

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**FORNECIMENTO DE COBRE NA PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS
EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

TATIANA REZENDE PIRES DE ALMEIDA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre no
Programa de Pós-Graduação em Agronomia –
Horticultura.

BOTUCATU-SP

Fevereiro-2008

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

**FORNECIMENTO DE COBRE NA PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS
EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

TATIANA REZENDE PIRES DE ALMEIDA

Orientador Prof^a. Dr^a. SARITA LEONEL

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre no
Programa de Pós-Graduação em Agronomia –
Horticultura.

BOTUCATU - SP

Fevereiro-2008

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

Almeida, Tatiana Rezende Pires de, 1981-
A448f Fornecimento de cobre na produção de mudas cítricas
em diferentes substratos / Tatiana Rezende Pires de
Almeida.-
Botucatu : [s.n.], 2008.
xiv, 110 f. : il. color., gráfs., tabs.
Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual
Paulista,
Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Sarita Leonel
Inclui bibliografia
1. Sulfato de cobre. 2. Citrus. 3. Substratos. 4.
Fibra de coco. I. Leonel, Sarita. II. Universidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de
Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III.
Título.

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

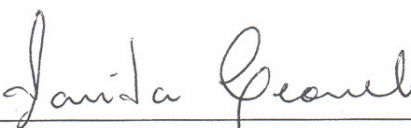
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: FORNECIMENTO DE COBRE NA PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS.**

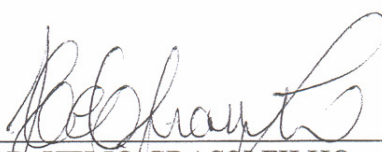
ALUNA: TATIANA REZENDE PIRES DE ALMEIDA

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. SARITA LEONEL

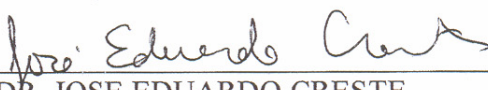
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF^a. DR^a. SARITA LEONEL



PROF. DR. HELIO GRASSI FILHO



PROF. DR. JOSE EDUARDO CRESTE

Data da Realização: 15 de fevereiro de 2008

**Se não houver frutos,
valeu pela beleza das flores.
Se não houver flores,
valeu pela sombra das folhas,
Se não houver folhas.
valeu pela intenção da semente...**

(Henfil)

Dedico

Aos meus pais **Ernesto Luiz Pires de Almeida e Maricéa Bernardes de Rezende Almeida**, pelo carinho, constante incentivo e amizade.

E, em especial ao meu pai, por ter me ensinado o caminho da nossa profissão, por sempre colaborar e me incentivar profissionalmente e por ser meu eterno colega de profissão.

E ao meu amigo, namorado e marido, **Alexandre Merlin**, pela paciência, amor carinho e companheirismo, sendo meu porto seguro nas horas mais difíceis.

OFEREÇO

À minha filha querida e amada, **Julia**, por entender minha ausência. Às minhas irmãs, **Fabiana e Marília**, sem o apoio de vocês não conseguiria chegar onde estou.

E em especial ao meu avô, **Tibirê** (*in memoriam*), por nos ensinar que o estudo e o trabalho dignificam o homem.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Sarita Leonel, pela confiança, orientação e amizade durante esses sete anos juntas;

Ao Prof. Dr. Hélio Grassi Filho, pelos conselhos e por colaborar com a redação do presente trabalho;

À Prof^a. Dr^a. Giuseppina Pereira Pace Lima, pela amizade, confiança e ajuda em diversos trabalhos que realizei durante a graduação e mestrado;

Ao Engenheiro Agrônomo, Msc Ernesto Luiz Pires de Almeida, pelas constantes opiniões e sugestões além da cessão do espaço no viveiro ELPA Mudás Cítricas;

Aos funcionários do viveiro ELPA Mudás Cítricas, pela ajuda durante a realização deste trabalho;

Ao técnico de laboratório do Departamento de Horticultura, Edivaldo, pelo auxílio nas análises químicas de tecido vegetal;

Às empresas Eucatex e Lupa, pelo fornecimento de substratos para a realização deste experimento;

Aos amigos Mariana (Tchutchuca), Rodrigo (Bulbo) e Gustavo (Spirro), pela amizade e companheirismo que só veio a aumentar com o mestrado;

À Alexandre Merlin, pelo auxílio nos dados estatísticos;

À Marília pela tradução do resumo;

Ao CNPq pelo apoio financeiro;

Aos meus pais, por acreditarem que eu era capaz;

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho;

Minha sincera gratidão.

SUMÁRIO

	páginas
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 REVISÃO DE LITERATURA	8
4.1 Citricultura Brasileira	8
4.2 Produção de Mudas Cítricas no ESP.....	9
4.3 Fertirrigação	10
4.4 Cobre	11
4.5 Porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ (<i>Citrus limonia</i> Osbeck).....	13
4.6 Caracterização dos substratos.....	14
4.6.1 Fibra de Coco	15
4.6.2 Casca de <i>Pinus</i>	16
4.7 Atividade da Enzima Peroxidase.....	17
4.8 Teor Total de Fenóis.....	18
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5.1 Localização da área experimental.....	20
5.2 Copa e porta-enxerto utilizados.....	20
5.3 Substratos utilizados.....	21
5.5 Instalação e condução do experimento	24
5.5.1 Instalação do experimento	24
5.5.2 Condução do experimento	26
5.5.3 Tratos Culturais	28
5.6 Características avaliadas.....	28

5.6.1	Coleta de dados biométricos e preparo das amostras de tecido vegetal	28
5.6.2	Avaliações e determinações bioquímicas	29
5.7	Análises estatísticas	31
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6.1	Parâmetros Biométricos.....	32
6.1.1	Altura média da planta.....	32
6.1.2	Diâmetro médio do porta-enxerto.....	35
6.1.3	Número médio de folhas por planta	38
6.1.4	Acúmulo de matéria seca da parte aérea	40
6.1.5	Acúmulo de matéria seca das raízes	41
6.2	Diagnose Foliar	43
6.2.1	Teor de Cobre nas Folhas	43
6.2.2	Teores de nutrientes nas folhas.....	46
6.3	Número médio de plantas enxertadas.....	47
6.4	Análises Bioquímicas	49
6.4.1	Atividade da enzima peroxidase.....	49
6.4.2	Teor total de fenóis	53
7	Conclusões.....	56
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Resultado da análise de água drenada dos substratos utilizados, média de cinco amostras por substrato. Dezembro de 2006.....	22
Quadro 02. Recomendação da adubação dos porta-enxertos (g 1000L ⁻¹). 2006-2007.....	23
Quadro 03. Formas de fornecimento de cobre empregadas no experimento. 2006 e 2007.....	24
Quadro 04. Valores médios da altura do porta-enxerto, para a primeira avaliação (<i>Citrus limonia</i> Osbeck). Fevereiro/2007.	71
Quadro 05. Valores médios do diâmetro do porta-enxerto, para a primeira avaliação (<i>Citrus limonia</i> Osbeck). Fevereiro/2007.	71
Quadro 06. Valores médios do número de folhas por planta, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.....	72
Quadro 07. Valores médios da massa de matéria seca da parte aérea, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.....	72
Quadro 08. Valores médios da massa de matéria seca da parte radicular, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.....	73
Quadro 09. Resultado médio da diagnose foliar dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.	74
Quadro 10. Resultado médio da diagnose foliar dos nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.	75
Quadro 11. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes ferro, manganês e zinco, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.	76
Quadro 12. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes boro e enxofre, para a primeira . Fevereiro/2007.	77
Quadro 13. Valores médios da altura do porta-enxerto (<i>Citrus limonia</i> Osbeck), para a segunda avaliação. Março/2007.	78

Quadro 14. Valores médios do diâmetro do porta-enxerto (<i>Citrus limonia</i> Osbeck), para a segunda avaliação. Março/2007.	78
Quadro 15. Valores médios do número de folhas por planta, para a segunda avaliação. Março/2007.....	79
Quadro 16. Valores médios da massa de matéria seca da parte aérea, para a segunda avaliação. Março/2007.....	79
Quadro 17. Valores médios da massa de matéria seca da parte radicular, para a segunda avaliação. Março/2007.	80
Quadro 18. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a segunda avaliação. Março/2007.....	81
Quadro 19. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a segunda avaliação. Março/2007.....	82
Quadro 20. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes ferro, manganês e zinco, para a segunda avaliação. Março/2007.....	83
Quadro 21. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes boro e enxofre, para a segunda avaliação. Março/2007.	84
Quadro 22. Valores médios da altura do porta-enxerto (<i>Citrus limonia</i> Osbeck), para a terceira avaliação. Abril/2007.....	85
Quadro 23. Valores médios do diâmetro do porta-enxerto (<i>Citrus limonia</i> Osbeck), para a terceira avaliação. Abril/2007.....	85
Quadro 24. Valores médios do número médio de folhas por planta, para a terceira avaliação. Abril/2007.....	86
Quadro 25. Valores médios de massa de matéria seca da parte aérea, para a terceira. Abril/2007.....	86
Quadro 26. Valores médios de massa de matéria seca da parte radicular, para terceira avaliação. Abril/2007.....	87

Quadro 27. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a terceira avaliação. Março/2007.....	88
Quadro 28. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a terceira avaliação. Abril/2007.....	89
Quadro 29. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes ferro, manganês e zinco, para a terceira avaliação. Abril/2007.....	90
Quadro 30. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes boro e enxofre, para a terceira avaliação. Abril/2007.....	91
Quadro 31. Valores médios da altura média da planta, para a quarta avaliação. Maio/2007....	92
Quadro 32. Valores médios do diâmetro médio dos porta-enxertos (<i>Citrus limonia</i> Osbeck), para a quarta avaliação. Maio/2007.....	92
Quadro 33. Valores médios do número médio de folhas por planta, para a quarta avaliação. Maio/2007.....	93
Quadro 34. Valores médios de massa de matéria seca da parte aérea, para a quarta avaliação. Maio/2007.....	93
Quadro 35. Valores médios de massa de matéria seca da parte radicular, para a quarta avaliação. Maio/2007.	94
Quadro 36. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a quarta avaliação. Abril/2007.....	95
Quadro 37. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a quarta avaliação. Abril/2007.....	96
Quadro 38. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes ferro, manganês e zinco, para a quarta avaliação. Abril/2007.....	97
Quadro 39. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes boro e enxofre, para a quarta avaliação. Abril/2007.....	98
Quadro 40. Valores médios da altura média da planta, para a quinta avaliação. Junho/2007...	99

Quadro 41. Valores médios do diâmetro do porta-enxerto (<i>Citrus limonia</i> Osbeck), para a quinta avaliação. Junho/2007.	99
Quadro 42. Valores médios do número médio de folhas por planta, para a quinta avaliação. Junho/2007.	100
Quadro 43. Valores médios de massa de matéria seca para a parte aérea, para a quinta avaliação. Junho/2007.	100
Quadro 44. Valores médios de massa de matéria seca para a parte radicular, para a quinta avaliação. Junho/2007.	101
Quadro 45. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a quinta avaliação. Abril/2007.....	102
Quadro 46. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a quinta avaliação. Abril/2007.....	103
Quadro 47. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes ferro, manganês e zinco, para a quinta avaliação. Abril/2007.....	104
Quadro 48. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes boro e enxofre, para a quinta avaliação. Abril/2007.	105
Quadro 49. Número médio de plantas enxertadas. Março/2007.	106
Quadro 50. Número médio de mudas aptas à comercialização. Julho/2007.	106
Quadro 51. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.....	107
Quadro 52. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para a segunda avaliação. Março/2007.	107
Quadro 53. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para a terceira avaliação. Abril/2007.....	108
Quadro 54. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para a quarta avaliação. Maio/2007.....	108

Quadro 55. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g ⁻¹ amostra), na primeira avaliação. Fevereiro/2007.....	109
Quadro 56. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g ⁻¹ amostra), para a segunda avaliação. Março/2007.....	109
Quadro 57. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g ⁻¹ amostra), para a terceira avaliação. Abril/2007.....	110
Quadro 58. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g ⁻¹ amostra), para a quarta avaliação. Maio/2007.....	110

LISTA DE FIGURAS

páginas

Figura 01. Disposição dos substratos na bancada. Julho/2007.	22
Figura 02. Semeadura do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’. Julho/2007.....	25
Figura 03. Porta-enxertos um mês após o transplântio. Dezembro/2007.....	26
Figura 04. Altura média da planta (cm), para o substrato de fibra de coco - Amafibra, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.	34
Figura 05. Altura média da planta (cm), para o substrato de casca de <i>Pinus</i> – Lupa, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.....	34
Figura 06. Altura média da planta (cm), para o substrato de casca de <i>Pinus</i> – Eucatex, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.	35
Figura 07. Diâmetro médio do porta-enxerto (<i>Citrus limonia</i> Osbeck) (mm), para o substrato de fibra de coco - Amafibra, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.....	37
Figura 08. Diâmetro médio do porta-enxerto (<i>Citrus limonia</i> Osbeck), para o substrato de casca de <i>Pinus</i> - Lupa, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.....	37
Figura 09. Diâmetro médio do porta-enxerto (<i>Citrus limonia</i> Osbeck), para o substrato de casca de <i>Pinus</i> – Eucatex, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.....	38
Figura 10. Número médio de folhas por planta, para o substrato de fibra de coco - Amafibra, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.....	39
Figura 11. Número médio de folhas por planta, para o substrato de casca de <i>Pinus</i> – Lupa, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.	39
Figura 12. Número médio de folhas por planta, para o substrato de casca de <i>Pinus</i> – Eucatex, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.....	40
Figura 13. Acúmulo de matéria seca da parte aérea para os substratos fibra de coco (A), casca de <i>Pinus</i> – Lupa (B) e Eucatex (C), nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.....	41

Figura 14. Acúmulo de matéria seca das raízes para os substratos fibra de coco (A), casca de <i>Pinus</i> – Lupa (B) e Eucatex (C), nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.	42
Figura 15. Teor de cobre nas folhas, para o substrato de fibra de coco - Amafibra, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.	45
Figura 16. Teor de cobre nas folhas, para o substrato de casca de <i>Pinus</i> - Lupa, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.	45
Figura 17. Teor de cobre nas folhas, para o substrato de casca de <i>Pinus</i> - Eucatex, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007.	46
Figura 18. Número médio de plantas enxertadas no mês de Março/2007.	48
Figura 19. Número médio de mudas aptas à comercialização. Julho/2007.	49
Figura 20. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para o substrato de fibra de coco, nas cinco avaliações no ano de 2007.	51
Figura 21. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para o substrato de casca de <i>Pinus</i> - Lupa, nas cinco avaliações no ano de 2007.	52
Figura 22. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para o substrato de casca de <i>Pinus</i> - Eucatex, nas cinco avaliações no ano de 2007.	52
Figura 23. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g^{-1} amostra), para o substrato fibra de coco, nas cinco avaliações no ano de 2007.	54
Figura 24. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g^{-1} amostra), para o substrato de casca de <i>Pinus</i> - Lupa, nas cinco avaliações no ano de 2007.	55
Figura 25. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g^{-1} amostra), para o substrato de casca de <i>Pinus</i> – Eucatex, nas cinco avaliações no ano de 2007.	55

1 RESUMO

A citricultura brasileira destaca-se mundialmente, com ênfase para o Estado de São Paulo o maior produtor citrícola do país. A produção de mudas é o alicerce da citricultura atual e a adubação um dos principais entraves do processo. A deficiência de cobre em mudas cítricas tornou-se um sério problema para os viveiristas. A fim de se detectar a melhor forma de fornecimento de cobre às mudas cítricas aliado a diferentes substratos utilizados por viveiristas realizou-se um experimento em viveiro comercial na cidade de Botucatu, SP. Foram utilizados substratos comerciais à base de fibra de coco (Amafibra) e de casca de *pinus* (Lupa e Eucatex) e cinco tratamentos: testemunha; Recop ($1,8\text{ g L}^{-1}$); Coptrac (3 mL L^{-1}); Cobre Stoller ($0,04\text{ mL L}^{-1}$) e Sulfato de Cobre ($2,5\text{ g L}^{-1}$). O experimento foi instalado no mês de julho de 2006 onde as sementes de limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) foram semeadas em canteiros. Após quatro meses, as plantas foram transplantadas para sacolas com capacidade de 4 L em bancadas e foram dispostas intercalando-se os substratos. Aproximadamente quatro meses depois do transplante as plantas receberam os enxertos de laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck). As avaliações eram mensais a partir de Fevereiro/2007 quando estavam com aproximadamente 90 dias após o transplante. Tomou-se medida dos parâmetros a altura média das plantas (cm), o diâmetro médio do porta-enxerto (mm), número médio de folhas por planta, massa de matéria seca

da parte aérea e do sistema radicular, atividade da enzima peroxidase (H_2O_2 consumido g^{-1} m.f.) e teor total de fenóis (mg de ácido gálico g^{-1} amostra). O delineamento estatístico empregado foi o de parcelas subdivididas, sendo a parcela principal as formas de aplicação de cobre e as sub-parcelas os diferentes substratos, perfazendo um total de quinze tratamentos com seis repetições. Cada parcela foi composta por vinte plantas. Verificou-se que os níveis de cobre utilizados foram altamente excessivos, principalmente para os produtos que foram aplicados foliarmente mas, estes não causaram nenhum efeito fitotóxico às plantas. Quanto aos substratos utilizados, verificou-se que apesar da maioria dos parâmetros avaliados não terem apresentado diferenças estatísticas, o substrato de casca de *Pinus* da empresa Lupa foi o que promoveu o maior incremento das plantas, seguido do substrato de casca de *Pinus* da empresa Eucatex e da fibra de coco.

Palavras-chave: sulfato de cobre, oxiclreto de cobre, *Citrus limonia* Osbeck, casca de *Pinus*, fibra de coco.

COOPER SUPPLY IN PRODUCTION OF CITRUS NURSERIES IN DIFFERENT SUBSTRATES. Botucatu, 2007. 124 fl. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)

– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: TATIANA REZENDE PIRES DE ALMEIDA

Adviser: SARITA LEONEL

2 SUMMARY

The Brazilian citrus industry is worldwide known with emphasis on the State of Sao Paulo, the largest producer of citrus in Brazil. The production of seedlings is the foundation of the current citrus and fertilization one of the main barriers of the process. The deficiency of copper in citrus nurseries has become a serious problem for the nurserymen. In order to detect the best way of supply of copper to citrus nurseries allied to different substrates used by nurserymen we carried out experiments in commercial nursery in the city of Botucatu, Brazil. It was used commercial-based substrates fibers from coconut (Amafibra) and the bark of pine (Lupa and Eucatex) and five treatments: control; Recop (1.8 g L^{-1}); Coptrac (3 mL L^{-1}); Copper Stoller (0.04 mL L^{-1}) and copper sulfate (2.5 g L^{-1}). The experiment was installed in the month of July 2006 where the seeds of Rangpur lime (*Citrus limonia* Osbeck) were sown on benches. After four months the plants were transplanted into bags with a capacity of 4L on benches and were willing to intercalate the substrates. Approximately four months after the transplant the plants received the grafts of sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). The evaluations were monthly from February/2007 when they were approximately with 90 days after the transplant. It took measure of the parameters of the average plant height (cm), the average diameter of the root stock (mm), average number of leaves per plant, dry matter from leafs and roots, activity of the enzyme peroxidase (H_2O_2 consumed $\text{g}^{-1} \text{ ct}$) and total phenol content (mg acid gálico g^{-1} sample). The statistical design applied was subdivided plots, and the main plot way of application of copper and sub-plots of the different substrates, giving a total of fifteen treatments with six repetitions. Each plot was composed of twenty plants. It was verified that the levels of the used copper were highly excessive, especially for products that were foliar applied, but they did not cause any phytotoxic to the plants. On the substrates

used, it can be noted that although the majority of the evaluated parameters have not presented statistical differences, the substrate of pine bark of the Lupa's company, was what promoted the largest increase in plants, followed by the substrate of pine bark of the Eucatex company and the coconut fiber.

Keywords: Copper sulphate, *Citrus limonia* Osbeck, Bark of pine, coconut fiber

3 INTRODUÇÃO

De todas as árvores frutíferas, uma das mais conhecidas, cultivadas e estudadas em todo o mundo é a laranjeira. Como todas as plantas cítricas, a laranjeira é nativa da Ásia, porém existem controvérsias. Alguns historiadores afirmam que os cítricos teriam surgido no leste asiático, nas regiões que incluem hoje a Índia, China, Butão, Birmânia e Malásia (ABECITRUS, 2005).

Atualmente, os pomares mais produtivos, resultantes de uma citricultura estruturada, estão nas regiões de clima tropical e sub-tropical, destacando-se o Brasil, Estados Unidos, México, China e África do Sul (ABECITRUS, 2005).

A produção mundial de citros é de aproximadamente 102 milhões t ano⁻¹ e é oriunda de extensa área cultivada, com 7,3 milhões de hectares, que supera em grande parte outras frutíferas tropicais e subtropicais como banana, maçã, manga, pêra, pêssego e mamão. Os maiores produtores de laranja são o Brasil e os Estados Unidos, que juntos representam cerca de 45% do total mundial (IAC, 2005).

Segundo dados do Levantamento de Produção Agrícola (PAM) de 2006 ao IBGE, o Brasil aumentou em 1% o volume colhido de caixas de laranja em 2006, se comparado a 2005 e a produção foi de 442 milhões de caixas. O estudo apontou o Estado de

São Paulo como o maior produtor nacional de laranja, responsável por 79,9% da produção nacional (FUNDECITRUS, 2007).

Os principais municípios produtores de laranja se encontram em São Paulo, estado responsável por 79% de toda a produção brasileira. O Brasil é o maior produtor e exportador do suco de laranja e detém 50% da produção mundial, dos quais apenas 3% ficam no mercado interno (IBGE, 2005).

Com o surgimento de diversas doenças que causaram a dizimação de pomares citrícolas brasileiros, criou-se uma nova legislação, preconizando que os viveiros a céu aberto fossem eliminados e substituídos por viveiros telados (ambiente protegido), utilizando-se substratos inertes e materiais de procedência conhecida (ALMEIDA, 2003).

A sanidade não é a única vantagem do novo sistema de produção. Ele permite que a muda tenha rastreabilidade, além de garantir a qualidade genética, permitindo ao produtor saber qual a origem de cada planta que está adquirindo e ter certeza de como ela irá se comportar no campo (FUNDECITRUS, 2005).

A muda é um dos insumos mais importantes para a formação de um pomar, tendo-se em vista o caráter perene da grande maioria das frutíferas. A importância da muda está no fato de que o potencial máximo de produtividade e de qualidade das frutas só será revelado alguns anos após o plantio e a longevidade do pomar, só será conhecida em um intervalo de tempo ainda maior (ZANETTI, 2006).

A adubação empregada em viveiros comerciais atualmente está baseada nos mesmos princípios utilizados para as plantas cultivadas em campo (BOAVENTURA, 2003). Segundo Almeida (2003), todos os níveis de produtores (pequenos, médios e grandes) apresentaram algum tipo de problema na formação das mudas em ambiente telado, entre eles os mais encontrados foram às deficiências nutricionais e o manejo da fertirrigação.

A deficiência de cobre é freqüente em plantas que se desenvolvem em solos com altos teores de matéria orgânica, nos quais esse elemento é complexado em formas orgânicas insolúveis, não disponíveis às plantas. A ligação principal do cobre com a matéria orgânica está nos ácidos húmicos e fúlvicos, os quais provavelmente formam complexos estáveis com o cobre (FERREIRA et al., 2001).

No mercado brasileiro existe uma diversidade de substratos, principalmente no que se refere às características químicas e físicas e a sua origem, fazendo com que esses materiais sejam bastante complexos em termos de manejo de adubação. Na prática, problemas nutricionais, a falta ou o excesso de cobre é um dos que mais tem afetado a produção de mudas, principalmente de hortaliças e de citros (PÁDUA JÚNIOR, 2006).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar diferentes formas de fornecimento de cobre à mudas cítricas utilizando diferentes substratos comerciais disponíveis no mercado.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Citricultura Brasileira

Atualmente, os pomares mais produtivos, resultantes de uma citricultura estruturada, estão nas regiões de clima tropical e subtropical, destacando-se o Brasil, Estados Unidos, Espanha, países do Mediterrâneo, México, China e África do Sul (ABECITRUS, 2005).

O Brasil mantém a posição de maior produtor mundial de laranja, com uma área cultivada de 820 mil hectares e, uma produção de 447,81 milhões de caixas de 40,8 kg, representando 49% de toda a produção brasileira de frutas (IBGE, 2005).

O mercado citrícola representa 1,87% da pauta total de exportações brasileiras e 4,47% das exportações de produtos do agronegócio (SECEX, 2005). A citricultura é a segunda atividade do agronegócio no Estado de São Paulo, ficando atrás somente da cana-de-açúcar (ASSOCITRUS, 2005).

A citricultura movimenta mais de US\$ 5 bilhões por ano na cadeia produtiva do Brasil, com investimentos de US\$ 2,2 bilhões nos pomares novos e em produção (ABECITRUS, 2005).

4.2 Produção de Mudanças Cítricas no Estado de São Paulo

O sistema de produção de mudas de citros em recipientes foi primeiramente descrito por Castle et al. (1975), nos Estados Unidos. Neste sistema, o número de plantas por área é maior em relação ao de produção de mudas a céu aberto (CASTLE & ROUSE, 1990) e os porta-enxertos alcançavam condições adequadas para a enxertia com três a quatro meses, ficando as mudas prontas para o transplante após doze meses.

No Estado de São Paulo a produção de mudas cítricas passou por grande transformação desde 1994 e atualmente, o Estado é tido como exemplo de sucesso no mundo todo. A adoção do novo sistema de produção de mudas, em ambientes protegidos com o uso de substratos orgânicos foi proposta devido à necessidade de se garantir mudas saudáveis, livres de doenças e patógenos e desta forma permitir a formação de pomares com produtividade diferenciada. A percepção da cadeia produtiva quanto à inviabilidade do plantio de mudas a céu aberto, decorrente dos altos custos devido à necessidade de substituir mudas de baixa qualidade, possibilita o enquadramento das mudas cítricas protegidas nas normas legais de produção e comercialização, que cada vez mais compõem o cenário citrícola paulista (ZANETTI, 2006).

Segundo a Abecitrus (2005), nos viveiros telados do Estado de São Paulo foram investidos mais de US\$ 50 milhões nos últimos cinco anos, produzindo mudas protegidas para renovação e implantação de pomares.

Segundo dados do Fundecitrus (2007), existem 530 viveiros no Estado de São Paulo onde 0,19% deles ainda são abertos e 99,81% são viveiros telados. Neste mesmo levantamento foram contabilizados cerca de 20,38% de viveiros localizados na região central do estado, 37,90% na região norte, 5,71% na região Noroeste, 0,38% na região oeste e 35,62% na região sul. A maior quantidade de mudas produzidas encontram-se na região sul com cerca de 38,84% da produção.

4.3 Fertirrigação

A fertirrigação é fundamental nos programas de fertilização nos viveiros telados, onde há altas temperaturas, alta densidade de plantas e rápido crescimento vegetativo, sendo necessário aumentar a eficiência de aplicação dos fertilizantes para reduzir custos de produção e minimizar a contaminação da água do subsolo (MAUST & WILLIANSOM, 1994).

O uso de soluções nutritivas completas, com macro e micronutrientes, em adição aos substratos é a forma mais comum de adubação na produção de mudas em viveiros comerciais. O manejo da nutrição nesses recipientes é complexo, pois deve ocorrer um equilíbrio entre a quantidade de sais que deve lixiviar, para não ocorrer excesso de salinidade no substrato e a que deve estar disponível para suprir a sua necessidade para a absorção, para não haver deficiências ou toxicidade dos nutrientes (FERRAREZI, 2006).

O monitoramento desse sistema de irrigação e, mais intensivamente, do sistema de fertilização, deve ser constante, a fim de evitar excessos, desperdício de nutrientes ou, até mesmo, a morte da planta, no caso de usar adubações excessivas. Para tanto, se deve ter um controle constante dos valores de pH e condutividade elétrica do meio de cultivo.

O pH refere-se à reação de alcalinidade ou acidez do meio de cultivo, estando sua importância relacionada com influência na disponibilidade de nutrientes à planta, bem como sobre processos fisiológicos (KÄMPF, 2000).

A CE (condutividade elétrica) expressa o teor total de sais solúveis (TTSS) da solução do substrato (RODRIGUES, 2002), sendo uma medida mais precisa, pois leva em consideração a densidade úmida do substrato, expressando o conteúdo de sais em g L^{-1} . A sensibilidade aos sais depende de cada espécie, variando de $0,5 \text{ g L}^{-1}$, para as plantas mais sensíveis, até 3 g L^{-1} , para as mais tolerantes (KÄMPF, 2000).

Embora muitos trabalhos já tenham relatado os efeitos positivos da fertirrigação sobre diversas culturas, constata-se a necessidade de pesquisas sobre doses, concentração e parcelamento de fertilizantes fornecidos com a água de irrigação, especialmente para cultivos perenes, nos quais as respostas às alterações nutricionais ocorrem, em grande parte, a longo prazo (DUENHAS et al., 2005).

4.4 Cobre

O cobre apresenta adsorção específica e fixação muito enérgica (alta estabilidade) do que resulta pouco movimento no solo. A maior parte está ligada à matéria orgânica, sendo que a deficiência é mais comum em solos arenosos (pobreza) e nos ricos em matéria orgânica (ANDRADE, 1973).

A deficiência de cobre é freqüente em plantas crescendo em solos com altos teores de matéria orgânica, nos quais esse elemento é complexado em formas orgânicas insolúveis, não disponíveis às plantas. A ligação principal do cobre com a matéria orgânica está nos ácidos húmicos e fúlvicos, os quais provavelmente formam complexos estáveis com o cobre (FERREIRA et al., 2001).

A força de ligação do cobre com os ácido húmicos diminui com o aumento da quantidade aplicada de cobre, aumenta com o aumento do grau de humificação e com o pH (ABREU et al., 2001).

A disponibilidade do cobre é controlada por reações de adsorção e dessorção na superfície dos colóides orgânicos e inorgânicos. O principal componente dos substratos é formado de material orgânico e, portanto, este deve influenciar grandemente a disponibilidade de cobre (PÁDUA JÚNIOR, 2006).

A absorção do cobre pelas plantas ocorre por meio de processo ativo e, existem evidências de que este elemento iniba fortemente a absorção do zinco e vice-versa (BOWEN, 1969). Considera-se que esse elemento não seja prontamente móvel na planta, embora existam resultados que mostram a translocação de folhas velhas para novas. Loneragan (1975) concluiu que o movimento do cobre no interior das plantas depende de sua concentração.

Existem resultados que indicam que compostos nitrogenados solúveis, como os aminoácidos, atuam como carregadores deste elemento no xilema e floema, já que o cobre apresenta alta afinidade com o átomo de N do grupo amino (LONERAGAN, 1975).

Na planta uma fração considerável do cobre nos tecidos parece estar ligada à plastocianina e alguma fração protéica, ocorrendo, também, acúmulo do elemento em

órgãos reprodutivos das plantas, porém com variações entre espécies (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

Segundo os mesmos autores, o cobre é constituinte da oxidase do ácido ascórbico (vitamina C), da citocromo-oxidase e da plastocianina, que se encontram nos cloroplastos. Em condições de deficiência, existe relação estreita entre a concentração de cobre nas folhas e o conteúdo de plastocianina, diamin oxidase e ascorbato oxidase, bem como da atividade do fotossistema I, contudo, isso parece não afetar significativamente o conteúdo de clorofila. O cobre também participa de enzimas de oxidorredução, com a exceção de certas amino-oxidases e galactose-oxidases, em que grande parte das enzimas com cobre reagem com o O_2 e o reduzem a H_2O_2 ou H_2O .

Portanto, pode-se dizer que o cobre é um micro elemento essencial para as plantas, considerado componente de muitas proteínas e enzimas e envolvidas em inúmeras rotas metabólicas. Entretanto, quando em excesso, o cobre pode interferir em muitos processos fisiológicos, resultando na toxicidade das células (ALI et al., 2006).

Ele interage com outros nutrientes tais como o potássio (DALIPARTHY et al., 1994), zinco (LUO & RIMMER, 1995), nitrogênio (SOON et al., 1997) e fósforo (RHOADS et al., 1992), afetando sua disponibilidade.

A temperatura do solo pode influenciar a absorção de cobre pelas plantas através de seu efeito na disponibilidade do cobre orgânico. A absorção de cobre nativo e adicionado ao solo, por plantas de cenoura cultivadas em solo orgânico ácido, aumentou com o aumento de temperatura de 8°C para 20°C (MACMILLAN & HAMILTON, 1971). O mesmo foi observado em plantas de *Lolium perenne* L. cultivadas em temperatura ambiente de 25 °C que acumularam mais cobre na parte aérea do que aquelas crescidas em temperaturas de 15 °C (HOONDA & ALLOWAY, 1994).

De acordo com Malavolta (2006), os sintomas visíveis da deficiência de cobre são folhas inicialmente verde escuras localizadas em “ramos aquosos” e vigorosos, tornam-se cloróticas nas pontas e nas margens. As folhas encurvam-se e as nervuras podem ficar muito salientes. Pode ocorrer a morte descendente de ramos (“dieback”) e a ocorrência de gemas múltiplas. Estes sintomas são descritos nas laranjeiras.

Rodriguez & Gallo (1960) também observaram o tamanho exagerado das folhas, galhos em formato de “S” e a exantema. Em casos mais graves, aparece um superbrotamento nas extremidades, formando rosetas de galhos novos, com morte dos velhos.

A toxicidade de cobre não é comum, mesmo quando o elemento é aplicado em grandes quantidades. Durante os estágio iniciais, a redução no crescimento de plantas é evidente. Além disso, a toxicidade causa redução na ramificação, engrossamento e coloração anormal das radículas (REUTHER & LABANAUSKAS, 1966).

Em citros, a toxicidade danifica o sistema radicular e conduz a sintomas de falta de água e árvores com folhas esparsas e pequenas (WUTSCHER & SMITH, 1993).

Esta deficiência é comumente notada em viveiros de mudas cítricas onde Boaventura (2003) relatou uma maior exigência de cobre para mudas cítricas cultivadas em substrato orgânico, se comparada a plantas adultas (ZANETTI, 2004).

4.5 Porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck)

De acordo com Pompeu Júnior (1991), o limoeiro ‘Cravo’ é de origem indiana, sendo há muito tempo utilizado como porta-enxerto e foi introduzido no Brasil pelos portugueses durante a colonização. É o porta-enxerto mais utilizado por viveiristas e citricultores em função da facilidade na obtenção de sementes, por induzir grande vigor no viveiro antes e depois da enxertia, proporcionar bom pegamento das mudas por ocasião do plantio no pomar e rápido crescimento das plantas, também por induzir plantas com porte médio, produção precoce e altas produções de frutos de regular qualidade (POMPEU JÚNIOR, 2005).

Os solos indicados para o limoeiro ‘Cravo’ são os arenosos ou argilosos, e a resistência ao frio é média. A resistência à seca é a maior responsável pelo desempenho favorável deste porta-enxerto, já que mais de 90% de nossa citricultura depende das chuvas para suprimento de água e estiagens de 60 a 120 dias durante a florada são comuns (FERRAREZI, 2006).

As frutas produzidas em plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ são de bom tamanho, mas têm qualidade média quanto à concentração de açúcares e à relação

açúcares/acidez. O porta-enxerto também induz à maturação precoce das frutas (POMPEU JÚNIOR, 2005).

Com relação às doenças, esse porta-enxerto é susceptível à gomose, xiloporose, exocorte, declínio, morte súbita dos citros, alguns nematóides, porém é tolerante à tristeza (POMPEU JÚNIOR, 2005).

4.6 Caracterização dos substratos

O termo substrato aplica-se a todo material sólido, distinto do solo, podendo ser natural, sintético (espuma fenólica, lã de rocha), residual (esterco, bagaço de cana, fibras de algodão), mineral (perlita e vermiculita) ou orgânico (turfa, casca de árvores decompostas, fibra de coco). Esse material colocado em um recipiente em forma pura ou em mistura permite o desenvolvimento do sistema radicular, desempenhando, portanto, um papel de suporte para as plantas (ABAD & NOGUEIRA, 1998).

Os substratos podem ser formados por diferentes matérias-primas de origem mineral, orgânica ou sintética, de um só material ou diversos materiais em misturas. Os materiais orgânicos mais usados como substratos ou como componentes para substratos são turfa, casca de árvores picadas e compostadas, fibras vegetais, como a de coco, etc. As substâncias minerais utilizadas são vermiculita, perlita, espuma fenólica, lã de rocha, que podem ser usadas como substrato ou em combinações com os orgânicos (ABREU et al., 2002).

Essa diversidade de materiais, fornece diferentes características que irão influenciar na disponibilidade de nutrientes e consequentemente, na recomendação, monitoramento e manejo eficiente da adubação (ABREU et al., 2002). Estes devem ser elaborados a partir de materiais isentos de patógenos, ou que tenham passado pelo processo de compostagem, reduzindo a possibilidade de contaminação das mudas (BIANCHI et al., 2003).

De acordo com Toledo (1992), a escolha do material e de sua mistura depende da disponibilidade e do custo, além de, baixa densidade, teor adequado de nutrientes, composição física e química uniforme, elevada capacidade de troca catiônica, boa capacidade de retenção de água, aeração, drenagem e boa coesão entre as partículas.

A finalidade mais importante para um substrato é proporcionar uma planta de alta qualidade em menor tempo e a baixo custo (ABREU et al., 2002). Para Noguera (1999), o melhor substrato poderá variar para cada caso, dependendo de diversos fatores como o tipo de material vegetal (semente, estaca, muda, etc), espécie cultivada, condições climáticas, tamanho e forma do recipiente, programas de irrigação e fertirrigação, aspectos econômicos, etc.

De acordo com dados fornecidos pela Fundecitrus (KAMPF, 2004) o consumo estimado de substrato pela citricultura está em torno de 100 mil m³/ano, para o preenchimento de tubetes, potes e sacolas.

4.6.1 Fibra de Coco

A geração de resíduos pelo homem é um dos fatores que mais contribuem para a degradação do meio ambiente, como poluição das reservas hídricas e do solo. O consumo de água de coco verde vem aumentando muito nos últimos anos, quer seja na forma “in natura” ou industrializada. Como consequência disto, uma elevada quantidade de resíduos orgânicos vem sendo gerada, tornando-se um problema de difícil descarte, principalmente nos grandes centros urbanos, onde o material é enviado para lixões e aterros sanitários. A utilização destes resíduos como substratos agrícolas seria uma alternativa para minimizar o impacto ambiental provocado pelos mesmos (BEZERRA & ROSA, 2002).

Este resíduo orgânico tem ganhado uma parte do mercado dos substratos na Europa, com rapidez, competindo com outros materiais orgânicos, em especial a turfa. A fibra de coco que se usa na horticultura, é um resíduo do processamento do mesocarpo fibroso do coco (*Cocos nucifera*). A sua textura porém é muito variável, afetando o comportamento como o equilíbrio entre os conteúdos de ar e água, tão essenciais para o cultivo das plantas. Sua porosidade é geralmente alta e pode reter quantidade de água facilmente disponíveis para as raízes e manter uma boa aeração. Quanto às suas propriedades químicas, o teor salino pode ser diverso e a capacidade de troca catiônica pode ser de média a alta, possui uma alta relação C/N, pH ácido, mas pode ser considerado muito estável devido aos altos conteúdos de lignina e hemicelulose (MARTINEZ, 2002).

A sua não reação com os nutrientes na adubação, a sua durabilidade sem alterar suas características físicas e a possibilidade de esterilização são também fatores que podem auxiliar os viveiristas na escolha do substrato a ser utilizado (CARRIJO et al., 2006).

Silveira et al. (2002), constataram boa germinação de sementes de tomate somente onde o pó de coco estava presente, provavelmente pela sua alta capacidade de retenção de água. Contudo neste substrato puro, as plântulas não apresentaram bom desenvolvimento, sugerindo que o material é naturalmente pobre em nutrientes.

Carijo et al. (2002), mencionam que o substrato feito a partir de fibras de coco não possui os nutrientes essenciais para as plantas, portanto é preciso fornecê-los de acordo com a necessidade da espécie a ser cultivada adicionando-se adubos em fertirrigação.

Taveira (2002), acredita que desde que os substratos à base de fibra de coco sejam manejados corretamente em relação à irrigação e à adubação, os mesmos podem ser mais vantajosos do que a casca de pinus, com maior qualidade final da muda e um encurtamento do tempo de formação de quase dois meses.

4.6.2 Casca de *Pinus*

A utilização de *Pinus* na indústria madeireira tem sido crescente. As estimativas indicam que do volume de madeira serrada produzida no país, estimada em aproximadamente 18 milhões de m³, mais de 35% é formado de madeira de *Pinus*. No Brasil, existem aproximadamente 1,8 milhões de hectares de plantações constituídas por espécie de *Pinus*. Portanto, trata-se de uma espécie importante para o fornecimento de matéria-prima, especialmente nas regiões sul e sudeste do país (BALLARIN & PALMA, 2004).

São considerados resíduos do processamento mecânico da madeira, a casca, as pontas, as lascas, as partes desclassificadas, os nós, a serragem e as peças descartadas no controle de qualidade (ULIANA & NOLASCO, 2006).

Tradicionalmente, o manejo de resíduos do processamento mecânico da madeira consiste na queima a céu aberto, na disposição sobre o solo em áreas adjacentes à indústria ou no descarte em cursos d'água. Estas formas de manejo são altamente impactantes,

causando poluição do ar e das águas e aumentam o risco de incêndio (ULIANA & NOLASCO, 2006).

A casca externa do tronco de plantas de *Pinus* é um resíduo da indústria que está sendo utilizada como substrato após um período de moagem e compostagem. Utiliza-se em grande escala as cascas que são constituídas basicamente de lignina, hemicelulose e celulose. Em menores concentrações ocorrem substâncias como óleos, resinas, taninos, gorduras, corantes, glicídios, substâncias minerais e gomas (PADUA JÚNIOR, 2006). Este material deve ser adequadamente compostado, antes de sua utilização como substrato, para evitar a imobilização de nitrogênio e a toxicidade de alguns elementos, como o manganês (MARTINEZ, 2002).

Com relação aos aspectos físicos, a casca é compostada e moída possuindo partículas dos mais variados tamanhos, com boa drenagem, baixa capacidade de absorção de água (PADUA JÚNIOR, 2006).

No Brasil, a casca de pinus possui geralmente pH ácido e CTC elevada, com valores acima de 150 mmolc dm^3 e baixo teor de nutrientes, fazendo-se necessária a suplementação mineral (GONÇALVES, 1995).

4.7 Atividade da Enzima Peroxidase

As peroxidases (EC 1.11.1.7) estão localizadas principalmente nas paredes celulares. Elas catalizam a oxidação de inúmeros compostos orgânicos utilizando o peróxido de hidrogênio como um aceptor de elétrons (DAWSON, 1992).

Em alguns relatos, a peroxidase estava envolvida em muitos caminhos metabólicos, como o catabolismo das auxinas (GAZARYAN et al., 1996), defesa de patógenos (WU et al., 1997), oxidação do fenol (LAGRIMINI, 1991), passagem das proteínas através da parede celular (SCHNABELRAUCH et al., 1996), formação da lignina e suberina (QUIROGA et al., 2000), estresse enzimático e oxidase do ácido indolacético (KANMEGNE & OMOKOLO, 2003).

A atividade de peroxidase pode aumentar em plantas submetidas a diversos tipos de estresse (SIEGEL, 1993). Sob condições de estresse, as plantas tendem a

aumentar a atividade da peroxidase e às vezes é a primeira enzima a ter a atividade alterada, independentemente do substrato utilizado ou do estresse aplicado (SIEGEL, 1993).

Em plantas, o cobre é considerado um cofator de enzimas oxidativas e um componente de elementos estruturais presente principalmente nos cloroplastos. Devido às suas propriedades redox, o cobre pode catalizar a formação de alguns radicais livres nocivos, como as espécies de oxigênio reativo e compostos de peróxidos, os quais podem causar uma quebra oxidativa (BACCOUCH et al., 1998; RICHARDS et al., 1998).

Este efeito tóxico proveniente do estado oxidativo celular pode ser permitido por muitos sistemas antioxidativos. Muitas enzimas estão envolvidas neste mecanismo, como as peroxidases (POD), catalase e a superóxido dismutase (SOD) (CHEN et al., 2002).

Mazhoudi et al. (1997) relataram que o excesso de cobre aumentou a atividade da peroxidase em mudas de tomate, mas em alguns artigos o cobre inibiu a atividade da peroxidase.

Baixas quantidades de cobre nas folhas e brotações estimulam a atividade da peroxidase, enquanto que alta concentração reduz a atividade da enzima. A inibição da peroxidase, pode também resultar no acúmulo de compostos fenólicos com efeitos bactericidas. A alta concentração de cobre induz a atividade da polifenoloxidase que é responsável pela conversão de compostos fenólicos em substâncias bactericidas, denominadas quinonas (SALES, 2005).

A peroxidase pode ser tomada como um marcador bioquímico de estresse resultante tanto de fatores bióticos como de abióticos (LIMA et al., 1999).

4.8 Teor Total de Fenóis

Os fenóis constituem um grupo de substâncias com largo espectro de atividades fisiológicas. Eles estão na maioria das peroxidases, participam nos processos de redox e nas reações de defesa das plantas. Interferem na regulação dos processos de desenvolvimento como organogênese através das suas interações com os reguladores (KANMEGNE & OMOKOLO, 2003).

De acordo com Bruneton (1991), os fenóis vegetais são compostos secundários, não nitrogenados, baseados em cadeias de carbono, cujo elemento estrutural fundamental caracteriza-se por um anel benzênico ao qual está ligada pelo menos uma hidroxila. Constituem um grupo quimicamente heterogêneo, com aproximadamente 10.000 compostos, alguns solúveis apenas em solventes orgânicos, outros solúveis em água, e há ainda aqueles que são grandes polímeros insolúveis (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Segundo MUSACCHI (1994), os fenóis fazem também uma ação de regularização da atividade auxínica. As auxinas são importantes nas primeiras fases da união entre o enxerto e o porta-enxerto, agindo na rediferenciação vascular. Os compostos fenólicos são suficientes para regular a síntese da AIA-oxidase. Mais precisamente, o ácido cumárico e o ácido hidroxibenzóico (monofenóis) inibem o desenvolvimento da planta, porque ativam a oxidação das auxinas, enquanto os polifenóis, como o ácido cafêico, inibem a oxidação das auxinas, promovendo o crescimento das plantas.

O cobre faz parte da enzima fenol-oxidase, que catalisa a oxidação de compostos fenólicos a cetonas durante a formação da lignina e da cutícula (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido em viveiro comercial, denominado ELPA Mudanças Cítricas, localizado na cidade de Botucatu, Estado de São Paulo, localizado à 22°54'13,8'' S e 48°27'32,8''W. O viveiro é coberto por filme plástico transparente e com tela à prova de afídeos e malha de 0,8/0,3 mm² nas laterais. As bancadas que davam suporte às mudas estavam à 0,50 metros do solo, conforme recomendações da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (CATI, 1994).

5.2 Copa e porta-enxerto utilizados

O porta-enxerto empregado foi o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), considerado o porta-enxerto mais utilizado na citricultura paulista, atualmente com mais de 80% de participação nos pomares. A razão principal de tal preferência é sua produtividade alta e precoce (CITROLIMA, 2005).

Plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ geralmente apresentam boa safra a partir dos três anos de idade. As frutas produzidas neste porta-enxerto são de bom tamanho, mas têm qualidade média quanto à concentração de açúcares e a relação açúcares/acidez. Induz a maturação precoce das frutas, permitindo um maior aproveitamento dos melhores preços do início da safra (CITROLIMA, 2005).

A variedade copa escolhida foi a laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck), que em estudo realizado por Pompeu Júnior et al. (2004), relataram que esta variedade foi o segundo cultivar mais plantado (32,9%) no período de 1999-2004.

5.3 Substratos utilizados

Como substratos foram utilizados a fibra de coco, da empresa Amafibra, a casca de *Pinus*, da empresa Eucatex e da empresa Lupa. A principal diferença entre os dois substratos a base de casca de *Pinus* é o tempo de decomposição que ambos sofreram, onde o substrato da empresa Lupa sofreu um período maior de decomposição (resíduo de indústrias no Estado do Paraná em que não eram utilizados e por muito tempo ficaram dispostos em pilhas sofrendo o processo de decomposição).

Não foi realizado nos substratos nenhum tipo de adubação prévia e nem adição de calcário no viveiro, com exceção do substrato a base de fibra de coco, que sofreu destorroamento e adição de água, de acordo com as especificações do fabricante, para depois ser colocado nos saquinhos.

Os substratos foram dispostos nas bancadas em fileiras na sequência de fibra de coco, casca de *Pinus* da empresa Lupa e Eucatex.



Fonte: Almeida, T.R.P. (2006).

Figura 01. Disposição dos substratos na bancada. Julho/2007.

Foram utilizadas cerca de cinco amostras tomadas ao acaso para cada tipo de substrato. Foi fornecido aproximadamente 300 mL de água por amostra e aguardou-se esta água percolar pelo substrato. Após a água ter escoado, foi fornecido 50 mL da mesma água e também aguardou-se esta percolar porém, a água foi coletada para análise da água drenada de cada substrato (quando já estavam dispostos nas bancadas). As amostras de água drenada foram enviadas para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu – São Paulo, a qual é apresentada no Quadro 01.

Quadro 01. Resultado da análise de água drenada dos substratos utilizados, média de cinco amostras por substrato. Dezembro de 2006.

Substrato	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	pH	CE
						mg L ⁻¹							mS
1*	5	22	100	12	6	48	0,74	0,05	0,01	0,07	0,14	6,53	0,51
2*	32	28	53	41	29	53	0,78	0,21	0,64	0,45	0,43	5,18	0,62
3*	31	10	232	49	25	99	0,80	0,15	0,25	0,01	0,11	7,06	1,17

* (1) fibra de coco - Amafibra; (2) casca de *Pinus* – Eucatex; (3) casca de *Pinus* – Lupa.

A recomendação de adubação para o experimento foi baseada na análise de água drenada e esta seguiu de acordo com a recomendação fornecida pelo proprietário do viveiro.

Quadro 02. Recomendação da adubação dos porta-enxertos (g 1000L⁻¹). 2006-2007.

Produtos	Substrato		
	1*	2*	3*
Nitrato de Cálcio	850 g	650 g	850 g
Nitrato de Potássio	50 g	200 g	-
Nitrato de Amônio	300 g	300 g	400 g
MAP	400 g	100 g	100 g
Sulfato de Magnésio	200 g	100 g	200 g

* (1) fibra de coco - Amafibra; (2) casca de *Pinus* – Eucatex; (3) casca de *Pinus* – Lupa.

Para cada tipo de substrato foi preparada uma caixa d'água, com capacidade de 500 L de água, onde em 200 L eram misturados os adubos com exceção do nitrato de cálcio que foi misturado no final para evitar a formação de precipitado.

Para os micronutrientes foi feita uma solução que era fornecida juntamente com a fertirrigação. Para a solução utilizou-se um volume total de 5 L de água onde foram adicionados 100 g de ácido bórico (17% B), 80 g de sulfato de manganês (31% Mn), 50 g de sulfato de zinco (21% Zn), 2 g de molibdato de sódio (39% Mo) e 5 mL de ácido fosfórico (54% P). A partir desta solução eram retirados 10 mL misturados à solução de macronutrientes e, adicionados 3 g de ferro (6,5% Fe quelatado por EDDHMA).

As fertirrigações eram realizadas duas vezes por semana em períodos quentes. Nas épocas chuvosas e de baixas temperaturas apenas uma vez por semana, com o auxílio de um motor JP 42A e o chamado “chuveirinho” proporcionando um molhamento por igual das mudas nos canteiros. O sistema de irrigação utilizado era exclusivo para a condução do experimento.

Para a determinação da quantidade de água aplicada nos saquinhos, foi realizada a rega dos canteiros e entre os saquinhos foram colocados recipientes plásticos para a coleta da água durante a irrigação. Após este procedimento, observou-se que a quantidade de

água aplicada durante a irrigação era de aproximadamente 200 mL por saquinho e a partir daí, tomou-se esta medida para a irrigação diária.

5.4 Tratamentos e delineamento experimental

Foram avaliadas cinco formas de fornecimento de cobre aos porta-enxertos e posteriormente às mudas, sendo estas:

Quadro 03. Formas de fornecimento de cobre empregadas no experimento. 2006 e 2007.

	Tratamento	Doses aplicadas	Qtde. de P.A.	Épocas de aplicação
1	Testemunha	-	-	-
2	Recop [®]	1,8 g L ⁻¹	84%	quinzenal
3	Coptrac [®]	3 mL L ⁻¹	50%	quinzenal
4	Cobre Stoler [®]	0,04 mL L ^{-1*}	5%	duas vezes/semana
5	Sulfato de Cobre	2,5 g L ^{-1*}	25%	uma vez/semana

* doses para cada tipo de substrato.

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, sendo a parcela principal as formas de aplicação de cobre e as sub-parcelas os diferentes substratos, perfazendo um total de quinze tratamentos com seis repetições. Cada parcela foi composta por vinte plantas.

As amostras foram coletadas ao acaso, com o objetivo de avaliação do crescimento das plantas, da composição química das diferentes partes da planta e das análises bioquímicas.

5.5 Instalação e condução do experimento

5.5.1 Instalação do experimento

O experimento foi instalado no mês de julho de 2006. Foram utilizadas sementes de limoeiro ‘Cravo’ provenientes de doação do Centro Sylvio Moreira - IAC, Cordeirópolis, SP. Os frutos foram coletados no mês de abril de 2006.

Primeiramente foi realizada a esterilização das sementes com tratamento térmico onde, a água foi aquecida à 52 °C e então, foram colocadas as sementes, o que promoveu a diminuição da temperatura. A água foi aquecida novamente a 52 °C, para a partir deste momento as sementes ficarem imersas por dez minutos. Após este tempo, as sementes foram retiradas da água quente e colocadas em seguida, na água fria.

Depois da secagem das sementes estas sofreram o tratamento químico para a retirada da película onde ficaram imersas em uma solução para 2 kg de semente, 500 mL L⁻¹ de hipoclorito de sódio, 3 mL L⁻¹ de ácido muriático, 15 mL L⁻¹ de soda cáustica e 1L de água, permanecendo na solução durante cinquenta minutos, sendo que a mesma era remexida a cada quinze minutos. Após este procedimento, as sementes foram lavadas e a película foi retirada com o auxílio de um pano limpo e desinfetado. A retirada da película que envolve a semente é utilizada com o intuito de aumentar a taxa de germinação e sua velocidade.

Depois da retirada da película, as sementes foram semeadas em canteiros. Foram feitas duas camadas de substrato no canteiro: a mais grossa (de aproximadamente 15 cm de altura) com Plantmax (Eucatex) e a outra com fibra de coco de granulometria fina (Amafibra), onde as sementes foram semeadas e por cima delas foi colocada mais uma camada do mesmo substrato de fibra de coco. O canteiro foi regado diariamente com o auxílio de um "chuveirinho".



Fonte: Almeida, T.R.P. (2006).

Figura 02. Semeadura do porta-enxerto limoeiro 'Cravo'. Julho/2007.

Foi realizada a aplicação de Captan (N-triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida; 48g 20L⁻¹) no canteiro um dia após da sementeira. As sementes começaram a germinar um mês (agosto) após. No mês de setembro, foi realizada a aplicação de Stimulate (0,09g L⁻¹ citocinina, 0,05 g L⁻¹ ácido giberélico, 0,05 g L⁻¹ ácido indol-butírico; 20mL 20L⁻¹) a fim de estimular a germinação das sementes e favorecer o crescimento das raízes.

Dois meses após a sementeira (setembro/2006) foi realizada uma adubação de acordo com a sugestão do proprietário do viveiro composta por uma solução de nitrato de cálcio (25 kg 1000 L⁻¹), MAP (9,4 kg 1000 L⁻¹), sulfato de magnésio (9,4 kg 1000 L⁻¹) e nitrato de amônio (1,6 kg 1000 L⁻¹).

5.5.2 Condução do experimento

Quatro meses (novembro/2006) após a sementeira foi realizado o transplante dos porta-enxertos, após seleção prévia, para sacolas de polietileno com capacidade de 4 L de substrato.



Fonte: Almeida, T.R.P. (2006).

Figura 03. Porta-enxertos um mês após o transplantio. Dezembro/2007.

A aplicação de água foi realizada somente de acordo com a necessidade de cada, atentando-se para o fato de que o substrato de fibra de coco era o que possuía a maior capacidade de retenção de água comparado com os demais. Com aproximadamente quinze dias após o transplântio, quando foi notado o pegamento dos porta-enxertos, foi realizada a primeira adubação de acordo com o recomendado no Quadro 02.

No mês de janeiro/2007 foi realizada a primeira aplicação dos tratamentos à base de cobre. As plantas pertencentes à testemunha não receberam nenhum tipo de adubação cúprica, nem ao menos aplicação de fungicida aplicado via foliar.

As plantas pertencentes ao segundo tratamento, onde foi utilizado o produto de nome comercial Recop (Novartis Biociências S.A.), composto por oxiclreto de cobre (840 g kg^{-1}), receberam aplicação do produto quinzenalmente na dose de $1,8 \text{ g L}^{-1}$ do produto comercial, com o auxílio de uma bomba costal aplicado via foliar. Para evitar a deriva durante o momento de aplicação dos tratamentos utilizou-se uma barreira física, composta por duas estacas de madeira e plástico).

No terceiro tratamento, foram aplicados 3 mL L^{-1} do produto comercial Coptrac (Yara Vita), composto por 500 g L^{-1} de óxido cuproso, aplicado com o auxílio de uma bomba costal via foliar.

Para as plantas que compunham o quarto tratamento foi fornecido o cobre via fertirrigação, duas vezes na semana, misturados à solução de adubação. Neste tratamento eram separados cerca de 40 L da solução de cada substrato e adicionava-se 1,6 mL do Cobre Stoller (5% N, 2,9% S, 5% Cu e 1,0% Mn).

No quinto tratamento, as plantas recebiam o cobre via água de irrigação. Porém, neste caso, as plantas eram adubadas somente uma vez por semana e, o sulfato de cobre (Microsal), 25% de Cu, era aplicado em substituição da adubação que os demais recebiam.

Decorridos 120 dias após o transplântio (março/2007) foi efetuada a enxertia das mudas em “T” invertido com borbulhas de laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) e o amarrio com fitilho de plástico. Foram enxertadas somente as plantas que possuíam o diâmetro de um lápis ou quando o porta-enxerto estava soltando a casca. A segunda enxertia foi realizada somente no mês de maio/2007 no restante dos porta-enxertos.

O enrolamento do porta-enxerto (mais comumente chamado de “rabo”) só foi feito 10 dias após a enxertia e a retirada do fitilho plástico 15 dias depois. Em menos de um mês após a enxertia, começaram as primeiras brotações.

5.5.3 Tratos Culturais

Com relação aos tratos culturais realizados nas plantas, foi feita a desbrota de ramos laterais, condução das mudas e eliminação manual das plantas daninhas que se desenvolveram na superfície do saquinho, tornando-se alvo de competição de nutrientes para as mudas.

A seleção das mudas foi feita de acordo com o tamanho e ou brotações diferentes. Semanalmente foram efetuadas pulverização com acaricidas e inseticidas de acordo com a rotina do viveiro.

No mês de maio/2007, foi feito o corte dos ramos dos porta-enxertos, a medida em que as mudas necessitavam de um melhor desenvolvimento. O momento para a decisão deste procedimento foi quando as mudas apresentavam a diminuição ou crescimento estagnado. Quando este momento foi verificado, foi realizada a poda dos porta-enxertos curvados com o auxílio de um podão.

5.6 Características avaliadas

5.6.1 Coleta de dados biométricos e preparo das amostras de tecido vegetal

Foram realizadas avaliações mensais onde foram coletadas duas plantas por repetição de cada tratamento ao acaso, a partir do mês de fevereiro/2007 (1ª avaliação) que correspondeu a 90 dias após o transplante até o mês de junho/2007 (5ª avaliação), ou seja, 90 dias após a enxertia.

As avaliações realizadas foram as de medição da altura da planta, determinada através de uma régua graduada (cm), diâmetro do caule dos porta-enxertos,

medido na altura do ponto de enxertia, com auxílio de um paquímetro (mm) e o número de folhas por planta.

Para as duas primeiras avaliações as medições de altura e número médio de folhas por planta foram realizadas no porta-enxerto (*Citrus limonia* Osbeck). A partir da terceira avaliação as medidas foram realizadas nas plantas que já haviam sofrido a enxertia com a variedade copa de laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck).

Após a seleção e identificação das plantas a serem avaliadas, os sacos plásticos foram desmanchados para a medição da altura a partir do colo da planta e do diâmetro, na altura do ponto de enxertia. Foram contabilizados os números de folhas e posteriormente realizou-se a separação da parte aérea (caule + folhas) da parte radicular, que foram lavadas em água corrente.

As amostras coletadas e limpas foram pesadas em balanças com precisão de 0,01 g para a obtenção do peso da matéria fresca. Após a pesagem, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada com temperatura oscilando entre 60° a 65° C, por 48 horas ou até atingirem massa constante.

Com o auxílio de uma balança de precisão, foram realizadas a pesagem para obtenção da massa da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular. As folhas secas foram moídas para análise química e determinação dos teores de nutrientes e do teor de cobre nas folhas, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Foi realizada a contagem do número médio de plantas enxertadas e número médio de mudas aptas à comercialização por tratamento, nos meses de março e julho de 2007, respectivamente, representadas nos Quadros 49 e 50.

5.6.2 Avaliações e determinações bioquímicas

5.6.2.1 Peroxidase

As folhas foram coletadas mensalmente e congeladas em nitrogênio líquido.

Para a extração da enzima foram pesados cerca de 0,3 g de tecido vegetal que foram macerados em gral de porcelana contendo 4 mL de tampão fosfato de potássio pH 6,7, 0,2 M. O homogenado resultante foi centrifugado 15 minutos a 10.000g. O sobrenadante obtido foi utilizado como fonte de enzima. Todas essas operações foram realizadas entre 0-4°C.

Foi utilizado o método descrito por Allain et al. (1974) modificado por Lima et al. (1999) onde 10µmol de H₂O₂; 35µmol de fenol; 2µm de 4-aminoantipirina e 1mL de sobrenadante contendo enzima, com volume final de 2mL.

Após a permanência durante 5 minutos em banho maria a 37°C a reação foi interrompida com 2mL de etanol absoluto e a absorbância medida a 505 nm.

A velocidade da reação foi expressa µmol de H₂O₂ consumido minuto⁻¹ g⁻¹ m.f. (massa fresca).

5.6.2.2 Teor total de fenóis

Após a determinação da peroxidase, as amostras foram separadas e determinou-se a massa fresca do restante das folhas e estas foram secas em estufa de aeração forçada a 60 °C por 48h e moídas em moinhos do tipo Wiley.

Foram pesados, cerca de 50 g de material seco depois acrescentou-se acetona (70%) e água destilada e foram levadas ao banho ultrassônico por vinte minutos. Após este procedimento, as amostras foram centrifugadas a 10.000 g por dez minutos e o sobrenadante foi coletado. O extrato que ficou no tubo recebeu mais acetona (70%) e água destilada e foi centrifugado por mais dez minutos a 10.000 g e novamente, o sobrenadante foi coletado, totalizando 10 mL.

A curva de referência foi preparada em ácido tânico e a determinação do teor de fenóis foi pelo método de Folin-Ciocalteu (1927) (HORWITZ, 1995).

Para a análise, 1 mL do extrato metanólico composto por 0,1 mL do sobrenadante e 0,9 mL de água destilada foi misturado com 0,5 mL do reagente Folin-Denis e 2,5 mL de carbonato de sódio.

A absorção foi lida após quarenta e cinco minutos, a 20 °C e a 765 nm, em espectrofotômetro UV – Vis.

5.7 Análises estatísticas

O delineamento estatístico empregado foi o de parcelas subdivididas, sendo a parcela principal as formas de aplicação de cobre e as sub-parcelas os diferentes substratos, perfazendo um total de quinze tratamentos com seis repetições. Cada parcela foi composta por vinte plantas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando houve significância, as médias foram comparadas pelo teste de médias LSD a 5% de probabilidade de acordo com Ferreira (2000).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Parâmetros Biométricos

6.1.1 Altura média da planta

A altura média da planta é representada pela Figura 04 e Quadros 04, 13, 22, 31 e 40, onde verifica-se que para o substrato de fibra de coco somente o quinto tratamento (Sulfato de Cobre) na quinta avaliação foi superior estatisticamente aos demais tratamentos e avaliações, demonstrando que o substrato pouco interferiu no crescimento da planta e os tratamentos empregados também não refletiram no crescimento da planta.

Apesar de não ter ocorrido significância entre os dados, a altura máxima obtida para o porta-enxerto para este substrato foi de 64,08 cm no tratamento 2 (Recop) na segunda avaliação, enquanto que a altura máxima obtida após a enxertia foi de 56,92 cm para a quinta avaliação.

No substrato de casca de *Pinus* da empresa Lupa, representado pela Figura 05 e Quadros 4, 13, 22, 31 e 41, observa-se que ocorreu superioridade para a quarta e quinta avaliações, Maio e Junho/2007, respectivamente. Para a quarta avaliação, a testemunha

apresentou a maior altura de 59,41 cm. Já para a quinta avaliação, o tratamento cinco (Sulfato de Cobre) apresentou maiores alturas médias (75,50 cm).

As maiores médias obtidas antes da enxertia, apesar de não ter ocorrido significância, foi para os tratamentos cinco (Sulfato de cobre), de aproximadamente 91 cm de altura.

As médias da altura para o substrato de casca de *Pinus*, Eucatex, encontram-se na Figura 06 e nos Quadros 4, 13, 22, 31 e 41.

Para este substrato não ocorreram efeito significativos para os tratamentos com cobre nem para a interação tratamentos e substrato. Na segunda avaliação pode observar-se que as maiores alturas foram encontradas em plantas que receberam o tratamento cinco (sulfato de cobre) atingindo 73,58 cm de altura. Para as demais avaliações, as alturas foram aparentemente constantes não variando de tratamento para tratamento demonstrando que estes não tiveram efeito algum para o substrato da empresa Eucatex.

Schäfer et al. (2006), avaliando diferentes substratos e porta-enxertos observaram o efeito significativo na altura das plantas com o substrato comercial Rendmax (Eucatex) onde as plantas atingiram cerca de 15cm de altura aos 120 dias após a semeadura.

Carvalho & Souza (1996) avaliando a propagação do limoeiro ‘Cravo’ e da tangerineira ‘Cleópatra’ obtiveram que aos 120 dias de cultivo as plantas apresentavam uma altura média de 13,51 e 11,53cm, respectivamente.

Schäfer (2000) aos 197 dias após o cultivos de porta-enxertos em casa de vegetação, obteve uma altura de aproximadamente 10 cm para o ‘Trifoliata’, 9 cm para o ‘Troyer’ e 11 cm para ‘Swingle’ e para o ‘Cravo’ o que não foi observado neste experimento onde as plantas com 120 após o transplântio atingiram em média 40 cm de altura.

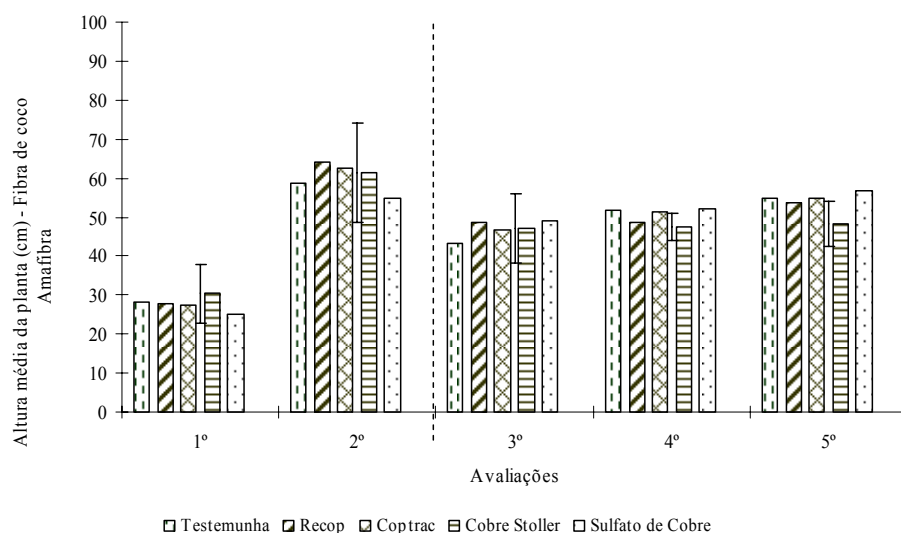


Figura 04. Altura média da planta (cm), para o substrato de fibra de coco - Amafibra, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira ‘Valência’.

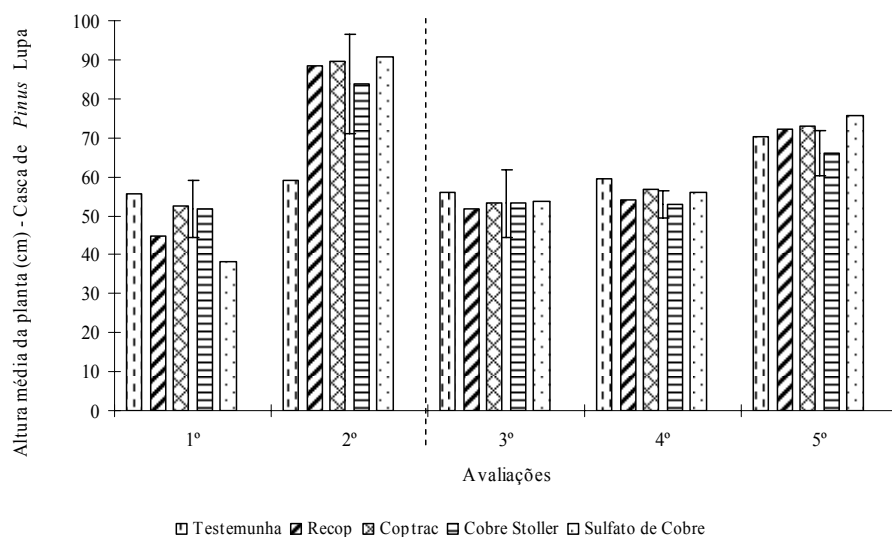


Figura 05. Altura média da planta (cm), para o substrato de casca de *Pinus* – Lupa, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira ‘Valência’.

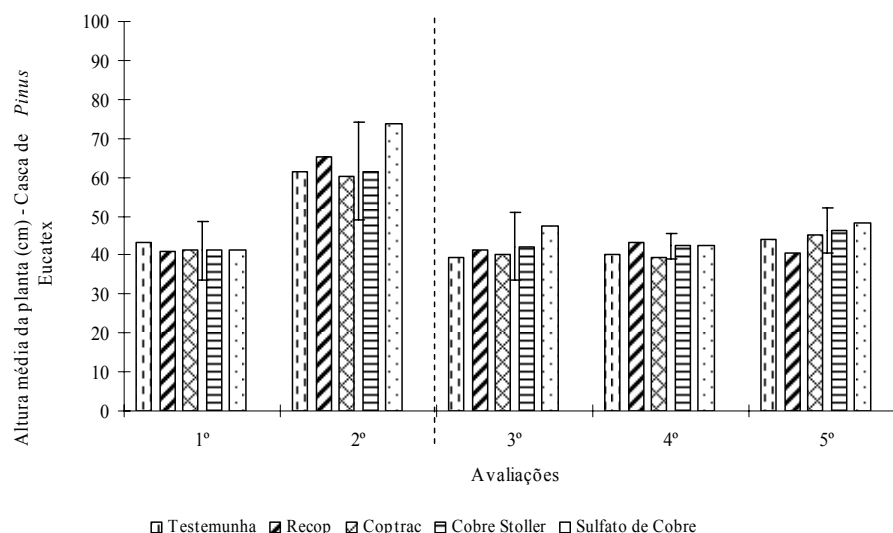


Figura 06. Altura média da planta (cm), para o substrato de casca de *Pinus* – Eucatex, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira ‘Valência’.

6.1.2 Diâmetro médio do porta-enxerto

Para o substrato a base de fibra de coco representado na Figura 07 e nos Quadros 05, 14, 23, 32 e 41, o diâmetro médio do porta-enxerto não apresentou diferenças significativas para nenhuma das formas de cobre aplicadas nas quatro primeiras avaliações realizadas (Fevereiro, Março, Abril e Maio/2007). Sendo que na quinta avaliação o tratamento com Recop foi significativo quando comparado aos demais tratamentos, onde as plantas atingiram um diâmetro de aproximadamente 1,05 mm.

Pode-se observar também que, apesar de não significativos nas primeiras avaliações o diâmetro médio do caule desenvolveu-se de forma crescente, não evidenciando nenhuma restrição no desenvolvimento do caule das plantas.

O substrato a base de casca de *Pinus* está representado pela Figura 08 e pelos Quadros 05, 14, 23, 32 e 41, Lupa. Para este substrato não foi observado efeito significativo para os tratamentos fornecidos. Embora, os tratamentos não influenciem significativamente o diâmetro das plantas cultivadas, este apresentou-se crescente nas duas primeiras avaliações, porém, na terceira avaliação o engrossamento foi constante passando a

se desenvolver melhor nas demais avaliações atingindo na quinta avaliação 1,18 mm e na época de enxertia apresentava um diâmetro médio de 0,79 mm.

No substrato de casca de *Pinus*, da empresa Eucatex, observou-se efeitos significativo dos tratamentos para a segunda, quarta e quinta avaliações realizadas, Março, Maio e Junho/2007 respectivamente. Na segunda avaliação o tratamento que promoveu um maior incremento do diâmetro do porta-enxerto foi o Sulfato de Cobre. O mesmo pôde ser observado para quarta e quinta avaliações em que o tratamento cinco foi o que melhor se destacou entre os demais proporcionando diâmetros de 1,01 e 1,24 mm para as avaliações finais.

Quanto à aptidão dos porta-enxertos para a realização da enxertia, pode-se observar nas Figuras 07, 08 e 09 que esta etapa do desenvolvimento de uma muda cítrica foi realizada no mês de Março/2007 onde a maioria dos caules para todos os substratos em questão ainda não haviam atingido o diâmetro citado pela literatura como o ideal para este procedimento que seria de 10 mm ou o diâmetro de um lápis. Porém, para este estudo, foi utilizado o parâmetro que usualmente é adotado pelo proprietário do viveiro em que o experimento é conduzido que seria quando o porta-enxerto solta a casca facilmente do caule.

Mesmo assim, o substrato da empresa Lupa foi o que aparentemente melhor promoveu o engrossamento do caule do porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' atingindo valores bem próximos dos ideais, de acordo com a literatura. A fibra de coco foi o substrato que apresentou médias inferiores ao substrato da empresa Lupa, porém foi superior ao da empresa Eucatex.

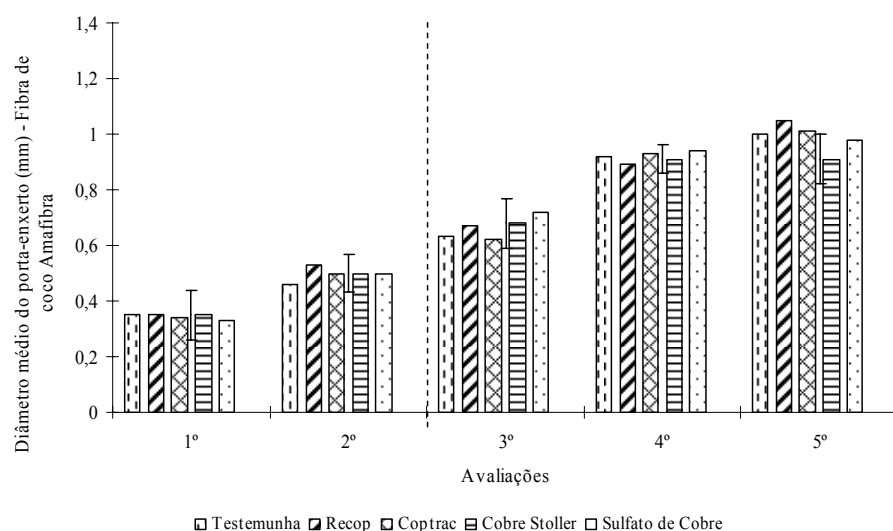


Figura 07. Diâmetro médio do porta-enxerto (*Citrus limonia* Osbeck) (mm), para o substrato de fibra de coco - Amafibra, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1° e 2° avaliações correspondem ao limoeiro 'Cravo' e 3°, 4° e 5° avaliações correspondem à laranja 'Valência'.

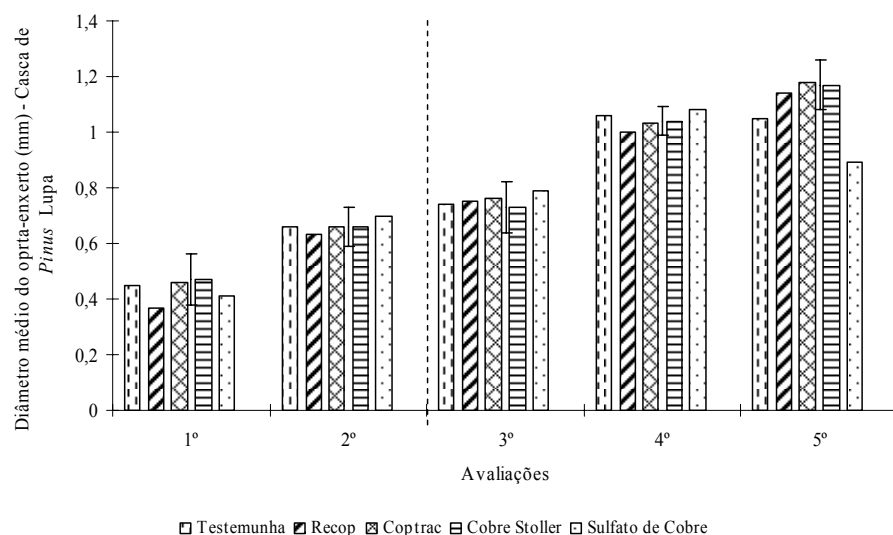


Figura 08. Diâmetro médio do porta-enxerto (*Citrus limonia* Osbeck), para o substrato de casca de *Pinus* - Lupa, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1° e 2° avaliações correspondem ao limoeiro 'Cravo' e 3°, 4° e 5° avaliações correspondem à laranja 'Valência'.

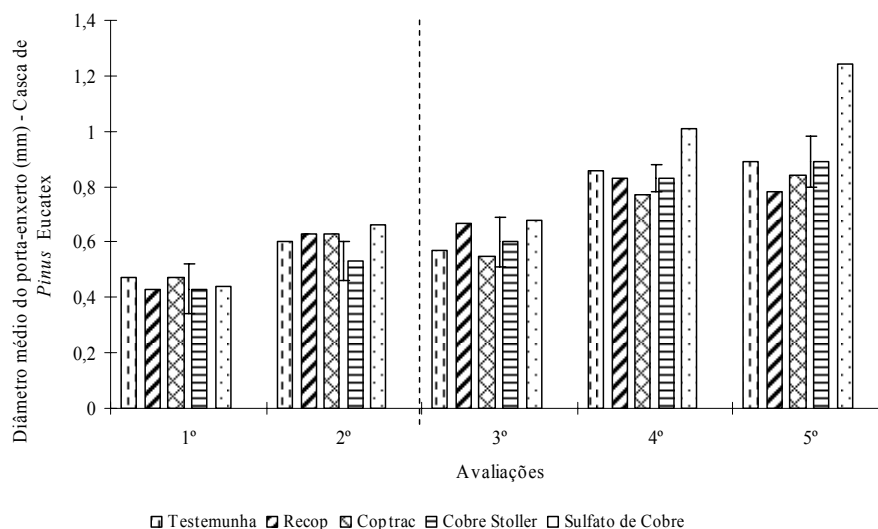


Figura 09. Diâmetro médio do porta-enxerto (*Citrus limonia* Osbeck), para o substrato de casca de *Pinus* – Eucatex, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira ‘Valência’.

6.1.3 Número médio de folhas por planta

O substrato fibra de coco representado pela Figura 07 e Quadros 06, 15, 24, 33 e 42, não apresentou diferenças significativas para nenhuma das avaliações realizadas nem para os tratamentos fornecidos. Apesar da não significância dos resultados, as maiores médias encontradas foram para os tratamentos 4 (Cobre Stoller) na segunda avaliação e o tratamento 5 para a quinta avaliação que apresentaram médias aproximadas de 30 e 20 folhas por planta, respectivamente.

O substrato de casca de *Pinus*, da empresa Lupa, apresentou superioridade para as formas de cobre aplicadas, Sulfato de Cobre e Coptrac para a segunda e quinta avaliações com média de aproximadamente 40 e 27 folhas por planta, respectivamente.

O número de folhas por planta para o substrato de casca de *Pinus* da empresa Eucatex foi superior apenas na segunda avaliação, sendo o tratamento com sulfato de cobre o melhor tratamento promovendo maior número de folhas por planta (aproximadamente 34 folhas). Para todos os tratamentos e substratos empregados observou-se que a partir da terceira avaliação, as plantas apresentaram número constantes de folhas por planta.

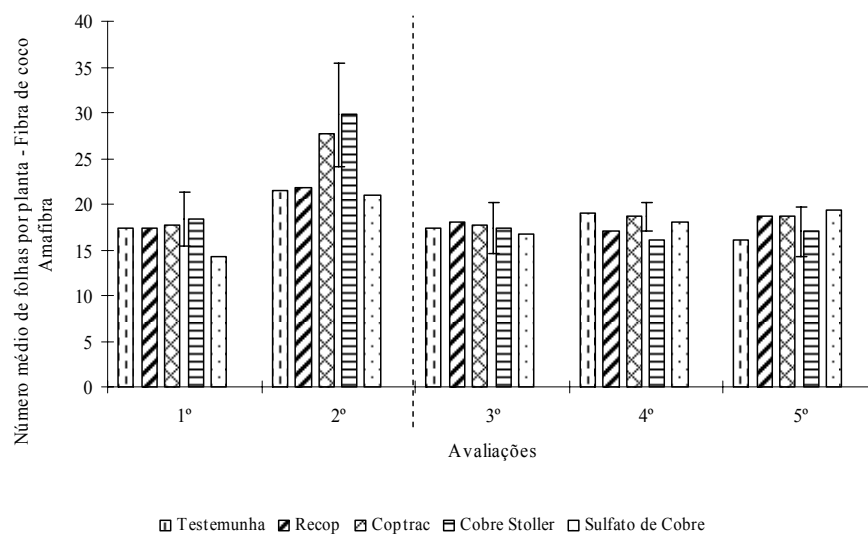


Figura 10. Número médio de folhas por planta, para o substrato de fibra de coco - Amafibra, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro 'Cravo' e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira 'Valência'.

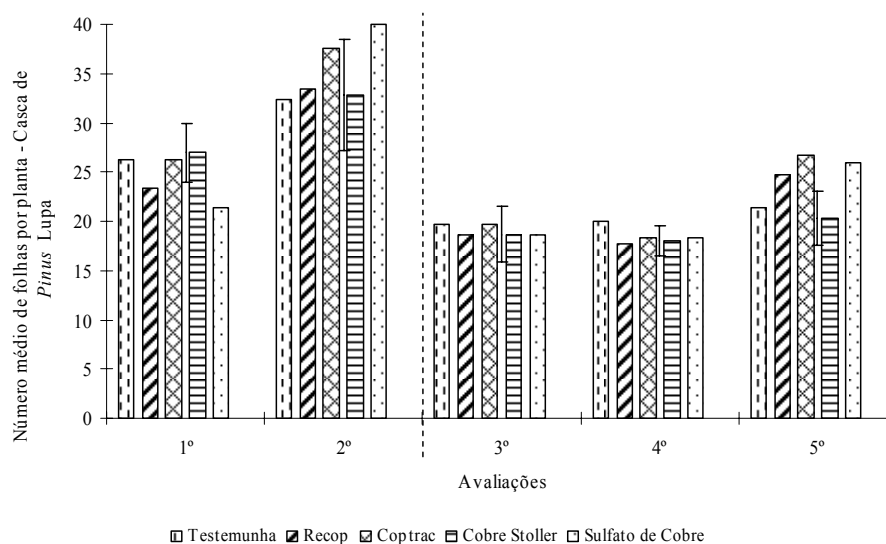


Figura 11. Número médio de folhas por planta, para o substrato de casca de *Pinus* – Lupa, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro 'Cravo' e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira 'Valência'.

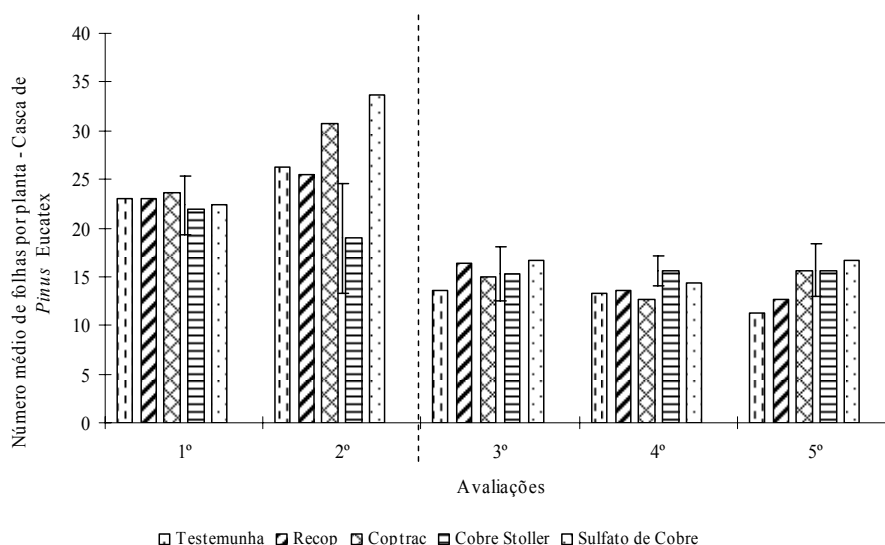


Figura 12. Número médio de folhas por planta, para o substrato de casca de *Pinus* – Eucatex, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1° e 2° avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3°, 4° e 5° avaliações correspondem à laranjeira ‘Valência’.

6.1.4 Acúmulo de matéria seca da parte aérea

A matéria seca acumulada da parte aérea representada pelas Figuras 13 A, B e C e os Quadros 07, 16, 25, 34, e 43 é o melhor indicador do crescimento de planta, sendo menos variável que a massa fresca, pois esta varia durante o dia, isso pela quantidade de água disponível no substrato, temperatura e outros fatores. Quando a planta é seca a 60 °C durante 48 horas, a massa é reduzida à cerca de 10 a 20% da inicial (BOAVENTURA, 2003).

Para o acúmulo de matéria seca da parte aérea não foi observado significância para os tratamentos utilizados. Porém, foi possível observar que no substrato de fibra de coco (Figura 10A) houve um acúmulo constante da matéria seca nas duas primeiras avaliações o que não é observado nos demais substratos.

Santos (1998) em condições de cultivo hidropônico, avaliando diferentes níveis de alumínio, relatou que não ocorreram diferenças significativas entre as épocas de coleta para o peso seco das folhas provavelmente pelo crescimento lento do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’.

De acordo com a Figura 13A, B e C observa-se que o substrato de casca de *Pinus*, Lupa, foi quem promoveu um maior acúmulo de matéria seca da parte aérea seguido da fibra de coco e da casca de *Pinus* da Eucatex.

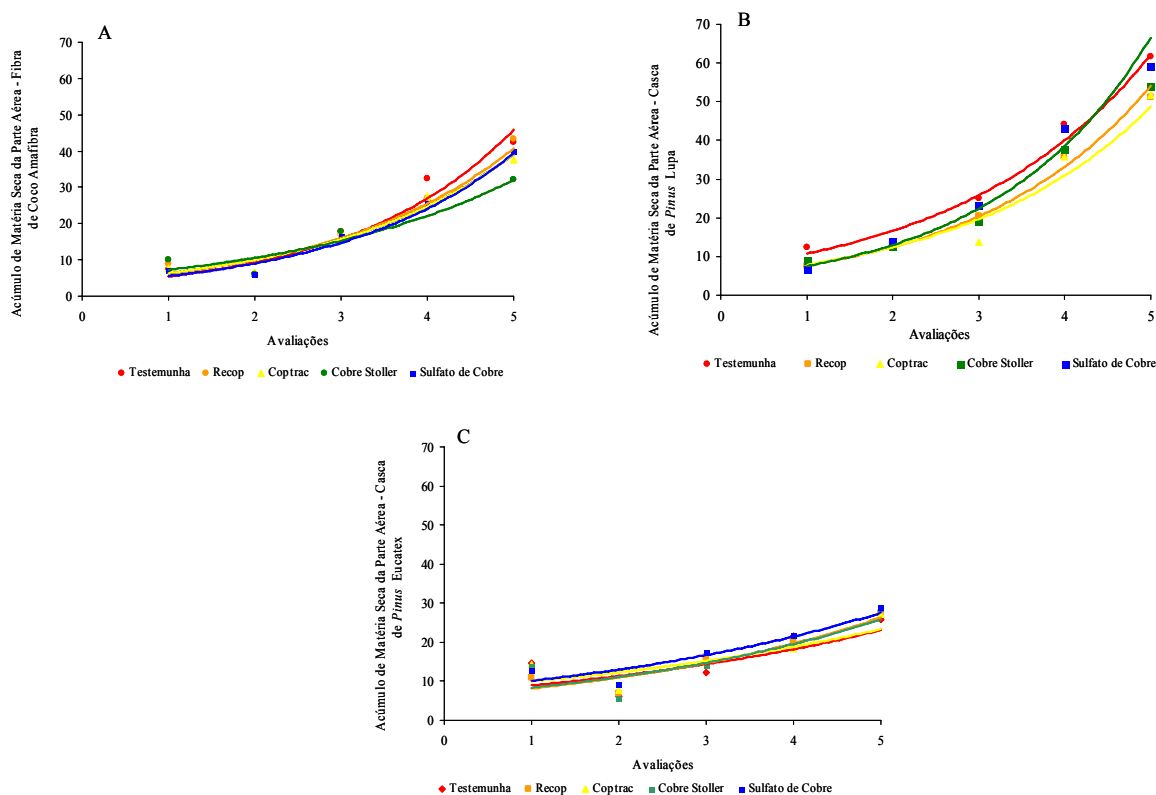


Figura 13. Acúmulo de matéria seca da parte aérea para os substratos fibra de coco (A), casca de *Pinus* – Lupa (B) e Eucatex (C), nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira ‘Valência’.

6.1.5 Acúmulo de matéria seca das raízes

Da mesma maneira que na parte aérea, foi observado que o acúmulo de matéria seca das raízes para o substrato de fibra de coco (Figura 14 A) foi constante nas duas primeiras avaliações. Isto possivelmente pode ser explicado, como resposta a uma possível ambientação por parte das raízes ao novo substrato e recipiente, já que a primeira avaliação foi realizada aos 90 dias após o transplântio. As plantas podem ter sofrido com a mudança de local e principalmente neste caso em que os porta-enxertos foram semeados em canteiros e

para a retirada podem ter sofrido algum tipo de estresse como por exemplo a perda raízes. Em consequência, quando é transplantada a planta leva certo tempo até conseguir se restabelecer novamente e reiniciar o crescimento.

Outro motivo já citado acima, pode ser devido ao baixo teor de nutrientes encontrados no substrato, representado pelo Quadro 01. O mesmo foi observado por Boaventura (2003) em estudo comparando-se a fertirrigação e adubos de liberação lenta, onde a fertirrigação para o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ foi superior ao citrumelo ‘Swingle’, justificando o maior vigor e precocidade.

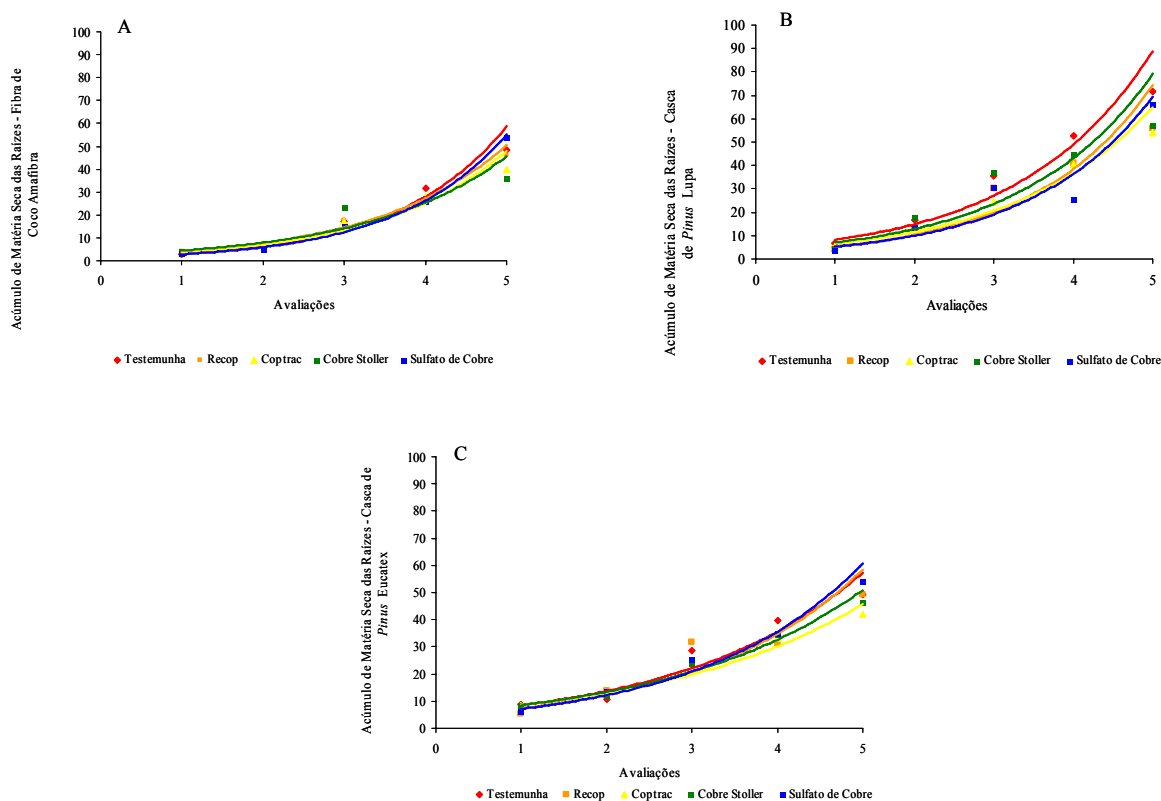


Figura 14. Acúmulo de matéria seca das raízes para os substratos fibra de coco (A), casca de *Pinus* – Lupa (B) e Eucatex (C), nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranja ‘Valência’.

6.2 Diagnose Foliar

6.2.1 Teor de Cobre nas Folhas

Quanto ao teor de cobre presente nas folhas, observa-se nos Quadros 10, 19, 28, 37 e 46 e nas Figuras 15, 16 e 17 que o tratamento 3 (Coptrac) apresentou-se superior a todos os outros tratamentos realizados, seguido do tratamento 2 (Recop). O que pode-se notar é que ambos foram aplicados via foliar e que este pode ter sido o motivo deste efeito.

Um dos fatores que podem ter ocorrido seria o grande acúmulo dos produtos, como o oxiclreto de cobre (Recop) e óxido cuproso (Coptrac) na cutícula da folha. Outro motivo poderia ser relacionado com o preparo das folhas para a diagnose foliar. De acordo com a literatura, as folhas devem ser lavadas com água, solução de detergente e água deionizada. Porém, neste trabalho as folhas foram lavadas somente com água e colocadas para secar em sacos de papel em estufas de ventilação forçada a 60 °C por 48 horas.

Segundo Chamel & Gambonnet (1982) a lavagem das folhas com água remove apenas 40% do cobre retido das cutículas das folhas, ou seja, os outros 60 % retidos serão detectados na análise foliar. Com isso as quantidades determinadas na análise não refletem a real condição nutricional das plantas. Este fato também é observado com outros elementos como por exemplo cálcio, zinco e manganês. Schönherr & Huber (1977) observaram o aumento da eficiência na lavagem do tecido vegetal com HCl à 1N. Provavelmente, as altas concentrações de cobre no tecido no presente experimento em função da aplicação foliar do elemento pode ser explicada pela retenção cuticular.

De acordo com Teófilo Sobrinho et al. (1994), os teores de cobre adequados nas folhas devem ser em torno de 4,1 a 10,0 mg kg⁻¹. Valores abaixo e acima destes teores demonstram deficiência ou excesso do elemento.

Nos Quadros 10, 19, 28, 37 e 46, pode ser observado que os níveis do cobre para este experimento foram altamente excessivos para todas as avaliações, todos os tratamentos e em todos os substratos avaliados.

Em casos de toxicidade (teores disponíveis no solo superiores a 300 ppm) as alterações manifestam-se nas raízes, que tendem a perder vigor, adquirem cor escura, apresentam engrossamento e paralisam seu crescimento. O excesso pode provocar deficiência em ferro, já que o cobre em excesso atua em reações que afetam o estado de oxidação do ferro, limitando sua absorção e translocação na planta. Outro efeito do excesso de cobre é a redução da absorção de fósforo (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

Contrariando a citação acima, a massa de matéria seca da parte radicular foi crescente conforme foram ocorrendo às avaliações demonstrando que as plantas se desenvolveram normalmente e o peso das raízes não foi afetado pelo excesso de cobre, mas algumas raízes apresentaram uma cor mais escurecida que o normal.

Com relação ao teor de ferro nas folhas, de acordo com o Teófilo Sobrinho et al. (1994) os níveis de 50 a 120 ppm são considerados adequados enquanto que acima ou abaixo destes níveis são considerados deficientes ou excessivos. Nos Quadros 11, 20, 29, 38 e 47 verifica-se que os níveis encontrados na primeira avaliação foram excessivos. Já na segunda avaliação, os teores estavam dentro dos considerados adequados. O mesmo pode ser considerado para as demais avaliações com exceção de alguns tratamentos e para alguns substratos, portanto, tais dados contradizem o que foi relatado por Dechen & Nachtigall (2006).

Com relação ao primeiro mês de aplicação dos tratamentos ocorreu um erro da forma de aplicação, as plantas que deveriam ter recebido o tratamento a base de sulfato de cobre via fertirrigação receberam o nutriente via foliar, o que provocou queima das folhas, exsudação de goma no caule, mas, apesar deste erro ter acontecido, o teor de cobre encontrado nas folhas não foi considerado anormal quando comparado aos demais tratamentos.

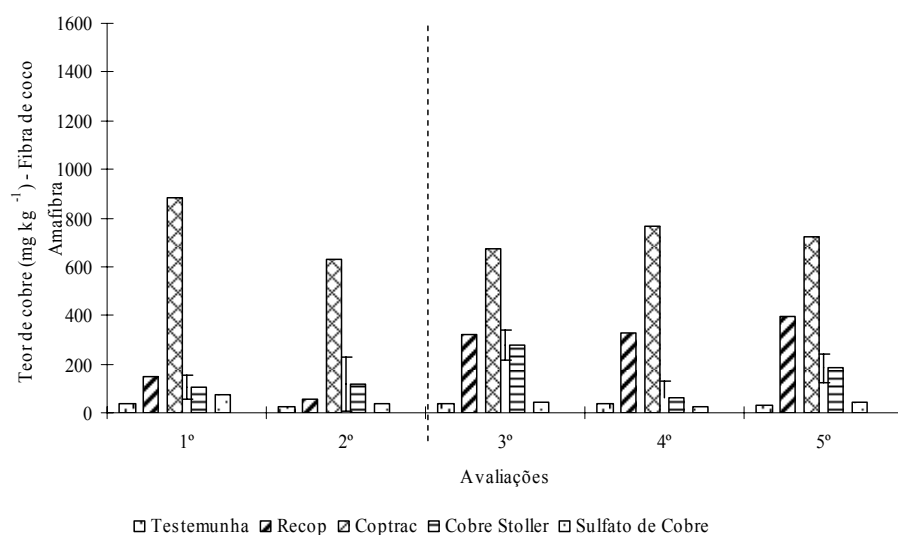


Figura 15. Teor de cobre nas folhas, para o substrato de fibra de coco - Amafibra, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranja ‘Valência’.

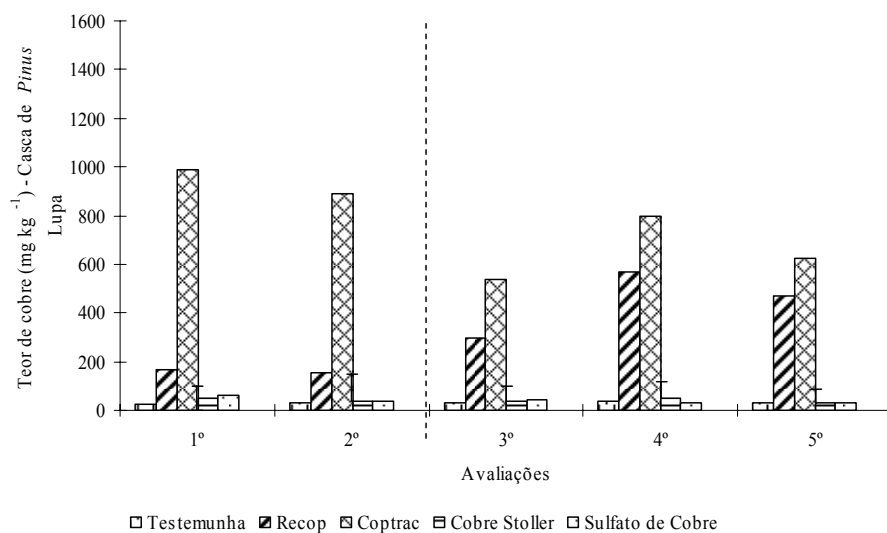


Figura 16. Teor de cobre nas folhas, para o substrato de casca de *Pinus* - Lupa, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranja ‘Valência’.

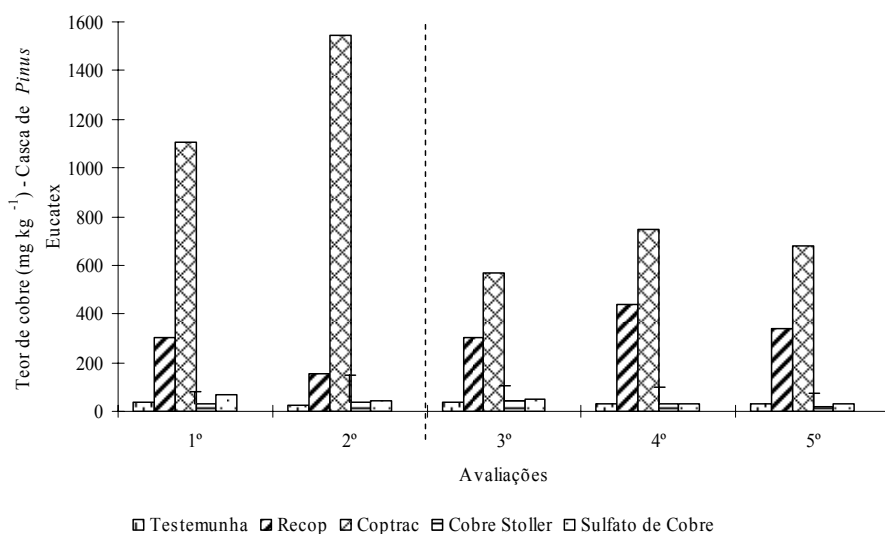


Figura 17. Teor de cobre nas folhas, para o substrato de casca de *Pinus* - Eucatex, nas cinco avaliações realizadas no ano de 2007. 1º e 2º Avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira ‘Valência’.

6.2.2 Teores de nutrientes nas folhas

Segundo Malavolta et al. (1989) a composição química das folhas é o resultado da ação e da interação de diversos fatores que atuam até o momento em que as mesmas foram colhidas para a análise. O tipo de solo, clima, idade da planta e da folha, espécie vegetal, variedades, práticas culturais, pragas e doenças, entre outros fatores podem afetar os teores de nutrientes nas folhas. No caso das plantas cítricas crescem os efeitos do porta-enxerto (HIROCE et al., 1986) e enxerto (LIMA, 1980) entre outros.

De acordo com o Teófilo Sobrinho et al. (1994) os níveis de nitrogênio devem estar entre 23 e 27 g kg⁻¹, de fósforo entre 1,2 e 1,6 g kg⁻¹, de potássio entre 10 e 15 g kg⁻¹, cálcio 35 a 45 g kg⁻¹, magnésio 2,5 a 4,0 g kg⁻¹ e enxofre de 2,0 a 3,0 g kg⁻¹. Para os micronutrientes, os níveis devem ser para boro de 36 a 100 ppm, manganês de 35 a 50 ppm e de zinco de 35 a 50 ppm.

Os níveis encontrados na análise foliar para os elementos nitrogênio, fósforo e potássio encontram-se nos Quadros 09, 18, 27, 36 e 45; cálcio, magnésio e cobre

encontram-se nos Quadros 10, 19, 28, 37 e 46; ferro, manganês e zinco nos quadros 11, 20, 29, 38 e 47 e, boro e enxofre os quadros 12, 21, 30, 39 e 48.

Comparando-se os dados obtidos com a recomendação acima, pode-se observar que os níveis de nitrogênio, com exceção da primeira avaliação, encontraram-se excessivos no restante das avaliações. O mesmo pode ser observado para o fósforo e o potássio.

Porém, os níveis de potássio, na quarta e na quinta avaliação, para o substrato de fibra de coco estavam entre os adequados demonstrando que ocorreu certa lixiviação do elemento. De acordo com a literatura, este elemento é o que mais se perde por lixiviação quando se faz uso da fertirrigação.

Para o cálcio, os níveis encontrados estavam abaixo do exigido, enquanto que para o magnésio os níveis encontravam-se dentro dos adequados. Para o enxofre, os níveis na quarta e quinta avaliações estavam de acordo com os considerados adequados.

Para os micronutrientes, observa-se que para o manganês na segunda e na quarta avaliação os níveis eram adequados e nas demais avaliações abaixo do nível adequado; para o zinco os níveis do nutriente eram considerados adequados com exceção da quinta avaliação e para o boro o teor encontrado foi considerado abaixo do exigido.

6.3 Número médio de plantas enxertadas

O número médio de plantas enxertadas no mês de Março/2007 encontra-se na Figura 18 e no Quadro 49. Nota-se que não ocorreram diferenças estatísticas para os tratamentos empregados. O que pode ser notado é que o substrato de casca de pinus da empresa Lupa promoveu um número constante de plantas enxertada enquanto que os demais não apresentam esta constância.

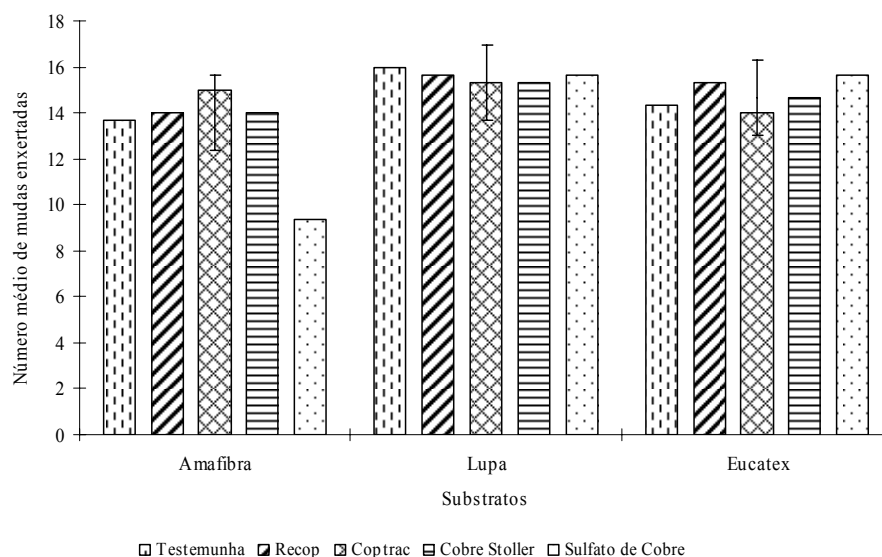


Figura 18. Número médio de plantas enxertadas no mês de Março/2007.

6.4 Número médio de mudas aptas à comercialização

Na Figura 19 e Quadro 50 está representado o número médio de mudas aptas à comercialização. Para esta avaliação, consideraram-se plantas aptas as que apresentavam folhas de coloração verde mais escura e caule mais lignificado e, altura maior que 40 cm.

Observa-se que ocorreu efeito significativo somente para a interação entre substratos e tratamentos utilizados. Apesar de não ter ocorrido diferenças estatísticas, o substrato da empresa Lupa foi o que apresentou o maior número de plantas aptas quando comparado aos demais substratos (em média 12,46 mudas prontas para a comercialização enquanto que os demais apresentavam 9,98 e 10,86 mudas em média para fibra de coco e casca de *Pinus* da empresa Eucatex, respectivamente).

Pode-se verificar ainda que o tempo necessário para as plantas atingirem o transplante foi de aproximadamente 120 dias e 120 dias até atingirem o ponto de enxertia, portanto 240 dias (aproximadamente 8 meses). Setin et al. (2005), obtiveram que o tempo necessário, a partir da semeadura, para os porta-enxertos atingirem o ponto de enxertia foi de aproximadamente, 220 dias (7,3 meses) e 340 dias (11,3 meses) para obter a muda pronta.

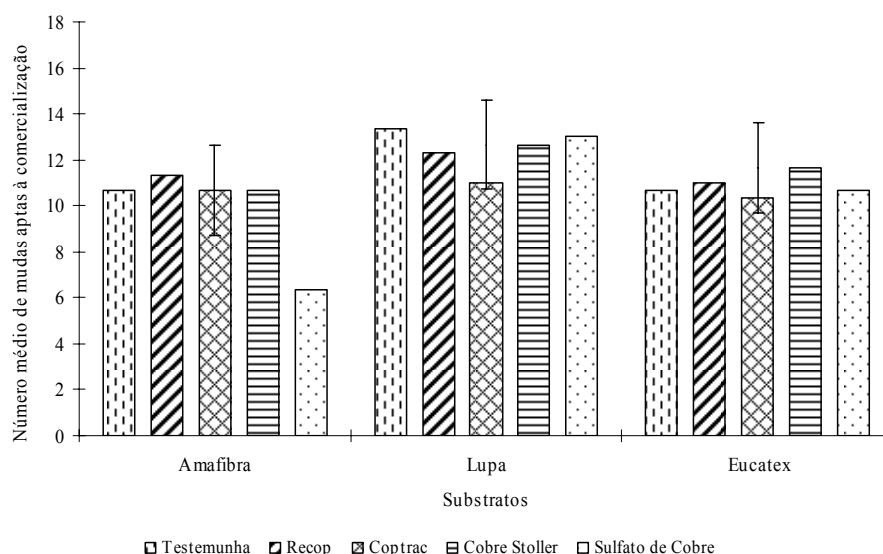


Figura 19. Número médio de mudas aptas à comercialização. Julho/2007.

6.4 Análises Bioquímicas

6.4.1 Atividade da enzima peroxidase

Para as variáveis analisadas neste trabalho, foram feitas cinco avaliações, porém para a análise bioquímica foram utilizadas somente quatro, devido à perda das amostras.

Os resultados das análises da atividade da peroxidase estão representados nas Figuras 20, 21 e 22 e Quadros 51, 52 e 53.

Não ocorreram diferenças estatísticas de acordo com o teste t a 5% de probabilidade para nenhum dos tratamentos empregados, nem para os diferentes substratos. Entretanto, nota-se que na segunda avaliação para todos os substratos utilizados ocorreu maior atividade da peroxidase na segunda avaliação (120 dias após o transplante). No substrato de fibra de coco, as plantas sob efeito do tratamento 5 (sulfato de cobre) atingiram atividade de $17,34 \mu\text{mol de H}_2\text{O}_2 \text{ consumido min}^{-1}\text{g}^{-1} \text{ m.f.}$, seguido pelas plantas que receberam os tratamentos 3 e 2 (Coptrac e Recop), com médias $15,83$ e $14,18 \mu\text{mol de H}_2\text{O}_2 \text{ consumido min}^{-1}\text{g}^{-1} \text{ m.f.}$, respectivamente. Para o substrato casca de *Pinus*, da empresa Lupa, as maiores atividades foram observadas para as plantas no tratamento testemunha, seguidas dos

tratamentos 2 e 3, com médias de 21,06, 18,91 e 17,35 μmol de H_2O_2 consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f., respectivamente; enquanto que, para a casca de *Pinus* da empresa Eucatex, a maior atividade verificada foi para as plantas submetidas ao tratamento 2 (Recop), com 18,84 μmol de H_2O_2 consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.

De acordo com Rawal & Mehta (1982) a peroxidase pode ser utilizada como indicador de diferenciação celular e ainda, apresenta papel significativo no crescimento da planta, assim como nas mudanças morfogênicas observadas em resposta a agentes físico, químico e ao estresse biótico (GASPAR et al., 1985) ou abiótico (LIMA et al., 1999).

O aumento da atividade da peroxidase na segunda avaliação pode ser atribuído ao do desenvolvimento vegetativo das plantas, ou pelo estresse provavelmente causado pelo alto nível de cobre fornecido às plantas, atingindo níveis tóxicos. Estes resultados estariam de acordo com Gaspar et al. (1985) e Lima et al. (1999) que afirmam que a formação de peróxidos ocorre quando as plantas estão sob condição de estresse, podendo a atividade da peroxidase ser utilizada como marcador de estresse, indicando mudanças fisiológicas. O mesmo foi relatado por Mazhoudi et al. (1997) sobre o excesso de cobre aumentar a atividade da peroxidase em mudas de tomate.

A atividade da peroxidase pode ser uma resposta das plantas em relação a elevados teores de metais como Zn, Cd, Cu, Ni e Pb (ROSSI & LIMA, 2001), que pode ser observado neste trabalho tanto na parte aérea como na radicular.

Quando as plantas são sujeitas ao estresse, podem ser induzidas diversas espécies reativas de oxigênio (ROS), como o ânion do radical superóxido, peróxido de hidrogênio, radicais hidroxilas e oxigênio (ELSTNER, 1982; JUNG, 2004). As ROS podem iniciar um processo de oxidação destrutiva como o perda de clorofila, peroxidação de lipídeos, oxidação de proteínas e danos aos ácidos nucléicos (HERBINGER et al., 2002). As espécies reativas de oxigênio podem provocar ainda, oxidação e modificação das proteínas celulares, aminoácidos, membrana lipídica e até mesmo o DNA, gerando injúrias oxidativas que resultam na redução do desenvolvimento e do crescimento da planta (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 1998; OGAWA & IWABUCHI, 2001).

O estresse causado pelo cobre pode estar envolvido na produção de estresse oxidativo e de ROS (STADTMAN & OLIVER, 1991). Em condições normais, a produção e a remoção destas espécies ativadoras de oxigênio (ROS) são reguladas

normalmente. Entretanto, quando em níveis tóxicos, a formação de ROS pode ser em excesso promovendo um distúrbio das rotas metabólicas e danos às macromoléculas (HEGEDUS et al., 2001). Assim, o aumento da atividade da peroxidase pode estar relacionado a outros fatores, não só o crescimento, mas também ao estresse oxidativo.

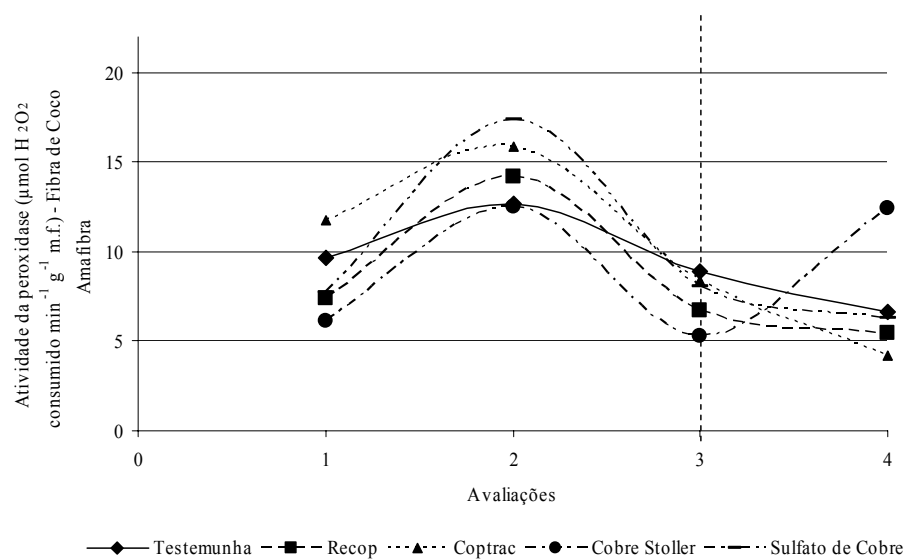


Figura 20. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{m.f.}$), para o substrato de fibra de coco, nas cinco avaliações no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira ‘Valência’.

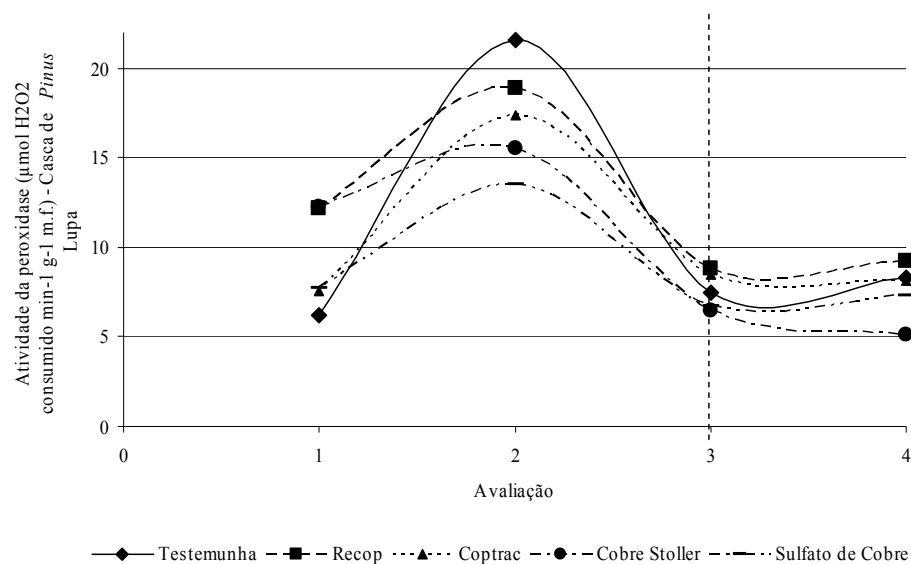


Figura 21. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{m.f.}$), para o substrato de casca de *Pinus* - Lupa, nas cinco avaliações no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro 'Cravo' e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira 'Valência'.

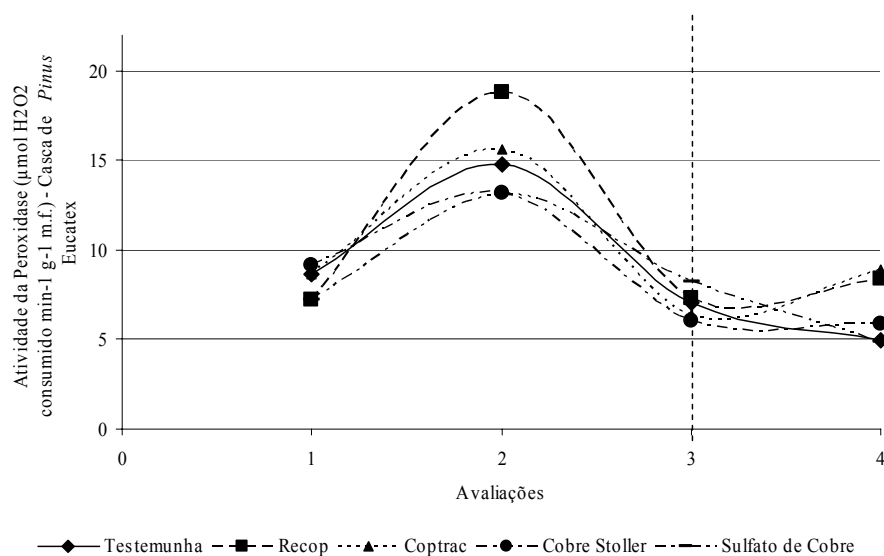


Figura 22. Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{m.f.}$), para o substrato de casca de *Pinus* - Eucatex, nas cinco avaliações no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro 'Cravo' e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira 'Valência'.

6.4.2 Teor total de fenóis

Não ocorreram diferenças estatísticas para os tratamentos fornecidos às plantas, nem para os diferentes substratos empregados, em relação ao teor de fenóis totais (Figuras 23, 24 e 25 e nos Quadros 55, 56, 57 e 58).

As plantas da testemunha apresentaram no substrato fibra de coco uma tendência de aumento de compostos fenólicos totais ao longo das avaliações acentuando-se na terceira avaliação. Para os demais substratos utilizados observa-se o inverso, isto é, um decréscimo acentuado até a terceira avaliação.

As plantas que receberam o segundo tratamento (Recop) apresentaram teores constantes para os substratos de fibra de coco e casca de *Pinus* da empresa Lupa. Para o substrato da empresa Eucatex, o teor nas plantas apresentou-se constante nas duas primeiras avaliações e houve um decréscimo na terceira avaliação.

No tratamento três (Coptrac) o teor de fenóis nas plantas submetidas ao tratamento fibra de coco foi constante, enquanto que no substrato de casca de *Pinus* da empresa Eucatex, o teor no início foi constante diminuindo na terceira avaliação e, para o substrato da empresa Eucatex o teor que era em torno de 34,71 mg ácido gálico g⁻¹amostra passou a 29,90 mg ácido gálico g⁻¹amostra também na terceira avaliação.

No substrato de fibra de coco as plantas que receberam o tratamento a base de Cobre Stoller apresentaram uma diminuição do teor de fenóis na segunda avaliação com aumento significativo na terceira avaliação e, ficou constante para os substratos de casca de *Pinus* com diminuição do teor na terceira avaliação.

No quinto tratamento, o teor de fenóis no substrato de fibra de coco aumento nas duas primeiras avaliações e diminui na terceira. Para os demais substratos, o teor apresentou-se constante e também diminui na terceira avaliação.

Pode-se observar que na maioria dos tratamentos e para a maioria dos substratos utilizados a terceira avaliação foi um ponto onde o teor de fenóis decresceu, enquanto que para a atividade da enzima peroxidase, ocorreu aumento na segunda avaliação, seguido de diminuição acentuada da atividade.

O excesso de cobre afeta diferentes parâmetros do metabolismo vegetal, como o acúmulo de matéria seca (ALI et al., 2002; ZHENG et al., 2004), a clorofila

(LIU et al., 2004; LOU et al., 2004), o teor de água (BURZYNSKI & KLOBUS, 2004) e o balanço de macro e micronutrientes (ALI et al., 2002; BERNAL et al., 2007).

Por ser um metal ativador da redox, o cobre gera reações das ROS, os quais resultam em estresse oxidativo, peroxidação de membranas lipídicas ocasionando a morte celular (DE VOS et al., 1993; STOHS & BAGCHI, 1995). O cobre tem grande capacidade em causar peroxidação lipídica (GALLEGO et al., 1996).

Em plantas, o dano no tecido ocorre quando a capacidade dos sistemas antioxidativos tornam-se menores dos que as quantidades de ROS gerados (SGHERRI et al., 2003).

Os fenóis podem quelatizar os metais (VASCONCELOS et al., 1996) e pode atuar como doador para a peroxidase, a qual converte peróxido de hidrogênio em água. Esta detoxificação do peróxido de hidrogênio foi proposto como um sistema antioxidativo secundário vegetal, gerado pelo sistema ascorbato/ascorbato peroxidase (SGHERRI et al., 2003).

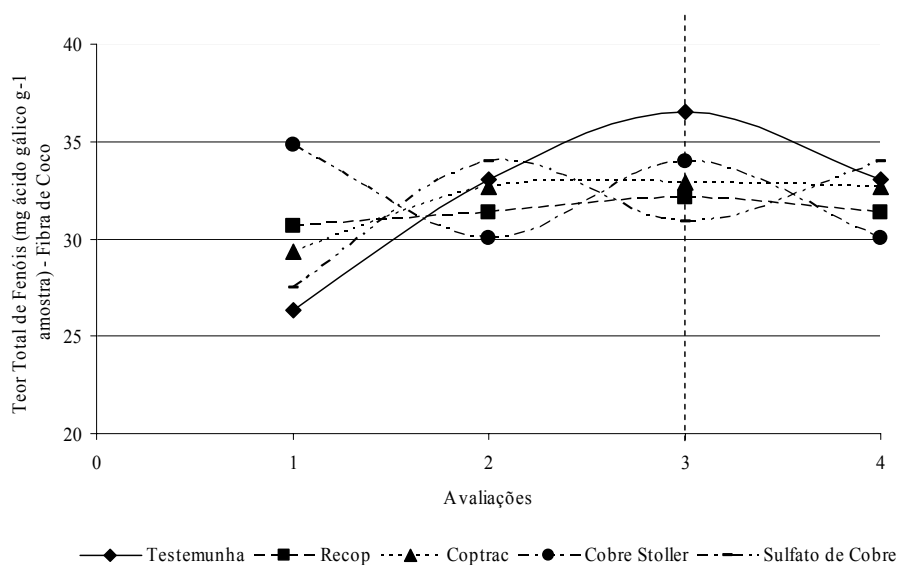


Figura 23. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g⁻¹ amostra), para o substrato fibra de coco, nas cinco avaliações no ano de 2007. 1º e 2º avaliações correspondem ao limoeiro ‘Cravo’ e 3º, 4º e 5º avaliações correspondem à laranjeira ‘Valência’.

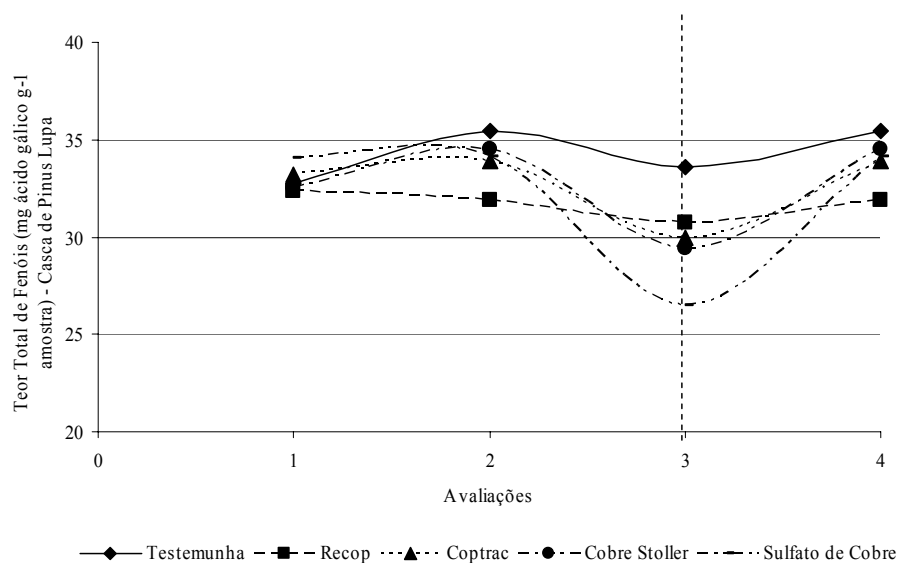


Figura 24. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g⁻¹ amostra), para o substrato de casca de *Pinus* - Lupa, nas cinco avaliações no ano de 2007. 1^o e 2^o avaliações correspondem ao limoeiro 'Cravo' e 3^o, 4^o e 5^o avaliações correspondem à laranjeira 'Valência'.

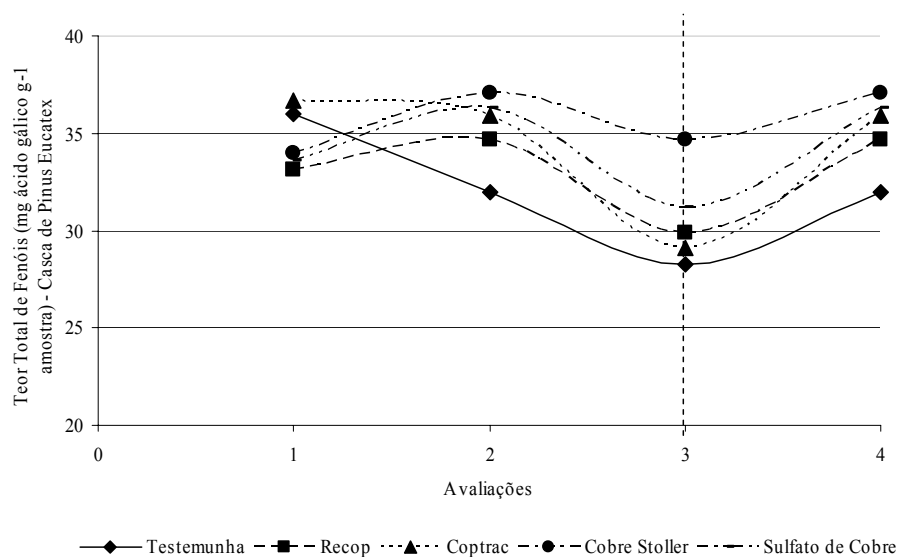


Figura 25. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g⁻¹ amostra), para o substrato de casca de *Pinus* - Eucatex, nas cinco avaliações no ano de 2007. 1^o e 2^o avaliações correspondem ao limoeiro 'Cravo' e 3^o, 4^o e 5^o avaliações correspondem à laranjeira 'Valência'.

7 Conclusões

O substrato de casca de *Pinus* da empresa Lupa proporcionou o maior crescimento em altura, número médio de folhas e acúmulo de matéria seca da parte aérea. Somente nas variáveis diâmetro médio e acúmulo de matéria seca das raízes igualou-se ao substrato da empresa Eucatex.

O cobre não limitou o crescimento das mudas, porém, as formas fornecidas foram altamente excessivas, principalmente no tratamento três, mas não causaram nenhum efeito fitotóxico às plantas. Entre os substratos, a casca de *Pinus* da empresa Eucatex foi o que apresentou o maior teor de cobre.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos com cobre.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M.; NOGUEIRA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion. In: Cadahia, C. (Ed.) **Fertirrigacion**: cultivos hortícolas y ornamentais. Madrid: Mundi – Prensa, 1998. p. 287-342, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE CÍTRICOS. Disponível em: <http://www.abecitrus.com.br/informativo/nota_citricultura_out_05.html>. Acesso em: 5 nov. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE CÍTRICOS. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br/historia-br.html>>. Acesso em: 5 out. 2007.

ABREU, C. A.; FERREIRA, M. E.; BORKERT, C. M. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: zinco e cobre. In: ...**Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, p.125–150, 2001.

ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: Encontro Nacional de Substratos, 3º, 2002, Campinas. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, p.16-28.

ANDRADE, V. M. M. **Influência do cobre no crescimento, morfologia e anatomia da folha e na composição mineral do cafeeiro**. 1973. 72 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1973.

ALI, M. B. et al. Phenolics metabolism and lignin synthesis in root suspension cultures of *Panax ginseng* in response to cooper stress. **Plant Science**, Nebraska, n. 171, p. 147-154, 2006.

ALMEIDA, E. L. P. **Sistemas de produção de mudas cítricas em viveiros protegidos no Estado de São Paulo**. 2003. 79 p. Dissertação (Mestrado em Horticultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CITRICULTORES. Disponível em:
<http://www.associtrus.com.br/panorama_atual.htm>. Acesso em: 25 set. 2005.

BACCOUCH, S.; CHAOUI, A.; FERJANI, E. E. Nickel-induced oxidative damage and antioxidant responses in *Zea mays* shoots. **Plant Physiology Biochemistry**, Paris, v. 36, p. 689-694, 1998.

BALLARIN, A. W.; PALMA, H. A. L. Resistência e rigidez da madeira Pinus. **Revista da Madeira**, v.14, n. 83, ago., 2004. Disponível em:
<<http://www.remade.com.br/revista/madeira.php/edicao=83id=595>> . Acesso em: 02 fev. 2006.

BEZERRA, F. C.; ROSA, M. F. Pó da casca de coco verde como substrato para plantas. In: Encontro Nacional de Substratos, 3º, 2002, Campinas. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônômico, p.94.

BIANCHI, V. J. et al. Caracterização química e eficiência de dois substratos na produção de porta-enxertos de citros em recipientes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 75-77, jan./mar., 2003.

BOAVENTURA, P. S. R. **Demanda por nutrientes de mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido**. 2003. 56p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2003.

BOWEN, J. E. Absorption of cooper, zinc and manganese by sugarcane tissue. **Plant Physiology**, Rockville, v. 44, p. 255-261, 1969.

BRUNETON, J. **Elementos de fitoquímica y de farmacognosia**. Zaragoza: Acribia, 1991, 266p.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARRIJO, O. A. et al Uso da fibra da casca de coco verde para o preparo de substrato agrícola. Disponível em: <<http://www.portal do agronegocio.com.br/index.php?p=texto&&idT=616>>. Acesso em: 5 dez. 2007.

CARVALHO, S. A.; SOUZA, M. Doses e freqüência de aplicação de nitrato de potássio no crescimento do limoeiro ‘Cravo’ e da tangerina ‘Cleópatra’ em bandejas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 11, p. 815-822, 1996.

CASTLE, W. S.; ADAMS, W. G.; DILLEY, R. L. An indoor container system for producing citrus nursery trees in one year from seed. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Florida, v. 92, p. 3-7, 1975.

CASTLE, W. S.; ROUSE, R. E. Total mineral nutrient content of Florida citrus nursery plants. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Florida, v. 103, p. 42-44, 1990.

CHAMEL, A.; GANBONNET, B. Study with isolated cuticles of the behavior of zinc applied to leaves. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 5, p. 153-159, 1982.

CHEN, E. L. et al. Effect of cooper on peroxidase activity and lignin content in *Raphanus sativus*. **Plant Physiology Biochemistry**, Rockville, v. 40, p. 439-444, 2002.

CITROLIMA. Limão ‘Cravo’. Disponível em: <http://www.citrolima.com.br> . Acesso em: 25 set. 2005.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Normas para produção de muda certificada de citros**. Campinas, 1994. 23 p.

DALIPARTHY, J. et al. Potassium fractions with other nutrients in crops – a review focusing on the tropics. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 17, p. 1859-1886, 1994.

DAWSON, J. H. Probing structure-function relations in heme-containing oxygenases and peroxidases. **Science**, v. 240, p. 433-439, 1992.

DECHEN, A. R.; NACHTIGAL, G. R. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 432 p., 2006.

DUENHAS, L. H. et al. Yield, fruit quality and nutritional status of Valencia orange under fertirrigation and conventional fertilization. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 154-160, 2005.

ELSTNER, E. F. Oxygen activation and oxygen toxicity. **Annual Review of Plant Physiology**, Milan, v. 33, p. 73-79, 1982.

FERRAREZI, R. S. **Fontes de ferro no desenvolvimento de porta-enxertos cítricos produzidos em substrato**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2006.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: **Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, 45, São Paulo. Anais, São Carlos: UFSCAR, p. 225-258, 2000.

FERREIRA, M.E. et al. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 600 p., 2001.

FUNDECITRUS. Viveiros e mudas. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br>. Acesso em: 24 set. 2005.

FUNDECITRUS. Viveiros e mudas. Disponível em: http://www.fundecitrus.com.br/dviveiros_br.html. Acesso em: 20 dez. 2007.

GASPAR, T. H. et al. A two-step control of basic and acid peroxidases and significance for growth and development. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 64, p. 418-423, 1985.

GAZARYAN, I. G. et al. Mechanism of indole-3-acetic acid oxidation by plant peroxidase: anerobic stopped-flow spectrophotometric studies on horseradish and tobacco peroxidases. **Biochemistry Journal**, v. 313, p. 841-847, 1996.

GONÇALVES, A. L. Substrato para produção de mudas de plantas ornamentais. In: Minami, k. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, p. 107-115, 1995.

HALIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Mechanisms of damage to cellular targets by oxidative stress: lipid peroxidation**. In: HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. (Eds.), *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford Science Publication, p. 284-306, 1998.

HERBINGER, K. et al. Complex interactive effects of drought and ozone stress on the antioxidative defense systems of two wheat cultivars. **Plant Physiology Biochemistry**, Paris, v. 40, p. 691-696, 2002.

HEGEDUS, A.; ERDEI, S.; HORVATH, G. Comparative studies of H₂O₂ detoxifying in green and greening barley seedlings under cadmium stress. **Plant Science**, Nebraska, v. 160, p. 1085-1093, 2001.

HIROCE, R. et al. Influência de 16 porta-enxertos na composição mineral das folhas de limoeiro 'Siciliano', *Citrus limon* (L.) Burm. F. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 1986, Brasília, DF. **Anais**: Brasília, DF. EMBRAPA; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1986, v. 1, p. 161-165.

HOONDA, P. S.; ALLOWAY, B. J. The plant availability and DTPA extractability of trace-metals in sludge-amended soils. **Science Total Environmental**, v. 149, p. 39-51, 1994.

HORWITZ, H. **Official method of analysis of Association of Official Agricultural Chemists**. As. of Agr. Chem., Washington, p. 144, 1995.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Citros**: principais informações e recomendações de cultivo. Disponível em: <<http://www.iac.gov.br>>. Acesso em: 18 set. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Município de Itápolis (SP) é o maior produtor nacional de laranjas**. 2003. Disponível em: <<http://ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 set. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em jul. 2006.

JUNG, S. Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought. **Plant Science**, Nebraska, v. 166, p. 459-466, 2004.

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

KÄMPF, A. N. Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. Encontro Nacional de Substratos, 6º, 2004, Viçosa. Anais... Viçosa: ed. UFV, p. 106-128, 2004.

KANMEGNE, G.; OMOKOLO N. D. Changes in phenol content and peroxidase activity during in vitro organogenesis in *Xanthosoma sagittifolium* L. **Plant and Growth Regulation**, n. 40, p. 53-57, 2003.

LAGRIMINI, L. M. Wound-induced deposition of polyphenols in transgenic plants overexpressing peroxidase. **Plant Physiology**, Rockville, v. 96, p. 577-583, 1991.

LIMA, L. A.; MISCHAN, M. M.; SALIBE, A. A. Concentração de boro e enxofre em folhas de laranjeiras doces, determinadas por diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 45-61, 1980.

LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G.; OLIVEIRA, A. M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, p. 21-25, 1999.

LONERAGAN, J. R. The availability and absorption of trace elements in soil-plant systems and their relation to movement and concentrations of trace elements in plant. In: NICHOLAS, D. J. D.; EGAN, A. R. (eds.), **Trace elements in soil-plant-animal systems**. London: Academic Press, 1975, p. 109-134.

LUO, Y. M.; RIMMER, D. L. Zinc copper interaction affecting plant-growth on a metal-contaminated soil. **Environmental Pollution**, v. 88, p. 79-83, 1995.

MACMILLAN, K. A.; HAMILTON, H. A. Carrot response to soil temperature and cooper, manganese, zinc and magnesium. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 51, p. 293-297, 1971.

MALAVOLTA, E.; VILOANTE NETTO, A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. In: SIMPÓSIO DE CITRICULTURA, 3. 1988 Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: Funep, 1988. p. 233-284.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba, POTAFOS, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, P. 336-347, 2006.

MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. Encontro Nacional de Substratos, 3º, 2002, Campinas. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, p.53-76.

MAUST, B. E.; WILLIANOM, J. G. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Greensboro, v. 119, n. 2, p. 195-201, 1994.

MAZHOU, S. et al. Response of antioxidant enzymes to excess Copper in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Plant Science**, Nebraska, v. 127, p. 129-137, 1997.

MUSACCHI, S. Aspetti biochimici della disaffinità d'innesto. **Rivista di Frutticoltura**, Bolonha, n. 3, p.73-79, 1994.

NOGUERA, P. **Caracterización y evaluación agronômica del residuo fé fibra de coco: Um nuevo material para el cultivo em substrato**. Universidad Politécnica de Valencia, 1999.

OGAWA, K.; IWABUCHI, M. A mechanism for promoting the germination of *Zinnia elegans* seeds by hydrogen peroxide. **Plant Cell Physiology**, v. 42, p. 286-291, 2001.

PÁDUA JÚNIOR, A. L. Determinação da disponibilidade de cobre em substratos. 2006. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)- Instituto Agrônomo, Campinas, 2006.,

POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUES, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. **Citricultura Brasileira**. Campinas, Fundação Cargil, v. 2, 1991.

POMPEU JÚNIOR, J.; SALVA, R.; BLUMER, S. Copas e porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 25, n. 2, p. 413-426, 2004.

POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 929 p., 2005.

QUIROGA, M. et al. A tomato peroxidase involved in the síntesis of lignin and suberin. **Plant Physiology**, Rockville, v. 122, p. 1119-1127, 2000.

RAWAL, S. K.; MEHTA, A. R. Changes in enzymes activity and isoperoxidases in haploid tobacco callus during organogenesis. **Plant Science Letters**, Limerick, v. 24, p. 67-77, 1982.

REUTHER, W.; LABANAUSKAS, C. K. In: CHAPMAN, H.D., ed., **Diagnostic criteria for plants and soils**. Riverside: University of California, 1966. p. 157-159.

RHOADS, F. M.; BARNETT, R. D.; OLSON, S. M. Copper toxicity and phosphorus concentration in Florida-502 oats. **Soil Crop Science Soc. Fla. Proc.**, V. 51, P. 18-20, 1992.

RICHARDS, K. D. et al. Aluminium induces oxidative stress genes in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 116, p. 40-418, 1998.

RODRIGUEZ, O.; GALLO, J. R. Deficiência de cobre. **Bragantia**, Campinas, nota nº 26, p. 133-137, set., 1960.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: Funep, 2002. 762 p.

ROSSI, C; LIMA, G. P. P. Cádmio e a atividade de peroxidase durante a germinação de sementes de feijoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 197-199, jan./mar., 2001.

SALES, H. B. Efeito do equilíbrio nutricional na severidade de doenças de plantas, v. 23, n. 168, abr./jun., 2005. Disponível em: <http://www.manah.com.vr/informativos.asp?idI=20>. Acesso em 18 jan. 2008.

SANTOS, C. H. **Influência de diferentes níveis de alumínio no desenvolvimento de dois porta-enxertos cítricos em cultivo hidropônico**. Botucatu, 1998. 134 p. Dissertação (Mestrado em Horticultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

SCNABELRAUCH, L. S. et al. Isolation of p/ 4.6 of Val-Tyr-Lys as putative intermolecular cross-link site. **Plant Journal**, v. 9, p. 477-489, 1996.

SETIN, D. W.; CARVALHO, S. A.; MATTOS JÚNIOR, D. Recipientes e substratos à base de fibra de coco na produção de mudas de laranjeira ‘Valência’ sobre limoeiro ‘Cravo’. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 2, p. 337-348, 2005.

SECRETARIA DO COMÉRCIO EXTERIOR DO MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex/depPlaDesComExterior/indEstatisticas/balComercial.php>>. Acesso em 23 nov. 2005.

SCHÄFER, G.; DORNELLES, A. L. C. Produção de mudas cítricas no Rio Grande do Sul – Diagnóstico da região produtora. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 587-592, 2000.

SCHÄFER, G. et al. Desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos cultivados em diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, nov./dez., 2006.

SCHÖNHERR, J.; HUBER, R. Plant cuticles are polyelectrolytes with isoelectric points around three. **Plant Physiology**, Rockville, v. 59, p. 145-151, 1977.

SIEGEL, B. Z. Plant peroxidases: an organism perspective. **Plant Growth Regulation**, v. 12, p. 303-312, 1993.

SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 211-216, jun., 2002.

SETIN, D. W.; CARVALHO, S. A.; MATTOS JÚNIOR, D. Recipientes e substratos à base de fibra de coco na produção de mudas de laranjeira 'Valência' sobre limoeiro 'Cravo'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 2, p. 337-348, 2005.

SOON, Y. K.; CLAYTON, G. W.; CLARKE, P. J. Content and uptake of phosphorus and copper by spring wheat: effect of environment, genotype and management. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 20, p. 925-937, 1997.

STADTMAN, E. R.; OLIVER, C. N. Metal-catalyzed oxidation of proteins. **Journal of Biology and Chemistry**, v. 266, p. 2005-2008, 1991.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 719 p., 2004.

TAVEIRA, J. A. Fibra de coco: uma nova alternativa para formação de mudas cítricas. **Ciência e Prática**, Bebedouro, v. 2, n. 6, p. 9, 2002.

TEÓFILO SOBRINHO, J. et al. Recomendações de Adubação e Calagem para Citros no Estado de São Paulo. **Revista Laranja**, Cordeirópolis, 27 p., 1994.

TOLEDO, A. R. M.; **Efeito dos substratos na formação de mudas de laranjeiras (Citrus sinensis (L.) Osbeck cv. Pêra Rio) em vasos**. 1992. 88 p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.

ULIANA, L. R.; NOBLASCO, A. M. Identificação de oportunidades para a produção mais limpa de indústrias de esquadrias de madeira. Disponível em: <<http://www.cori.rei.unicamp.Br/BrasilJapao3/reul.trbs.php?cod=296>>. Acesso em 20 nov. 2007.

ZANETTI, M. et al. Effect of pyroligneous acid in the spraying solutions on foliar nutrient content of 'Rangpur' lime. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 529, 533, 2004.

ZANETTI, M. Produção de mudas cítricas em substratos no Estado de São Paulo: um exemplo para outras frutíferas. Encontro Nacional de Substratos, 5º, 2006, Ilhéus. Irrigação e fertirrigação em ambientes protegidos. Ilhéus, Bahia. Anais. Ilhéus, CEPLAC / CEPEC, p. 65-74, 2006.

WU, G. et al. Activation of host defense mechanisms by elevated production of H₂O₂ in transgenic plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 115, p. 427-435, 1997.

WUTSCHER, H. K.; SMITH, P. F. Citrus. In: BENNETT, W.F. (ed.). **Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants**. Saint Paul: APS; American Phytopathological Society, 1993, p. 165-170

Apêndice

Quadros de Análise Estatística dos Dados e Resultados Médios dos Parâmetros Analisados

Quadro 04. Valores médios da altura do porta-enxerto, para a primeira avaliação (*Citrus limonia* Osbeck). Fevereiro/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	28,25 cA	27,66 bA	27,33 cA	30,33 cA	25,08 bA	27,33 b
Lupa	55,41 aA	44,91 aBC	52,33 aA	51,70 aC	38,08 aC	48,5 a
Eucatex	43,33 bA	41,08 aA	41,33 bA	41,50 aA	41,50 aA	41,68 a
Média	42,33 a	37,88 bc	40,33 ab	34,88 c	34,88 c	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)		
Substrato (S)	7,44*		18,68			
Cobre (Cu)	4,24*		11,09			
S x Cu	8,78 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 05. Valores médios do diâmetro do porta-enxerto, para a primeira avaliação (*Citrus limonia* Osbeck). Fevereiro/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	0,35 bA	0,35 aA	0,34 bA	0,35 bA	0,33 aA	0,34 b
Lupa	0,45 abA	0,37 aB	0,46 abA	0,47 aA	0,41 aAB	0,43 ab
Eucatex	0,47 aA	0,43 aA	0,47 aA	0,43 abA	0,44 aA	0,45 a
Média	0,42 a	0,38 a	0,42 a	0,42 a	0,39 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)		
Substrato (S)	0,09 ^{ns}		22,04			
Cobre (Cu)	0,04 ^{ns}		10,06			
S x Cu	0,11 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 06. Valores médios do número de folhas por planta, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	17,33 bAB	17,33 bAB	17,66 bA	18,33 bA	14,33 bB	17,00 b
Lupa	26,33 aA	23,33 aBC	26,33 aAB	27,00 aA	21,33 aC	24,86 a
Eucatex	23,00 aA	23,00 aA	23,66 aA	22,00 bA	22,33 aA	22,80 ab
Média	22,22 a	21,22 a	22,55 a	22,44 a	19,33 b	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	2,98 *		13,67			
Cobre (Cu)	1,78 *		8,53			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 07. Valores médios da massa de matéria seca da parte aérea, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	7,14 bA	9,03 aA	7,84 bA	10,16 aA	7,10 aA	8,25 b
Lupa	12,51 abA	7,52 aB	8,84 abAB	8,98 aAB	6,81 aB	8,93 ab
Eucatex	14,73 aA	10,95 aA	14,49 aA	13,88 aA	12,77 aA	13,36 a
Média	11,46 a	9,17 a	10,39 a	11,01 a	8,89 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	4,57 ^{ns}		44,25			
Cobre (Cu)	2,69 ^{ns}		27,16			
S x Cu	6,49 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 08. Valores médios da massa de matéria seca da parte radicular, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	2,82 bA	4,01 aA	3,30 bA	4,11 bA	3,00 aA	3,45 b
Lupa	6,60 aA	3,83 aB	5,51 abAB	4,40 bB	3,65 aB	4,80 ab
Eucatex	8,70 aA	5,48 aB	8,54 aA	8,45 aA	5,94 aB	7,42 a
Média	6,04 a	4,44 b	5,78 a	5,65 a	4,20 b	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	2,91 *		44,25			
Cobre (Cu)	1,14 *		27,16			
S x Cu	3,47 *		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 09. Resultado médio da diagnose foliar dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
N	Fibra	25,57 bA	23,70 bA	23,66 bA	26,97 aA	23,98 aA	24,78 b
	Lupa	31,31 aA	30,61 aA	30,33 aA	30,84 aA	28,28 aA	30,27 a
	Eucatex	25,24 abA	24,82 abA	26,46 abA	26,92 aA	25,10 aA	25,71 b
	Média	27,37 a	26,38 a	26,81 a	28,24 a	25,79 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	2,75 *		10,09			
	Cobre (Cu)	2,91 ^{ns}		11,14			
	S x Cu	6,04 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
P	Fibra	2,30 aA	2,17 abA	2,07 aA	2,20 aA	2,21 aA	2,19 a
	Lupa	1,93 abB	2,47 aA	2,05 aB	2,13 aB	1,91 aB	2,10 ab
	Eucatex	1,87 bAB	1,77 bB	2,12 aA	1,82 a AB	1,83 aAB	1,88 b
	Média	2,03 a	2,14	2,08 a	2,05 a	1,98 a	
	DMS ^{(1)a}		C.V (%)				
	Substrato (S)	0,21 *		10,44			
	Cobre (Cu)	0,18 ^{ns}		9,46			
	S x Cu	0,40 *		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
K	Fibra	18,73 aA	18,69 aA	19,29 aA	19,60 aA	20,08 aA	19,28 a
	Lupa	19,38 aA	18,40 aA	17,54 aA	20,20 aA	19,97 aA	19,10 a
	Eucatex	18,54 aA	17,77 aA	17,76 aA	18,53 aA	17,88 aA	18,09 a
	Média	18,88 a	18,28 a	18,20 a	19,44 a	19,31 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	1,53 ^{ns}		8,04			
	Cobre (Cu)	2,15 ^{ns}		11,74			
	S x Cu	4,32 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 10. Resultado médio da diagnose foliar dos nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Ca	Fibra	11,33 bA	12,50 aA	11,92 aA	12,86 aA	11,61 aA	12,04 b
	Lupa	12,93 abAB	13,54 aAB	13,42 aAB	14,04 aA	12,24 aB	13,23 ab
	Eucatex	13,90 aA	13,32 aA	13,49 aA	13,82 aA	12,50 aA	13,41 a
	Média	12,72 ab	13,12 ab	12,94 ab	13,57 a	12,12 b	
		DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)			
	Substrato (S)	1,21 ^{ns}			9,32		
	Cobre (Cu)	1,02 ^{ns}			8,18		
	S x Cu	2,21 ^{ns}			-		
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mg	Fibra	1,86 bA	1,56 bA	1,62 bA	1,52 bA	1,53 bA	1,62 b
	Lupa	1,49 bA	1,44 bA	1,41 bA	1,58 bA	1,41 bA	1,46 b
	Eucatex	2,52 aA	2,25 aAB	2,30 aAB	2,29 aAB	2,10 aB	2,29 a
	Média	1,96 a	1,75 ab	1,78 ab	1,80 ab	1,68 a	
		DMS ^{(1)a}		C.V. (%)			
	Substrato (S)	0,23 *			12,92		
	Cobre (Cu)	0,23 ^{ns}			13,50		
	S x Cu	0,49 ^{ns}			-		
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Cu	Fibra	36,00 aC	150,00 bB	886,00 bA	104,66 aBC	72,66 aBC	249,86 b
	Lupa	24,00 aC	166,00 bB	988,00 abA	52,00 aC	64,66 aBC	258,93 b
	Eucatex	38,00 aC	304,66 aB	1107,33 aA	28,66 aC	66,00 aC	308,93 a
	Média	32,66 c	206,88 b	933,77 a	61,77 c	67,77 c	
		DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)			
	Substrato (S)	49,44 ns			17,89		
	Cobre (Cu)	61,50 *			23,19		
	S x Cu	125,05*			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 11. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes ferro, manganês e zinco, para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Fe	Fibra	95,33 bA	100,00 aA	100,66 aA	128,00 aA	105,33 aA	105,86 a
	Lupa	156,66 abA	195,33 aA	148,66 aA	170,66 aA	115,33 aA	157,33 a
	Eucatex	236,66 aA	143,33 aAB	149,33 aAB	134,00 aB	160,66 aAB	164,80 a
	Média	162,88 a	146,22 a	132,88 a	144,22 a	127,11 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	62,60 ns		43,28			
	Cobre (Cu)	59,20 ns		42,65			
	S x Cu	124,94 ns		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mn	Fibra	28,66 bA	30,66 aAB	24,00 abAB	19,33 abB	23,33 abAB	25,20 b
	Lupa	18,00 bAB	22,00 aA	16,66 bAB	14,00 bAB	10,66 bB	16,26 c
	Eucatex	49,33 aA	31,33 aB	32,00 aB	30,66 aB	28,00 aB	34,26 a
	Média	32,00 a	28,00 ab	24,22 bc	21,33 c	20,66 c	
	DMS ^{(1)a}		C.V (%)				
	Substrato (S)	5,33 *		20,84			
	Cobre (Cu)	6,49 *		26,46			
	S x Cu	13,24 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Zn	Fibra	40,66 aA	44,66 aA	40,00 aA	44,00 aA	44,00 aA	42,66 a
	Lupa	44,66 aA	46,00 aA	45,33 aA	45,33 aA	42,00 aA	44,66 a
	Eucatex	41,33 aA	37,33 aA	38,00 aA	37,33 aA	38,66 aA	38,53 a
	Média	42,22 a	42,66 a	41,11 a	42,22 a	41,55 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	7,85 ^{ns}		18,48			
	Cobre (Cu)	5,58 ^{ns}		13,69			
	S x Cu	12,61 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 12. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes boro e enxofre, para a primeira . Fevereiro/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
B	Fibra	1,27 aB	1,67 aA	1,54 bAB	1,43 aAB	1,46 aAB	1,47 a
	Lupa	1,02 aA	1,00 aA	1,10 bA	1,00 bA	1,02 bA	1,03 c
	Eucatex	1,23 aA	1,11 aA	1,15 aA	1,17 abA	1,11 bA	1,15 b
	Média	1,17 a	1,26 a	1,26 a	1,20 a	1,20 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	0,11 *			9,28		
	Cobre (Cu)	0,17 ^{ns}			14,59		
	S x Cu	0,28 ^{ns}			-		
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
S	Fibra	1,17 aA	1,30 aA	1,19 bA	1,53 aA	1,33 aA	1,30 a
	Lupa	1,56 aB	1,44 aB	5,38 aA	1,48 aB	1,34 aB	2,24 a
	Eucatex	1,28 aA	1,18 aA	1,23 bA	1,38 aA	1,14 aA	1,24 a
	Média	1,32 a	1,31 a	1,46 a	1,46 a	1,27 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	1,76 *			108,90		
	Cobre (Cu)	1,63 ^{ns}			105,37		
	S x Cu	3,46 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 13. Valores médios da altura do porta-enxerto (*Citrus limonia* Osbeck), para a segunda avaliação. Março/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	58,50 aA	64,08 aA	62,50 bA	61,41 aA	54,83 bA	60,26 b
Lupa	58,92 aB	88,50 aA	89,75 aA	83,91 aAB	90,91 aA	82,40 a
Eucatex	61,33 aA	65,08 aA	60,08 bA	61,58 aA	73,58 abA	64,33 b
Média	59,58 a	72,55 a	70,77 a	68,97 a	73,11 a	
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)		
Substrato (S)	12,70 *			18,16		
Cobre (Cu)	15,18 ^{ns}			22,62		
S x Cu	22,15 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 14. Valores médios do diâmetro do porta-enxerto (*Citrus limonia* Osbeck), para a segunda avaliação. Março/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	0,46 bA	0,53 aA	0,50 bA	0,50 bA	0,50 bA	0,50 b
Lupa	0,66 aA	0,63 aA	0,66 aA	0,66 aA	0,70 aA	0,66 a
Eucatex	0,60 aAB	0,63 aA	0,63 aA	0,53 bB	0,66 aA	0,61 a
Média	0,57 b	0,60 ab	0,60 ab	0,56 b	0,62 a	
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)		
Substrato (S)	0,07 *			12,31		
Cobre (Cu)	0,04 ^{ns}			7,54		
S x Cu	0,10 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 15. Valores médios do número de folhas por planta, para a segunda avaliação. Março/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	21,53 aA	21,76 bA	27,76 aA	29,76 abA	21,03 bA	24,37 b
Lupa	32,43 aA	33,55 aA	37,53 aA	32,83 aA	39,93 aA	34,64 a
Eucatex	26,33 aAB	25,53 abAB	30,70 aA	18,93 bB	33,70 bA	27,04 b
Média	26,76 a	26,93 a	32,00 a	27,17 a	30,55 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	5,61 *		19,30			
Cobre (Cu)	5,27 ^{ns}		18,91			
S x Cu	11,14 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 16. Valores médios da massa de matéria seca da parte aérea, para a segunda avaliação. Março/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	5,70 bA	5,86 bA	6,70 bA	5,96 bA	5,93 cA	6,03 b
Lupa	13,49 aA	12,50 aA	12,93 aA	12,70 aA	14,03 aA	13,11 a
Eucatex	6,16 bB	6,86 bB	7,73 bAB	5,60 bB	9,26 bA	7,12 b
Média	8,42 ab	8,41 b	9,12 ab	8,08 b	9,74 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	2,21 *		24,93			
Cobre (Cu)	1,33 ^{ns}		15,64			
S x Cu	3,19 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 17. Valores médios da massa de matéria seca da parte radicular, para a segunda avaliação. Março/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	5,83 bA	7,26 bA	6,43 bA	6,10 cA	5,00 bA	6,12 b
Lupa	16,46 aAB	12,20 abC	12,70 aBC	17,73 aA	13,46 aBC	14,51 a
Eucatex	10,76 bA	13,90 aA	12,33 aA	11,26 bA	13,93 aA	12,44 a
Média	11,02 a	11,12 a	10,48 a	11,70 a	10,80 a	
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)		
Substrato (S)	3,17 *			28,42		
Cobre (Cu)	2,23 ^{ns}			20,81		
S x Cu	5,05 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 18. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a segunda avaliação. Março/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
N	Fibra	28,13 aA	27,03 bA	29,43 bA	27,16 bA	29,33 bA	28,22 b
	Lupa	32,43 aB	37,26 aA	36,50 aAB	37,80 aA	35,93 aAB	35,98 a
	Eucatex	29,50 aA	30,46 bA	29,26 bA	27,93 bA	28,50 bA	29,13 b
	Média	30,02 a	31,58 a	31,73 a	30,96 a	31,25 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	3,64 *		11,57			
	Cobre (Cu)	2,66 ^{ns}		8,81			
	S x Cu	5,97 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
P	Fibra	2,30 aA	2,13 aA	2,23 aA	2,13 aA	2,20 aA	2,20 a
	Lupa	2,10 aA	2,50 aA	2,20 aA	2,20 aA	2,26 aA	2,25 a
	Eucatex	2,26 aAB	2,13 aAB	2,06 aB	2,53 aA	1,93 aB	2,18 a
	Média	2,22 a	2,25 a	2,16 a	2,28 a	2,13 a	
	DMS ^{(1)a}		C.V. (%)				
	Substrato (S)	0,21 ^{ns}		9,62			
	Cobre (Cu)	0,25 ^{ns}		11,87			
	S x Cu	0,52 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
K	Fibra	16,33 aB	19,66 aAB	17,66 aAB	20,66 aA	18,00 aAB	18,46 a
	Lupa	20,00 aA	18,33 aA	19,00 aA	18,00 aA	20,00 aA	19,06 a
	Eucatex	19,66 aA	17,66 aA	17,00 aA	18,66 aA	17,00 aA	18,00 a
	Média	18,66 a	18,55 a	17,88 a	19,11 a	18,33 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	2,85 ^{ns}		15,24			
	Cobre (Cu)	2,04 ^{ns}		11,35			
	S x Cu	4,60 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 19. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a segunda avaliação. Março/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Ca	Fibra	15,00 aA	14,33 aA	14,33 aA	14,33 aA	14,33 aA	14,46 b
	Lupa	18,00 aA	17,33 aA	18,00 aA	18,33 aA	18,00 aA	17,93 a
	Eucatex	16,00 aA	16,33 aA	16,00 aA	15,00 aA	16,00 aA	15,86 ab
	Média	16,33 a	16,00 a	16,11 a	15,88 a	16,11 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	2,71 ^{ns}			16,66		
	Cobre (Cu)	1,50 ^{ns}			9,62		
	S x Cu	3,,74 ^{ns}			-		
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mg	Fibra	2,00 aA	2,00 aA	2,00 aA	2,00 aA	1,66 bA	1,93 b
	Lupa	1,66 aA	2,00 aA	2,00 aA	2,00 aA	2,00 bA	1,93 b
	Eucatex	2,33 aB	2,66 aAB	2,33 aB	2,66 aAB	3,00 aA	2,60 a
	Média	2,00 a	2,22 a	2,11 a	2,22 a	2,22 a	
		DMS ^{(1)a}		C.V (%)			
	Substrato (S)	0,39 *			18,30		
	Cobre (Cu)	0,36 ^{ns}			17,29		
	S x Cu	0,77 ^{ns}			-		
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Cu	Fibra	27,33 aB	54,66 aB	628,00 cA	115,33 aA	36,00 aB	172,26 b
	Lupa	30,00 aB	155,33 aB	891,33 bA	36,00 aB	37,33 aB	230,00 b
	Eucatex	26,00 aB	154,00 aB	1542,66 aA	37,00 aB	46,00 aB	361,13 a
	Média	27,77 b	121,33 b	1020,66 a	62,77 b	39,77 b	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	110,56 *			42,86		
	Cobre (Cu)	107,46 *			43,41		
	S x Cu	225,78 *			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 20. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes ferro, manganês e zinco, para a segunda avaliação. Março/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Fe	Fibra	50,66 aA	34,66 bA	46,66 aA	62,66 aA	34,00 bA	45,73 b
	Lupa	111,33 aA	91,33 bA	116,66 aA	103,33 aA	158,66 aA	116,26 a
	Eucatex	98,66 aA	225,33 aA	100,00 aB	63,00 aB	115,33 abB	120,46 a
	Média	86,88 a	117,11 a	87,73 a	76,33 a	1102,66 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	27,71 *		29,03			
	Cobre (Cu)	47,70 ^{ns}		52,07			
	S x Cu	94,81 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mn	Fibra	22,66 bAB	22,66 abAB	32,00 aA	24,66 aAB	18,00 aB	24,00 a
	Lupa	18,00 bA	15,33 bA	20,66 aA	18,66 aA	18,66 aA	18,26 c
	Eucatex	40,00 aA	34,66 aA	32,66 aA	32,00 aA	30,00 aA	33,86 a
	Média	26,88 a	24,22 a	28,44 a	25,11 a	22,22 a	
		DMS ^{(1)a}		C.V (%)			
	Substrato (S)	3,56 *		13,85			
	Cobre (Cu)	8,01 ^{ns}		32,45			
	S x Cu	15,73 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Zn	Fibra	37,33 aA	34,66 aA	38,00 aA	36,66 aA	39,33 aA	37,20 a
	Lupa	32,00 abA	30,00 aA	33,33 aA	36,00 aA	34,00 aA	33,06 ab
	Eucatex	28,00 bA	32,00 aA	33,33 aA	30,00 aA	34,00 aA	31,46 b
	Média	32,44 a	32,22 a	34,88 a	34,22 a	35,77 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	4,93 ^{ns}		14,35			
	Cobre (Cu)	4,30 ^{ns}		13,06			
	S x Cu	9,24 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 21. Resultados médios da diagnose foliar dos nutrientes boro e enxofre, para a segunda avaliação. Março/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
B	Fibra	0,73 aA	1,19 aA	1,09 abA	0,96 aA	0,89 aA	0,97 a
	Lupa	0,96 aA	0,80 aA	0,86 bA	0,85 aA	0,82 aA	0,86 a
	Eucatex	1,18 aB	1,04 aB	1,78 aA	0,85 aB	0,94 aB	1,16 a
	Média	0,96 ab	1,01 ab	0,89 b	0,89 b	0,88 b	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	0,51 ^{ns}			50,81		
	Cobre (Cu)	0,33 ^{ns}			34,54		
	S x Cu	0,78 ^{ns}			-		
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
S	Fibra	1,69 aA	1,75 aA	1,80 aA	1,77 aA	1,53 bA	1,71 ab
	Lupa	1,95 aA	2,04 aA	2,00 aA	1,97 aA	2,25 aA	2,04 a
	Eucatex	1,77 aA	1,43 aA	1,50 aA	1,78 aA	1,69 abA	1,63 b
	Média	1,80 a	1,74 a	1,76 a	1,84 a	1,82 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	0,35 ^{ns}			19,71		
	Cobre (Cu)	0,32 ^{ns}			18,54		
	S x Cu	0,69 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 22. Valores médios da altura do porta-enxerto (*Citrus limonia* Osbeck), para a terceira avaliação. Abril/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	46,33 abA	48,66 aA	46,75 abA	47,16 aA	49,00 aA	47,58 ab
Lupa	56,61 aA	51,83 aA	53,41 aA	53,16 aA	53,58 aA	56,63 a
Eucatex	39,41 bB	41,33 aAB	40,16 bAB	42,25 aAB	47,41 aA	42,11 b
Média	47,30 a	47,27 a	46,77 a	47,52 a	50,00 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	8,75 ^{ns}		18,07			
Cobre (Cu)	4,41 ^{ns}		9,49			
S x Cu	11,46 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 23. Valores médios do diâmetro do porta-enxerto (*Citrus limonia* Osbeck), para a terceira avaliação. Abril/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	0,63 abA	0,67 aA	0,62 abA	0,68 aA	0,72 aA	0,66 ab
Lupa	0,74 aA	0,75 aA	0,76 aA	0,73 aA	0,79 aA	0,75 a
Eucatex	0,57 bB	0,67 aA	0,55 bB	0,60 aAB	0,68 aA	0,61 b
Média	0,64 b	0,70 ab	0,64 b	0,67 b	0,73 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	0,09 *		13,20			
Cobre (Cu)	0,05 *		8,56			
S x Cu	0,13 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 24. Valores médios do número médio de folhas por planta, para a terceira avaliação. Abril/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	17,33 abA	18,00 aA	17,66 abA	17,33 aA	16,66 aA	17,53 ab
Lupa	19,66 aA	18,66 aA	19,66 aA	18,66 aA	18,66 aA	19,06 a
Eucatex	13,66 bA	16,33 aA	15,00 bA	15,33 aA	16,66 aA	15,40 b
Média	16,88 a	17,66 a	17,44 a	17,11 a	17,55 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	2,81 ^{ns}		16,04			
Cobre (Cu)	1,84 ^{ns}		10,92			
S x Cu	4,27 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 25. Valores médios de massa de matéria seca da parte aérea, para a terceira. Abril/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	17,74 bA	17,04 aA	17,87 aA	17,71 aA	16,34 aA	17,34 ab
Lupa	25,13 aA	20,42 aAB	13,57 aC	19,25 aBC	23,13 aAB	20,39 a
Eucatex	12,28 bA	16,20 aA	14,64 aA	14,16 aA	17,32 aA	14,92 b
Média	18,28 ab	17,89 ab	15,42 b	17,04 ab	18,93 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	3,38 *		19,03			
Cobre (Cu)	3,37 ns		19,76			
S x Cu	7,05 ns		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 26. Valores médios de massa de matéria seca da parte radicular, para terceira avaliação. Abril/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	17,23 bAB	17,78 bAB	17,03 aAB	23,30 bA	14,74 bB	18,02 b
Lupa	35,49 aA	30,34 aAB	24,49 aB	36,94 aA	30,74 aAB	31,60 ab
Eucatex	28,81 aAB	31,81 aA	20,95 aB	24,01 bAB	25,36 abAB	26,19 a
Média	27,18 a	26,64 a	20,82 b	28,08 a	23,61 ab	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	8,17 *		31,90			
Cobre (Cu)	4,76 *		19,36			
S x Cu	11,53 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($P>0,05$).

Quadro 27. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a terceira avaliação. Março/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
N	Fibra	35,09 aA	36,16 aA	34,48 aA	33,78 aA	34,30 aA	34,76 a
	Lupa	35,23 aA	36,77 aA	35,46 aA	38,82 aA	35,00 aA	36,26 a
	Eucatex	36,86 aA	36,63 aA	37,38 aA	37,05 aA	35,56 aA	36,69 a
	Média	35,73 a	36,52 a	35,77 a	36,55 a	34,95 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	2,80 ^{ns}		7,70			
	Cobre (Cu)	2,40 ^{ns}		6,88			
	S x Cu	5,17 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
P	Fibra	2,55 aA	2,62 aA	2,46 aA	2,40 abA	2,52 aA	2,51 a
	Lupa	2,25 aB	2,24 aB	2,38 aB	2,73 aA	2,29 aB	2,38 a
	Eucatex	2,44 aAB	2,48 aAB	2,51 aA	2,15 bB	2,48 aAB	2,41 a
	Média	2,41 a	2,45 a	2,45 a	2,42 a	2,43 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	0,15 *		6,40			
	Cobre (Cu)	0,19 ^{ns}		8,20			
	S x Cu	0,39 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
K	Fibra	18,01 bA	17,09 bA	16,94 bA	16,49 bA	16,49 bA	17,00 b
	Lupa	21,74 abA	22,44 aA	23,16 aA	24,65 aA	21,85 aA	22,77 a
	Eucatex	23,85 aA	23,48 aA	24,05 aA	24,64 aA	23,74 aA	23,93 a
	Média	21,20 a	21,00 a	21,38 a	21,89 a	20,69 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	2,39 *		11,11			
	Cobre (Cu)	2,47 ^{ns}		11,99			
	S x Cu	5,15 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 28. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a terceira avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Ca	Fibra	11,14 aA	10,64 bA	10,60 aA	10,30 aA	11,16 bA	10,77 b
	Lupa	11,42 aBC	12,40 aAB	11,66 aABC	10,42 aC	13,10 aA	11,80 a
	Eucatex	8,96 bA	9,45 bA	8,66 bA	8,33 bA	8,97 cA	8,87 c
	Média	10,51 ab	10,83 a	10,31 ab	9,68 b	11,08 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	0,35 *		3,33			
	Cobre (Cu)	0,88 *		8,68			
	S x Cu	1,73 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mg	Fibra	2,22 aA	2,34 bA	2,24 aA	2,09 bA	2,46 abA	2,27 b
	Lupa	2,24 aA	2,30 bA	2,29 aA	2,48 abA	2,14 aA	2,29 b
	Eucatex	2,65 aA	2,86 aA	2,65 aA	2,66 aA	2,68 aA	2,70 a
	Média	2,37 a	2,50 a	2,39 a	2,41 a	2,43 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	0,21 *		8,82			
	Cobre (Cu)	0,22 ^{ns}		9,60			
	S x Cu	0,47 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Cu	Fibra	37,33 aC	320,00 aB	671,33 aA	278,66 aB	43,33 aC	270,13 a
	Lupa	33,33 aC	296,00 aB	536,00 aA	38,66 bC	45,33 aC	189,86 b
	Eucatex	37,33 aC	303,33 aB	566,00 aA	44,66 bC	50,00 aC	199,20 b
	Média	34,22 c	306,44 b	591,11 a	120,66 c	46,22 c	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	63,09 *		28,32			
	Cobre (Cu)	88,75 *		41,52			
	S x Cu	178,64 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 29. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes ferro, manganês e zinco, para a terceira avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Fe	Fibra	34,00 aA	36,00 bA	36,66 aA	40,00 aA	45,33 aA	38,40 b
	Lupa	102,66 aA	60,00 bA	71,33 aA	99,33 aA	129,33 aA	92,53 ab
	Eucatex	126,66 aB	266,66 aA	140,00 aAB	102,00 aB	186,66 aAB	164,40 a
	Média	87,77 a	120,88 a	82,66 a	80,44 a	120,44 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	9,59 ^{ns}		95,78			
	Cobre (Cu)	79,12 ^{ns}		82,61			
	S x Cu	171,58 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mn	Fibra	20,00 aA	15,33 aAB	10,66 bB	12,00 aAB	14,00 bAB	14,40 a
	Lupa	12,00 aA	16,00 aA	11,33 abA	16,00 aA	14,66 abA	14,00 a
	Eucatex	19,33 aA	20,66 aA	23,33 aA	20,00 aA	26,66 aA	22,00 a
	Média	17,11 a	17,33 a	15,11 a	16,00 a	18,44 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	8,90 ^{ns}		52,25			
	Cobre (Cu)	4,82 ^{ns}		29,50			
	S x Cu	12,07 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Zn	Fibra	34,66 aA	34,66 aA	35,33 aA	34,66 aA	33,33 aA	34,53 a
	Lupa	30,66 abA	29,33 aA	31,33 aA	32,00 aA	33,33 aA	31,33 a
	Eucatex	24,66 bA	32,00 aA	32,00 aA	25,33 aA	26,00 aA	28,00 b
	Média	30,00 a	32,00 a	32,88 a	30,66 a	30,88 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
	Substrato (S)	3,24 *		10,22			
	Cobre (Cu)	4,67 ^{ns}		15,34			
	S x Cu	9,38 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 30. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes boro e enxofre, para a terceira avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
B	Fibra	0,86 aB	1,14 aAB	1,31 aA	1,30 aA	1,29 aA	1,18 a
	Lupa	1,02 aA	1,33 aA	1,31 aA	1,26 aA	1,29 aA	1,24 a
	Eucatex	1,24 aA	1,27 aA	1,24 aA	1,20 aA	1,24 aA	1,24 a
	Média	1,04 b	1,25 a	1,28 a	1,25 a	1,27 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)			
	Substrato (S)	0,22 ^{ns}		17,90			
	Cobre (Cu)	0,19 ^{ns}		16,59			
	S x Cu	0,42 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
S	Fibra	1,61 aA	1,68 aA	1,66 aA	1,71 aA	2,06 aA	1,74 a
	Lupa	1,55 aA	1,78 aA	1,65 aA	1,52 aA	1,97 bA	1,69 a
	Eucatex	1,43 aA	1,28 aA	1,71 aA	1,80 aA	1,40 bA	1,52 a
	Média	1,53 a	1,58 a	1,67 a	1,68 a	1,81 a	
		DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)			
	Substrato (S)	0,25 ^{ns}		15,18			
	Cobre (Cu)	0,31 ^{ns}		19,82			
	S x Cu	9,64 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($P > 0,05$).

Quadro 31. Valores médios da altura média da planta, para a quarta avaliação. Maio/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	51,58 aA	48,58 abA	51,50 aA	48,58 abA	51,97 abA	50,20 b
Lupa	59,41 aA	54,08 aA	56,67 aA	53,00 aA	56,16 aA	55,86 a
Eucatex	40,08 bA	43,21 bA	39,33 bA	42,33 bA	45,00 bA	41,93 c
Média	50,36 a	48,62 a	49,16 a	47,63 a	50,98 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	3,42 *		6,85			
Cobre (Cu)	4,01 ^{ns}		8,36			
S x Cu	8,21 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 32. Valores médios do diâmetro médio dos porta-enxertos (*Citrus limonia* Osbeck), para a quarta avaliação. Maio/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	0,92 abA	0,89 aA	0,93 abA	0,91 abA	0,94 aA	0,92 b
Lupa	1,06 aA	1,00 aA	1,03 aA	1,04 aA	1,08 aA	1,04 a
Eucatex	0,86 bAB	0,83 aB	0,77 bB	0,83 bB	1,01 aA	0,86 b
Média	0,94 ab	0,91 b	0,91 b	0,93 ab	1,01 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	0,05 *		6,11			
Cobre (Cu)	0,09 ^{ns}		10,15			
S x Cu	0,18 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 33. Valores médios do número médio de folhas por planta, para a quarta avaliação. Maio/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	19,00 aA	17,00 abA	18,66 aA	16,00 aA	18,00 abA	17,73 a
Lupa	20,00 aA	17,66 aA	18,33 aA	18,00 aA	18,33 aA	18,46 a
Eucatex	13,33 bA	13,66 bA	12,66 bA	15,66 aA	14,33 bA	13,93 b
Média	17,44 a	16,11 a	16,55 a	16,55 a	16,88 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	1,53 *		9,05			
Cobre (Cu)	1,96 ^{ns}		12,07			
S x Cu	3,97 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 34. Valores médios de massa de matéria seca da parte aérea, para a quarta avaliação. Maio/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	32,42 bA	26,68 abA	27,40 abA	24,25 bA	25,53 bA	27,30 b
Lupa	44,12 aA	35,93 aA	35,73 aA	37,27 aA	43,17 aA	39,33 a
Eucatex	21,46 bA	20,50 bA	18,32 bA	21,84 bA	21,95 bA	20,81 c
Média	32,67 a	27,77 ab	27,15 b	27,94 ab	30,22 ab	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	5,76 *		19,51			
Cobre (Cu)	5,19 ^{ns}		18,33			
S x Cu	11,06 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 35. Valores médios de massa de matéria seca da parte radicular, para a quarta avaliação. Maio/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	31,73 bA	27,33 aA	28,09 aA	27,37 bA	25,69 bA	28,11 b
Lupa	52,83 aA	40,80 aB	40,47 aB	44,59 aAB	48,89 aAB	45,52 a
Eucatex	39,63 bA	31,37 aA	33,32 aA	34,76 abA	34,98 abA	34,11 b
Média	41,40 a	33,16 b	33,96 b	35,69 ab	36,52 ab	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	8,76 *		23,93			
Cobre (Cu)	6,76 ^{ns}		19,23			
S x Cu	14,93 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 36. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a quarta avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
N	Fibra	38,50 aA	38,78 aA	30,24 bB	38,31 aA	37,05 aA	36,57 a
	Lupa	37,00 aA	37,47 aA	38,22 aA	38,21 aA	36,16 aA	37,39 a
	Eucatex	39,96 aAB	37,28 aAB	40,27 aA	37,84 aA	33,83 aB	37,24 a
	Média	37,48 ab	37,84 ab	36,24 ab	38,09 a	35,68 b	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	4,89 ^{ns}		13,03			
	Cobre (Cu)	2,27 ^{ns}		6,30			
	S x Cu	6,18 *		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
P	Fibra	2,76 aA	2,41 aB	2,56 aAB	2,66 aAB	2,04 aC	2,48 a
	Lupa	1,85 bB	1,96 bAB	1,81 bB	2,16 bA	2,05 aAB	1,97 b
	Eucatex	2,17 bA	2,13 abAB	2,16 abA	1,90 bBC	1,81 aC	2,03 b
	Média	2,26 a	2,17 a	2,18 a	2,24 a	1,97 b	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	0,32 *		14,84			
	Cobre (Cu)	0,14 *		7,11			
	S x Cu	0,41 *		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
K	Fibra	14,01 aA	15,41 aA	19,85 aA	15,22 aA	17,00 aA	16,30 a
	Lupa	14,77 aB	21,64 aAB	23,78 aA	23,17 aA	22,40 aA	21,15 a
	Eucatex	23,14 aA	22,57 aA	24,84 aA	21,13 aA	21,65 aA	22,66 a
	Média	17,31 b	19,87 ab	22,82 a	19,84 ab	20,35 ab	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	6,55 ^{ns}		32,24			
	Cobre (Cu)	4,24 ^{ns}		21,77			
	S x Cu	9,88 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 37. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a quarta avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Ca	Fibra	16,56 aA	16,00 aAB	15,00 aBC	14,50 bC	13,16 bD	15,04 b
	Lupa	17,49 aA	17,28 aA	15,65 aB	16,97 aA	15,64 aB	16,60 a
	Eucatex	11,80 bBC	12,06 bAB	12,97 bA	10,89 cC	12,18 bAB	11,98 c
	Média	15,28 a	15,11 ab	14,54 bc	14,12 cd	13,66 d	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	1,43 *		9,75			
	Cobre (Cu)	0,60 *		4,30			
	S x Cu	1,75 *		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mg	Fibra	1,45 aA	2,08 aA	2,16 aA	2,16 aA	1,92 aA	1,95 a
	Lupa	1,40 aA	1,80 aA	1,97 aA	1,97 aA	1,82 aA	1,79 a
	Eucatex	2,41 aA	2,28 aA	2,48 aA	2,22 aA	2,20 aA	2,32 a
	Média	1,75 a	2,05 a	2,20 a	2,12 a	1,98 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	0,53 ^{ns}		26,28			
	Cobre (Cu)	0,49 ^{ns}		25,12			
	S x Cu	1,04 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Cu	Fibra	34,00 aC	326,00 bB	766,66 aA	61,33 aC	26,00 aC	242,82 a
	Lupa	34,66 aC	570,00 aB	795,33 aA	48,66 aC	28,00 aC	295,33 a
	Eucatex	29,33 aC	436,00 bB	748,66 aA	29,33 aC	33,33 aC	255,33 a
	Média	32,66 c	444,00 b	770,22 a	46,44 c	29,11 c	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	69,26 ns		25,83			
	Cobre (Cu)	53,93 *		20,96			
	S x Cu	118,77 ns		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 38. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes ferro, manganês e zinco, para a quarta avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Fe	Fibra	53,33 aA	48,66 bA	37,33 aA	30,66 bA	26,66 bA	39,33 b
	Lupa	100,00 aAB	121,33 aA	58,00 aBC	88,66 aABC	44,00 bC	82,40 a
	Eucatex	65,33 aB	83,33 abAB	72,00 aB	84,00 abAB	123,33 aA	85,60 a
	Média	72,88 ab	84,44 a	55,77 b	67,77 ab	64,66 ab	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	33,14 *		47,31			
	Cobre (Cu)	25,89 ^{ns}		38,51			
	S x Cu	56,98 *		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mn	Fibra	44,66 aA	34,00 bA	37,33 aA	34,00 aA	20,66 bB	34,13 b
	Lupa	41,33 aA	34,00 bAB	29,33 aB	41,33 aA	18,00 bC	32,80 b
	Eucatex	44,66 aAB	52,00 aA	38,00 aB	40,66 aB	44,00 aAB	43,86 a
	Média	43,55 a	40,00 ab	34,88 b	38,66 ab	27,55 c	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	8,94 *		23,89			
	Cobre (Cu)	6,21 *		17,30			
	S x Cu	14,15 *		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Zn	Fibra	57,33 aAB	50,66 aAB	48,66 abBC	60,66 aA	39,33 aC	51,33 a
	Lupa	63,33 aA	52,66 aB	46,66 bBC	56,66 aAB	38,66 aC	51,60 a
	Eucatex	54,00 aBC	59,33 aAB	64,66 aA	46,66 aC	54,00 aBC	55,73 a
	Média	58,22 a	54,22 a	53,33 a	54,66 a	44,00 b	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	14,84 ^{ns}		27,69			
	Cobre (Cu)	6,10 *		11,86			
	S x Cu	17,88 *		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 39. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes boro e enxofre, para a quarta avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média	
		1	2	3	4	5		
B	Fibra	1,49 aAB	1,16 aB	1,38 aAB	1,44 aAB	1,55 aA	1,40 a	
	Lupa	1,48 aA	1,43 aA	1,36 aA	1,49 aA	1,43 aA	1,44 a	
	Eucatex	1,37 aA	1,30 aA	1,33 aA	0,47 bB	1,35 aA	1,16 b	
	Média	1,44 a	1,30 ab	1,35 a	1,13 b	1,44 a		
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)				
	Substrato (S)	0,14 *			10,48			
	Cobre (Cu)	0,20 *			16,12			
	S x Cu	0,42 *			-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média	
		1	2	3	4	5		
S	Fibra	2,56 aA	2,36 aA	2,25 aAB	2,23 aAB	1,90 aB	2,26 a	
	Lupa	2,67 aAB	2,77 aA	2,66 aASB	2,65 aAB	2,29 aB	2,61 a	
	Eucatex	2,24 aA	2,43 aA	2,33 aA	2,15 aA	2,09 aA	2,25 a	
	Média	2,49 a	2,52 a	2,41 a	2,34 a	2,09 b		
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)				
	Substrato (S)	0,48 ^{ns}			20,01			
	Cobre (Cu)	0,24 *			10,49			
	S x Cu	0,63 ^{ns}			-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 40. Valores médios da altura média da planta, para a quinta avaliação. Junho/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	54,83 bA	53,85 bA	54,83 bA	48,33 bA	56,92 bA	53,70 b
Lupa	70,25 aA	72,08 aA	73,00 aA	66,00 aA	75,50 aA	71,36 a
Eucatex	44,16 bA	40,50 bA	45,16 bA	46,33 bA	48,33 bA	44,90 c
Média	56,41 ab	55,83 ab	57,66 ab	53,55 b	60,25 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	5,91 *		10,30			
Cobre (Cu)	6,40 ^{ns}		11,61			
S x Cu	13,23 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 41. Valores médios do diâmetro do porta-enxerto (*Citrus limonia* Osbeck), para a quinta avaliação. Junho/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	1,00 aA	1,05 aA	1,01abA	0,91 bA	0,98 bA	0,99 b
Lupa	1,05 aB	1,14 aAB	1,18 aAB	1,17 aAB	0,89 bA	1,16 a
Eucatex	0,89 aA	0,78 bA	0,84 bA	0,89 bA	1,24 aA	0,86 c
Média	0,98 a	0,99 a	1,01 a	0,99 a	1,03 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	0,09 *		9,54			
Cobre (Cu)	0,10 ^{ns}		11,03			
S x Cu	0,22 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 42. Valores médios do número médio de folhas por planta, para a quinta avaliação. Junho/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	16,00 abA	18,66 abA	18,66 abA	17,00 aA	19,33 abA	17,93 b
Lupa	21,33 aA	24,66 aA	26,66 aA	20,33 aA	26,00 aA	23,80 a
Eucatex	11,33 bA	12,66 bA	15,66 bA	15,66 aA	16,66 bA	14,40 c
Média	16,22 b	18,66 ab	20,33 ab	17,66 ab	20,66 a	
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)		
Substrato (S)	2,70 *			14,26		
Cobre (Cu)	4,40 ^{ns}			24,21		
S x Cu	8,77 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 43. Valores médios de massa de matéria seca para a parte aérea, para a quinta avaliação. Junho/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	42,58 bAB	43,42 aA	37,54 bAB	32,01 bB	39,83 bAB	39,07 b
Lupa	61,78 aA	51,02 aB	51,64 aAB	53,57 aAB	59,11 aAB	55,42 a
Eucatex	25,75 cA	27,32 bA	27,28 bA	28,78 bA	28,96 bA	27,62 c
Média	43,37 a	40,59 a	38,82 a	38,12 a	42,63 a	
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)		
Substrato (S)	8,23 *			19,95		
Cobre (Cu)	6,16 ^{ns}			15,56		
S x Cu	13,70 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 44. Valores médios de massa de matéria seca para a parte radicular, para a quinta avaliação. Junho/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	48,26 bAB	46,28 aAB	39,27 aAB	35,86 aAB	54,02 aA	44,83 b
Lupa	71,84 aA	55,73 aB	54,27 aB	57,08 aB	66,25 aAB	61,03 a
Eucatex	49,21 bA	49,06 aA	41,95 aA	46,30 abA	54,09 aA	48,1 ab
Média	56,43 a	50,36 ab	45,31 b	46,41 b	58,12 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	15,52 ^{ns}		29,83			
Cobre (Cu)	8,28 ^{ns}		16,59			
S x Cu	20,88 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 45. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, para a quinta avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
N	Fibra	33,92 aA	35,00 aA	34,86 abA	33,32 aA	32,94 aA	34,01 a
	Lupa	32,80 aA	33,97 aA	33,97 bA	34,30 aA	32,34 aA	33,47 a
	Eucatex	35,93 aA	35,23 aAB	38,73 aA	35,35 aAB	31,92 aA	35,45 a
	Média	34,22 ab	34,76 a	35,85 a	34,23 ab	34,40 b	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	2,06 ^{ns}		5,93			
	Cobre (Cu)	2,15 *		6,45			
	S x Cu	4,47 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
P	Fibra	2,03 aA	2,02 aA	1,85 aA	1,92 aA	2,14 aA	1,99 a
	Lupa	1,52 bA	1,47 bA	1,52 aA	1,56 aA	1,72 abA	1,55 c
	Eucatex	1,93 abA	1,96 aA	1,82 aA	1,56 aA	1,62 bA	1,77 b
	Média	1,82 a	1,82 a	1,73 a	1,68 a	1,82 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	0,17 *		9,65			
	Cobre (Cu)	0,23 ^{ns}		13,64			
	S x Cu	0,47 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
K	Fibra	11,42 bBC	13,04 bAB	15,26 aA	13,14 bAB	9,49 bC	12,47 b
	Lupa	17,89 aA	16,61 abA	17,22 aA	18,37 aA	16,92 aA	17,40 a
	Eucatex	21,54 aA	18,12 aB	18,84 aAB	16,72 abB	17,32 aB	18,49 a
	Média	16,92 a	15,92 ab	17,11 a	16,08 ab	14,57 b	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	2,27 *		13,94			
	Cobre (Cu)	1,83 ^{ns}		11,68			
	S x Cu	3,99 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 46. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes cálcio, magnésio e cobre, para a quinta avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Ca	Fibra	14,49 abAB	12,90 abBC	12,90 abBC	11,29 bC	16,60 aA	13,64 ab
	Lupa	15,93 aA	16,05 aA	15,30 aA	15,58 aA	11,50 bB	14,87 a
	Eucatex	12,25 bAB	11,89 bB	11,65 bB	10,52 bB	14,74 abA	12,21 b
	Média	14,22 a	13,61 ab	13,28 ab	12,46 b	14,28 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	1,60 *		11,65			
	Cobre (Cu)	1,61 ^{ns}		12,26			
	S x Cu	3,38 *		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mg	Fibra	1,62 bA	1,70 abA	1,70 abA	1,72 aA	1,93 aA	1,73 b
	Lupa	1,58 bA	1,57 bA	1,57 bA	1,72 aA	1,82 aA	1,65 b
	Eucatex	2,05 aA	2,01 aA	2,00 aA	1,72 aAB	1,62 aB	1,88 a
	Média	1,75 a	1,76 a	1,76 a	1,72 a	1,79 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	0,08 *		4,87			
	Cobre (Cu)	0,20 ^{ns}		12,21			
	S x Cu	0,41 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Cu	Fibra	31,33 aC	396,00 aB	724,66 aA	184,00 aC	46,00 aC	276,40 a
	Lupa	28,00 aB	468,00 aA	622,00 aA	28,66 aB	30,66 aB	235,46 a
	Eucatex	29,33 aC	337,33 aB	679,33 aA	17,00 aC	30,00 aC	218,60 a
	Média	29,55 c	400,44 b	675,33 a	76,55 c	35,55 c	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	59,00 ^{ns}		23,90			
	Cobre (Cu)	101,45 *		42,83			
	S x Cu	201,67 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 47. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes ferro, manganês e zinco, para a quinta avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Fe	Fibra	60,66 bA	60,00 aA	59,33 aA	40,66 aA	72,00 aA	58,53 b
	Lupa	88,00 abA	67,33 aA	73,33 aA	81,33 aA	95,33 aA	81,06 ab
	Eucatex	145,33 aA	111,33 aAB	82,66 aB	89,00 aAB	98,66 aAB	105,40 a
	Média	98,00 a	79,55 a	71,77 a	70,33 a	88,66 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	24,86 *		30,03			
	Cobre (Cu)	35,29 ^{ns}		41,03			
	S x Cu	65,92 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Mn	Fibra	28,66 bA	30,00 aA	25,33 abA	23,33 bA	22,66 aA	26,00 b
	Lupa	24,66 bA	20,00 bA	20,66 bA	21,33 bA	26,00 aA	22,53 b
	Eucatex	42,66 aA	34,66 aA	32,00 aB	35,00 aB	18,66 aC	32,60 a
	Média	32,00 a	28,22 ab	26,00 bc	26,55 bc	22,44 c	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	6,31 *		23,04			
	Cobre (Cu)	4,37 *		16,63			
	S x Cu	9,96 *		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
Zn	Fibra	57,33 aA	60,0 aA	66,66 aA	54,00 aA	84,00 aA	64,40 a
	Lupa	60,66 aA	62,66 aA	59,33 aA	56,00 aA	56,66 aA	59,06 a
	Eucatex	72,66 aA	64,66 aA	68,66 aA	60,00 aA	54,00 aA	64,00 a
	Média	63,55 a	62,44 a	64,88 a	56,66 a	64,88 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
	Substrato (S)	31,14 ^{ns}		49,16			
	Cobre (Cu)	17,39 ^{ns}		28,62			
	S x Cu	42,93 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 48. Resultados médios da diagnose foliar para os nutrientes boro e enxofre, para a quinta avaliação. Abril/2007.

Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
B	Fibra	1,41 aA	0,97 aA	1,45 aA	1,59 aA	1,48 aA	1,38 a
	Lupa	1,45 aA	1,36 aB	1,41 aA	1,34 aA	1,37 aA	1,39 a
	Eucatex	1,40 aA	1,37 aA	1,38 aA	1,48 aA	1,45 aA	1,41 a
	Média	1,42 ab	1,23 b	1,41 ab	1,47 a	1,43 ab	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	0,27 ^{ns}		19,35			
	Cobre (Cu)	0,22 ^{ns}		16,45			
	S x Cu	0,48 ^{ns}		-			
Nutriente	Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
		1	2	3	4	5	
S	Fibra	1,57 bA	1,56 aA	1,71 aA	1,96 aA	1,88 aA	1,74 a
	Lupa	2,06 abA	2,14 aA	1,97 aA	2,17 aA	1,80 aA	2,03 a
	Eucatex	2,28 aA	1,89 aAB	2,02 aAB	1,63 aB	2,14 aAB	1,99 a
	Média	1,97 a	1,86 a	1,90 a	1,92 a	1,94 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V. (%)				
	Substrato (S)	0,30 ^{ns}		15,40			
	Cobre (Cu)	0,32 ^{ns}		17,35			
	S x Cu	0,67 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 49. Número médio de plantas enxertadas. Março/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	13,66 bA	14,00 aA	15,00 aA	14,00 aA	9,33 bB	13,20 b
Lupa	16,00 aA	15,66 aA	15,33 aA	15,33 aA	15,66 aA	15,60 a
Eucatex	14,33 abA	15,33 aA	14,00 aA	14,66 aA	15,66 aA	14,80 ab
Média	14,66 a	15,00 a	14,77 a	14,66 a	13,55 b	
DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
Substrato (S)	1,62 *	11,02				
Cobre (Cu)	1,05 ^{ns}	7,47				
S x Cu	2,00 *	-				

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 50. Número médio de mudas aptas à comercialização. Julho/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	10,66 bA	11,33aA	10,66 aA	10,66 aA	6,33 bB	9,93 b
Lupa	13,33 aA	12,33 aA	11,00 aA	12,66 aA	13,00 aA	12,46 a
Eucatex	10,66 bA	11,00 aA	10,33 aA	11,66 aA	10,66 aA	10,86 ab
Média	11,55 a	11,55 a	10,66 ab	11,66 a	10,00 b	
DMS ⁽¹⁾		C.V (%)				
Substrato (S)	1,95 ^{ns}	17,40				
Cobre (Cu)	1,46 ^{ns}	13,58				
S x Cu	2,65 *	-				

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 51. Atividade da enzima peroxidase (μmol de H_2O_2 consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para a primeira avaliação. Fevereiro/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	9,68 aAB	7,39 abAB	11,72 aA	6,16 bB	7,70 aAB	8,53 a
Lupa	6,18 aB	12,14 aA	7,56 aAB	12,23 aA	7,73 aAB	9,17 a
Eucatex	8,67 aA	7,23 bA	8,69 aA	9,15 abA	7,19 aA	8,19 a
Média	8,17 a	8,92 a	9,32 a	9,18 a	7,54 a	
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)		
Substrato (S)	1,50 ^{ns}			17,16		
Cobre (Cu)	3,08 ^{ns}			36,99		
S x Cu	4,88 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($P>0,05$).

Quadro 52. Atividade da enzima peroxidase (μmol de H_2O_2 consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para a segunda avaliação. Março/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	12,64 aA	14,18 aA	15,83 aA	12,51 aA	17,34 aA	14,50 a
Lupa	21,60 aA	18,91 aAB	17,35 aAB	15,53 aAB	13,50 aB	17,38 a
Eucatex	14,77 aA	18,84 aA	15,66 aA	13,19 aA	13,10 aA	15,11 a
Média	16,34 a	17,31 a	16,28 a	13,74 a	14,65 a	
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)		
Substrato (S)	9,29 ^{ns}			58,50		
Cobre (Cu)	4,23 ^{ns}			27,77		
S x Cu	9,97 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($P>0,05$).

Quadro 53. Atividade da enzima peroxidase (μmol de H_2O_2 consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para a terceira avaliação. Abril/2007

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	8,86 a A	6,70 aA	8,41 aA	5,27 aA	8,05 aA	7,46 a
Lupa	7,49 aA	8,79 aA	8,44 aA	6,46 aA	6,69 aA	7,57 a
Eucatex	7,08 aA	7,32 aA	6,42 aA	6,06 aA	8,21 aA	7,02 a
Média	7,81 a	7,61 aA	7,76 a	5,93 a	7,65 a	
DMS⁽¹⁾		C.V (%)				
Substrato (S)	1,93 ^{ns}	25,92				
Cobre (Cu)	2,10 ^{ns}	29,45				
S x Cu	3,54 ^{ns}	-				

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($P>0,05$).

Quadro 54. Atividade da enzima peroxidase (μmol de H_2O_2 consumido $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ m.f.), para a quarta avaliação. Maio/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	6,65 aB	5,44 aB	4,18 aB	12,53 aA	6,26 aB	6,99 a
Lupa	8,33 aA	9,25 aA	8,16 aA	5,11 bA	7,92 aA	7,75 a
Eucatex	4,92 aA	8,40 aA	8,94 aA	5,84 bA	4,91 aA	6,60 a
Média	6,63 a	7,70 a	7,09 a	7,79 a	6,37 a	
DMS⁽¹⁾		C.V (%)				
Substrato (S)	2,65 ^{ns}	36,71				
Cobre (Cu)	3,18 ^{ns}	45,91				
S x Cu	5,26 ^{ns}	-				

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($P>0,05$).

Quadro 55. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g⁻¹ amostra), na primeira avaliação. Fevereiro/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	26,31 bB	30,62 aAB	29,32 bB	34,80 aA	27,52 bB	29,72 b
Lupa	32,75 aA	32,32 aA	33,24 abA	32,54 aA	34,02 aA	32,98 a
Eucatex	35,98 aA	33,13 aA	36,70 aA	33,99 aA	33,59 aA	34,68 a
Média	31,68 a	32,02 a	33,09 a	33,78 a	31,71 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	2,00 *		6,09			
Cobre (Cu)	3,04 ^{ns}		9,64			
S x Cu	4,91 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 56. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g⁻¹ amostra), para a segunda avaliação. Março/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	33,03 aA	31,35 aA	32,69 aA	30,03 bA	34,00 aA	32,32 b
Lupa	35,46 aA	31,92 aA	33,91 aA	34,51 abA	34,10 aA	33,98 ab
Eucatex	31,97 aA	34,71 aA	35,88 aA	37,10 aA	36,31 aA	35,20 a
Média	33,49 a	32,66 a	34,16 a	33,88 a	34,97 a	
	DMS ⁽¹⁾		C.V (%)			
Substrato (S)	2,31 ^{ns}		6,76			
Cobre (Cu)	4,05 ^{ns}		12,31			
S x Cu	6,47 ^{ns}		-			

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 57. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g⁻¹ amostra), para a terceira avaliação. Abril/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	36,51 aA	32,11 aAB	32,86 aAB	33,94 aAB	30,90 aB	33,15 a
Lupa	33,60 abA	30,77 aAB	29,95 aAB	29,44 aAB	26,49 aB	30,05 a
Eucatex	28,25 bB	27,90 aB	29,12 aB	34,67 aA	31,16 aAB	30,22 a
Média	32,79 a	30,26 ab	30,64 ab	32,50 ab	29,52 b	
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)		
Substrato (S)	4,72 ^{ns}			14,97		
Cobre (Cu)	3,04 ^{ns}			10,06		
S x Cu	5,95 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).

Quadro 58. Teor total de fenóis (mg ácido gálico g⁻¹ amostra), para a quarta avaliação. Maio/2007.

Substrato	Formas de fornecimento de Cobre					Média
	1	2	3	4	5	
Fibra	33,53 aA	34,33 aA	33,38 aA	31,12 aA	32,95 aA	33,06 a
Lupa	31,12 aA	31,56 aA	31,04 aA	32,77 aA	30,67 aA	31,43 a
Eucatex	35,59 aA	37,10 aA	32,71 aA	33,50 aA	34,20 aA	34,62 a
Média	33,42 a	34,33 a	32,38 a	32,46 a	32,60 a	
	DMS ⁽¹⁾			C.V (%)		
Substrato (S)	3,97 ^{ns}			11,86		
Cobre (Cu)	3,32 ^{ns}			10,35		
S x Cu	5,91 ^{ns}			-		

Formas de fornecimento de cobre: Testemunha (1); Recop (2); Coptrac (3); Cobre Stoller (4); Sulfato de Cobre (5). *Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD). ^{ns} Não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P>0,05).