text{ kg/cm}^2$) por 60 segundos. Retirando-se o peso, os cilindros foram separados com uma espátula, tomando-se o volume do cilindro inferior (50mL) para a diluição. As amostras foram transferidas para frascos contendo 75mL de água deionizada, e encaminhadas para serem agitadas em mesa agitadora horizontal, por 30 minutos. Após 30 minutos de repouso, filtraram-se as amostras com papel de filtro quantitativo tipo A 30 e realizaram-se as determinações com o extrato aquoso.

Do filtrado coletado, foram realizadas as determinações de condutividade elétrica, com condutivímetro de mesa, e do potencial hidrogeniônico, com pHgâmetro de mesa, do Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP de Botucatu.

3.8.2 Características morfológicas das mudas

As características morfológicas foram avaliadas com intervalos aproximados de 15 dias, retirando-se três (03) plantas por tratamento. Os aspectos

considerados foram: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, número de pares de folhas verdadeiras e massa seca total.

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. Para o diâmetro do coleto, empregou-se a mesma régua graduada, colocando-se a porção do coleto sobre sua escala e estimando-se o valor.

Após a contagem do número de pares de folhas, as três mudas foram retiradas dos tubetes e também todo o substrato, para determinação da massa fresca de planta. Depois desta pesagem, as plantas foram colocadas em sacos de papel e levadas em estufa com circulação forçada de ar à 60°C, até a obtenção de massa constante, determinando-se a massa seca total.

3.8.3 Características químicas das mudas

Análise química da parte aérea

Todas as análises laboratoriais foram realizadas no Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP de Botucatu-SP, e na Seção de Silvicultura do Instituto Florestal de São Paulo.

Os teores de nutrientes foram determinados, através de análises químicas do tecido vegetal, ao final da rustificação das mudas. Para isso, utilizaram-se três (03) plantas por tratamento que, 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 a secagem em estufa com circulação forçada de ar à 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).

O nitrogênio (N total) foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl. Para os demais elementos, foi realizada extração nítrico-perclórica, sendo que para a determinação do fósforo (P total) utilizou-se o método de colorimetria do metavanadato e para a do enxofre, turbidimetria do sulfato de bário. Os elementos como potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco foram determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica. Para o boro foi realizada a incineração da amostra e a determinação se deu pelo método colorimétrico da azometina H.

3.8.4 Características morfológicas das plantas após o plantio em campo

Realizaram-se cinco (05) avaliações morfológicas após o plantio das mudas em campo. Foram medidos a altura da parte aérea (a distância entre o colo e a inserção do último par de folhas no ápice das plantas), o diâmetro do coleto (com paquímetro digital STARRET® (0-150mm)) e contados os números de pares de folhas verdadeiras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características físicas dos substratos

4.1.1 Densidade aparente

Os substratos estudados apresentaram as seguintes densidades aparentes:

- fibra de coco 100% fibrosa= $0,079 \text{ g cm}^{-3}$
- fibra de coco 60% fibrosa e 40% granulada= $0,059 \text{ g cm}^{-3}$
- fibra de coco 40% fibrosa e 60% granulada= $0,069 \text{ g cm}^{-3}$
- fibra de coco 100% granulada= $0,075 \text{ g cm}^{-3}$

O esperado para as densidades aparentes para estes substratos era de decréscimo de valores da fibra de coco 100% fibrosa para a 100% granulada, porém não foi o observado. As fibras de coco fibrosas e granuladas apresentavam diferenças físicas muito grandes, podendo ter havido segregação de partículas no momento do preenchimento dos anéis ou, ainda, a maneira de colocar os substratos nos anéis foi inadequada, gerando densidade diferente da esperada.

Os valores de densidade, no entanto, encontram-se em concordância com a literatura, que apresenta uma faixa bem ampla para fibra de coco devido às diferentes origens e tipos. Segundo Abad et al. (1997), a densidade aparente de uma fibra de coco de Sri Lanka é de $0,056 \text{ g cm}^{-3}$, e, segundo Martínez (2002), a faixa para fibras de coco de origens diferentes está entre $0,02$ e $0,094 \text{ g cm}^{-3}$.

Segundo Noguera et al. e Noguera (1997 e 1999 apud TAVEIRA, 2001, p.90), as densidades aparentes de fibra de coco do México são de $0,075 \text{ g cm}^{-3}$, e do Sri Lanka de $0,056 \text{ g cm}^{-3}$. Essa diferença é observada devido a diferentes tamanhos de partículas.

A densidade aparente encontrada em fibra de coco usada por Lacerda et al. (2006), em um ensaio brasileiro, foi de $0,07 \text{ g cm}^{-3}$.

4.1.2 Curva de retenção de água

Para facilitar a visualização das porcentagens em volume, apresenta-se na Figura 5 a representação gráfica em colunas da distribuição dos componentes sólidos, conteúdo de ar, de água facilmente disponível e de água de reserva dos substratos testados.

Os resultados estão dentro do esperado para os diferentes substratos, distinguindo-se cada mistura em suas características físicas.

A fibra 100% F, com mais de 80% de material sólido e, em torno de 15% entre volume de ar e água, mostra ser um substrato mais pesado, com maiores partículas, tendo por principal característica a baixíssima retenção de água, e, portanto, de solução de fertirrigação. A mistura 60% F+40% G gerou substrato com maior parte do volume sólido, com aproximadamente 26% de conteúdo de ar e 10% de água, demonstrando baixa retenção de água. A mistura 40% F+60% G possibilitou maior espaço de aeração (32%), sendo a principal diferença entre esta e a anterior já que apresentaram conteúdo de água muito parecido, em torno de 10%. A fibra 100% granulada apresentou 40% de ar e 20% de volume de água, sendo a de maior conteúdo de ar e água.

Taveira (2001) cita que a fibra de coco mexicana possui 46% de ar e a do Sri Lanka 48%. Em tabela apresentada por Martínez (2002), a faixa de capacidade de aeração (%) para fibras de coco de diferentes origens e tipos encontra-se entre 22,2 a 90,50. Para as misturas de fibras de coco usadas, somente a 100% F não se enquadrava nesta faixa, porém, Lacerda (2006) encontrou 12% de capacidade de aeração para fibra de coco proveniente de uma fábrica de beneficiamento de coco maduro da EMBRAPA de Campina Grande, PB –Brasil, provavelmente, muito parecida fisicamente com a 100% F.

Em termos de volume de água facilmente disponível, Taveira (2001) cita para fibra do México e do Sri Lanka um valor em torno de 20%, enquanto que Martínez (2002) cita uma faixa ampla, entre 0,7 e 36,8%. As fibras de coco testadas tanto puras quanto em mistura enquadraram-se nesta faixa de água facilmente disponível.

A água de reserva da fibra de coco do México é de 5,3% e do Sri Lanka de 3,7%, segundo Taveira (2001). Já na faixa apresentada por Martínez (2002), a água de reserva encontra-se entre 0,1 e 7,8%, sendo que, por este parâmetro, todos os substratos estão adequados.

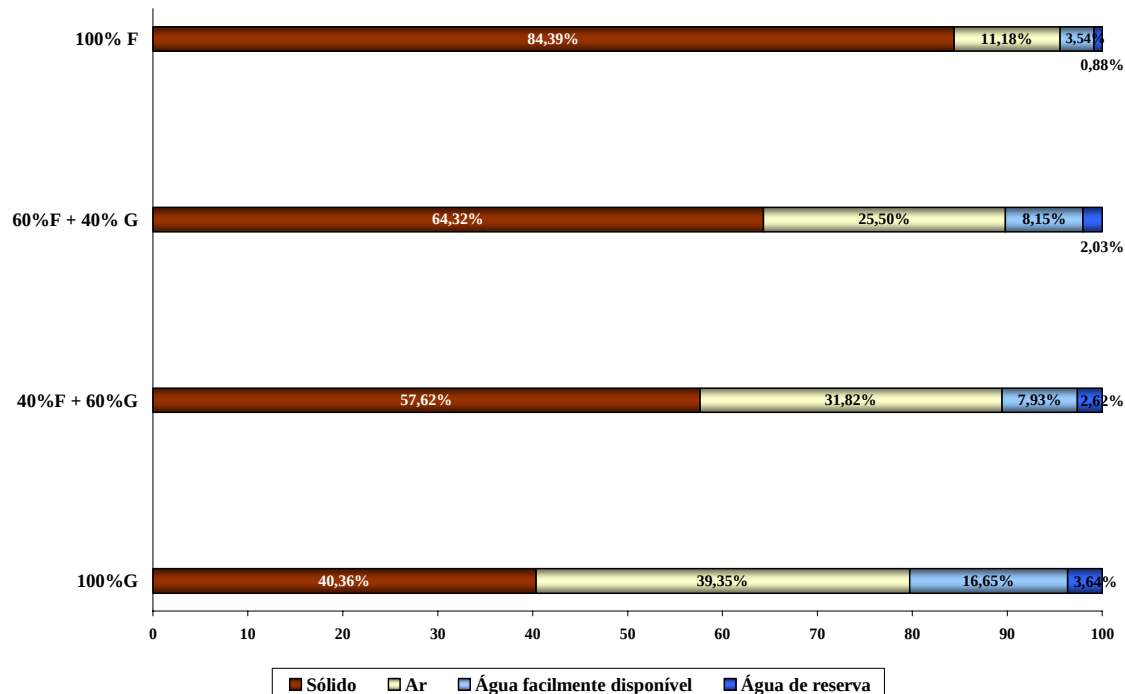


Figura 5: Representação gráfica da distribuição dos componentes sólidos, conteúdo de ar, de água facilmente disponível e de água de reserva dos substratos testados. Botucatu-SP, 2006.

4.2 Características químicas dos substratos

4.2.1 Condutividade elétrica

Os valores da condutividade elétrica (Tabela 2) foram diferentes em função dos substratos em praticamente todas as épocas de avaliação, exceto aos 153 dias após a semeadura (DAS). As condutividades foram crescentes em relação aos substratos, com menores valores para 100% F e maiores nas soluções aquosas da 100% G.

Um dos fatores que contribuíram para maiores quantidades de sais na fibra de coco 100% G é a alta retenção de água que este material apresenta, mostrando, inclusive, menor drenagem ao se retirar as bandejas dos recipientes contendo as soluções de fertirrigação aplicadas por subirrigação uma vez por semana. As irrigações diárias eram feitas com mangueira, havendo pequena lixiviação das soluções deste substrato. Por outro lado, a fibra de coco 100% F tem por característica reter pouca água, mostrando grande lixiviação das soluções aplicadas uma vez por semana por subirrigação. Nas irrigações diárias, que eram feitas igualmente em todas as plantas, provavelmente havia maior lixiviação da fibrosa em relação aos demais.

Os substratos com composições intermediárias seguiram de forma geral com valores de condutividades elétricas coerentes.

Outro fator importante que interfere no conteúdo de sais é a diferença de tamanhos de partículas que compõem os substratos, refletindo nas capacidades de troca catiônica. Esta propriedade se localiza na superfície das partículas dos minerais de argila e da matéria orgânica, sendo, portanto, relacionada com o tamanho e quantidade de partículas sólidas dos substratos. As fibras de coco são consideradas quimicamente ativas, podendo apresentar CTC entre 31-97 meq/100g segundo Martínez (2002) ou entre 73–117 meq/100g segundo Bataglia e Furlani (2004), dependendo da origem e tipo de material.

Tabela 2: Quadrados médios, níveis de significância e médias obtidos nas análises de variância para condutividade elétrica (dS m⁻¹) das soluções aquosas (1:1,5) dos substratos utilizados na produção de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*). Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	49	63	78	92	105	119	141	153
Dias após a sementeira								
Substrato (S)	114,14x10 ³ **	143,63x10 ⁴ **	268,11x10 ³ **	417,61x10 ³ **	525,77x10 ³ **	321,75x10 ³ **	199,06x10 ³ **	18,10x10 ³ NS
Condutividade elétrica (CE)	1.140,97x10 ³ **	119,82x10 ⁴ **	275,04x10 ³ **	297,72x10 ³ **	790,21x10 ³ **	100,68x10 ⁴ **	331,27x10 ³ **	439,21x10 ³ **
S x CE	27.929,69 NS	75.796,17 *	46.818,72 NS	42.074,97 NS	43.018,28 *	93.743,11 NS	86,33x10 ³ NS	8.216,39 NS
Blocos	3.512,69 NS	17.771,58 NS	56.900,79 NS	44.156,24 NS	12.425,27 NS	41.369,91 NS	21.175,64 NS	10.486,14 NS
Resíduo	16.400,71	31.123,61	52.148,54	34.789,07	19.057,05	59.658,57	36.676,45	53.684,80
CV %	19,17	25,44	50,20	37,62	23,88	38,72	44,05	67,76
Média geral	668	693	455	496	578	631	435	342
SUBSTRATOS -----dS m ⁻¹ -----								
100% F	541 b	258 d	276 b	254 c	375 c	430 b	283 b	301
60% F+40% G	660 ab	619 c	419 ab	536 ab	484 bc	594 ab	423 ab	345
40% F+60% G	697 ab	817 b	511 ab	486 b	590 b	676 ab	439 ab	394
100% G	775 a	1.079 a	625 a	707 a	863 a	823 a	614 a	328
CE - SOLUÇÕES -----dS m ⁻¹ -----								
1,06 dS m ⁻¹	318	362	280	315	309	286	226	167
2,12 dS m ⁻¹	551	518	432	415	472	561	390	232
3,20 dS m ⁻¹	762	824	649	603	617	693	597	369
4,24 dS m ⁻¹	1.042	1.070	458	650	914	983	560	600
REGRESSÃO								
Equação	Y = 72+238x	Y = 86+243x	Y = -9162+504x-86x ²	Y = 198+1198x	Y = 89+196x	Y = 747+222x	Y = 141+121x	Y = -17+143x
R ²	0,99 **	0,99 **	0,84 *	0,96 **	0,97 **	0,98 **	0,84 **	0,94 **

Y = condutividade elétrica da solução aquosa do substrato (dS m⁻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).

Neste ensaio, embora as CTC não tenham sido mensuradas, as fibras de coco fibrosas, por possuírem partículas maiores em relação à granulada, provavelmente, apresentem menores valores de CTC, refletindo em menores conteúdos de sais.

Houve diferença significativa dos conteúdos salinos nas soluções aquosas dos substratos em função das soluções de fertirrigação aplicadas em todos os períodos avaliados (Tabela 2), ajustando as médias em regressões lineares crescentes, exceto aos 78 DAS onde as médias foram ajustadas em curvas quadráticas.

Aos 77 dias após a semeadura (DAS), as mudas foram transportadas em caminhão coberto para o município de São Paulo. Para isso, aplicou-se uma quantidade de água abundante para que suportassem a viagem, refletindo no conteúdo de sais das soluções aquosas dos substratos aos 78 DAS. Essa irrigação abundante levou as condutividades elétricas dos substratos com soluções de fertirrigação de 3,2 e 4,24 dS m⁻¹ se inverterem em relação à ordem esperada, provavelmente pela irregularidade da aplicação de água.

As condutividades elétricas dos substratos em soluções de 1,06 dS m⁻¹ foram decrescentes a partir dos 92 DAS até o final do ensaio, indicando grande absorção de nutrientes por parte das mudas, a ponto de não permitir que houvesse acúmulo de sais nesta situação. Provavelmente esta dosagem esteja próxima do limite inferior de conteúdo de sais em função das demandas nutricionais das mudas. Nas demais soluções, esse decréscimo da CE ocorreu a partir dos 119 DAS, possivelmente pelo aumento das necessidades nutricionais nesta fase. As taxas transpiratórias aumentam com o crescimento das mudas, aumentando a absorção de água e nutrientes.

Houve interações dos fatores estudados aos 63 e 105 DAS, e os desdobramentos estão apresentados na Tabela 3, onde as médias das condutividades das soluções aquosas dos substratos com aplicação de cada solução são comparadas em cada coluna. As médias das condutividades de cada substrato em função das soluções de fertirrigação são apresentadas nas linhas, e quando a análise de variância foi significativa, são apresentadas as equações das regressões com maior nível de significância.

Aos 63 dias após a semeadura, as médias de condutividade elétrica de soluções aquosas de substrato 100% G apresentaram-se maiores nas quatro soluções testadas. As médias das condutividades elétricas das soluções aquosas dos substratos 60%F+40%G, 40%F+60%G e 100%G ajustaram-se em regressões lineares crescentes, mostrando que a 100%F

permitiu lixiviação a ponto das soluções de fertirrigação ter efeito semelhante para este parâmetro.

Aos 105 dias após a semeadura (DAS), as soluções aquosas do substrato 100% G apresentaram as maiores médias, exceto para solução de 1,06 dS m⁻¹. As médias de condutividades elétricas nas soluções aquosas de substrato 100% F ajustaram-se em regressão quadrática, sendo que nos demais substratos as médias ajustaram-se em regressões lineares crescentes. Aos 105 DAS, assim como aos 63 DAS, cabe ressaltar que a fibra de coco 100% G acumulou grandes quantidades de sais quando tratadas com 3,2 e 4,24 dS m⁻¹ de solução, alcançando valores de 0,96 e 1,4 dS m⁻¹, respectivamente. Essas condutividades são consideradas relativamente altas, principalmente pela diluição de extração aquosa de 1:1,5.

Tabela 3: Níveis de significância e médias da CE das soluções aquosas (1:1,5) dos substratos utilizados na produção de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) em cada CE separadamente (nas colunas), e de cada substrato variando as CE das soluções (nas linhas), obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores aos 63 e 105 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006.

63 dias após a semeadura							
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Equação	R ²
		*	**	**	**		
		-----dS m ⁻¹ -----					
100% F	NS	105 b	189 b	328 c	411 c	-	
60% F+40% G	**	361 ab	486 ab	662 bc	965 b	Y= 121+187x	0,96**
40% F+60% G	**	415 ab	631 a	949 b	1.273 ab	Y= 93+272x	0,99**
100% G	**	566 a	766 a	1.355 a	1.630 a	Y= 133+356x	0,96**
105 dias após a semeadura							
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Equação	R ²
		NS	*	**	**		
		-----dS m ⁻¹ -----					
100% F	**	198	287 b	369 b	646 b	Y= 256-90x+42x ²	0,98*
60% F+40% G	**	262	400 ab	537 b	737 b	Y= 93+147x	0,99**
40% F+60% G	**	315	589 ab	595 b	861 b	Y= 179+155x	0,91**
100% G	**	462	613 a	966 a	1.412 a	Y= 62+301x	0,96**

Y= condutividade elétrica da solução aquosa do substrato (dS m⁻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).

Na Figura 6 são apresentadas curvas de regressão entre as condutividades elétricas das soluções aquosas dos substratos e os dias de avaliação para cada substrato testado. As composições dos substratos com fibra granulada apresentaram, de forma geral, maiores médias ao longo de todo o ensaio, reafirmando a questão da maior lixiviação e menores CTC nas fibras de coco fibrosas. Na Figura 7 são apresentadas as curvas de regressão entre os dias de

avaliação e as CE das soluções aquosas dos substratos separado para cada solução de fertirrigação aplicada. Os substratos com menores CE retiveram menos sais em relação às demais CE.

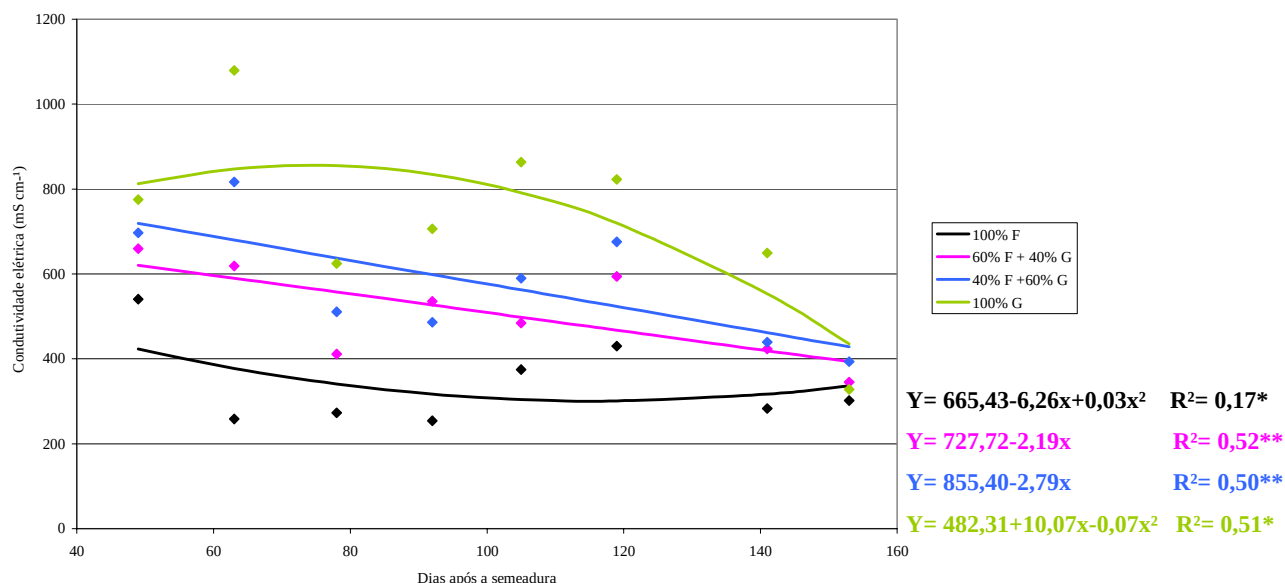


Figura 6: Condutividade elétrica em solução aquosa (1:1,5) dos substratos amostrados em diferentes épocas do desenvolvimento de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*). Botucatu - SP, 2006.

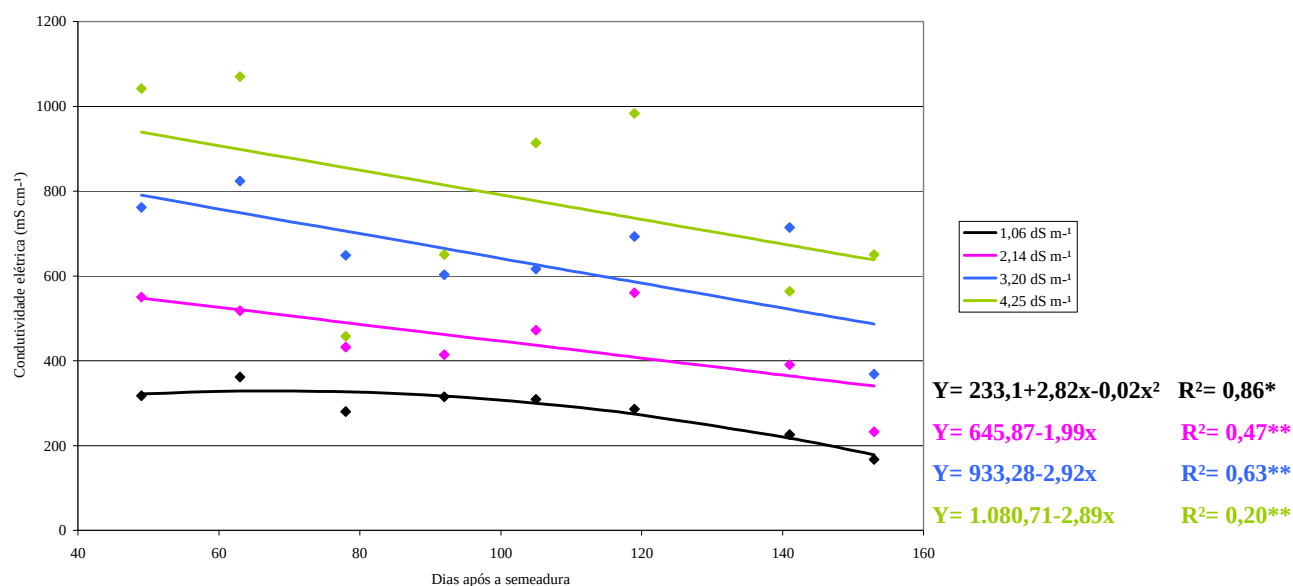


Figura 7: Condutividade elétrica em solução aquosa (1:1,5) dos substratos submetidos a soluções com diferentes CE amostrados em diferentes épocas do desenvolvimento de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*). Botucatu - SP, 2006.

4.2.2 pH

As soluções dos substratos com extração aquosa na proporção de 1:1,5 (substrato : água deionizada) apresentaram pH relativamente baixos ao longo de todo o ensaio (Tabela 4). Vários fatores podem ter contribuído para esses resultados, a começar pela adubação de base realizada no Viveiro e as soluções de adubação aplicadas semanalmente por subirrigação.

Optou-se por usar neste ensaio substratos sem adubação de base do fabricante, apresentando pH original entre 5,2 e 6,2 para a fibra de coco fibrosa e entre 5,0 a 5,8 para a fibra de coco granulada, pelo método de extração aquosa na proporção de 1:2. Realizou-se a adubação de base no Viveiro utilizando-se o nitrogênio na forma amoniacal (sulfato de amônio) favorecendo a acidificação do meio. Nas soluções de adubação de cobertura utilizou-se o nitrogênio nítrico e o amoniacal na proporção de 1:2, apresentando também tendência de acidificar o meio. Essas soluções encontravam-se com pH entre 5,0 e 6,0, com a tendência de menores valores nas soluções mais concentradas. Considera-se adequada esta faixa de pH para soluções de fertirrigação, não havendo necessidade de maiores valores, e nem inferiores, pois poderia resultar em indisponibilidade de alguns nutrientes.

Bataglia e Furlani (2004) apontam valores de pH entre 5,6 e 6,3 para fibras de coco, sendo que para Martínez (2002) aponta entre 4,76 a 6,25 em extração com pasta de saturação, e Taveira (2001) de 4,9 a 5,6, dependendo do tipo e origem do material. Nota-se que os valores apresentados na Tabela 4 estão abaixo dessas faixas na maioria das avaliações, indicando que os fatores externos como as soluções aplicadas e possíveis formações de compostos acidificantes influenciaram mais nos pH do que os substratos em si.

Houve diferença significativa entre as médias de pH das soluções aquosas dos substratos em praticamente todas as épocas de avaliação, exceto aos 92, 119 e 153 dias após a semeadura (DAS) (Tabela 4). Até os 78 DAS, as soluções aquosas apresentaram maiores médias de pH no substrato 100% G, sendo que a partir dos 105 DAS as maiores médias foram encontradas nas soluções aquosas dos substratos 100% F e 60% F+40% G.

Tabela 4: Quadrados médios, níveis de significância e médias obtidos nas análises de variância para pH das soluções aquosas (1:1,5) dos substratos utilizados na produção das mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) segundo cada tratamento. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	49	63	78	92	105	119	141	153
	Dias após a semeadura							
Substrato (S)	1,19**	0,64**	0,39**	0,06NS	0,17*	0,45NS	0,92**	0,19NS
Condutividade elétrica (CE)	0,29**	0,18*	0,31**	0,10NS	0,21**	1,56**	0,34*	0,37*
S x CE	0,07**	0,06NS	0,06NS	0,11NS	0,08NS	0,13NS	0,14*	0,07NS
Blocos	0,009NS	0,04NS	0,07NS	0,12NS	0,008NS	0,03NS	0,08NS	0,01NS
Resíduo	0,02	0,05	0,06	0,11	0,05	0,16	0,05	0,11
CV %	3,03	4,62	5,20	7,82	5,16	10,98	5,55	7,95
Média geral	4,9	4,8	4,7	4,3	4,1	3,6	4,1	4,2
SUBSTRATOS								
100% F	4,5 d	4,7 b	4,5 b	4,36	4,2 a	3,9 a	4,5 a	4,4
60% F+40% G	4,7 c	4,5 b	4,5 b	4,28	4,1 ab	3,6 ab	4,1 b	4,1
40% F+60% G	5,0 b	4,7 b	4,8 ab	4,3	4,2 ab	3,5 ab	4,2 b	4,2
100% G	5,2 a	5,1 a	4,9 a	4,2	4,0 b	3,4 b	3,8 c	4,2
CE - SOLUÇÕES								
1,06 dS m ⁻¹	5,1	4,9	4,9	4,3	4,3	4,1	4,3	4,5
2,12 dS m ⁻¹	4,8	4,8	4,7	4,2	4,1	3,5	4,1	4,2
3,20 dS m ⁻¹	4,8	4,7	4,6	4,1	4,0	3,6	4,0	4,3
4,24 dS m ⁻¹	4,7	4,7	4,6	4,3	4,2	3,3	4,2	4,0
REGRESSÃO								
Equação	Y = 5,36-0,35x+0,05x ²	Y = 4,97-0,08x	Y = 5,35-0,49x+0,08x ²	Y = 4,74-0,53x+0,10x ²	Y = 4,21-0,24x	Y = 4,93-0,70x+0,13x ²	Y = 4,50-0,11x	
R ²	0,92 *	0,79 **	0,99 *	0,96 **	0,74 **	0,97 **	0,65 *	

Y = pH da solução aquosa do substrato; x = CE da solução de fertilização (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 tendência geral de diminuição do pH ao longo das avaliações, provavelmente pelo aumento das necessidades de água e nutrientes, alterando as soluções dos substratos tanto pela maior absorção quanto pela ocupação das raízes no tubete. Conforme as raízes foram se avolumando, o meio passou a ter mais influência dos sistemas radiculares do que das soluções aplicadas. Este fato gerou uma inversão da ordem de pH ao longo do ciclo em função dos substratos, onde no início do ensaio houve a tendência de maiores pH nos substratos contendo fibra de coco granulada, ao contrário do observado a partir dos 105 dias após a semeadura (DAS), reafirmando que no terço final da produção as plantas geraram importante influência nas soluções dos substratos.

Uma outra hipótese para explicar esses resultados de pH das soluções aquosas das fibras de coco 100% G foi o maior acúmulo de sais por este material (Tabela 2), diminuindo os valores de pH em suas soluções aquosas. O mesmo foi observado nas soluções aquosas dos substratos quando submetidos a soluções com maiores CE (Tabela 4), exceto aos 92 DAS. Nota-se que existe uma tendência de diminuir os valores de pH em função do aumento das CE das soluções de fertirrigação aplicadas, possivelmente pela formação de compostos ácidos nas maiores concentrações de sais, mesmo usando as mesmas proporções de adubos. Essas diferenças mostraram-se estatisticamente significativas gerando regressões lineares decrescentes aos 63, 119 e 153 DAS, sendo que nos demais períodos as médias ajustaram-se em regressões quadráticas.

Ludwig et al. (2006) avaliando a condutividade elétrica e o pH da solução do substrato através do método “Pour-through”, em quatro diferentes cultivares de gérbera e duas soluções nutritivas, encontraram maiores valores de pH ao longo de todo o ensaio na menor dose. Zheng et al. (2004) encontraram também relação linear decrescente do pH com o aumento da CE quando cultivaram plantas envasadas de gérbera.

Houve interações entre os fatores estudados aos 49 e 141 dias após a semeadura, e os desdobramentos da interação estão apresentados na Tabela 5. As médias obtidas das soluções aquosas pelo método de extração 1:1,5 (substrato : água deionizada) apresentam-se comparadas nas colunas em função dos substratos para cada solução de fertirrigação separadamente, e as médias e respectivas análises de regressões estão dispostas nas linhas para cada substrato separadamente em função das CE das soluções de fertirrigação.

Soluções aquosas do substrato 100% G utilizado na produção das mudas apresentaram maiores médias de pH nas diferentes soluções de fertirrigação aos 49 DAS (Tabela 5). Médias de pH das soluções aquosas do substrato 100% F e 40% F+60% G ajustaram-se em regressões lineares decrescentes, provavelmente pelas maiores concentrações apresentarem formação de compostos que acidificam o meio.

Aos 141 dias após a semeadura (DAS) (Tabela 5) as médias dos pH foram maiores em substrato 100% F na maioria das soluções de fertirrigação. As soluções aquosas dos substratos misturados ajustaram em regressão quadrática, e as médias obtidas no substrato 100% G ajustaram-se em regressão linear decrescente. Esses resultados ocorreram provavelmente pelo acúmulo de sais nas fibras granuladas, onde possivelmente os sais podem ter reagido de forma a acidificar o meio. Nos substratos com fibras de coco fibrosas, por reterem menores quantidades de água e conteúdo de sais, podem ter minimizado essas reações entre os sais, mantendo o pH mais elevado.

Tabela 5: Nível de significância e médias do pH das soluções aquosas (1:1,5) dos substratos utilizados na produção de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) em cada CE da solução de fertirrigação (coluna), e pH das soluções de cada substrato em função das soluções de fertirrigação aplicadas (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores aos 49 e 141 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006.

49 dias após a semeadura							
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Regressão	R ²
		**	**	**	**		
100% F	**	5,0 bc	4,3 b	4,4 c	4,3 c	Y= 4,97-0,17x	0,58*
60% F+40% G	NS	4,8 c	4,6 b	4,8 bc	4,7 b	-	
40% F+60% G	**	5,3 ab	5,1 a	4,8 b	4,8 ab	Y= 5,38-0,15x	0,87**
100% G	NS	5,3 a	5,3 a	5,2 a	5,1 a	-	
141 dias após a semeadura							
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Regressão	R ²
		NS	**	**	**		
100% F	NS	4,5	4,6 a	4,4 a	4,4 ab	-	
60% F+40% G	*	4,5	4,0 b	4,0 ab	4,1 bc	Y=5,3-0,9x+0,14x ²	0,96*
40% F+60% G	**	4,2	4,0 b	4,0 ab	4,6 a	Y=5,1-1,0x+0,22x ²	0,91*
100% G	*	4,2	3,8 b	3,6 b	3,6 c	Y=4,23-0,16x	0,76*

Y= pH da solução aquosa do substrato; 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).

Pela Figura 8 são representas as curvas de regressão do pH das soluções aquosas dos substratos ao longo do período de produção das mudas. Houve uma inversão da

ordem das curvas, onde, até 84 DAS, os substratos com maiores porcentagens de fibra granulada apresentaram maiores valores de pH, e, após este período, os substratos com maiores porcentagens de fibrosa apresentaram maiores médias. Este gráfico representa bem claramente o discutido anteriormente sobre o acúmulo de sais e a possível formação de compostos acidificantes no meio. Além disso, o abaixamento do pH do substrato ao longo do ciclo da planta pode ter ocorrido pela absorção de cátions e liberação de íons H^+ .

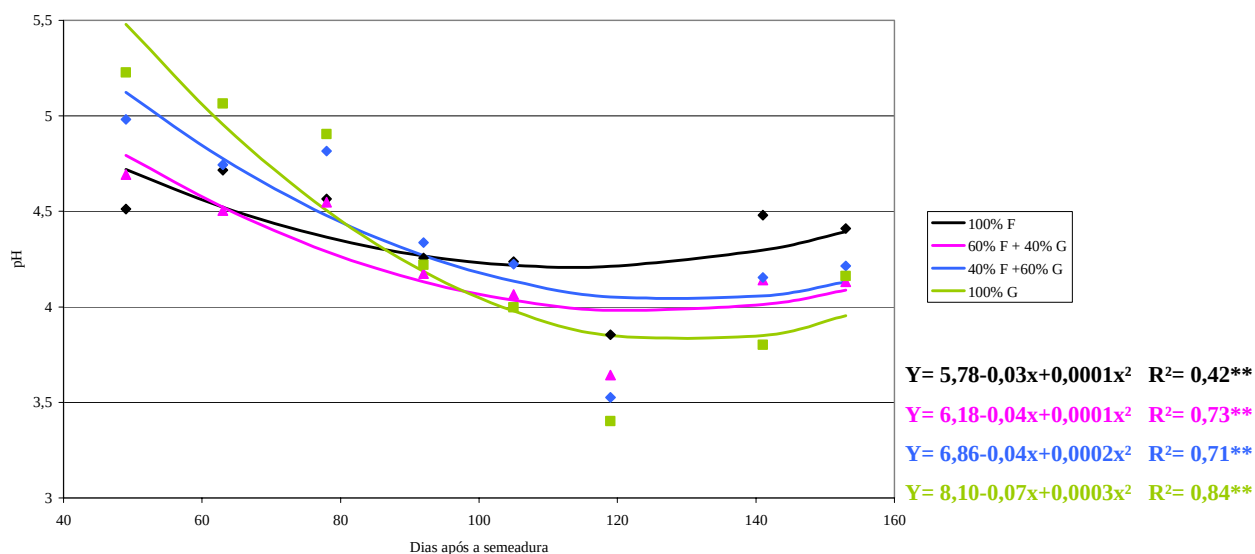


Figura 8: pH em solução aquosa (1:1,5) dos substratos amostrados em diferentes épocas do desenvolvimento de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*). Botucatu - SP, 2006.

Pela Figura 9, as soluções aquosas das mudas produzidas em $1,06 \text{ dS m}^{-1}$ permaneceram com maiores valores de pH em relação as demais CE, reforçando a hipótese da formação de compostos com caráter ácido. Além disso, sabe-se também que a absorção de NH_4^+ pode promover o abaixamento do pH em nível de rizosfera e os tratamentos com soluções mais concentradas absorveram mais nutrientes.

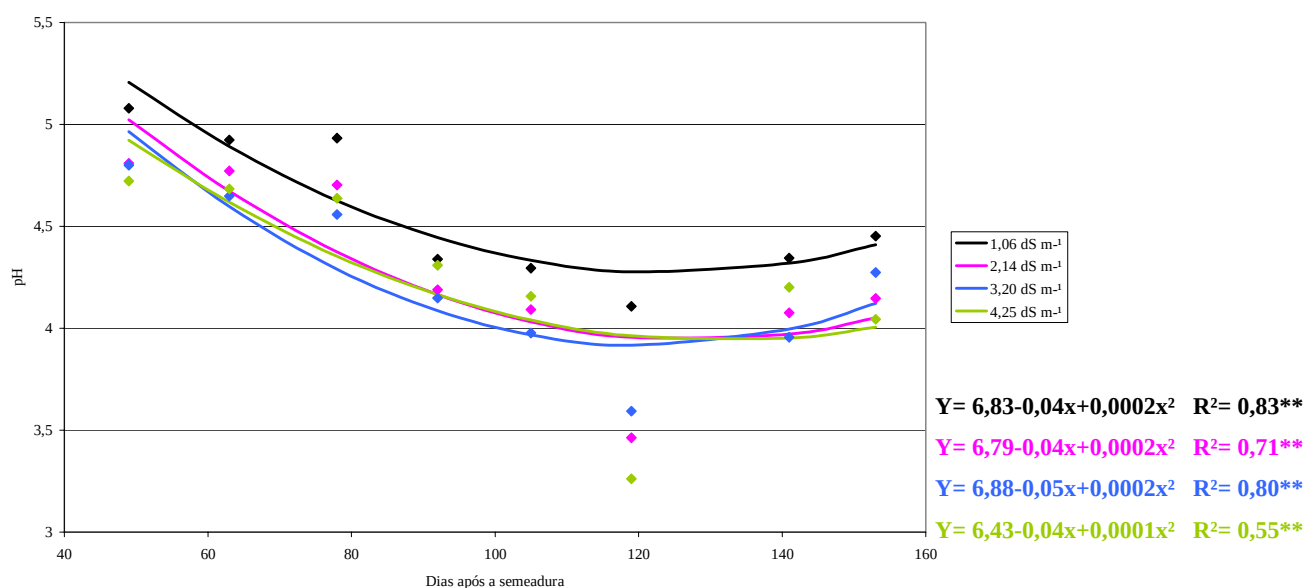


Figura 9: pH em solução aquosa (1:1,5) dos substratos submetidos a soluções com diferentes CE amostrados em diferentes épocas do desenvolvimento de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*). Botucatu - SP, 2006.

4.3 Características biométricas das mudas

4.3.1 Altura da parte aérea

Na Tabela 6 são apresentadas as alturas da parte aérea das mudas por época de avaliação. Houve influência dos substratos em todos os períodos, onde as mudas formadas em substratos com maior porcentagem de fibra de coco granulada apresentaram-se com maiores alturas médias.

Tabela 6: Quadrados médios, níveis de significância e médias obtidos nas análises de variância para altura da parte aérea (cm) de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	49	63	78	92	105	119	141	153
Dias após a semeadura								
Substrato (S)	2,47**	1,01*	5,87**	34,94**	19,48**	114,09**	142,20**	105,87**
Condutividade elétrica (CE)	0,20NS	0,41NS	4,31**	38,52**	12,30*	2,34NS	9,24NS	4,86NS
S x CE	0,53**	0,43NS	2,27*	7,61NS	8,32*	6,65NS	13,29NS	5,39NS
Blocos	0,48NS	0,68NS	1,57NS	12,27NS	19,70**	13,71NS	1,59NS	17,40NS
Resíduo	0,13	0,24	0,83	4,33	3,61	6,19	6,72	11,07
CV %	17,63	11,68	14,91	22,37	15,71	15,01	14,00	17,12
Média geral	3,5	4,2	6,1	9,3	12,1	16,6	18,5	19,4
-----cm-----								
SUBSTRATOS								
100% F	3,4 b	4,0 ab	5,6 b	7,6 c	11,7 ab	13,4 c	14,6 b	16,1 c
60% F+40% G	3,4 bc	4,4 ab	6,0 b	10,0 ab	12,9 a	15,0 bc	16,8 b	18,2 bc
40% F+60% G	3,0 c	4,0 b	6,0 b	8,3 bc	10,5 b	17,5 b	20,7 a	20,3 ab
100% G	4,1 a	4,6 a	7,1 a	11,3 a	13,3 a	20,4 a	22,0 a	23,1 a
-----cm-----								
CE - SOLUÇÕES								
1,06 dS m ⁻¹	3,6	4,4	6,9	11,1	12,6	16,0	18,9	18,8
2,12 dS m ⁻¹	3,3	4,4	6,3	9,7	12,7	17,0	19,1	20,3
3,20 dS m ⁻¹	3,4	4,0	5,5	9,6	12,5	16,7	18,9	19,3
4,24 dS m ⁻¹	3,6	4,2	5,8	6,8	10,6	16,7	17,2	19,5
REGRESSÃO								
Equação	Y= 7,1-0,4x Y= 12,5-1,3x Y= 13,7-0,6x							
R ²	0,74 ** 0,87 ** 0,66 **							

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).

O fato das mudas terem alcançado maiores alturas no substrato granulado está relacionado aos aspectos físicos dos substratos testados, onde o tratamento 100% F apresenta baixa capacidade de retenção de água (4,42% do volume), diferente da 100% G (17,22% do volume) (Figura 5). 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.

De forma geral, as quantidades de sais retidas nos substratos, representadas pelas condutividades elétricas das soluções aquosas pelo método de extração de 1:1,5 (substrato : água deionizada) (Tabela 2), não parecem ser determinantes para altura de parte aérea das mudas, pois a fibra de coco 100% G apresentou conteúdo de sais semelhantes aos substratos com aplicação das soluções de adubação de 3,2 ou 4,24 dS m⁻¹, quando as mudas apresentaram-se com menores alturas.

Os dois pontos de maior crescimento ocorreram entre os períodos de 78 a 92 DAS e de 105 a 119 dias após a semeadura (DAS), coincidindo com o aumento médio da umidade relativa do ar (Figura 21) e temperaturas amenas (Figura 20). Nesses períodos o metabolismo das plantas pode ter aumentado, refletindo em alto acréscimo de altura.

As mudas de ipê amarelo alcançaram altura de 16 cm aos 112 DAS quando produzidas em substrato 100% G. Quando produzidas em substrato 100% F, essa mesma altura foi atingida aos 153 dias após a semeadura, o que significa uma antecipação do ciclo em 40 dias na produção em fibra de coco granulada (Figura 10).

As CE das soluções de fertirrigação influenciaram as alturas de parte aérea nas avaliações aos 78, 92 e 105 DAS, gerando regressões lineares decrescentes em função das diferentes CE das soluções de fertirrigação aplicadas.

Aos 78 dias após a semeadura, as plantas apresentaram-se com crescimento decrescente em função das diferentes CE das soluções de fertirrigação. Observa-se que na avaliação aos 63 DAS, a condutividade elétrica média dos substratos quando aplicada a maior CE estava em 1.070 dS m⁻¹, refletindo em acréscimo de 1,6 cm, enquanto que na menor dose a solução aquosa apresentava-se com condutividade elétrica de 362 dS m⁻¹ e acréscimo em altura de 2,5 cm entre 63 e 78 DAS.

Aos 77 DAS as mudas foram transportadas para São Paulo, recebendo água abundante para evitar secamento durante o caminho. Esta aplicação de água em maior

quantidade promoveu lixiviação dos sais dos substratos. Esta diminuição do conteúdo salino no substrato foi marcante para o desenvolvimento da parte aérea das plantas, pois foi quando as mesmas apresentaram maiores crescimentos, aumentando aproximadamente 4 cm em duas semanas (78 a 92 DAS), exceto para as mudas produzidas em $4,24 \text{ dS m}^{-1}$, que responderam negativamente a esta oscilação de conteúdo de sais. Essas plantas cresceram em média 1 cm e encontraram-se com altura bem abaixo das maiores médias (11,13 cm).

Embora tenha apresentado diferença significativa aos 105 dias após a semeadura (DAS) (Tabela 6) em função das CE, a amplitude da menor para a maior média foi baixa (2,05 cm). Nota-se que as plantas homogeneizaram as alturas em 4 semanas após a oscilação da CE nos substratos devido a irrigação abundante em ocasião da viagem.

Nas épocas em que houve interação S x D (Tabela 7) aos 49 DAS, as maiores alturas foram obtidas quando produzidas em fibra de coco 100% G, exceto quando submetido a solução de adubação com CE de $2,12 \text{ dS m}^{-1}$, o mesmo ocorrendo aos 78 DAS quando aplicada solução de $1,06 \text{ dS m}^{-1}$.

No entanto, para 105 DAS a maior média de altura ocorreu para 100% granulada em $3,20 \text{ dS m}^{-1}$, possivelmente isto tenha ocorrido em função desse período ser de alta demanda de nutrientes e as CE inferiores não permitiram um adequado fornecimento, refletindo nas alturas.

As curvas apresentadas na Figura 10 mostram que as mudas produzidas nos substratos 100% G são maiores em relação às produzidas nos demais substratos. Fica evidente que a altura média das mudas produzidas em 100% F aos 153 DAS ocorreu aos 113 DAS quando produzidas em 100% G, antecipando a produção em 40 dias.

Na Figura 11 são apresentadas as curvas de regressão das alturas da parte aérea das mudas de ipê produzidas em diferentes CE, em função dos dias de avaliação. As mudas produzidas com soluções menos concentradas foram maiores em relação às produzidas em soluções com maior CE. Porém, aos 92 DAS, as médias das mudas produzidas em $2,12 \text{ dS m}^{-1}$ ultrapassaram a de $1,06 \text{ dS m}^{-1}$, indicando que no início do ciclo esta CE era suficiente para sua demanda nutricional, porém com o tempo, possivelmente essa concentração de sais não tenha sido suficiente. A partir dos 133 DAS, as alturas das mudas produzidas na maior CE aumentaram mais que as demais, reforçando o aumento da necessidade nutricional das mudas ao longo da produção.

Tabela 7: Níveis de significância e médias de alturas da parte aérea (cm) de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas em diferentes substratos em cada solução de fertirrigação (coluna), e alturas de mudas produzidas em cada substrato em função das soluções de fertirrigação (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores aos 49, 78 e 105 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006.

49 dias após a semeadura							
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Regressão	R ²
		**	NS	**	*		
		-----cm-----					
100% F	NS	3,6 b	3,3	3,2 b	3,5ab	-	
60% F+40% G	NS	3,3 bc	3,7	2,9 b	3,7 ab	-	
40% F+60% G	NS	2,7 c	2,9	3,2 b	3,1 b	-	
100% G	**	4,8 a	3,3	4,2 a	4,0 a	Polinomiais testadas-	NS
78 dias após a semeadura							
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Regressão	R ²
		**	NS	NS	NS		
		-----cm-----					
100% F	NS	6,0 b	6,3	5,0	4,8	-	
60% F+40% G	NS	5,7 b	6,0	6,0	6,0	-	
40% F+60% G	NS	6,3 b	5,7	5,0	6,3	-	
100% G	**	9,5 a	7,0	6,0	6,0	Y= 13,1-4,3x+0,6x ²	1,00*
105 dias após a semeadura							
Fatores		1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Regressão	R ²
		NS	NS	**	NS		
		-----cm-----					
100% F	NS	11,33	12,33	12,17 ab	10,83	-	
60% F+40% G	NS	13,00	12,83	13,33 a	12,33	-	
40% F+60% G	*	11,83	13,00	8,17 b	9,00	Polinomiais testadas –	NS-
100% G	**	14,33	12,67	16,17 a	10,17	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).

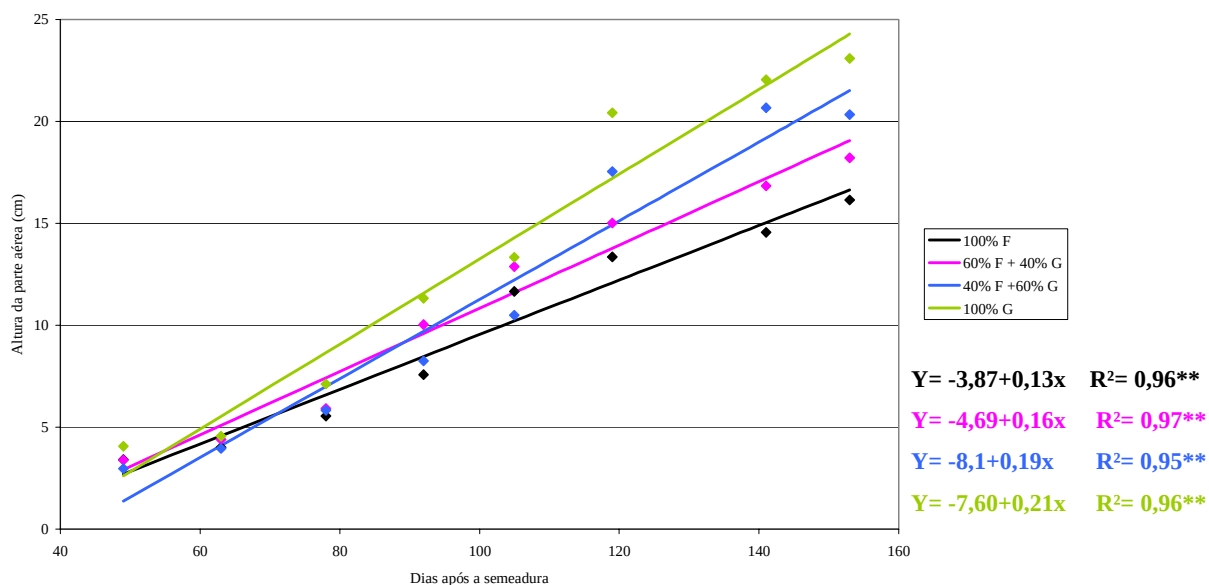


Figura 10: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e a altura da parte aérea de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nos quatro substratos. Botucatu - SP, 2006.

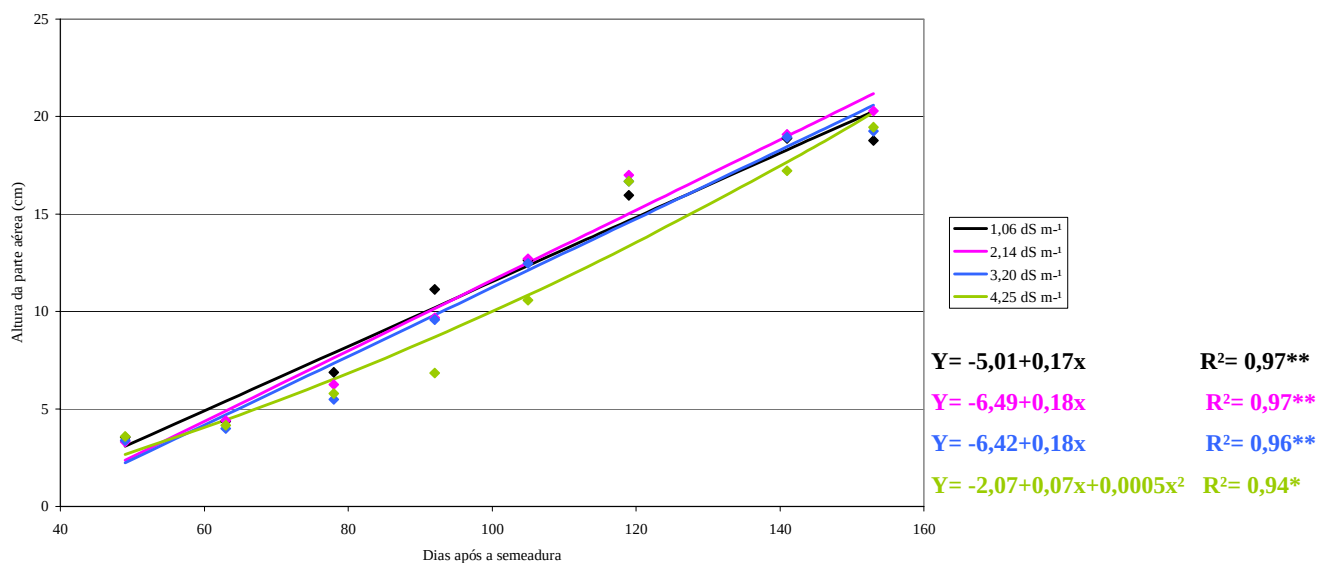


Figura 11: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e a altura da parte aérea de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nas quatro soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006.

4.3.2 Diâmetro do coleto

Na Tabela 8 são apresentados os diâmetros do coleto medidos a partir dos 105 dias após a semeadura, pois dados anteriores foram perdidos por imprecisão do avaliador que foi alterado a partir desta fase. Para se fazer essas medições, o colo da muda era colocado sobre a régua e a medida era anotada, gerando realmente diferença entre um avaliador e outro. Os dados apresentados, no entanto, são suficientes para verificar a influência dos tratamentos neste parâmetro.

De forma geral, as mudas produzidas em 100% G apresentaram maiores diâmetros, alcançando 0,4cm aos 119 dias após a semeadura (DAS), sendo que os demais alcançaram esta medida aos 141 DAS, antecipando a produção em 22 dias.

Essas medidas indicam que o crescimento do coleto é lento, tendo acréscimo em torno de 0,1cm em 48 dias, apontando que as plantas concentram-se em lignificá-los e não em aumentá-los em diâmetro.

Entre os 105 e 119 DAS, as mudas cresceram 7cm em altura (Tabela 6) quando produzidas em 100% G, e 0,1cm em diâmetro de colo, demonstrando que existe preferência do crescimento em altura de parte aérea em relação ao crescimento do coleto nessa fase.

Os substratos influenciaram significativamente no diâmetro do coleto aos 119 e aos 141 DAS, onde as mudas produzidas em fibra de coco 100% G alcançaram as maiores médias, reafirmando os resultados obtidos em altura de parte aérea. A alta retenção de água deste material foi o diferencial para esses resultados.

Os diâmetros de coleto ao final do ensaio (0,4 cm) foram concordantes com os encontrados por Cunha et al. (2005) em mudas de *Tabebuia impetiginosa* produzidas em recipientes de 13,5 x 19 cm, com substrato de terra de subsolo + composto orgânico, 150 dias após a semeadura. Tanto a espécie citada como a estudada neste experimento são classificadas como secundárias tardias, tendo, portanto, velocidades parecidas de desenvolvimento.

Tabela 8: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para diâmetro do coleto (cm) de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	105	119	141	153
	Dias após a semeadura			
Substrato (S)	0,006NS	0,03**	0,01**	0,004NS
Condutividade elétrica (CE)	0,007NS	0,01*	0,001NS	0,005NS
S x CE	0,004NS	0,004NS	0,0008NS	0,002NS
Blocos	0,002NS	0,001NS	0,0008NS	0,006NS
Resíduo	0,002	0,004	0,003	0,003
CV %	17,51	19,54	12,65	12,81
Média geral	0,28	0,31	0,40	0,40
SUBSTRATOS	-----cm-----			
100% F	0,27	0,25 b	0,40 b	0,38
60% F+40% G	0,30	0,31 ab	0,39 b	0,40
40% F+60% G	0,25	0,32 ab	0,43 ab	0,41
100% G	0,28	0,37 a	0,47 a	0,43
CE - SOLUÇÕES	-----cm-----			
1,06 dS m ⁻¹	0,29	0,32	0,43	0,43
2,12 dS m ⁻¹	0,29	0,35	0,41	0,40
3,20 dS m ⁻¹	0,28	0,28	0,42	0,38
4,24 dS m ⁻¹	0,24	0,29	0,43	0,40
REGRESSÃO				
Equação	Polinomiais testadas			
R ²	NS			

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).

Quando se observa os resultados de diâmetro em função das soluções com concentrações de sais crescentes (Tabela 8), verifica-se nas primeiras avaliações que houve tendência de maiores médias quando produzidas nas menores concentrações, igualando a partir dos 141 DAS. O acúmulo de sais até os 119 DAS com decréscimo após esta data (Tabela 2) refletiram nesses resultados.

As soluções de adubação aplicadas influenciaram significativamente apenas aos 119 DAS, sendo que as regressões polinomiais testadas não foram significativas estatisticamente. A maior média foi alcançada em mudas produzidas com soluções de 2,12 dS m⁻¹, favorecidas pelos adequados conteúdos de sais, água e ar encontrados nessa situação.

Na Figura 12 são apresentadas curvas de regressão do diâmetro do coleto de mudas de ipê produzidas nos quatro substratos em função dos dias de avaliações, representando graficamente os resultados discutidos anteriormente, onde mudas produzidas em fibra de coco 100% G apresentaram-se com maiores valores em relação às produzidas nos demais substratos. Pelas equações de regressão, nota-se que o diâmetro de 0,3cm alcançado nas mudas dos tratamentos com maior porcentagem de fibra de coco fibrosa (100% F e 60% F+40% G) aos 153 dias após a semeadura (DAS), ocorreu aos 135 e 123 DAS, respectivamente, para mudas produzidas em substrato 40% F+60% G e 100% G, indicando também que para este parâmetro houve precocidade das mudas com o uso de substrato granulado.

Observando ainda as equações da Figura 12, verifica-se que as médias de diâmetro de coleto de mudas produzidas em substratos com maiores porcentagens de fibra de coco fibrosa ajustaram-se em regressões lineares, diferente das médias das mudas produzidas em substratos com maiores porcentagens de fibra de coco granulada, que se ajustaram em regressões quadráticas.

Na Figura 13 são apresentadas as curvas de regressão dos diâmetros das mudas nas diferentes CE das soluções de adubação, em função das épocas avaliadas. Essas curvas de regressão também demonstram graficamente o discutido anteriormente, onde menores condutividades elétricas das soluções das adubações geraram mudas com maiores diâmetros de coleto, apresentando um gradiente decrescente com o aumento das condutividade elétricas das soluções de fertirrigação.

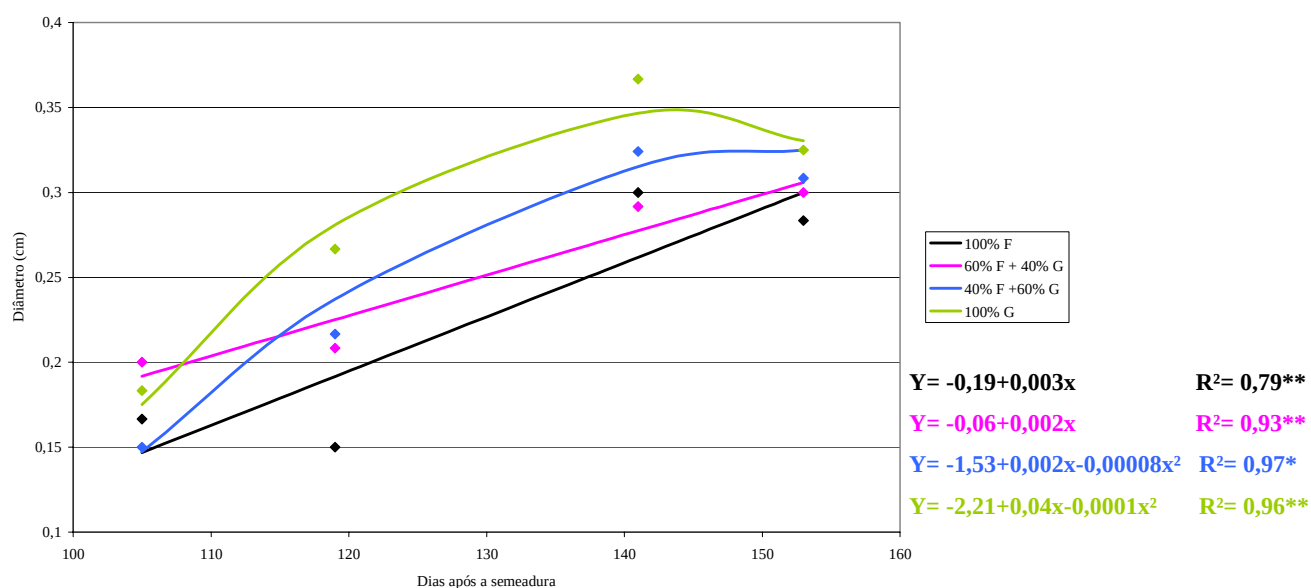


Figura 12: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e o diâmetro do coleto de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nos quatro substratos. Botucatu - SP, 2006.

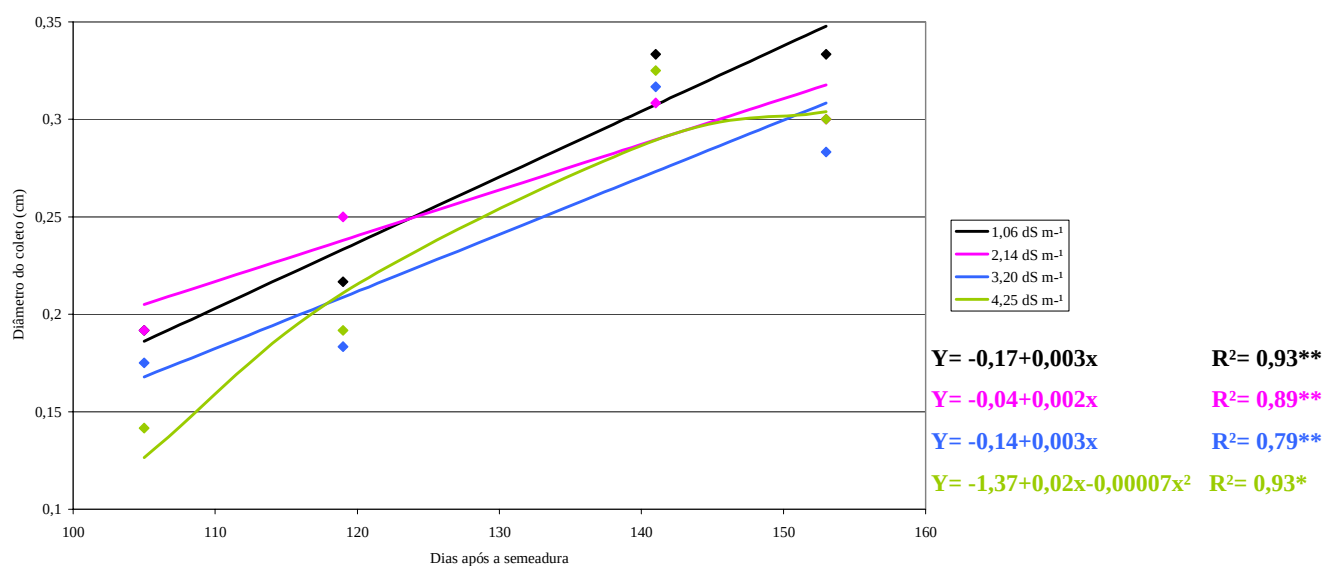


Figura 13: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e o diâmetro do coleto (cm) de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nas quatro soluções de adubação. Botucatu - SP, 2006.

Carneiro (1995) cita que a relação entre a altura da parte aérea (cm) e o diâmetro do coleto (mm) deve estar entre 5,4 a 8,1 para uma muda ser considerada adequada, principalmente para *Pinus* e *Eucalyptus*, devendo-se fazer esta avaliação tanto na metade do período de produção, quanto na época de expedição da muda. Pela Tabela 9, verifica-se que aos 105 dias após a semeadura (DAS), as mudas que se aproximaram da relação H/D adequada por este critério, foram as produzidas em 4,24 dS m⁻¹, indicando que de forma geral, que os diâmetros poderiam inclusive ser menores. Na última avaliação, aos 153 DAS, mudas produzidas em fibra granulada apresentaram-se adequadas por este critério.

Embora as alturas e os diâmetros não tenham gerado relações adequadas na maioria dos casos, houve adaptação inicial de todas as mudas plantadas em campo, independente do tratamento.

Tabela 9: Relação altura de parte aérea (cm) : diâmetro de coleto (mm) aos 105 e 153 DAS de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	Dias após a semeadura					
	105			153		
	Altura (H) -----cm----	Diâmetro (D) -----mm-----	H / D	Altura (H) -----cm----	Diâmetro (D) -----mm-----	H / D
SUBSTRATOS						
100% F	11,7	3	3,9	16,1	4	4
60% F+40% G	12,9	3	4,3	18,2	4	4,6
40% F+60% G	10,5	3	3,5	20,3	4	5,1
100% G	13,3	3	4,5	23,1	4	5,8
CE - SOLUÇÕES						
1,06 dS m ⁻¹	12,6	3	4,2	18,8	4	4,7
2,12 dS m ⁻¹	12,7	3	4,2	20,3	4	5,1
3,20 dS m ⁻¹	12,5	3	4,2	19,3	4	4,8
4,24 dS m ⁻¹	10,6	2	5,3	19,5	4	4,9

4.3.3 Número de pares de folhas verdadeiras

Na Tabela 10 são apresentados os resultados de número de pares de folhas em função da produção das mudas em diferentes substratos e soluções de fertirrigação de adubação. De maneira geral, o acréscimo do número de folhas verdadeiras foi gradativo ao longo do crescimento das mudas, chegando ao final das avaliações com o mesmo número de pares de folhas independente do substrato utilizado.

Entre os 92 a 119 dias após a semeadura (DAS), o número de pares de folhas (5) permaneceu constante quando as mudas foram produzidas em 100%F, coincidindo com os maiores acréscimos em altura dessas mudas (6cm) (Tabela 6). O mesmo aconteceu em mudas produzidas em 60% F+40% G entre os 92 e 141 DAS que aumentaram 7cm de altura, permanecendo com 5 pares de folhas no período. Esses resultados reafirmam o maior gasto de energia em altura quando comparado ao acréscimo do número de folhas.

Aos 49, 92, 105 e 141 DAS, o número de pares de folhas verdadeiras das mudas de ipê foi influenciado significativamente pelo substrato de produção (Tabela 10). Houve certa tendência das mudas conduzidas nos substratos mais fibrosos produzirem maiores números de folhas em relação às mudas conduzidas nos substratos mais granulados, provavelmente por essas últimas se apresentarem com maiores alturas de parte aérea (Tabela 6), apontando novamente a uma tendência de que quando há maior incremento em altura, o número de folhas fica constante.

Houve diminuição do conteúdo salino da fibra de coco 100% F a partir dos 141 DAS (Tabela 2), coincidindo com o aumento do número de pares de folhas. O mesmo ocorreu nas mudas produzidas nos demais substratos, porém em épocas distintas. Provavelmente o aumento da condutividade elétrica prejudicou o acréscimo em número de folhas da planta, sendo que um dos sintomas citados na literatura para excesso de sais é a diminuição do número de folhas e até queda das mesmas. Quando se eliminou o excesso de sais, as plantas tiveram condições de se desenvolver e aumentar o número de pares de folhas.

Tabela 10: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para número de pares de folhas verdadeiras de mudas de ipê amarelo produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	49	63	78	92	105	119	141	153
	Dias após a semeadura							
Substrato (S)	0,91**	0,17NS	0,17NS	2,06*	1,74*	1,08NS	5,19**	3,91NS
Condutividade elétrica (CE)	0,41NS	0,06NS	0,83NS	2,61*	3,80**	0,74NS	5,08**	9,85*
S x CE	0,19NS	0,07NS	0,85*	0,74NS	1,28*	0,72NS	2,72*	0,93NS
Blocos	0,08NS	0,06NS	0,27NS	1,65NS	0,08NS	1,02NS	1,52NS	2,15NS
Resíduo	0,17	0,08	0,32	0,62	0,51	0,60	1,12	2,50
CV %	25,21	9,70	13,48	18,22	16,17	15,04	18,08	23,80
Média geral	1,6	3,0	4,2	4,3	4,4	5,1	5,9	6,6
SUBSTRATOS								
100% F	1,7 ab	3,0	4,0	4,7 a	4,6 ab	5,3	5,9 ab	7,1
60% F+40% G	1,6 ab	3,1	4,3	4,6 ab	4,8 a	5,4	4,9 b	7,0
40% F+60% G	1,3 b	2,8	4,3	3,8 b	4,0 b	5,1	6,4 a	5,8
100% G	2,0 a	3,1	4,2	4,3 ab	4,2 ab	4,8	6,2 a	6,7
CE - SOLUÇÕES								
1,06 dS m ⁻¹	1,4	3,0	4,5	4,8	4,9	5,3	6,7	7,8
2,12 dS m ⁻¹	1,8	2,9	4,3	4,7	4,8	5,4	6,1	7,0
3,20 dS m ⁻¹	1,6	3,1	4,0	4,2	4,3	5,1	5,4	5,8
4,24 dS m ⁻¹	1,8	3,0	3,9	3,8	3,7	4,8	5,3	6,1
REGRESSÃO								
Equação	Y = 5,21-0,35x							
R ²	Y = 5,46-0,43x							
	Y = 8,21-0,63x							
	0,94 **							
	0,95 **							
	0,79 **							

Y = número de pares de folhas verdadeiras; 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).

Mudas produzidas com $1,06 \text{ dS m}^{-1}$ chegou a 7 pares de folhas aos 141 dias após a semeadura (DAS), enquanto que as conduzidas em $2,12 \text{ dS m}^{-1}$ chegaram a esta quantidade de folhas aos 153 DAS, e nas condutividade elétricas superiores, as mudas apresentaram-se com 6 pares ao final das avaliações. Esses resultados mostram que as menores concentrações de sais favoreceram a produção mais rápida de folhas, reafirmando a hipótese de que quantidades altas de sais as plantas apresentam certa dificuldade em aumentar o número de folhas.

Para as mudas produzidas em $1,06 \text{ dS m}^{-1}$ observa-se que nos períodos em que há acréscimo de folhas há a diminuição do conteúdo salino das soluções aquosas dos substratos (Tabela 2), principalmente aos 78 e 141 DAS, o mesmo ocorrendo quando aplicada soluções de $2,12 \text{ dS m}^{-1}$. Nas demais soluções de adubação esta diminuição das condutividades das soluções dos substratos coincidentes com o aumento das folhas não foram tão evidentes por causa das altas concentrações, tendo provavelmente acúmulo de sais ao longo das aplicações das adubações.

Aos 92, 105, 141 e 153 dias após a semeadura, o número de pares de folhas verdadeiras foi influenciado pelas soluções aplicadas, gerando curvas de regressões lineares decrescentes (Tabela 10).

Houve interação entre os fatores aos 78, 105 e 141 dias após a semeadura, e os desdobramentos são apresentados na Tabela 11. Quando as médias foram estatisticamente diferentes entre CE das soluções foram feitos testes para regressões polinomiais.

Pela interação dos fatores, aos 78 DAS, mudas conduzidas em substrato 40% F+60% G obtiveram maiores médias de número de pares de folhas com aplicação de $4,24 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 11). Nessa mesma época de avaliação, as mudas produzidas em substrato 60% F+40% G apresentaram médias diferentes entre soluções, não gerando regressão polinomial estatisticamente significativa, diferente de mudas produzidas em 40% F+60% G que geraram curva quadrática, obtendo menor média em CE de aproximadamente 3 dS m^{-1} .

Aos 105 DAS, as mudas produzidas em substrato 100% F e 100% G obtiveram maiores médias para este parâmetro na CE de $3,20 \text{ dS m}^{-1}$, sendo que quando conduzidas na maior CE e em substrato 60% F+40% G alcançaram maiores médias (Tabela 11).

Tabela 11: Níveis de significância e médias de número de pares de folhas verdadeiras de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas em diferentes substratos em cada solução de fertirrigação (coluna), e médias em cada substrato em função das soluções de fertirrigação aplicadas (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores aos 78, 105 e 141 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006.

78 dias após a semeadura						
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹		
100% F	NS	4,0	4,0	4,0	4,0 ab	-
60% F+40% G	*	4,3	4,7	4,7	3,3 b	Polinomiais testadas
40% F+60% G	**	5,0	4,0	3,3	4,7 a	Y= 7,56-2,88x+0,51x ²
100% G	NS	4,7	4,3	4,0	3,7 ab	-
105 dias após a semeadura						
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹		
100% F	**	4,7	5,3	5,0 a	3,3 b	Y= 2,75+2,34x-0,52x ²
60% F+40% G	NS	5,3	5,0	4,0 ab	5,0 a	-
40% F+60% G	**	5,3	4,3	3,3 b	3,0 b	Y= 6,01-0,75x
100% G	NS	4,3	4,3	4,7 ab	3,3 b	-
141 dias após a semeadura						
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹		
100% F	*	6,0	6,3	7,0 a	4,3	Y= 3,27+3,11x-0,66x ²
60% F+40% G	**	6,3	5,3	3,0 b	5,0	Polinomiais testadas
40% F+60% G	NS	7,7	6,7	6,0 a	5,3	-
100% G	NS	6,7	6,0	5,7 a	6,3	-

Y=número de pares de folhas verdadeiras; 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).

Quando produzidas em 100% F, as médias geraram curva de regressão quadrática estatisticamente significativa com máximo número de pares de folhas quando aplicada solução em torno de 2 dS m^{-1} (Tabela 11). Quando produzidas em substrato 40% F+60% G, as médias geraram uma reta linear decrescente em função das CE aplicadas.

Aos 141 dias após a semeadura, mudas produzidas em CE $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ interagiram com os diversos substratos (Tabela 11), apresentando maior média de número de pares de folhas quando produzidas em substrato 100% F, provavelmente por ter fornecido nutrientes em quantidades favoráveis para este acréscimo.

As médias do número de pares de folhas de mudas conduzidas em 100% F geraram curva de regressão quadrática com número máximo em soluções de aproximadamente $2,5 \text{ dS m}^{-1}$. As médias do número de folhas de mudas produzidas em substrato 60% F+40% G não foram representadas por regressões polinomiais já que não se apresentaram significativas.

Pelas curvas apresentadas na Figura 14, o número de pares de folhas verdadeiras presentes nas mudas produzidas nos quatro substratos são muito próximos, porém, existe uma ordem decrescente destas médias em função dos substratos usados, sendo que as maiores médias foram encontradas nas mudas conduzidas na fibra de coco 100% F, ao contrário das alturas de parte aérea (Tabela 6). Este fato aponta novamente para a hipótese de que existe uma preferência em crescimento em altura em detrimento do acréscimo de número de folhas.

As soluções de adubação com menores condutividades elétricas (CE) geraram mudas com maiores números de pares de folhas (Figura 15). Dos 60 aos 120 dias após a semeadura (DAS), a solução de $2,12 \text{ dS m}^{-1}$ permitiram que as mudas apresentassem maiores números de pares de folhas em relação às demais CE. A partir dos 110 DAS, as mudas conduzidas em solução de $1,06 \text{ dS m}^{-1}$ alcançaram maiores médias de número de folhas. Para altura de parte aérea (Figura 9) ocorreu exatamente o inverso, onde maiores médias foram encontradas até os 100 DAS em mudas conduzidas em $1,06 \text{ dS m}^{-1}$, e a partir deste período, mudas produzidas em $2,12 \text{ dS m}^{-1}$ ultrapassaram as demais.

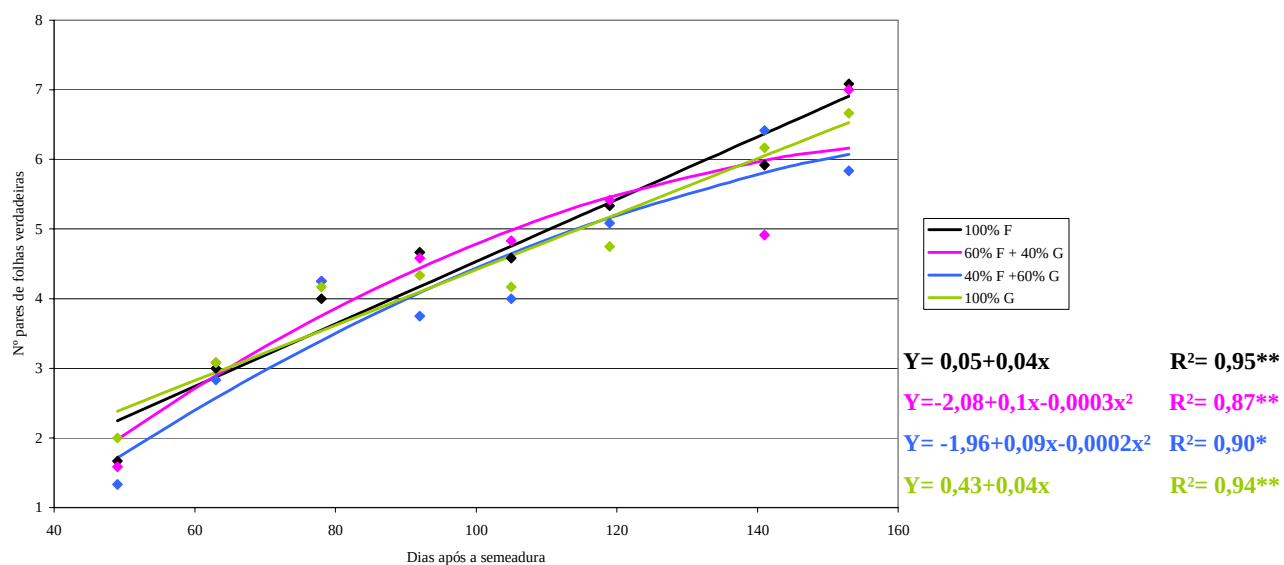


Figura 14: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e o número de pares de folhas verdadeiras em mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nos quatro substratos. Botucatu - SP, 2006.

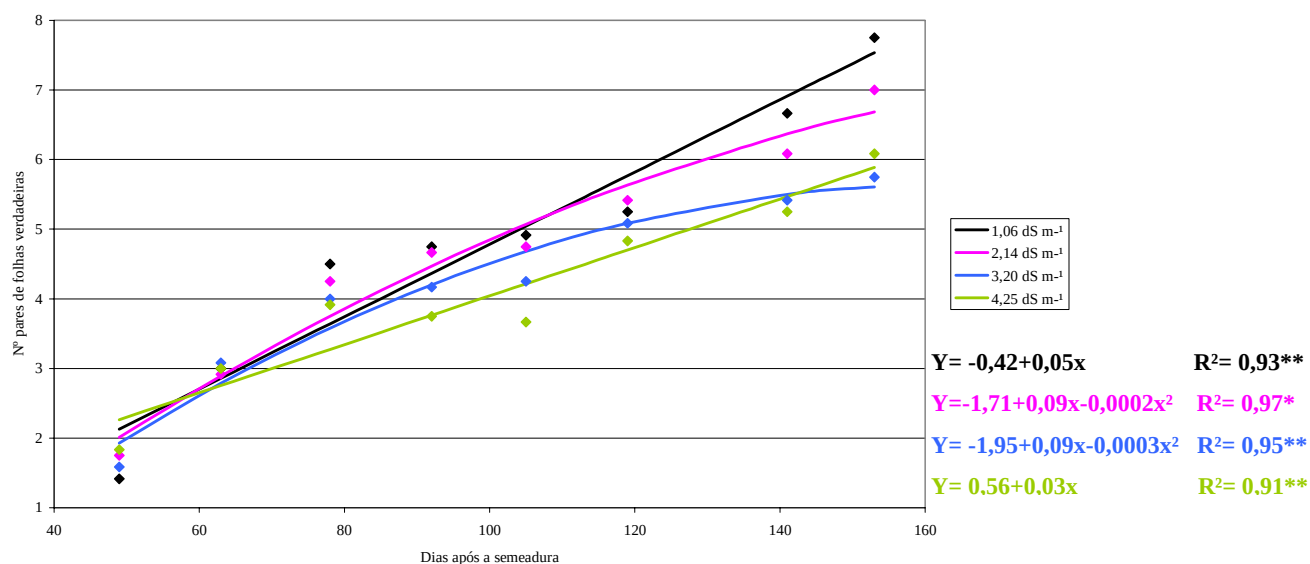


Figura 15: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e o número de folhas verdadeiras em mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nas quatro soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006.

4.3.4 Matéria seca total

Na Tabela 12 são apresentados os resultados de matéria seca total das mudas de ipê amarelo, ao longo do ciclo de produção das mudas. Os substratos influíram neste parâmetro em todas as avaliações, apresentando tendência de maiores valores nas mudas produzidas em substratos com maiores porcentagens de fibra de coco granulada, assim como as alturas médias da parte aérea (Tabela 6) e diâmetro de coleto (Tabela 8), porém não tão evidente para o número de pares de folhas verdadeiras (Tabela 10).

Cunha et al. (2005), estudando a produção de mudas de ipê roxo, constataram que mudas produzidas em substratos contendo composto orgânico acumularam maiores matérias seca em relação às produzidas em terra de sub-solo, provavelmente pelo balanço entre porosidade e retenção de água do composto orgânico. Por outro lado, Santos et al. (2000), testando substratos e volumes de tubete na produção de mudas de *Chryptomeria japonica*, encontraram maiores matérias secas de raízes e de parte aérea quando produzidas em solo + vermiculita em relação à casca de pinus + vermiculita, sendo atribuído à maior retenção de água por aquele substrato.

Os valores de matéria seca diferiram estatisticamente em função das soluções de fertirrigação aplicadas aos 78, 105, 119 e 141 dias após a semeadura (DAS), gerando equações lineares decrescentes, exceto aos 105 DAS que se ajustou em regressão quadrática, demonstrando sensibilidade às altas quantidades de sais.

Houve interação dos fatores estudados aos 63 e 105 DAS, e os seus desdobramentos são apresentados na Tabela 13, onde aos 63 DAS mudas produzidas em substratos 100% G obtiveram maiores médias para este parâmetro com diferenças significativas em relação aos demais, gerando retas lineares crescentes, exceto com aplicação de 1,06 dS m⁻¹, provavelmente pelo menor acúmulo de sais quando aplicada esta solução.

Tabela 12: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para matéria seca total das mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação por dia de avaliação. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	49	63	78	92	105	119	141	153
Dias após a semeadura								
Substrato (S)	0,006**	0,02**	0,06**	0,69**	0,64**	0,63**	1,75**	2,47**
Condutividade elétrica (CE)	0,001NS	0,0003NS	0,03*	0,05NS	0,27**	0,48**	0,69**	0,59NS
S x CE	0,001NS	0,003**	0,01NS	0,06NS	0,09**	0,15NS	0,18NS	0,40NS
Blocos	0,0002NS	0,003*	0,001NS	0,07NS	0,009NS	0,17NS	0,01NS	0,06NS
Resíduo	0,0006	0,0009	0,008	0,06	0,030	0,09	0,12	0,21
CV %	54,58	26,19	28,11	36,78	22,51	29,68	22,74	27,93
Média geral	0,05	0,11	0,33	0,66	0,77	1,02	1,51	1,62
SUBSTRATOS	-----g/planta-----							
100% F	0,05 ab	0,11 b	0,29 b	0,50 b	0,63 b	0,72 b	1,12 c	1,10 b
60% F+40% G	0,04 b	0,10 b	0,29 b	0,54 b	0,68 b	1,00 ab	1,35 bc	1,58 b
40% F+60% G	0,02 b	0,07 b	0,29 b	0,60 b	0,65 b	1,10 a	1,56 b	1,59 b
100% G	0,08 a	0,18 a	0,43 a	1,02 a	1,11 a	1,27 a	2,02 a	2,21 a
CE - SOLUÇÕES	-----g/planta-----							
1,06 dS m ⁻¹	0,03	0,11	0,38	0,75	0,87	1,31	1,84	1,84
2,12 dS m ⁻¹	0,04	0,11	0,35	0,65	0,88	0,98	1,50	1,78
3,20 dS m ⁻¹	0,05	0,11	0,32	0,63	0,78	0,88	1,44	1,39
4,24 dS m ⁻¹	0,06	0,12	0,26	0,62	0,55	0,90	1,27	1,48
REGRESSÃO								
Equação	Y = 0,42-0,04x							
R ²	0,96 **							
	Y = 0,73+0,19x-0,06x ² Y = 1,35-0,13x Y = 1,96-0,18x							
	1,00 * 0,73 ** 0,91 **							

Y = matéria seca total (g); 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 13: Níveis de significância e médias de matéria seca total (g) de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas em diferentes substratos em cada solução de fertilrigação (coluna), e produzidas em cada substrato em função das soluções de fertilrigação (linha) obtidos nos desdobramentos da interação dos fatores aos 63 e 105 dias após a semeadura. Botucatu - SP, 2006.

63 dias após a semeadura						
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Regressão	R ²
	NS	*	**	**		
-----g/planta-----						
100% F	NS	0,09	0,13 ab	0,10 b	0,11 b	-
60% F+40% G	NS	0,12	0,12 ab	0,08 b	0,07 b	-
40% F+60% G	NS	0,10	0,07 b	0,06 b	0,07 b	-
100% G	**	0,13	0,14 a	0,20 a	0,23 a	Y= 0,09-0,03x 0,91*
105 dias após a semeadura						
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Regressão	R ²
	**	**	**	NS		
-----g/planta-----						
100% F	NS	0,64 b	0,60 b	0,68 b	0,61	-
60% F+40% G	NS	0,66 b	0,73 b	0,67 b	0,65	-
40% F+60% G	**	0,82 b	0,80 b	0,59 b	0,37	Y= 1,04-0,15x 0,91**
100% G	**	1,34 a	1,37 a	1,17 a	0,57	Y= 0,95+0,51x-0,14x ² 1,00 **

Y= matéria seca total (g); x= CE da solução de fertilrigação (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).

Aos 105 dias após a semeadura (DAS), as mudas obtiveram médias significativamente diferentes quando produzidas nos substratos testados, exceto com aplicação da solução de $4,24 \text{ dS m}^{-1}$, sendo que quando produzidas em 100% G as médias apresentaram-se maiores (Tabela 13). Esses resultados indicam que independente dos substratos, quando aplicada a maior CE, as mudas acumularam matérias secas semelhantes.

Mudas produzidas em substrato 40% F+60% G e 100% G apresentaram médias significativamente diferentes em função das soluções de adubação, gerando uma reta linear decrescente para 40% F+60% G, e uma curva quadrática para 100% G. As mudas acumularam menores matérias secas nas maiores CE, indicando sensibilidade salina desta espécie, pois observando o conteúdo de sais neste ponto, verificam-se valores elevados (em torno de 900 dS m^{-1} para maior CE) (Tabela 2).

Ao final do ensaio, quando as mudas estavam prontas para expedição, essas foram separadas em caule, folhas e raízes para determinação do conteúdo de nutrientes. Observa-se nas Figuras 16 e 17, que a distribuição das matérias secas nas mudas de ipê mais de 50% do peso da matéria seca total das mudas é representada pelas raízes, e de modo geral, os pesos dos caules e folhas foram semelhantes.

Pela Figura 16 nota-se que a maior variação entre as matérias secas ocorreu para o caule, onde mudas produzidas na mistura 60% F+40% G acumularam 46% a mais em matéria seca de caule em relação às mudas conduzidas na mistura 40% F+60% G. Para os demais órgãos (raiz e folhas), o máximo de variação foi de 16% que se deu entre o peso das folhas de mudas produzidas em 60% F+40% G e as conduzidas em 100% G.

Quando se avalia a distribuição de porcentagem de matéria seca entre os órgãos da planta de ipê em função da condutividade elétrica das soluções de adubação (Figura 17), nota-se que a maior variação ocorreu para folhas entre as soluções com $1,06 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,24 \text{ dS m}^{-1}$. No entanto, fica evidente uma redução do sistema radicular a medida que aumenta-se a condutividade elétrica (CE) da solução de fertirrigação. É evidente que aliado à mudança na porcentagem do sistema radicular nas plantas conduzidas na maior CE, houve redução de matéria seca total conforme pode ser visto na Tabela 12, passando de $1,84\text{g}$ ($1,06 \text{ dS m}^{-1}$) para $1,48\text{g}$ ($4,24 \text{ dS m}^{-1}$).

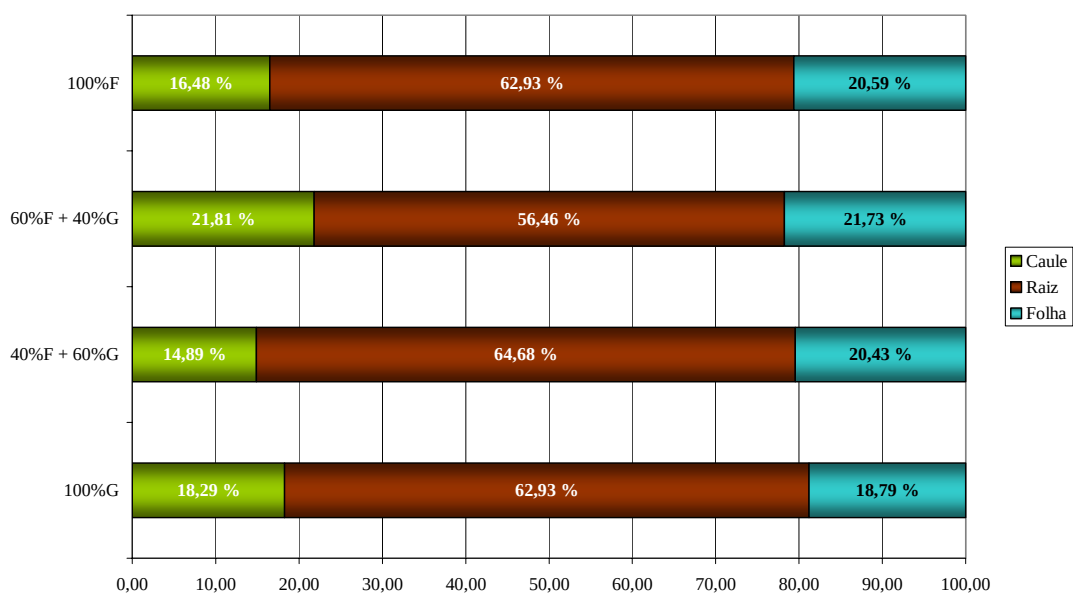


Figura 16: Distribuição das matérias secas em mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nos diferentes substratos. Botucatu - SP, 2006.

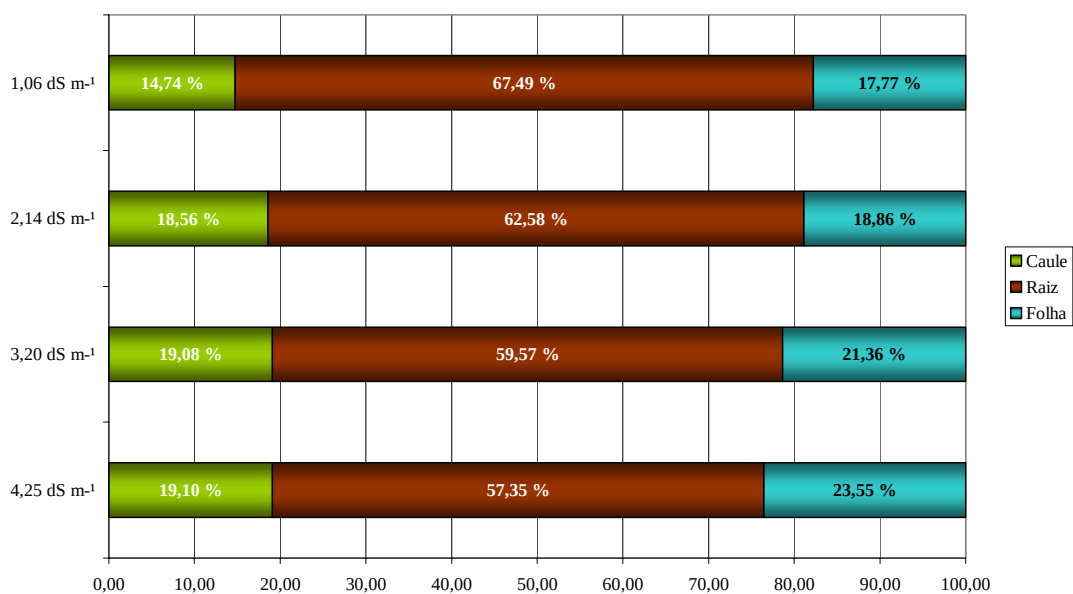


Figura 17: Distribuição das matérias secas em mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nas diferentes soluções de fertilirrigação. Botucatu - SP, 2006.

Na Figura 18 são apresentadas as variações de matéria seca de mudas de ipê amarelo em função dos substratos estudados. Fica evidente que a partir dos 90 DAS diferença entre os substratos ocorreram principalmente entre as fibras de coco 100% F e a 100% G, sendo que neste último apresentou maiores valores. As curvas das matérias secas das mudas conduzidas nas misturas das fibras de coco (60% F+40% G e 40% F+60% G) apresentaram-se bem próximas. À medida que foi aumentando a porcentagem do material fibroso, diminuiu-se a matéria seca.

Com relação à CE das soluções de adubação, nota-se que com o aumento da CE houve diminuição de matéria seca total de mudas de ipê amarelo (Figura 19). Houve bastante distinção entre as curvas geradas através das equações de regressão para matéria seca em função das soluções de fertirrigação, aproximando as curvas das CE mais altas (3,2 e 4,24 dS m⁻¹) ao final das avaliações.

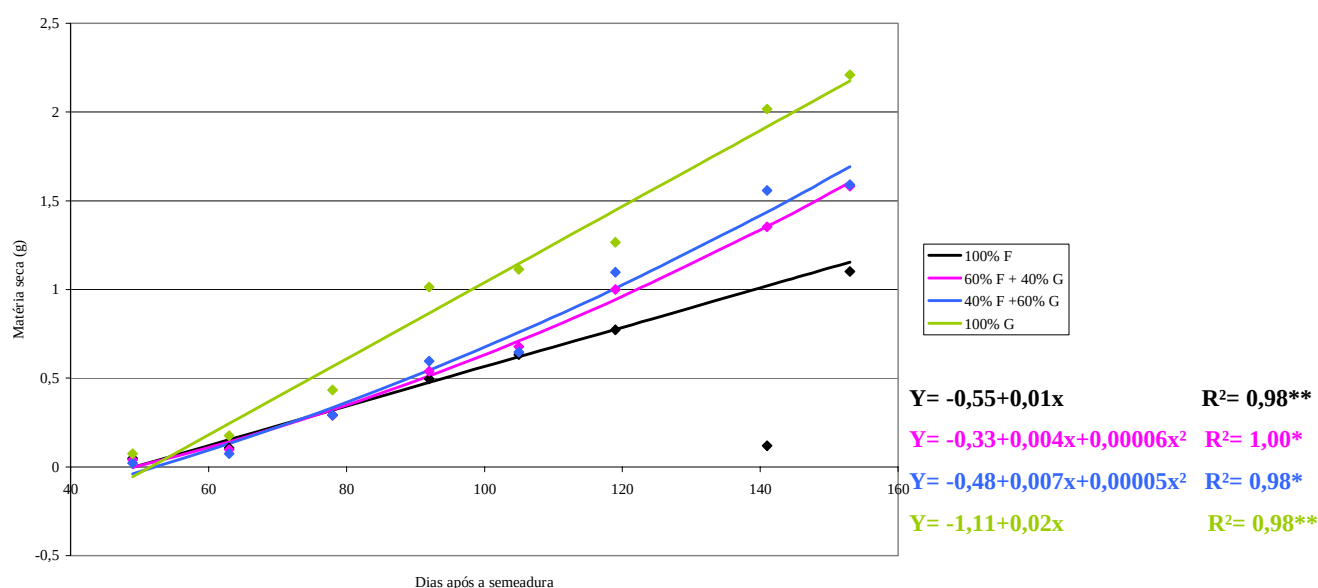


Figura 18: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e a matéria seca em mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nos diferentes substratos. Botucatu - SP, 2006.

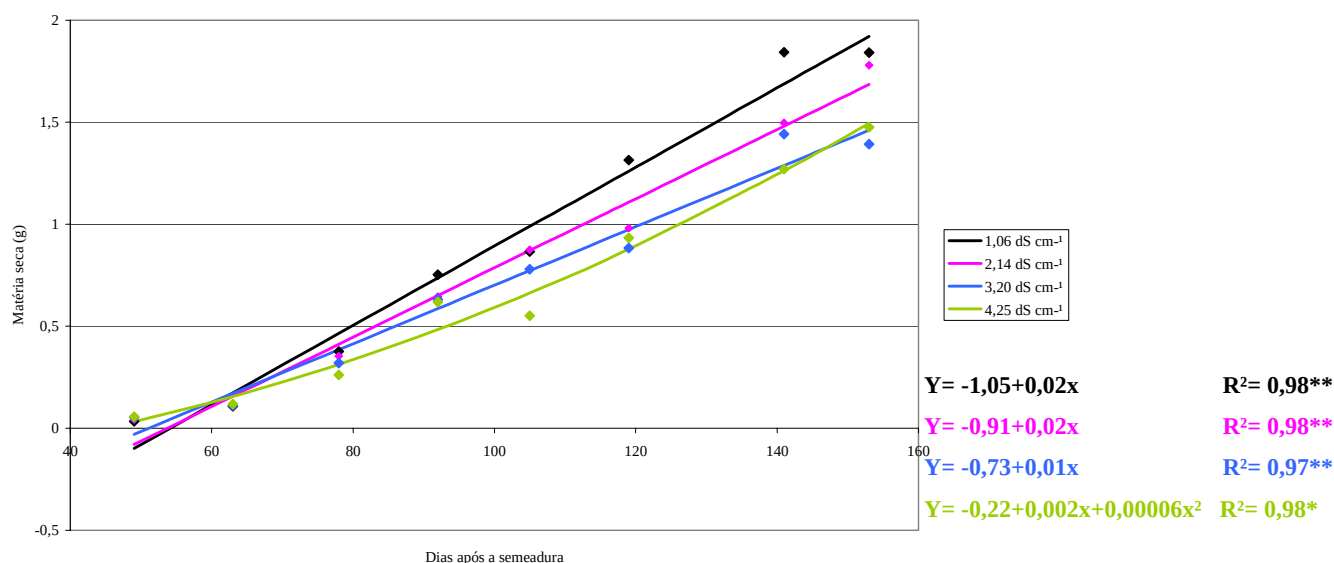


Figura 19: Curvas de regressão entre os dias de avaliação e a matéria seca em mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas nas diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006.

4.4 Características químicas das mudas

4.4.1 Teores de macro e micronutrientes da parte aérea

Os teores de macronutrientes (Tabela 14) foram pouco influenciados pelos substratos testados, apresentando médias parecidas para a maioria deles.

Segundo teores foliares apresentados por Malavolta et al. (1997), os macronutrientes encontram-se dentro da faixa aceitável para teores foliares de essências florestais, exceto o magnésio, que neste ensaio encontra-se abaixo. Possivelmente, houve diluição dos valores da concentração dos nutrientes por ter sido usada a parte aérea inteira nesta avaliação.

Tabela 14: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para teores de macronutrientes (g kg^{-1}) da parte aérea das mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Substrato (S)	12,96*	0,09NS	2,57NS	5,24NS	0,32**	0,42NS
Condutividade elétrica (CE)	59,88**	0,99**	4,98NS	57,84**	1,74**	0,50NS
S x CE	4,83NS	0,12NS	4,13*	2,75NS	0,04NS	0,36NS
Blocos	4,33NS	0,01NS	1,54NS	7,63NS	0,06NS	0,33NS
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
-----g kg ⁻¹ -----						
SUBSTRATOS						
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
-----g kg ⁻¹ -----						
CE - SOLUÇÕES						
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						
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 (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 14). Possivelmente outros cátions como Ca²⁺, K⁺ e NH₄⁺ deslocaram o Mg²⁺ do complexo de troca, ocasionando lixiviação deste nutriente. 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 a absorção de luxo. Segundo Landis et al. (1989), altos níveis de fertilização levam realmente a absorção de luxo de qualquer um dos 13 nutrientes, porém no processo da formação das mudas, acumulam em maiores níveis o N e K. Essa absorção de luxo não é considerada danosa, porém se levada em consideração a necessidade da planta, passa a ser um desperdício de adubo. Esses autores consideram, ainda, que a absorção de luxo de N é muito comum na fase de crescimento rápido das plantas, como é o caso da fase de muda.

Os conteúdos de K na parte aérea das mudas de ipê não foram diferentes estatisticamente em função das soluções de fertirrigação. Nota-se que os teores dos cátions Ca²⁺ e Mg²⁺ apresentaram-se, ao contrário das mudas quando conduzidas nas diferentes CE, com maiores teores nas menores CE. Segundo Raij (1991), altas taxas de absorção de K implicam em forte competição com a absorção de outros cátions. Fica evidente por estes resultados (Tabela 14), que esta competição é ainda mais acentuada em relação ao Mg²⁺.

Outro fator que pode ter influenciado no decréscimo mais acentuado de absorção de Mg²⁺ com o aumento da CE na solução, é que provavelmente houve lixiviação de Mg²⁺ em função dos demais cátions Ca²⁺ e K⁺ desorvê-lo do complexo de troca. Em relação ao Ca²⁺, por ser absorvido por fluxo de massa e por ser imóvel na planta, o efeito osmótico das maiores CE diminuíram sua absorção.

Houve interação entre os fatores para teores de K na parte aérea das mudas de ipê amarelo e seus desdobramentos estão apresentados na Tabela 15.

As mudas produzidas em solução de $4,24 \text{ dS m}^{-1}$ 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 deva-se a condutividades elétricas muito elevadas dos demais substratos, dificultando a absorção deste nutriente. Rajj (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 (Tabela 15).

Tabela 15: 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, 2006.

K					
Fatores	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
60% F+40% G	NS	9	8	9	10 ab
40% F+60% G	NS	9	8	9	8 b
100% G	NS	9	10	9	8 b
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).

Em relação aos micronutrientes (Tabela 16), quando comparados às faixas de teores foliares 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 nos solo como é o que se encontra na natureza.

Neste ensaio, a única fonte de micronutrientes foi o “fritas” (FTE BR 12) aplicado na adubação de base, que tem por característica aumentar a solubilização com a diminuição do pH, como foi o observado nas soluções aquosas dos substratos ao longo das avaliações (Tabela 4).

Tanto o Cu quanto o Zn são altamente liberados em meios ácidos. Como as soluções dos substratos mantiveram-se com pH baixo durante todo o ensaio, 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 Raij (1991), quando os solos são inundados, ocorre redução de Fe^{3+} , 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 16), onde os maiores teores foram encontrados nas mudas conduzidas na solução de $1,06 \text{ dS m}^{-1}$. 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, sendo que os desdobramentos estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 16: Quadrados médios e médias obtidos nas 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 diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Substrato (S)	83,23NS	389,08**	16.653,39**	3.550,91NS	821,74NS
Condutividade elétrica (CE)	151,73*	158,97NS	39.316,17**	16.755,85**	1.722,41NS
S x CE	102,39NS	235,00*	38.141,96**	4.845,78*	1.574,04NS
Blocos	96,51NS	4,56NS	5.576,90NS	7.335,90*	1.245,81NS
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					
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					
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	$Y = 57,10 - 2,37x$		$Y = 776,92 - 224,61x + 40,96x^2$		$Y = 330,77 - 129,84x + 21,98x^2$
R ²	0,74*		0,88**		0,94**

Y = teor de micronutrientes (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 ($P > 0,05$).

Tabela 17: 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, 2006.

Cu					
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias
	NS	**	**	*	
	-----mg kg ⁻¹ -----				
100% F	NS	10	14 b	15 b	28 a
60% F+40% G	NS	14	15 b	16 b	19 ab
40% F+60% G	NS	9	13 b	15 b	11 ab
100% G	**	19	36 a	39 a	8 b
Médias	13	20	21	17	
Fe					
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias
	NS	**	**	**	
	-----mg kg ⁻¹ -----				
100% F	*	587	454 b	558 a	600 a
60% F+40% G	*	557	334 b	393 b	587 a
40% F+60% G	*	629	651a	304 b	549 ab
100% G	**	570	618 a	540 a	430 b
Médias	586	514	449	542	
Mn					
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias
	NS	NS	NS	NS	
	-----mg kg ⁻¹ -----				
100% F	NS	251	166	165	182
60% F+40% G	**	226	117	96	198
40% F+60% G	**	230	222	92	175
100% G	NS	170	176	159	112
Médias	219	170	128	167	

Y= teor de micronutrientes (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).

As mudas produzidas na fibra de coco 100% F e nas misturas (60% F+40% G) absorveram maiores teores de Cu conforme aumentou-se a concentração dos sais nas soluções de adubação (Tabela 17). 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, conforme resultados apresentados na Tabela 17.

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 (Tabela 17).

4.4.2 Quantidades de macro e micronutrientes na parte aérea

As quantidades de macronutrientes apresentadas na Tabela 18 seguiram as mesmas tendências dos teores em relação aos tratamentos estudados (Tabela 15). Porém, neste caso, diferenças significativas ocorreram para todos os macronutrientes, exceto S.

Houve diferenças significativas das quantidades acumuladas de N, P, K e Mg em função dos substratos testados, havendo tendência de maiores médias nas mudas produzidas em 100% G, provavelmente por estas terem sido maiores (Tabela 6) e, portanto, com maior matéria seca (Tabela 12). Mudas conduzidas em 100% F apresentaram menores médias de todos os macronutrientes, provavelmente pelos substratos reterem menores quantidades de água e, portanto, de solução de adubação.

Tabela 18: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para quantidade de macronutrientes (mg) na parte aérea das mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Substrato (S)	69,45*	0,67*	17,04**	10,44NS	1,19**	0,07NS
Condutividade elétrica (CE)	56,14**	1,05**	5,70NS	67,98**	2,01**	0,63NS
S x CE	31,63**	0,59**	6,83**	10,97NS	0,15NS	0,75NS
Blocos	3,14NS	0,01NS	0,90NS	6,32NS	0,05NS	0,28NS
Resíduo	9,40	0,18	2,19	5,32	0,10	0,38
CV %	17,46	19,81	16,81	23,80	24,77	33,46
Média geral	18	2,2	9	10	1,3	1,8
SUBSTRATOS	-----mg/planta-----					
100% F	15 b	1,9 b	8 b	9	0,9 b	1,8
60% F+40% G	19 a	2,3 ab	9 ab	11	1,2 b	1,8
40% F+60% G	16 b	2,0 ab	8 b	9	1,2 b	1,9
100% G	20 a	2,4 a	10 a	10	1,7 a	2,0
CE - SOLUÇÕES	-----mg/planta-----					
1,06 dS m ⁻¹	15	1,8	9	13	1,8	1,5
2,12 dS m ⁻¹	17	2,2	8	10	1,4	1,9
3,20 dS m ⁻¹	18	2,2	8	8	0,9	1,8
4,24 dS m ⁻¹	20	2,5	10	8	1,0	2,1
REGRESSÃO						
Equação	Y= 13,38+1,67x	Y= 1,61+0,22x		Y= 18,04-5,88x+0,85x ²	Y= 2,57-0,86x+0,11x ²	
R ²	0,99**	0,93**		0,97*	0,97*	

Y= quantidade de macronutriente (mg/planta); 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).

Maiores diferenças nas quantidades de nutrientes na parte aérea em função dos substratos foram encontradas para N, P e Mg, sendo que para K estas foram menores. Provavelmente o Mg apresentou maior lixiviação nos substratos com menores retenções de água, principalmente em 100% F.

Assim, como nos teores (Tabela 14), as quantidades de macronutrientes foram influenciadas pelas CE crescentes (Tabela 18), seguindo os mesmos princípios anteriormente descritos.

As quantidades de N foram diferentes estatisticamente em função das condutividades elétricas das soluções de adubação, havendo aumento de 5mg entre as mudas conduzidas em solução de $1,06 \text{ dS m}^{-1}$ e as conduzidas em $4,24 \text{ dS m}^{-1}$. O mesmo ocorreu para quantidades de P, apresentando diferença de 0,7mg entre as mudas produzidas na menor e maior CE.

Nota-se, para as quantidades de Ca e Mg, que as menores CE promoveram maiores acúmulos destes cátions, provavelmente pela competição de absorção de K^+ , que aumentou com o acréscimo das CE das soluções.

Observa-se ainda pela Tabela 18, que a ordem da quantidade de macronutrientes absorvidos pelas mudas foi semelhante, independente dos substratos testados. A quantidade de nutrientes acumuladas na parte aérea seguiu a seguinte ordem: $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{P} > \text{S} > \text{Mg}$. A única diferença foi encontrada em mudas produzidas em 100% G que acumularam as mesmas quantidades de Ca e K na parte aérea.

Mudas conduzidas em soluções de adubação de 2,12 e $4,24 \text{ dS m}^{-1}$ também acumularam macronutrientes nesta mesma ordem decrescente ($\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{P} = \text{Mg} > \text{S}$), e as mudas produzidas em $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ diferiram somente nas quantidades de Ca e K que foram iguais. Por outro lado, mudas produzidas em solução de $1,06 \text{ dS m}^{-1}$ seguiram a ordem $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{P} > \text{S} > \text{Mg}$.

Houve interação dos fatores estudados para quantidades de N, P e K, sendo que os desdobramentos estão apresentados na Tabela 19. Evidencia-se que as mudas absorveram maiores quantidades de N com o aumento da CE das soluções, sugerindo que houve absorção de luxo, uma vez com o aumento da CE houve diminuição da massa seca (Tabela 12).

Tabela 19: Níveis de significância e médias de quantidades de N, P e K (mg) na parte aérea das 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, 2006.

N						
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias	
	NS	NS	**	**		R ²
	-----mg/planta-----					
100% F	NS	12	14	17 bc c	15	-
60% F+40% G	*	18	19	24 a	17 b	Y= 7,93+11,28x-2,22x ² 0,55*
40% F+60% G	**	13	17	12 c	21 ab	Y= 16,16-3,42x+1,12x ² 0,45*
100% G	*	17	18	19 ab	25 a	Y= 13,42+2,56x 0,83*
Médias	15	17	18	20		
P						
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias	
	NS	NS	**	**		R ²
	-----mg/planta-----					
100% F	NS	1,5	1,8	2,1 b	1,9	-
60% F+40% G	**	2,0	2,3	3,1 a	1,9 b	Y= 0,32+1,93x-0,38x ² 0,69**
40% F+60% G	*	1,9	2,1	1,6 b	2,7 ab	Y= 2,67-0,91x+0,22x ² 0,56**
100% G	**	1,8	2,5	2,2 ab	3,2 a	Y= 1,41+0,40x 0,77*
Médias	1,8	2,2	2,3	2,5		
K						
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias	
	*	**	**	NS		R ²
	-----mg/planta-----					
100% F	**	7 b	6 b	8 ab	8	Y= 4,81+1,25x 0,78**
60% F+40% G	*	10 a	8 ab	11 a	9	Y= 10,1-0,33x 0,08*
40% F+60% G	NS	9 ab	8 ab	6 b	8	-
100% G	NS	10 a	11 a	9 ab	10	-
Médias	9	8	9	10		

Y= quantidade de macronutriente (mg/planta); 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 P foi acumulado na parte aérea de forma crescente em função do aumento das CE das soluções e com o aumento da retenção de água pelos substratos, pois à medida que se aumentou a quantidade de P em solução, as plantas tiveram melhores condições de absorção deste macronutriente.

As diferenças entre as quantidades de K na parte aérea de mudas, deram-se prioritariamente pela diferença de altura (Tabela 6) e peso das mudas (Tabela 12).

As quantidades de micronutrientes na parte aérea de mudas de ipê apresentadas na Tabela 21 seguiram as mesmas tendências das observadas para teores de micronutrientes na parte aérea (Tabela 16). Maiores quantidades foram encontradas, de forma geral, nas mudas produzidas com maiores porcentagens de fibra de coco granulada. Embora tendo apresentado diferenças significativas para B, Cu e Fe em função dos substratos.

As condutividades elétricas das soluções de adubação influenciaram nas quantidades de Fe e Mn, gerando curvas quadráticas (Tabela 20). Observa-se que maiores quantidades foram encontradas em mudas produzidas na menor CE.

Na grande maioria das mudas (Tabela 20), houve acúmulo de micronutrientes seguindo a mesma ordem decrescente em quantidade, sendo: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$. Houve uma pequena inversão desta ordem apenas nas mudas produzidas na solução de adubação de $3,2 \text{ dS m}^{-1}$, onde acumularam maiores quantidades de Zn em relação ao Mn.

Os fatores estudados interagiram entre si para quantidades de B, Fe e Mn, tendo seus desdobramentos apresentados na Tabela 21.

As maiores médias de B foram alcançadas em mudas produzidas em 100% G e maiores concentrações de sais. Houve grande variação dos resultados da quantidade de Fe, o que pode ser explicado pelas diferenças de retenção de água, gerando formação de Fe^{+2} solúvel, facilmente absorvido pelas plantas.

Já para mudas produzidas em 40% F+60% G e $2,12 \text{ dS m}^{-1}$ de solução de fertirrigação acumularam maiores quantidades de Mn. De modo semelhante ao Fe, a quantidade de Mn na planta não mostrou coerência que pudesse justificar a variação ocorrida.

Tabela 20: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância das quantidades de micronutrientes (mg) na parte aérea das mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Substrato (S)	0,0009**	0,0007**	0,06**	0,0006NS	0,003NS
Condutividade elétrica (CE)	0,0002NS	0,0001NS	0,06**	0,02**	0,001NS
S x CE	0,0003*	0,0002NS	0,05**	0,006*	0,002NS
Blocos	0,0001NS	0,0002NS	0,004NS	0,006NS	0,0008NS
Resíduo	0,0001	0,00009	0,009	0,002	0,001
CV %	20,49	51,67	17,79	28,66	25,03
Média geral	0,05	0,02	0,52	0,17	0,13
SUBSTRATOS	-----mg/planta-----				
100% F	0,04 b	0,02 b	0,46 b	0,16	0,12
60% F+40% G	0,05 b	0,02 b	0,48 b	0,16	0,15
40% F+60% G	0,05 b	0,01 b	0,52 ab	0,18	0,12
100% G	0,06 a	0,03 a	0,62 a	0,17	0,14
CE - SOLUÇÕES	-----mg/planta-----				
1,06 dS m ⁻¹	0,06	0,02	0,59	0,22	0,12
2,12 dS m ⁻¹	0,05	0,02	0,52	0,17	0,14
3,20 dS m ⁻¹	0,05	0,02	0,42	0,12	0,13
4,24 dS m ⁻¹	0,05	0,02	0,53	0,16	0,14
REGRESSÃO					
Equação	Y = 0,81-0,25x+0,05x ²				
R ²	0,79**				
	Y = 0,34-0,14x+0,023x ²				
	0,89**				

Y = quantidade de micronutriente (mg/planta); 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 21: Níveis de significância e médias de quantidades de B, Fe e Mn (mg) na parte aérea das 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, 2006.

B					
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias
	NS	NS	**	*	
	-----mg/planta-----				
100% F	NS	0,04	0,04	0,04 b	0,04
60% F+40% G	NS	0,06	0,04	0,04 ab	0,05
40% F+60% G	**	0,05	0,06	0,05 ab	Y=0,09-0,04x+0,007x ² 0,32**
100% G	NS	0,07	0,06	0,06 a	-
Médias	0,06	0,05	0,05	0,05	
Fe					
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias
	*	**	**	NS	
	-----mg/planta-----				
100% F	NS	0,43 b	0,40 b	0,51	0,46
60% F+40% G	**	0,66 a	0,32 b	0,47	0,48
40% F+60% G	**	0,61 ab	0,68 a	0,59	Y= 1,03-0,49x+0,09x ² 0,70**
100% G	NS	0,66 a	0,69 a	0,58	Y= 1,04-0,44x+0,08x ² 0,28**
Médias	0,59	0,52	0,42	0,54	-
Mn					
Fatores	1,06 dS m ⁻¹	2,12 dS m ⁻¹	3,20 dS m ⁻¹	4,24 dS m ⁻¹	Médias
	NS	*	NS	NS	
	-----mg/planta-----				
100% F	NS	0,19	0,15 ab	0,16	0,14
60% F+40% G	**	0,27	0,11 b	0,16	0,16
40% F+60% G	**	0,22	0,23 a	0,19	Y=0,5-0,29x+0,05x ² 0,96**
100% G	NS	0,20	0,19 ab	0,15	Polinomiais testadas – NS
Médias	0,22	0,17	0,12	0,17	-

Y= quantidade de micronutriente (mg/planta); 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).

4.5 Características morfológicas das plantas após o plantio em campo

As mudas foram plantadas no campo 65 dias após o final do experimento, período no qual ocorreu a rustificação das mesmas.

Houve adaptação de 100% das mudas plantadas em campo, havendo morte de 26% delas após nove (09) meses do plantio, devido à altíssima ocorrência de chuvas seguidas de altas temperaturas em Fevereiro de 2006. O preparo das covas e irrigação nos primeiros meses de plantio contribuiu para a adaptação das plantas.

4.5.1 Altura da parte aérea

Houve perda de dados de duas datas de avaliação para as alturas de parte aérea, aos 54 e 102 dias após o plantio (DAP), devido a imprecisão do equipamento utilizado.

De forma geral, os tratamentos testados na fase de produção de mudas influenciaram no crescimento das plantas em campo (Tabela 22), principalmente em relação aos substratos testados, onde as plantas apresentaram maiores alturas quando produzidas em fibras de coco 100% G até um ano após o plantio, embora não tenha apresentado diferença significativa aos 167 DAP. Provavelmente esses resultados são reflexos da formação do sistema radicular na fase de muda, indicando a importância da condução da formação das mudas desde a semeadura.

Verifica-se, ainda, na Tabela 22 que as mudas conduzidas em diferentes soluções de adubação permitiram que as plantas em campo mantivessem os resultados encontrados anteriormente (maiores alturas nas menores CE das soluções de adubação) apenas nos primeiros meses após o plantio, igualando as alturas a partir dos 167 DAP.

A última avaliação (365 DAP) contou com número menor de plantas, devido à morte de 26% das plantas aos nove (09) meses após o plantio. Como as mortes foram localizadas em manchas, houve maior perda de plantas produzidas em 60% F+40% G e 40% F+60% G, porém, foi possível avaliar os resultados estatisticamente com parcelas perdidas.

Tabela 22: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para altura da parte aérea (cm) de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação e plantadas em campo no município de Taubaté. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	27	167	365
	Dias após o plantio em campo		
Substrato (S)	119,58**	201,96NS	3567,38**
Condutividade elétrica (CE)	37,59**	133,07NS	517,03 NS
S x CE	14,85**	238,61NS	1416,68NS
Blocos	6,69NS	213,30NS	1685,95NS
Resíduo	5,23	155,63	812,72
CV %	11,15	28,02	16,35
Média geral	20,51	44,53	174,38
SUBSTRATOS	-----cm-----		
100% F	17,2 c	43,4	170,2 ab
60% F+40% G	20,3 b	43,9	167,6 ab
40% F+60% G	20,8 b	41,3	161,5 b
100% G	23,8 a	49,6	195,8 a
CE - SOLUÇÕES	-----cm-----		
1,06 dS m⁻¹	21,1	40,8	177,0
2,12 dS m⁻¹	22,4	47,6	166,3
3,20 dS m⁻¹	19,4	44,1	179,5
4,24 dS m⁻¹	19,5	45,7	175,6
REGRESSÃO			
Equação	Y= 22,77-0,90x		
R²	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).

Houve interação entre os fatores estudados aos 27 DAP, e os desdobramentos (Tabela 23) apontaram 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 $3,2 \text{ dS m}^{-1}$. Mudas conduzidas em fibra de coco 100% G alcançaram maiores alturas nesta época de avaliação, reflexo do encontrado anteriormente em viveiro.

Plantas formadas em fibra de coco 100% F alcançaram maiores médias quando produzidas em solução de $2,12 \text{ dS m}^{-1}$. As médias das alturas de mudas formadas em substrato 100% F ajustaram-se em curva de regressão quadrática em função das CE das soluções de adubação. 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.

Tabela 23: Níveis de significância e médias de altura de parte aérea altura (cm) de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*), plantadas em campo no município de Taubaté, 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 aos 27 DAP. Botucatu - SP, 2006.

27 dias após o plantio						
Fatores	1,06 dS m ⁻¹ **	2,12 dS m ⁻¹ **	3,20 dS m ⁻¹ NS	4,24 dS m ⁻¹ **		
	-----cm-----					
100% F	**	14,5 c	19,9 b	18,8	15,6 c	Y = 60,93+90,42x-15,47x ² 0,99**
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).

4.5.2 Diâmetro do coleto

Os diâmetros de coleto nesta fase foram tomados com paquímetro digital, permitindo que as médias sejam apresentadas com 2 casas decimais (Tabela 24). As pequenas diferenças que ocorreram entre a última avaliação de viveiro e a primeira em campo pode ter sido devido a dois fatores, um pela mudança do equipamento de medida, sendo que em viveiro utilizou-se régua graduada, e aqui paquímetro digital, e ainda pela real diferença entre as plantas amostradas. De forma geral, os diâmetros aumentaram bem lentamente após o plantio, sendo que até os 102 dias após o plantio (DAP) houve acréscimos mínimos de apenas 0,06cm em média.

As médias diferiram entre si em função dos substratos testados aos 27, 54 e 102 DAP, onde maiores valores foram encontrados nas plantas conduzidas em fibra de coco 100% G na fase de muda, semelhante ao encontrado nas avaliações de viveiro. Nas demais épocas de avaliação, embora não tenham apresentado diferenças estatisticamente diferentes, maiores médias foram encontradas nas plantas produzidas em 100% G, inclusive após um ano do plantio. Esses dados tornam-se importantíssimos, pois os resultados encontrados em viveiro persistiram após um ano da data do plantio em campo.

Os diâmetros de coleto de plantas de ipê amarelo produzidas na fase de muda em soluções de adubação com diferentes condutividades elétricas mostraram-se muito próximos.

Tabela 24: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para diâmetro do coleto de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação e plantadas em campo no município de Taubaté. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	27	54	102	167	365
Dias após o plantio em campo					
Substrato (S)	0,02**	0,02**	0,030**	0,03NS	0,23NS
Condutividade elétrica (CE)	0,003NS	0,001NS	0,005NS	0,04NS	0,01NS
S x CE	0,001NS	0,001NS	0,001NS	0,03NS	0,25NS
Blocos	0,0015NS	0,001NS	0,002NS	0,02NS	0,14NS
Resíduo	0,001	0,001	0,002	0,02	0,15
CV %	10,03	8,70	10,61	18,70	15,52
Média geral	0,36	0,37	0,42	0,75	2,46
SUBSTRATOS	-----cm-----				
100% F	0,31 c	0,33 c	0,38 b	0,74	2,33
60% F+40% G	0,35 b	0,36 b	0,41 b	0,74	2,52
40% F+60% G	0,37 ab	0,38 b	0,42 b	0,70	2,41
100% G	0,39 a	0,41 a	0,48 a	0,80	2,61
CE - SOLUÇÕES	-----cm-----				
1,06 dS m⁻¹	0,34	0,36	0,41	0,68	2,43
2,12 dS m⁻¹	0,36	0,37	0,43	0,77	2,48
3,20 dS m⁻¹	0,35	0,37	0,41	0,73	2,49
4,24 dS m⁻¹	0,38	0,38	0,45	0,79	2,44

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).

4.5.3 Número de pares de folhas

O número de pares de folhas foi menor no início das avaliações de campo (Tabela 25) em relação ao final das avaliações de viveiro (Tabela 10), possivelmente por queda de folhas. O acréscimo deste número, assim como o diâmetro, foi lento, dobrando apenas aos 167 dias após o plantio (DAP). Houve um aumento bem significativo no segundo semestre após o plantio, coincidindo com maiores temperaturas da época do verão.

O número de pares de folhas das plantas de ipê amarelo plantadas em campo no município de Taubaté (Tabela 25) apresentou diferença significativa em função dos

substratos de produção aos 167 dias após o plantio (DAP), onde as plantas produzidas em fibra de coco 100% G apresentaram mais folhas, não diferindo estatisticamente dos substratos 60% F+40% G e 40% F+60% G.

Esses resultados indicam que as mudas conduzidas em fibra de coco 100% G foram mais vigorosas em relação às demais, pois, embora não tenha havido diferenças estatisticamente diferentes, em todas as épocas amostradas após o plantio, essas plantas encontraram-se mais altas (Tabela 22), com maiores diâmetro de coleto (Tabela 24) e maiores números de folhas (Tabela 25).

Em relação às condutividades elétricas das soluções de adubação utilizadas na produção das mudas de ipê amarelo, nota-se pela Tabela 26 que não influenciaram estatisticamente no número de pares de folhas nas épocas amostradas após o plantio em campo. Houve tendência de apresentaram mais folhas em mudas produzidas nas maiores CE aos 365 DAP.

Tabela 25: Quadrados médios e médias obtidos nas análises de variância para número de pares de folhas de mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas com diferentes substratos e diferentes soluções de fertirrigação e plantadas em campo no município de Taubaté. Botucatu - SP, 2006.

Fatores de variação	27	54	102	167	365
	Dias após o plantio em campo				
Substrato (S)	7,01NS	3,94NS	17,66NS	39,96**	1.556,78NS
Condutividade elétrica (CE)	4,91NS	2,57NS	4,61NS	1,89NS	1.181,37NS
S x CE	5,33NS	1,93NS	5,15NS	19,20NS	745,18NS
Blocos	6,81NS	1,03NS	10,53NS	20,43NS	1.106,70NS
Resíduo	3,45	2,18	5,75	10,16	551,12
CV %	30,30	25,20	30,27	19,24	27,09
Média geral	6	6	8	17	87
SUBSTRATOS					
100% F	5	5	7	15 b	81
60% F+40% G	6	6	8	16 ab	78
40% F+60% G	7	6	7	16 ab	85
100% G	7	7	9	19 a	101
CE - SOLUÇÕES					
1,06 dS m⁻¹	7	6	7	16	79
2,12 dS m⁻¹	6	6	9	17	78
3,20 dS m⁻¹	5	6	8	16	94
4,24 dS m⁻¹	6	6	8	17	94

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).

5 CONCLUSÕES

Com relação aos diferentes substratos:

- as fibras de coco 100% fibrosa dificultaram o preenchimento do tubete;
- a ordem decrescente dos substratos em relação à retenção de água foi a seguinte: fibra de coco 100% G, 40% F+60% G, 60% F+40% G e 100% F;
- a altura, o diâmetro de coleto e a matéria seca total das mudas de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) foram maiores nas mudas produzidas em fibra de coco 100% G;
- as maiores médias de teores de macronutrientes ocorreram em mudas conduzidas em fibra de coco 100% F, assim como para micronutrientes, exceto para teores de B e Cu que tiveram maiores médias nas mudas produzidas em 100% G;
- em relação às quantidades de macronutrientes, as mudas conduzidas em 100% G alcançaram maiores médias para parte aérea, assim como, para a maioria dos micronutrientes, exceto para Mn e Zn;

Com relação à CE das soluções:

- foram encontradas maiores médias de altura, de número de pares de folhas e de matéria seca quando aplicada CE de 1,06 dS m⁻¹;

- na maioria dos teores e quantidades de macronutrientes de parte aérea, as mudas produzidas em condutividade elétrica de $4,24 \text{ dS m}^{-1}$ alcançaram maiores médias, exceto para Ca e Mg e teores de micronutrientes;

Com relação ao plantio em campo:

- 100% das mudas plantadas adaptaram-se em campo;
- os resultados de viveiro persistiram no campo até um (01) ano após o plantio;
- as plantas alcançaram maiores alturas, diâmetros de coleto e números de pares de folhas em mudas conduzidas em fibra de coco 100% G;
- os tratamentos de diferentes CE das soluções de adubação influenciaram pouco nas plantas em campo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M.; NOGUERA, P.; NOGUERA, V. Crescimento de plantas ornamentales de hoja en substratos de cultivo a base de fibra de coco. **Actas de Horticultura**, Vilamoura, vol. 17, p. 76-81, 1997.

ANSTETT, A.; PASQUIER, P. Quelques reflexions sur lês analyses de substrat. **Acta Horticulturae**, Angers, n. 126, p. 245-250, 1982.

BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. Substrato a base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 26, n. 5, p. 753-758, 1991.

BALLESTER-OLMOS, J. F. **Substratos para o cultivo de plantas ornamentais**. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 1992. 44 p.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R. Nutrição mineral e adubação para cultivos em substratos com atividade química. In: BARBOSA, J. G. et al. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 106-125.

CADAHIA, C. **Fertirrigacion**: cultivos hortícolas y ornametales. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. 475 p.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, Lavras-MG, v. 9, n. 1, p.109-118, 2003.

CASTELLANE, P. D.; ARAUJO, J. A. C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43 p.

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

CRUZ, C. A. F. e et al. 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, dez. 2004.

CUNHA, A. O. et al. Efeito de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Dublin, n. 26, p. 37-44, 1972.

DEULOFEU, C.; AGUILA VILA, J. Fine bark as substrate for primula and petunia. **Acta Horticulturae**, Barcelona, n. 150, p. 183-288, 1983.

DOUGLAS, J.S. **Hidroponia: cultura sem terra**. São Paulo: Nobel, 1987. 141p.

DURIGAN, G. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas e Letras. 1997. 65 p.

FERNANDES, L. A. et al. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, 2000.

GOMES, J. M; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 15-22, 1996.

GONÇALVES, E. O. et al. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 479-486, 2004.

GONÇALVES, J. L. M. et al. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**. IN: GOLÇALVES, J. L. M. e BENEDETTI, V. (org). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: 2005. cap.11, p. 309-350.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KONDURU, S.; EVANS, M. R.; STAMPS, R. H. Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. **HortScience**, Alexandria, v. 31, n. 1, p. 88-90, 1999.

LACERDA, M. R. B. et al. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006.

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

LEITE, H. G. et al. Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 955-964, 2005.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, Kyoto, n. 396, p. 273-284, 1995.

LOPES, J. L. W. **Efeitos de diferentes substratos na qualidade e no ciclo de produção de mudas de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis***: 2002. 76 f. 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.

LUDWIG, F. et al. Avaliação da condutividade elétrica e pH em cultivares de gerbera utilizando o método “Pour-through”. **Horticultura Brasileira**, Goiânia, v. 24, n. 1, p. 1921-1924, 2006 (Suplemento CD Rom).

MAIA, C.M.B.F. Uso de casca de *Pinus* e lodo biológico com substrato para produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 81-92, jul./dez. 1999.

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

MARQUES, T. C. L. L. de S. e M. et al. Exigências nutricionais do paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 167-183, jul./dez. 2004.

MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C et al. (Ed.), **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2002. p.53-76. (Documentos IAC, 70)

MORAES NETO, S. P. de; GONÇALVES, J. L. de M. Efeito da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 29-38, 2001.

MORAES NETO, S. P. de et al. Fertilização de mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2003.

PAIVA, H. N. et al. Absorção de nutrientes por mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) em solução nutritiva contaminada por cádmio. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 2, p. 189-197, 2004.

PAIVA, H. N. et al. Efeito da aplicação de doses crescentes de níquel sobre o teor e conteúdo de nutrientes em mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 63, p. 158-166, 2003b.

PAIVA, H. N. et al. Teor, conteúdo e índice de translocação de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) submetidas a doses crescentes de zinco. **Ciência Floresta**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 1-110, 2003a.

PAIVA, H. N.; CARVALHO, J. G.; SIQUEIRA, J. O. Efeito da aplicação de cádmio sobre o teor de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Ciência Floresta**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 153-162, 2001.

PAULINO, A. F. et al. Distribuição do sistema radicular de árvores de acácia-negra oriundas de mudas produzidas em diferentes recipientes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 5, p. 605-610, 2003.

RAC, D. P. Disponibilité en eau des substrats horticoles. **Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticultural, Suíça**, v. 17, n. 3, p. 177-178, mai/jun 1985.

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

RESENDE, A. V. et al. Acúmulo e eficiência nutricional de macronutrientes por espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta à fertilização fosfatada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 160-173, 2000.

RESH, H. M. **Cultivos hidroponicos: nuevas técnicas de producción**. Castelló: Mundi-Prensa, 1992. 369 p.

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.

SALVADOR, E. D. **Caracterização física e formulação de substratos para o cultivo de algumas ornamentais**. 2000. 148 f. Tese (Doutorado em Agronomia)—Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

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

SILVA, M. R. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de Mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. 2003. 107 f.. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)—Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SINGH, B. P.; SAINJU, U. M. Soil physical and morphological properties and root growth. **HortScience**, Alexandria, v. 33, n. 6, p. 966-971, 1998.

SONNEVELD, C.; ELDEREN, C. W. VAN. Chemical analysis of peaty growing media by means of water extraction. **Communications of Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, p. 3199-3208, 1994.

SONNEVELD, C.; ENDE, J. VAN DEN; DIJK, P. A. VAN Analysis of growing media by means of a 1:1,5 volume extraction. **Communications of Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 5, n. 3, p. 183-202, 1974.

TAVEIRA, J. A. Growing media utilization in containerized citrus tree production. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., 2001, Ribeirão Preto. **Proceedings...** Ribeirão: Universidade Estadual Paulista, 2001. p. 89-92.

TERÉS, V.; ARRIETA, V.; ROZAS, M. A. A method for evaluation of air volumes in substrates. **Acta Horticulturae**, Naaldwijk, n. 401, p. 41-47, 1995.

VALE, F. R. et al. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 609-616, 1996.

VENTURA, V.J.; RAMBELLI, A.M. **Legislação federal sobre o meio ambiente:** leis, decretos-leis, decretos, portarias e resoluções anotados para uso prático e imediato. 2. ed. Taubaté: Vana, 1996. 1148 p.

VERDONCK, O.; PENNINCK, R.; DE BOODT, M. The physical properties of different horticultural substrates. **Acta Horticulturae**, Barcelona, n. 150, p. 155-160, 1983a.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUWER, D.; PENNINCK, R. Barckcompost a new accepted growing medium for plants. **Acta Horticulturae**, Hamburg, n. 133, p. 221-227, 1983b.

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

ZHENG, Y. et al. Potted Gerbera production in a subirrigation system using low-concentration nutrient solutions. **HortScience**, Alexandria, v. 39, n. 6, p. 1283-1286, 2004.

APÊNDICE

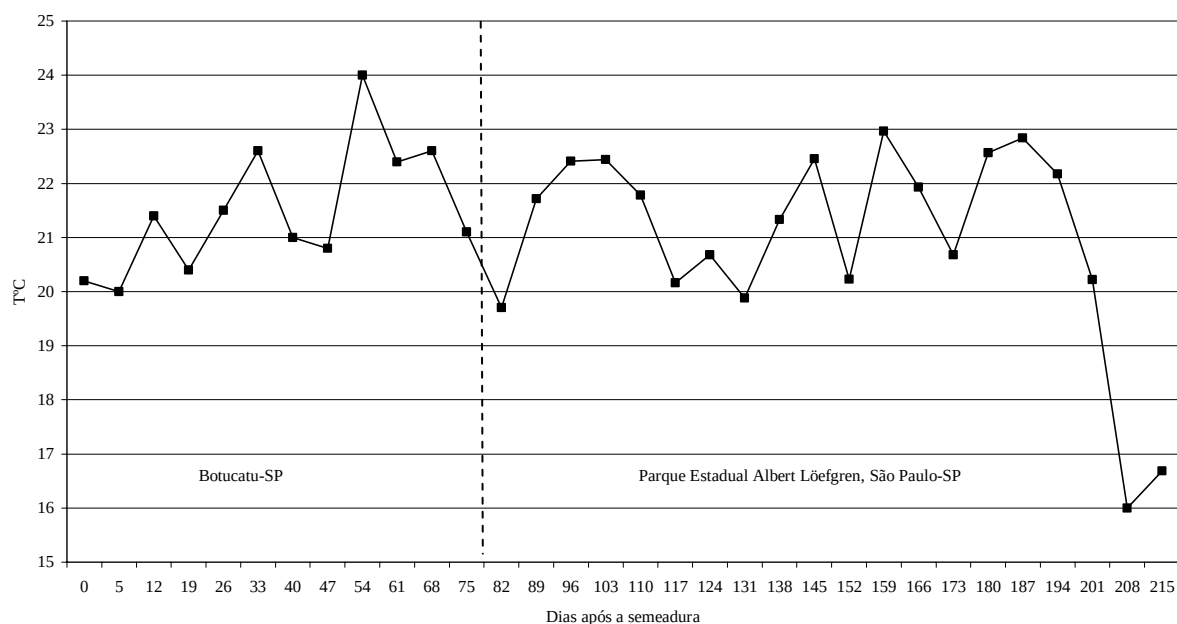


Figura 20: Temperaturas médias por semana no município de Botucatu-SP e Parque Estadual Albert Löefgren no município de São Paulo-SP. Botucatu-SP, 2006.

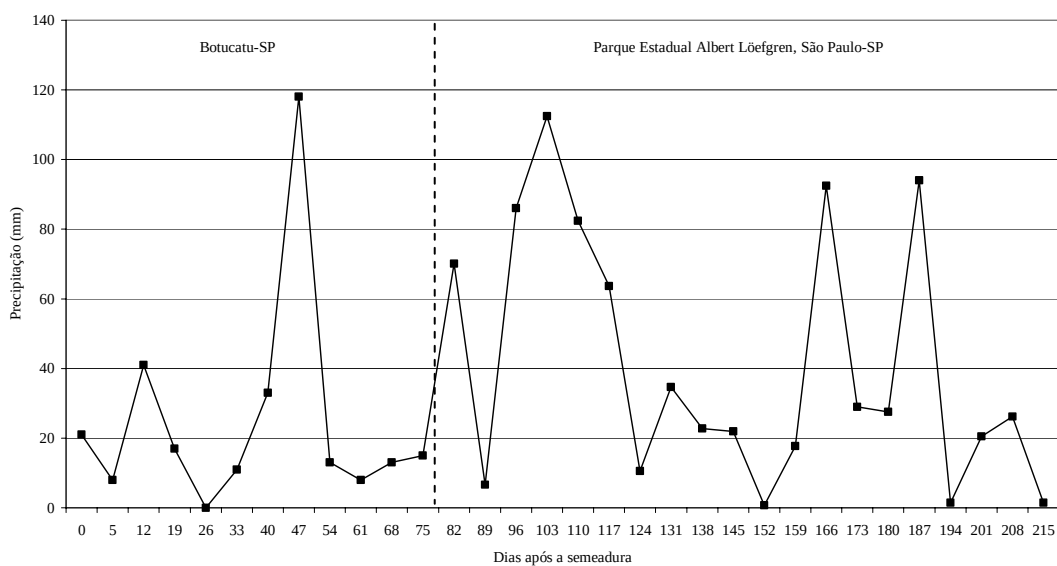


Figura 21: Precipitação total por semana no município de Botucatu-SP e Parque Estadual Albert Löefgren no município de São Paulo-SP. Botucatu-SP, 2006.

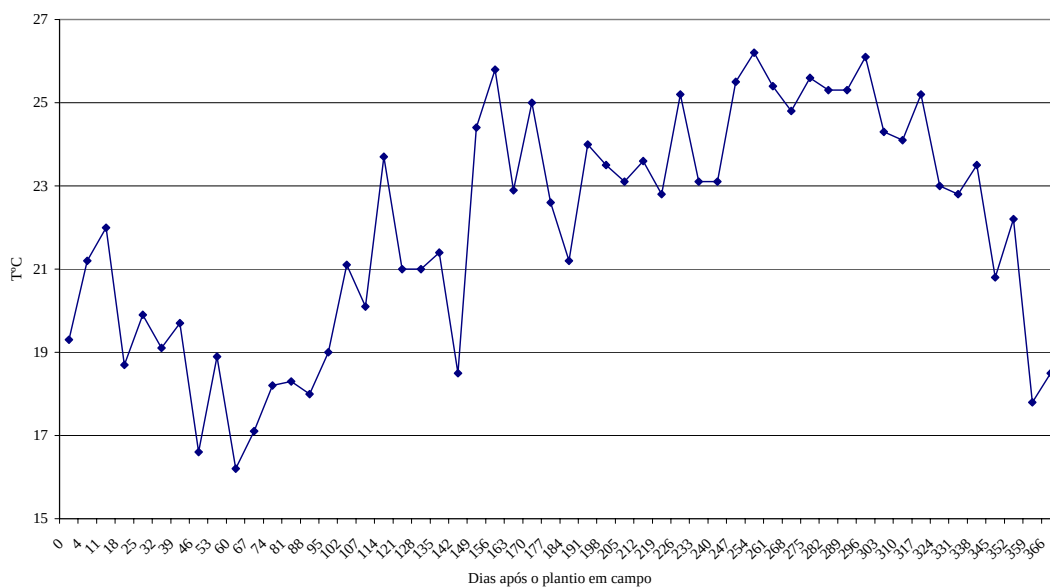


Figura 22: Temperaturas médias por semana no município de Taubaté-SP. Botucatu-SP, 2006.

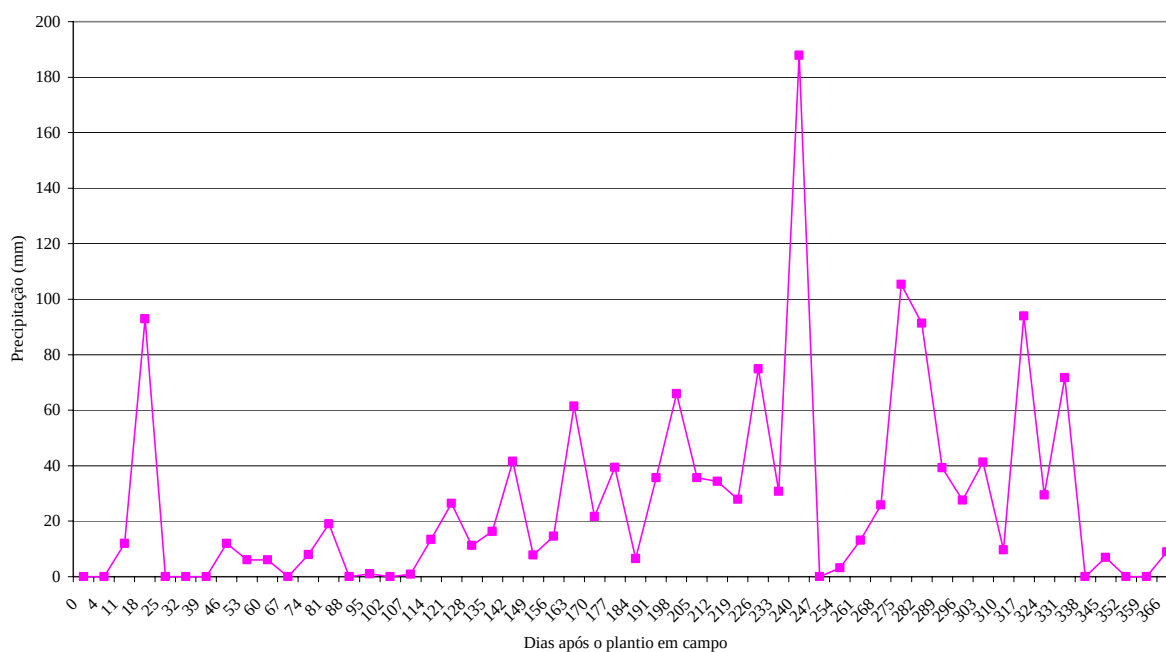


Figura 23: Precipitação total por semana no município de Taubaté-SP. Botucatu-SP, 2006.

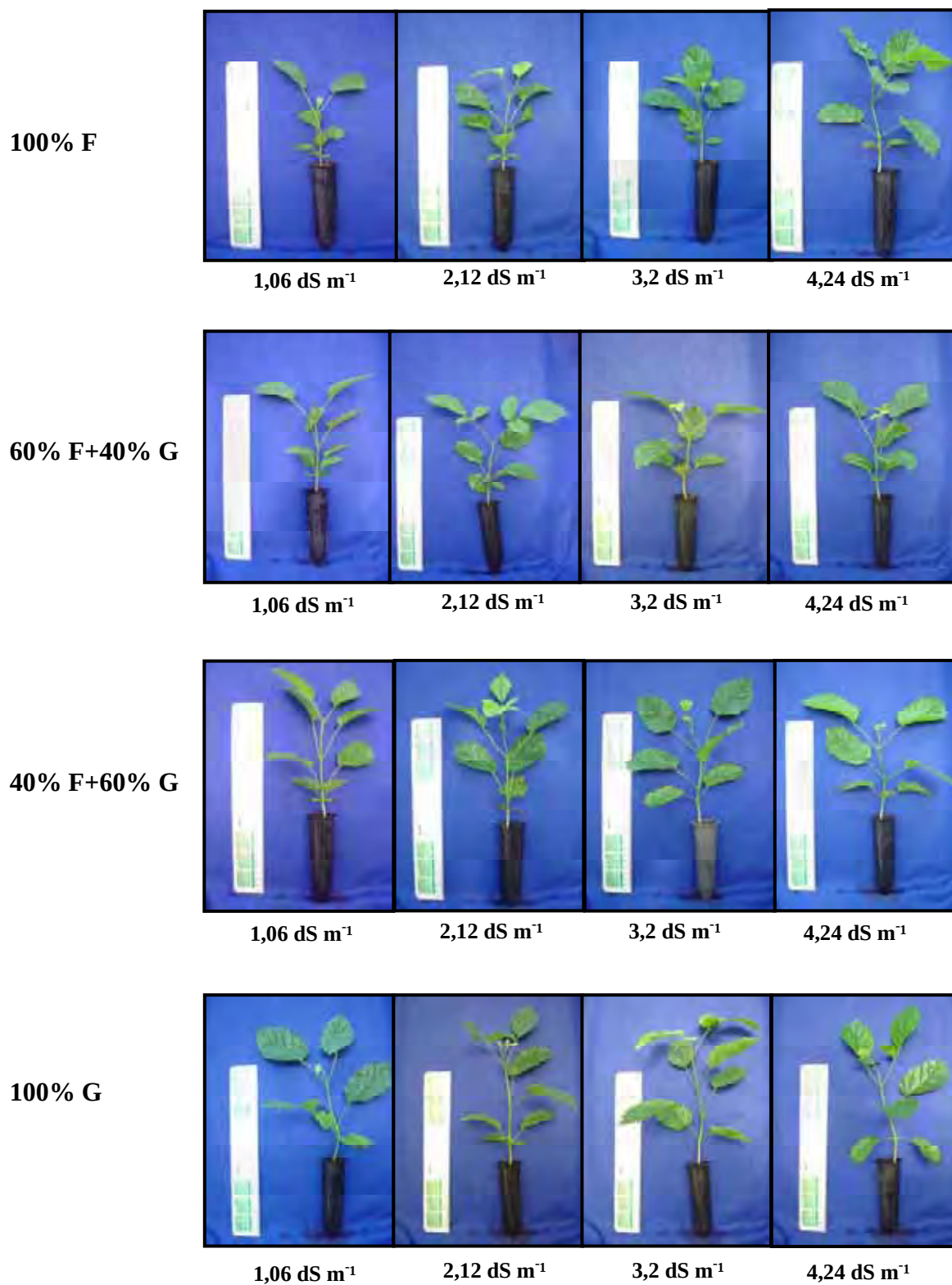


Figura 24: Mudanças de ipê amarelo (*T. chrysotricha*) produzidas em cada tratamento aos 107 dias após a semeadura. Botucatu-SP, 2006.