

LÚCIA MORAES LIRA

**EFEITO DE SUBSTRATOS E DO SUPERFOSFATO SIMPLES NO LIMOEIRO**  
*(Citrus limonia OSBECK CV CRAVO)* **ATÉ A REPICAGEM**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

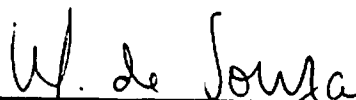
LAVRAS - MINAS GERAIS

1990

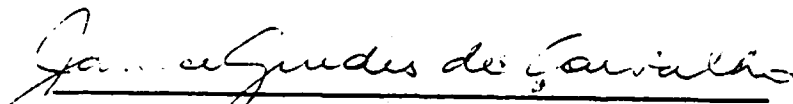


EFEITO DE SUBSTRATOS E DO SUPERFOSFATO SIMPLES NO LIMOEIRO  
(Citrus limonia OSBECK CV CRAVO) ATÉ A REPICAGEM

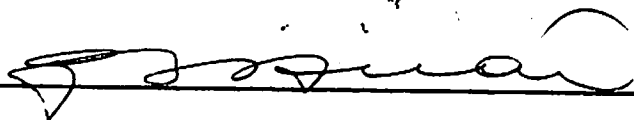
APROVADA: Lavras 29 de Março de 1990



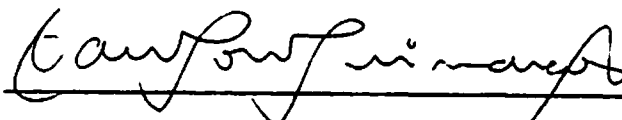
Prof. Maurício de Souza  
(Orientador)



Profª Janice Guedes de Carvalho



Prof. Gilnei de Souza Duarte



Pesq. Paulo Tacito Gontijo Guimarães

À memória de minha mãe Esther,  
força espiritual que conduz  
meus passos

#### HOMENAGEM

Ao meu pai Armando,  
Meus tios e madrasta, Dora,  
José, Digna e Josinete,  
Meus irmãos Carlos Eduardo,  
Normando, Izabella e Amanda  
Carolina,  
Meu sobrinho Allison,  
Pelo amor e incentivo

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras na pessoa do Professor Juventino Júlio de Souza, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), pelo auxílio financeiro na impressão deste trabalho.

À Coordenadoria de Pós-Graduação da ESAL na pessoa do Professor Fabiano Ribeiro do Vale, pelo apoio e incentivo aos pós-graduandos desta instituição.

À Coordenadoria de Pós-Graduação do Departamento de Agricultura na pessoa do Professor Moacir Pasqual, pelo apoio aos pós-graduandos deste departamento.

Ao Orientador - Professor Maurício de Souza, pela paciência na transmissão dos ensinamentos e incentivo ao meu crescimento como profissional.

Ao Professor Gilnei de Souza Duarte pela orientação nas análises estatísticas.

Ao Professor Nilton Curi pela classificação e demais informações sobre o solo utilizado na composição dos substratos.

Aos professores dos departamentos de Agricultura, Solos, Biologia, Ciências Exatas, Economia e Ciência dos Alimentos, pelos ensinamentos transmitidos nas várias etapas do curso.

Aos funcionários do pomar nas pessoas dos senhores Ival de Souza Arantes, José Ribeiro Sobrinho e Guiomar Pinto Ri

beiro, pelo apoio na condução do experimento e demais ensaios durante o curso.

Aos funcionários dos departamentos de Agricultura, Solos, Biologia, Centro de Processamento de Dados. Biblioteca Central e Oficina Gráfica, pela colaboração nas diversas etapas deste trabalho.

Aos colegas do curso de Fruticultura e demais cursos de pós-graduação, Eveline de Souza, Eder Giroto, Sônia Bergamaschi, Giovanina Fontanezzi, Eduardo Arello, Cássia Moraes, Augusto Câmara, Lúcia Cangussu, Cláudio Takeda, Luiza Del Carmen, Lucineudo Freire, Carlos Kurihara, Adriano Tadini, Fernando Leão, Abel Gonzalez, pelo companheirismo e troca de conhecimento.

Às colegas de república Deborah Barroso, Romy Peña, Maria Aparecida Kaneko, Vera Gouveia, Maria Aparecida Vilela, Maria Helena de Freitas e Alaíde Azevedo, pela convivência e companheirismo.

Aos amigos Raunira da Costa Araújo, Arlindo e Sirley Prestes de Lima e Romilson Paes de Miranda, pelo apoio e incentivo nos momentos mais difíceis e pelo carinho compartilhado em todos os momentos do nosso convívio.

A todos enfim,

muito obrigada.

## BIOGRAFIA DA AUTORA

Lúcia Moraes Lira, filha de Armando Ribeiro Lira e Esther Moraes Silva Lira, nasceu no Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, a 03 de maio de 1961.

Iniciou o curso de 1º grau na cidade do Rio de Janeiro em 1970 na Escola Estadual República do Peru, concluindo-o em 1977 na Escola de Aplicação em Campina Grande, Estado da Paraíba.

Cursou o 2º grau no Colégio Diocesano Pio XI no período de 1978 a 1980 em Campina Grande, Estado da Paraíba.

Em agosto de 1981 iniciou o curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal da Paraíba - Campus III em Areia, Estado da Paraíba, concluindo-o em julho de 1986.

Iniciou o curso de pós-graduação a nível de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Lavras, Minas Gerais, em março de 1987, concluindo-o em março de 1990.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	03
2.1. Substratos de Propagação .....	03
2.2. Fósforo no Solo .....	07
2.3. Fertilizantes Fosfatados .....	09
2.4. Nutrição Mineral e Crescimento de Citros .....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.1. Material .....	18
3.1.1. Plantas Avaliadas .....	18
3.1.2. Substratos de Cultivo .....	18
3.1.3. Recipientes de Propagação .....	19
3.1.4. Fertilizantes Aplicados .....	19
3.2. Metodologia .....	19
3.2.1. Delineamento Experimental .....	19
3.2.2. Instalação e Condução do Experimento .....	21
3.2.3. Avaliações .....	22
3.2.4. Análises Estatísticas .....	23
4. RESULTADOS .....	25
4.1. Características Químicas e m.o. determinados nos Substratos aos 135 dias pós-semeadura .....	25
4.2. Teores de Nutrientes na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' aos 135 dias pós-semeadura .....	32
4.2.1. Macronutrientes .....	32



	Página
4.2.2. Micronutrientes .....	39
4.3. Características de Crescimento dos Limoeiros 'Cra vo' .....	43
4.3.1. Altura de plantas, comprimento de raiz, ma téria seca da raiz e matéria seca da parte aérea aos 135 dias pós-semeadura .....	43
4.3.2. Incremento em altura de plantas aos 60, 90 e 120 dias pós-semeadura .....	46
4.3.3. Incremento em diâmetro do caule aos 60, 90 e 120 dias pós-semeadura .....	48
4.3.4. Incremento no número de folhas aos 60, 90 e 120 dias pós-semeadura .....	53
5. DISCUSSÃO .....	57
6. CONCLUSÕES .....	67
7. RESUMO .....	69
8. SUMMARY .....	71
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
APÊNDICE .....	80

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Equações de regressão para teor de P nos substratos $S_1$ , $S_2$ , $S_3$ , $S_4$ , $S_5$ , $S_6$ em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	27
2	Equação de regressão para teor de K nos substratos em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	29
3	Equações de regressão para teor de Ca nos substratos $S_1$ , $S_2$ , $S_3$ , $S_4$ , $S_5$ , $S_6$ em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	30
4	Equação de regressão para teor de Al no substrato $S_5$ em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	31
5	Equações de regressão para pH dos substratos $S_1$ , $S_3$ , $S_4$ , $S_5$ em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura, ESAL, Lavras, 1989 .....	34
6	Equações de regressão para teor de matéria orgânica (m.o.) no substrato $S_6$ em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	35

Figura	Página
7	Equações de regressão para teor de P, Ca e Mg na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 ..... 37
8	Equações de regressão para teor de enxofre na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' dos substratos S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub> , S <sub>3</sub> , S <sub>4</sub> , S <sub>5</sub> , S <sub>6</sub> , em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 ..... 38
9	Equação de regressão para teor de B na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' do substrato S <sub>6</sub> em relação às doses de superfosfato simples (SS) aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 . 41
10	Equações de regressão para teor de Cu na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' dos substratos S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub> , S <sub>3</sub> , S <sub>4</sub> , S <sub>5</sub> , em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura ESAL, Lavras, 1989 ..... 42
11	Equações de regressão para teor de Fe e Mn na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 ..... 44
12	Equação de regressão para teor de Zn na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' dos substratos

## Figura

## Página

	$S_1$ e $S_3$ em relação às doses de superfosfatos simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	45
13	Equações de regressão para matéria seca da raiz e parte aérea dos limoeiros 'Cravo' em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	47
14	Equações de regressão para incrementos em altura nos limoeiros 'Cravo' dos substratos $S_1$ , $S_2$ , $S_4$ , $S_5$ , em relação às doses de superfosfato simples (SS). ESAL, Lavras, 1989 .....	49
15	Equações de regressão para incremento em altura nos limoeiros 'Cravo' dos substratos $S_1$ , $S_2$ , $S_3$ , $S_4$ , $S_5$ , $S_6$ em relação às épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989 .....	50
16	Equações de regressão para incremento em altura dos limoeiros 'Cravo' que receberam doses de superfosfato simples (SS) nos níveis $P_1$ , $P_2$ , $P_3$ , $P_4$ , em relação às épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989 .....	51
17	Equações de regressão para incremento em diâmetro dos limoeiros 'Cravo' dos substratos $S_1$ , $S_2$ , $S_3$ , $S_4$ , $S_5$ , $S_6$ em relação às épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989 .....	52

Figura	Página
18 Equações de regressão para incremento em diâmetro dos limoeiros 'Cravo' que receberam doses de superfosfato simples nos níveis $P_1$ , $P_2$ , $P_3$ , $P_4$ , em relação às três épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989 .....	54
19 Equações de regressão para incremento em número de folhas nos limoeiros 'Cravo' dos substratos $S_1$ , $S_2$ , $S_3$ , $S_4$ , $S_5$ , $S_6$ em relação às épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989 .....	55
20 Equações de regressão para incremento em número de folhas dos limoeiros 'Cravo' que receberam doses de superfosfato simples nos níveis $P_1$ , $P_2$ , $P_3$ , $P_4$ em relação às épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989 .....	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Composição percentual e volumétrica dos Latossolos Vermelho Amarelo húmico (LVh), Latossolo Roxo (LR), vermiculita (VER) e Plantmax para 80cm <sup>3</sup> de substrato. ESAL, Lavras, 1988 .....	20
2	Características químicas e densidade de partículas. ESAL, Lavras, 1989 .....	22
3	Valores médios por substrato para teores de P, K, Ca, Mg, Al, pH e m.o. determinados nas amostras dos substratos aos 135 dias pós- <u>s</u> emeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	26
4	Valores médios por substrato para teores de N, P, K, Ca, Mg, S determinados na m.s. total dos Limoeiros 'Cravo', aos 135 dias pós- <u>s</u> emeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	33
5	Valores médios por substrato para teores de B, Cu, Fe, Mn, Zn, determinados na m.s. total dos Limoeiros 'Cravo', aos 135 dias pós- <u>s</u> emeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	40
6	Valores médios por substrato para altura de plantas, comprimento de raiz e m.s. da raiz e da parte aérea dos Limoeiros 'Cravo' aos 135 dias pós- <u>s</u> emeadura. ESAL, Lavras, 1989 .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

A produção brasileira de suco de laranja concentrado congelado é a primeira na classificação mundial. A exportação deste produto gera ao Brasil recursos de valor aproximado a um bilhão de dólares anualmente. Contudo, a produção de frutos cítricos não se baseia em altos índices de produtividade mas, na expansão das áreas de plantio.

Baseados na baixa produtividade, pesquisadores, técnicos e produtores têm voltado as atenções para uma questão chave da lavoura de citrinas, a qualidade da muda.

Visando melhora da qualidade da muda cítrica, o sistema tradicional de sementeira vem sendo substituído pela semeadura em "bandejas de propagação" removíveis. Este sistema objetiva a compartimentalização de plantas e formação de cavalos com farta rizomassa. Estes objetivos são alcançados pela divisão das bandejas em "células" e pelo despoite natural da raiz pivotante nas bandejas, ocorrendo então maior formação de raízes secundárias. A repicagem dos cavalinhos com torrão provenientes

das "bandejas de propagação", favorece o pegamento dos mesmos em contraposição a repicagem do sistema tradicional de raízes nuas.

A técnica de obtenção da muda com torrão proposta, exige um substrato em que as características químicas e físicas favoreçam a formação de uma rizomassa farta.

No mercado brasileiro há apenas um substrato para "bandejas de propagação" surgido nos últimos cinco anos, o que indica a necessidade de oferta de substratos alternativos.

As características físicas de um substrato dependerão da composição textural. As características nutricionais serão suplementadas pelos componentes do substrato e/ou via adubação.

Respostas à adubação fosfatada favorecendo o crescimento e disponibilidade de nutrientes em mudas cítricas foram constatadas por diversos autores (39, 27, 7, 10, 9). Estes resultados confirmam a maior necessidade do fósforo na fase inicial em face do maior acúmulo de matéria seca, BLACK (4).

Com base no exposto se formula a hipótese que substratos enriquecidos promovem o crescimento inicial do limoeiro 'Cravo' tanto ou mais que o substrato comercial existente.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de substratos e adubação com superfosfato simples no crescimento e nutrição do limoeiro 'Cravo' até o ponto de repicagem.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Substratos de Propagação

Materiais de diferentes origens e a mistura deles, são utilizados para germinação de sementes e enraizamento de estacas. Bons resultados na utilização destes materiais dependem de suas características de firmeza, volume razoavelmente constante quando seco ou úmido, capacidade de retenção de umidade, porosidade de modo que a drenagem seja facilitada permitindo a aeração, boa sanidade, baixo nível de salidade e disponibilidade de nutrientes, HARTMANN & KESTER (18) e BLANC (5).

As propriedades físicas de um meio incluem parâmetros como porosidade total, densidade de massa, proporção do tamanho de partículas, espaços com ar e água, condutividade hidráulica saturada e insaturada, sendo as mais importantes a aeração e conteúdo da solução, TILT & BILDERBACK (44).

Pequenas diferenças nas propriedades físicas dos componentes de uma mistura, resultam numa característica física fi

nal, marcadamente diferente, WHITMEYER & BLAKE (51).

A vermiculita, perlita, casca moída, serragem, solo e outros, são exemplos de materiais utilizados na composição de substratos. São diferenciados pelo material de origem, grau de decomposição, tamanho de partículas, pH, poder tampão, capacidade de troca catiônica (CTC) e capacidade de retenção de umidade, HARTMANN & KERTER (18). O tamanho das partículas do substrato tem relação direta com a retenção de umidade.

A utilização de casca de mamona na mistura com outros materiais para germinação de *Vigna sinensis*, formou uma camada impermeável impedindo a infiltração e retenção de umidade, CASTRO et alii (10). Na mistura de turfa e areia para substrato de tomateiro, a areia melhorou a infiltração e o umedecimento foi mais uniforme, ADAMSON & MASS (1).

Nas formulações compostas por areia, solo e turfa, a areia participa como condicionante físico, o solo e a turfa como retentores de umidade e nutrientes, WHITMEYER & BLAKE (51).

A vermiculita, um material atualmente bastante utilizado nas misturas para substrato é um mineral micáceo que quando expandido possui características de leveza, reação neutra, alta CTC relativa, insolúvel em água e com um conteúdo de magnésio (Mg) e potássio (K) suficiente para suprir a maioria das espécies de plantas, HARTMANN & KESTER (18). O efeito da vermiculita melhorando algumas características da fertilidade de um Latossolo como o pH, teor de Mg e CTC foi verificado por URQUIAGA et alii (46).

Os Latossolos tem sido utilizados como substrato para

germinação e crescimento inicial de porta-enxertos de citrus, (39, 27, 7, 9). Estes solos formam os grandes chapadões de relevo suave, em geral com grandes problemas de fertilidade, exceção para os Latossolos eutróficos cuja tendência cronológica é compensada por fatores muito fortes como clima mais seco ou rocha muito rica em nutrientes como ocorre no norte de Minas e nordeste do Brasil, RESENDE et alii (33).

Os Latossolos caracterizam-se pelo baixo conteúdo de sílica no solo e conseqüentemente ausência de minerais primários pouco resistentes que constituem reserva potencial de nutrientes. Em geral são muito ácidos, apresentam teor uniforme de argila no perfil, estrutura estável, baixa CTC, baixa saturação de bases, alta saturação de alumínio (Al) e manganês (Mn) (não é regra geral), alta concentração de colóides minerais amorfos, alta fixação de fósforo (P), baixa retenção de água e mediana acumulação de matéria orgânica (m.o.) no horizonte superficial, URGUIAGA et alii (46) citando vários autores. No entanto os Latossolos húmicos que ocupam os trechos mais elevados no domínio dos Latossolos, apresentam altos teores de m.o. até grandes profundidades, atribuídos às temperaturas mais baixas, distrofismo acentuado e estabilização da superfície, RESENDE et alii (33).

Maiores taxas de crescimento foram verificadas com a utilização de Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro quando comparadas às taxas de crescimento para Terra Roxa Estruturada, Latossolo Vermelho Amarelo, sendo que para os primeiros, maiores doses de superfosfato triplo foram necessárias, BUENO (7).

Um material alternativo para composição de substratos são as cascas de espécies arbóreas como *Pinus*, abeto e carvalho que apresentam vantagens como disponibilidade, decomposição equilibrada, além de ser fonte renovável, POKORNY & WETSZEIN (30). Contudo a necessidade do uso de casca compostada em relação à casca fresca é ressaltada, visando uma menor liberação de fitotoxinas ou microorganismos patogênicos durante a decomposição, VESCHAMBRE et alii (49), COYBB & KEEVER (12). Em oposição às vantagens que possuem estes materiais, problemas de lixiviação de P e enxofre (S) são relatados por YEAGER & BARRET (52) citando Yeager & Wright (1982) e Marconi (1984) que atribuem o fato à baixa capacidade de adsorção destes.

A utilização de casca de abeto e areia como substrato para *Arctostaphylos densiflora* e *Arctostaphylos* spp, provocou deficiência de cobre (Cu) nestas espécies, provavelmente pela capacidade de complexação que possuem algumas formas de m.o. com relação a este nutriente, VLAMIS & RAABE (50).

A literatura é escassa no relato de trabalhos com misturas alternativas para citrus. Recentemente foram utilizadas nove misturas com diferentes proporções de terra, vermiculita, esterco de galinha, mistura pronta, comparados a uma testemunha com 100% de terra na produção de três variedades porta-enxerto. Os melhores resultados para altura e diâmetro foram obtidos para os substratos com esterco de galinha e vermiculita na composição quando comparado aos substratos com 100% terra ou terra misturada com areia, MATTOS et alii (24).

A utilização de um substrato comercial parcialmente fertilizado formado por casca de *Pinus* moída compostada e vermi

culita, onde aplicou-se 1280 g de  $P_2O_5/m^3$ , obteve-se maiores teores de P e Cálcio (Ca) na matéria seca total e maior crescimento dos limoeiros 'Cravo' em relação aos menores níveis de  $P_2O_5/m^3$ , CAMARGO (8), porém este substrato não foi comparativo a outros.

## 2.2. Fósforo no Solo

Assim como nitrogênio (N), K, Ca, Mg e S, o P é considerado um macronutriente. O P em comparação com o N é mais estável (baixa solubilidade) sendo esta uma causa imediata de deficiência para as plantas, BLACK (4).

No solo o P é classificado nas formas orgânica e inorgânica. A fração orgânica pode estar associada ao húmus ou presente na m.o. não humificada. Os teores de P-orgânico variam de 0,0 - 0,2%. O P-inorgânico ocorre em numerosas combinações com ferro (Fe), Al, Ca, fluor (F). A solubilidade destes compostos varia de pouco solúvel a muito insolúvel. O conteúdo de P-inorgânico no solo é maior do que o P-orgânico, exceção para o P dos solos orgânicos, TISDALE et alii (45).

No solo, o P-orgânico ocorre na forma de ésteres de carboidrato como o fosfato inositol (ácido fítico), nucleotídeos, fosfolipídeos, (6,4,45,21,22,26,25). O restante do P-orgânico se crê ser originado de microorganismos especialmente de paredes celulares de bactérias, as quais contêm um número muito estável de ésteres, TISDALE et alii (45). As duas formas orgânicas de P absorvíveis pelos vegetais são as fitinas e áci-

dos nucleicos que igualmente às formas inorgânicas têm problemas de disponibilidade, BUCKMAN & BRADY (6).

A mineralização do P-orgânico é feita por bactérias, fungos e actinomicetos. Solos virgens, temperaturas acima de 30°C, pH perto da neutralidade são importantes por favorecerem a atividade microbiana, MALAVOLTA (21).

O P dissolvido na solução reage com constituintes do solo para formar compostos menos solúveis. Basicamente, as reações de precipitação-dissolução, adsorção-dessorção, imobilização-mineralização, explicam a formação destes compostos, TISDALE et alii (45). Em pH baixo formam-se compostos de Fe e Al, pH acima de 7,0 condiciona a formação de compostos de difícil solubilidade, sendo a faixa de pH 6-7 favorável à disponibilidade de P, BUCKMAN & BRADY (6) e TISDALE et alii (45). A fixação é o termo frequentemente utilizado para descrever tanto as reações de adsorção como as reações de precipitação.

Componentes do solo como minerais de argila, cátions trocáveis, carbonato de cálcio, nível de m.o. interação com a argila, além de fatores como propriedades dos fertilizantes, pH do sistema, conteúdo da solução, temperatura e tempo de reação, são os principais condicionantes da fixação, VELAYUTHAM (48).

A fixação biológica do P-mineral, ocorre nos solos pela absorção deste por microorganismos convertendo-o em P-orgânico, fato que ocorre em toda faixa de pH, BUCKMAN & BRADY (6), MELO et alii (26).

Os solos brasileiros, notadamente os solos da região de cerrado, apresentam elevada capacidade de fixação de P. Toda

via é importante salientar o fato de que a fixação do P não significa perdas irreversíveis deste nutriente. Grande parte do P fixado, passa à solução do solo com o correr dos anos e pode ser aproveitada pelas culturas, LOPES (20). A fixação do ion fosfato pelos solos, não inutiliza o P para a planta, torna-se apenas um obstáculo ao seu aproveitamento, MALAVOLTA (21).

O movimento do P no solo é bastante lento e de maneira geral permanece onde foi adicionado por intemperização dos minerais ou por adubação. A erosão superficial, LOPES (20), GOEDERT & SOUSA (16) e remoção pelas culturas são as únicas formas significativas de perdas de P, LOPES (20).

Os dois mecanismos de contato que contribuem para a absorção de P pelas culturas são a difusão e fluxo de massa; a contribuição do fluxo de massa para a nutrição fosfatada das culturas em solos fertilizados e não fertilizados é respectivamente de 20 e 1%, TISDALE et alii (45).

A difusão, principal mecanismo de suprimento de P, é condicionada pelo gradiente de concentração entre a superfície da raiz e solução do solo, OLSEN et alii (28, 29). A porcentagem de volume do solo ocupado pela água, tortuosidade da via de difusão, capacidade tampão do P no solo, temperatura, são fatores que podem afetar a difusão, TISDALE et alii (45).

### 2.3. Fertilizantes Fosfatados

O fosfato de rocha é o material básico usado na fabricação de praticamente todos os fertilizantes fosfatados. Em al-

guns países, o pó finamente moído é utilizado como adubo, sendo no entanto uma fonte lentamente disponível. Os fertilizantes fosfatados classificam-se em obtidos à partir de tratamento com ácido ou termicamente. Dentre os fertilizantes fosfatados tratados com ácido, está o superfosfato simples que contém cerca de 20% de  $P_2O_5$ , LOPES (20).

O superfosfato simples (SS) é composto de fosfato monocálcico e sulfato de cálcio (gesso) na relação 1:2. Contém ainda, pequenas quantidades de fosfato bicálcico e tricálcico. Fosfato, mono, bi e tricálcico são respectivamente solúveis em água e citrato de amônio e insolúvel em água e citrato de amônio. Além de P este fertilizante possui aproximadamente 28% de CaO e 12% de S, MALAVOLTA (21) e GOMES (17).

O uso eficiente de fertilizantes fosfatados está ligado à aplicação de uma dose que represente o melhor retorno em termos de produção, maior retorno por unidade de P aplicado, GOEDERT & SOUZA (16).

Por não se perderem facilmente no solo e pelo excelente efeito residual que possuem os fertilizantes fosfatados, GOEDERT & SOUZA (16), a aplicação de doses mínimas destes fertilizantes não se justifica. Aspectos como diminuição das associações micorrízicas em substratos fumigados e baixa fertilidade natural dos solos com relação ao P, justificam a utilização de quantidades elevadas destes fertilizantes, CARVALHO (9).

A granulação de adubos e aplicação localizada diminuem o volume de solo com o qual o adubo reage, porém a melhor exploração de raízes em absorver o nutriente se dá com a aplica



ção incorporada, GOEDERT & SOUZA (16). A aplicação incorporada em sementeira de limoeiro 'Cravo' utilizando 3 vezes mais adubo que a aplicação localizada, proporcionou valores máximos de crescimento 1,64 vezes maior, CARVALHO (9). A maior eficiência do método de aplicação é função do estado de fertilidade do solo e da dose aplicada de fertilizante, GOEDERT & SOUZA (16).

Resultados experimentais fornecem dados para recomendação de adubação.

A aplicação incorporada de 1280 g de  $P_2O_5/m^3$  em Latos solo, SILVA (39), NICOLI (27) e substrato composto por casca de Pinus e vermiculita, CAMARGO (8), proporcionou taxas máximas de crescimento de limoeiros 'Cravo'.

Taxas máximas de crescimento foram verificadas com aplicação de 3724 g de  $P_2O_5/m^3$ , CARVALHO (9) em sementeira tendo como substrato um Latossolo Vermelho Escuro textura muito argilosa, fase cerrado.

Recomendação de 1300 g de  $P_2O_5/m^3$  em sementeira é feita pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (11).

As respostas à adubação fosfatada na fase inicial de crescimento confirmam a maior necessidade nesta fase, BLACK (4).

#### 2.4. Nutrição Mineral e Crescimento de Citros

A função básica do P na planta é a participação em compostos ricos em energia como o ATP. O ATP por sua vez fornece energia aos processos endergônicos como reações de síntese e

de óleos e gorduras, trabalho mecânico e absorção salina, (41, 4, 21, 22).

Duas formas são basicamente absorvidas pelas plantas a saber, o  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$  que estão presentes na solução e dependem do pH. O pH 7,2 determina absorção das duas formas em iguais proporções, abaixo deste valor  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  é absorvido em maior quantidade e acima de 7,2  $\text{HPO}_4^{2-}$  é mais absorvido, TISDALE et alii (45) e MALAVOLTA (22).

A superfície de absorção de P pelas raízes é o tecido novo da região meristemática, seguida de uma região de menor acumulação e logo após a região dos pêlos absorventes. Decorre disto a necessidade de reposição de P no solo, onde as raízes ativas estão se desenvolvendo, TISDALE et alii (45). Os pêlos absorventes podem aumentar a superfície de absorção da raiz de 5-20 vezes, Meyer e Anderson citados por OLSEN et alii (28).

Espécies e variedades, diferem quanto ao aproveitamento do P disponível, SANCHEZ (36) e GOEDERT & SOUZA (16). A baixa eficiência na utilização do P pela planta é considerada o maior problema da fertilização fosfatada, OLSEN et alii (29). Mecanismos como comprimento da raiz determinando uma maior superfície de absorção, compostos exudatos da raiz modificando o pH da rizosfera, presença de micorriza e as relações entre taxas de absorção, translocação e crescimento, parecem explicar a maior ou menor eficiência na utilização do P disponível, SALINAS & SANCHEZ (35).

A adubação fosfatada é importante em citros nas fases de sementeira e pomares adultos, influenciando as característi-

cas químicas do solo, teores foliares de macro e micronutrientes e crescimento.

A adubação com doses crescentes de diferentes fontes de  $P_2O_5$ , aumentou o teor de P disponível no substrato na fase inicial de crescimento, (39, 27, 7, 9, 8); pomar em crescimento, SOUZA (42) e plantas adultas, REUTHER et alii (34). Estes resultados devem-se a fatores como baixos teor inicial, pH do solo, OLSEN et alii (29), maior teor total de  $P_2O_5$  presente na fonte utilizada, SILVA (39) e CAMARGO (8), modo de aplicação e quantidade aplicada, CARVALHO (9) e eficiência do estrator na determinação do P disponível, SILVA (39) e CAMARGO (8).

Diferentes resultados foram observados com relação ao teor de K existente no substrato quando aplicadas doses crescentes de fertilizante fosfatado. Alguns autores mencionam o efeito favorável do superfosfato triplo (ST), pela liberação do K para a solução, com ocupação das cargas positivas do solo pelo Ca existente neste adubo, BUENO (7). A utilização de diferentes fontes de P, promoveu a diminuição no teor de K analisado justificada pela competição entre o Ca existente na fonte de P e este nutriente, NICOLI (27). Não foi observado efeito das doses crescentes de P no teor de K disponível em sementeira, CARVALHO (9), bandejas de propagação, CAMARGO (8) e vasos, FONTANEZZI (14).

Resultados para Ca trocável no substrato indicam que fontes de P que possuem Ca na sua composição, promoveram aumentos no teor deste nutriente no solo, (42, 39, 27). A eficiência das fontes utilizadas, dependem da solubilidade do Ca existen-

te, porém diferenças entre doses não foram verificadas em substrato com elevado teor de m.o., indicando uma possível mineralização do Ca presente nesta, CAMARGO (8).

Não foi constatado efeito de doses crescentes de superfosfato simples no teor de Mg disponível no substrato constituído por Latossolo ou composto orgânico provavelmente pelo alto teor disponível inicialmente e pela ausência deste nutriente no fertilizante, CARVALHO (9), CAMARGO (8). Em Latossolo Roxo porém, adubado com ST, o aumento da CTC efetiva, proporcionado pelas doses crescentes do adubo, pode ter retido alguma porção de Mg, diminuindo a perda por lixiviação, (6, 36, 7). Aumentos no teor de Mg foram verificados nas camadas 0-20 e 20-40 com a utilização de doses crescentes de superfosfato simples em pomar adulto, SOUZA (42).

Com relação ao teor de Al trocável e pH do solo, as doses crescentes de diferentes fontes de adubo fosfatado têm se mostrado eficiente em diminuir o teor de Al trocável, (39, 27, 7, 9) e aumentar o pH, SILVA (39), NICOLI (27). Este efeito é atribuído ao Ca presente nestes fertilizantes e sua capacidade de favorecer a precipitação do Al deslocando-o da CTC, NICOLI (27) e BUENO (7). A aplicação incorporada favorece este efeito, CARVALHO (9). Com relação ao pH, o efeito de doses é condicionado pela concentração e solubilidade do Ca contido nas diferentes fontes, SILVA (39). Em substratos ricos em m.o., o poder tampão evitando mudanças de pH pode ser mais efetivo que as doses crescentes de fosfato, CAMARGO (8).

A aplicação de doses crescentes de diferentes fontes de

P, diminuiu o teor foliar de N em diferentes porta-enxertos, (39, 27, 14) e em pomar com plantas em crescimento, SOUZA (42) ou não teve efeito, (7, 9, 8). A diminuição no teor é justificada por uma possível inibição competitiva entre a forma nítrica aplicada e o íon fosfato, SILVA (39), ou efeito diluição, NICOLI (27) e FONTANEZZI (14). O teor de m.o. no substrato pode proporcionar quantidades de N suficientes às plantas, KIEHL (19) e CAMARGO (8). No entanto interação sinérgica entre N e P é indicada por SILVA & FARIA (40) a nível de absorção com modificações na interface solo-raiz. Dados de produção evidenciando a interação sinérgica entre N e P na cultura do milho, foram verificados por RAIJ (31).

Todas as fontes de P aplicadas em doses crescentes têm se mostrado eficientes em aumentar o teor de P na matéria seca de porta-enxertos de citrinas, (39, 27, 7, 9, 8, 14) e em plantas em crescimento, SOUZA (42). A maior ou menor eficiência das diversas fontes depende das características solubilidade e concentração, SILVA (39) e NICOLI (27).

O teor de K na matéria seca total de porta-enxertos teve influência diferenciada com relação às doses de SS e ST. Nos casos em que não foi observado efeito de adubo, atribui-se a um teor alto inicial de K no substrato, SILVA (39) e CAMARGO (8). A diminuição no teor de K na matéria seca pela aplicação de fontes de P que possuem Ca, deve-se ao efeito antagônico entre Ca e K ou às maiores taxas de crescimento observadas, causando um efeito diluição do K, (7, 9, 8, 14).

As fontes fosfatadas que possuem Ca nas suas composi-

ções foram eficientes em aumentar o teor de Ca na matéria seca total, quando aplicadas em doses crescentes no cultivo inicial de diferentes porta-enxertos em sementeiras, vasos ou bandejas de propagação ao se utilizar diferentes substratos, (39, 27, 7, 9, 8, 14).

Efeito de doses crescentes das diferentes fontes de P no teor de Mg matéria seca total dos porta-enxertos de citros não se verificou, CARVALHO (9) e CAMARGO (8) ou causaram diminuição no teor de Mg, BUENO (7) e FONTANEZZI (14). No segundo caso atribui-se ao Ca como sendo antagônico à absorção de Mg. Contudo um resultado onde as doses crescentes de SS favorecendo o aumento no teor de Mg da matéria seca foi verificado, justificado pelo efeito sinérgico entre o P e Mg, NICOLI (27).

A presença de S na composição do SS favoreceu o aumento deste nutriente na matéria seca total, (39, 7, 9). O ST que não contém S, também promoveu aumentos destes nutrientes, provavelmente pela presença de P e Ca que favorecem a atividade microbiana do solo decorrendo disto a liberação de S, BUENO (7) e SANTOS et alii (37). A m.o. do substrato pode suprir o S de forma que o efeito da adubação não se manifesta, CAMARGO (8).

De um modo geral tem sido constatado que as aplicações de adubos fosfatados provocam diminuição no teor de micronutrientes da matéria seca total de porta-enxertos cultivados em diferentes substratos e sistema de propagação. As causas dessas diminuições são explicadas pelos efeitos antagônicos do P, Ca e S na absorção de B por competição, SILVA (39) antagonismo entre P e Fe, CARVALHO (9), antagonismo P e Zn, (7, 29, 22). O

pH do solo tem influência direta na disponibilidade de micronutrientes, SILVA (39) e NICOLI (27). A m.o. na forma de quelados pouco estáveis, pode suprir o Zn e Cu para as plantas, CARVALHO (9) de forma que os efeitos na diminuição destes micronutrientes não se manifestem.

Efeitos positivos nas taxas de crescimento de porta-enxertos cultivados em vasos, sementeiras ou bandejas, tem sido verificados com aplicações de doses crescentes de diferentes fontes de P, (39, 27, 7, 9, 8, 14). A presença de Ca nas referidas fontes, tem sido relatada como de fundamental importância em favorecer neutralização do Al e conseqüente elevação do pH, SILVA (39) e NICOLI (27), proporcionando um melhor desenvolvimento do sistema radicular e exploração da massa do solo. Porém doses excessivas podem inibir ou acelerar os processos metabólicos das plantas, provocando um desbalanço nutricional devido à absorção em excesso de determinados nutrientes enquanto outros não são absorvidos em quantidades suficientes, BINGHAN et alii (3), BUENO (7), neste caso verificando-se o efeito diluição por vezes constatado.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no período de julho a dezembro de 1988, no setor de Fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras-MG. Lavras está situada a  $21^{\circ}14'06''$  de latitude Sul e  $45^{\circ}00'00''$  de longitude de W.Gr., a uma altitude de 918 m.

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Plantas Avaliadas

As plantas utilizadas para avaliação foram obtidas a partir de sementes de limoeiro (*Citrus limonia* OSBECK cv. Cravo). As sementes foram extraídas de frutos maduros de duas plantas matrizes de porta-enxertos, pertencentes ao pomar da ESAL.

##### 3.1.2. Substratos de Cultivo

Seis substratos foram utilizados para formação das plantas. Um substrato comercial, o Plantmax, composto de vermiculita e casca de Pinus moída, compostada e enriquecida, além



de cinco substratos de composições percentuais diferentes à base de um Latossolo Vermelho Amarelo húmico<sup>(a)</sup> (LVh), Latossolo Roxo (LR) e Vermiculita (VER).

### 3.1.3. Recipientes de Propagação

Os recipientes de propagação foram bandejas de isopor prensado compostas de 128 "células" vazadas de forma piramidal com 3,5 cm x 3,5 cm de boca e 1,0 cm x 1,0 cm de fundo com 12 cm de altura e com capacidade de 80 cm<sup>3</sup> de substrato por célula.

### 3.1.4. Fertilizantes Aplicados

Como fonte de P utilizou-se o superfosfato simples (SS) com 19,72% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em citrato neutro de amônio e água (CNA)<sup>(b)</sup>, contendo ainda 27% de CaO, MALAVOLTA (21) e 17% de S, GOMES (17).

## 3.2. Metodologia

### 3.2.1. Delineamento Experimental

Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso com esquema fatorial 6 x 4 (seis substratos e quatro doses de superfosfato simples), constituindo 24 tratamentos. Os tratamentos foram repetidos 3 vezes totalizando desta forma 72 parcelas.

---

(a) Classificado pelo Professor Nilton Curi do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, Lavras, MG.

(b) Determinação realizada no Laboratório de Análise de Adubos do Departamento de Química da ESAL.

Cinco dos seis substratos de cultivo foram misturas que tiveram como base o LVh nas porcentagens de 20%, 40%, 60%, 80% e 100%, complementadas com diferentes porcentagens de LR e VER. O sexto substrato constituiu-se de 100% do Plantmax, Quadro 1.

QUADRO 1 - Composição percentual e volumétrica dos Latossolos Vermelho Amarelo húmico (LVh), Latossolo Roxo (LR), Vermiculita (VER) e Plantmax, para 80 cm<sup>3</sup> de substrato. ESAL, Lavras, 1988.

Substratos	Composição					
	Percentual (%)			Volume para 80 cm <sup>3</sup>		
	LVh	LR	VER	LVh	LR	VER
1	20	32	48	16,0	25,6	38,4
2	40	24	36	32,0	19,2	28,8
3	60	16	24	48,0	12,8	19,2
4	80	8	12	64,0	6,4	9,6
5	100	0	0	80,0	0	0
6	Plantmax*			80,0		

\* Substrato comercial formado por casca de Pinus e Vermiculita enriquecido de composição percentual desconhecida.

As doses de SS aplicadas tiveram como base a dose média 1,28 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> segundo os melhores resultados de SILVA (39) e NICOLI (27). Adotou-se então os níveis 0,0 (P<sub>1</sub>), 0,64 (P<sub>2</sub>), 1,28 (P<sub>3</sub>) e 5,12 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> de mistura (P<sub>4</sub>).

### 3.2.2. Instalação e Condução do Experimento

Os componentes de cada substrato foram desinfestados com brometo de metila na dose de  $100 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ , permanecendo por 48 horas sob lona plástica e 24 horas expostos ao ar, conforme VANATCHER (47).

A seguir LVh, LR e VER foram medidos e misturados de acordo com suas proporções, Quadro 1. As misturas foram acondicionadas em sacos plásticos, aplicando-se o SS na dose correspondente a cada tratamento. Antes da fertilização cada substrato foi amostrado para análise de fertilidade e densidade de partícula cujos resultados encontram-se no Quadro 2.

O enchimento das bandejas foi feito dentro da casa de vegetação.

As sementes foram tratadas com pentacloronitrobenzeno na dose de 1 g/litro de semente. Foram semeadas três sementes por célula a um cm de profundidade.

O desbaste foi efetuado quando 80% da parcela havia germinado, permanecendo uma planta por célula.

A adubação nitrogenada e potássica foi feita com duas aplicações de Nitrato de Potássio (13% de N e 46% de  $\text{K}_2\text{O}$ ) preparado a 1% (10 g/l) aplicando-se a dose de  $4 \text{ cm}^3$  por célula com auxílio de seringa plástica.

Procedeu-se uma pulverização com Fosetyl-Al a 2,5%, aplicando-se  $2 \text{ l/m}^2$  quando observados os primeiros sintomas de "tombamento" de plantas.

QUADRO 2 - Características químicas e densidade de partícula dos substratos, ESAL, Lavras, 1988.

Substratos	P ppm	K ppm	Ca — meq/100 cm <sup>3</sup> —	Mg — meq/100 cm <sup>3</sup> —	Al	H+Al — % —	V %	pH	m.o. %	D.Part g/cm <sup>3</sup>
1	5	366	3,8	4,0	0,2	6,3	59	5,7	3,6	2,81
2	7	318	3,4	2,7	0,2	8,2	46	5,6	4,7	2,47
3	10	228	3,1	2,5	0,4	9,9	39	5,2	5,3	2,67
4	10	148	3,0	1,6	0,6	10,9	32	5,3	5,6	2,50
5	13	137	2,4	1,0	0,8	12,5	24	4,9	5,7	2,56
6	768	900	16,6	9,5	0,9	18,8	61	5,1	28,5	1,18

Determinações realizadas no Departamento de Ciências do Solo da ESAL

### 3.2.3. Avaliações

Os diâmetros do caule, número de folhas e altura de plantas, foram avaliados aos 60, 90 e 120 dias pós-semeadura.

As matérias secas da raiz e parte aérea e comprimento de raiz foram determinadas aos 135 dias pós-semeadura, ocasião em que 80% das plantas do melhor tratamento atingiram a altura de repicagem, 10 cm.

As avaliações de altura de plantas, diâmetro do caule e número de folhas foram feitas tomando-se 32 plantas por parcela. A altura de plantas foi determinada com régua milimétrica medindo-se do colo até a gema apical. O diâmetro, determinado a um cm do dolo com paquímetro. A contagem do número de folhas foi feita partindo-se da folha basal até a última folha aberta.

Aos 135 dias colheu-se os "cavalinhos" com torrão utilizando-se uma espátula metálica para facilitar a separação entre o substrato e as laterais da "célula". Procedeu-se o destorroamento de 20 plantas medindo-se altura da planta e comprimento de raiz. Em seguida as plantas foram separadas na região do colo em raiz e parte aérea e estas lavadas em água corrente e destilada. Após a lavagem, o material foi acondicionado em saco de papel e seco em estufa com circulação de ar forçada e temperatura de 75°C por 48 horas, período em que atingiu peso constante, determinando-se logo após a m.s. da raiz e parte aérea em balança eletrônica.

O material foi moído e acondicionado em vidros temperados. Determinou-se os teores de nutrientes com base na matéria seca da raiz e da parte aérea. O N foi determinado pelo método Kjeldahl; B e P por calorimetria com molibdato e vanadato de amônio; o K por fotometria de chama, o S por turbidimetria e o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica através da digestão das amostras com ácido nítrico-periclórico, conforme SARRUGE & HAAG (38).

Foram coletadas amostras do substrato de cada tratamento para análise de fertilidade aos 135 dias pós-semeadura.

#### 3.2.4. Análises Estatísticas

Os resultados foram avaliados através de análises baseadas em modelo matemático apropriado para o delineamento experimental utilizado.

Visando melhor interpretação dos resultados, adotou-se o esquema de parcela subdividida no tempo para as caracte-

rísticas altura, número de folhas e diâmetro. As avaliações foram feitas em 3 épocas (60, 90 e 120 dias) constituindo-se 216 subparcelas na análise destas características.

Todos os dados do experimento foram submetidos à análise de variância com significância pelo teste F aos níveis de 5% de probabilidade.

Para os casos de efeito significativo de níveis de  $P_2O_5$  procedeu-se a análise de regressão onde as equações foram seleccionadas através do Teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados referentes a número de folhas foram transformados para  $\sqrt{x}$ .

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Características Químicas e Matéria Orgânica Determinados nos Substratos aos 135 dias Pós-Semeadura

Os valores médios por substrato para teores de P, K, Ca, Mg, Al, pH e m.o., encontram-se no Quadro 3.

Para o teor de P determinado nos substratos, os valores médios indicam um destaque para o substrato comercial S<sub>6</sub> em relação aos demais.

As equações de regressão para teor de P nos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, em relação às doses de superfosfato simples encontram-se na Figura 1. As equações para S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> são de natureza linear estimando acréscimos de 176.58, 107.03, 123.96, 102.23 ppm no teor de P, a cada kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> aplicado no substrato. A equação de regressão para o teor de P no substrato S<sub>5</sub> é de natureza quadrática estimando um máximo teor de P de 557 ppm, ao nível de 2,33 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> aplicado no substrato.

As médias para teor de K determinado nos substratos mos

QUADRO 3 - Valores médios para teor de P, K, Ca, Mg, Al, pH e m.o. determinados aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

Substrato	Características						
	P ppm	K	Ca	Mg meq/100 cc	Al	pH	M.O. %
1	330,3ab	437,6 b	7,58 b	3,74ab	0,10 c	5,54a	2,77 b
2	231,3 b	414,1 bc	5,75 bc	2,29 bc	0,10 c	5,62a	3,15 b
3	292,1ab	362,7 cd	5,80 bc	1,57 c	0,13 c	5,27 b	4,24 b
4	209,3 b	303,3 d	3,80 c	0,98 c	0,32 b	5,23 bc	4,24 b
5	268,6 b	240,3 e	4,28 c	0,62 c	0,56a	4,73 c	4,28 b
6	398,5a	512,0a	14,7 a	4,23a	0,10 c	5,56a	24,05a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



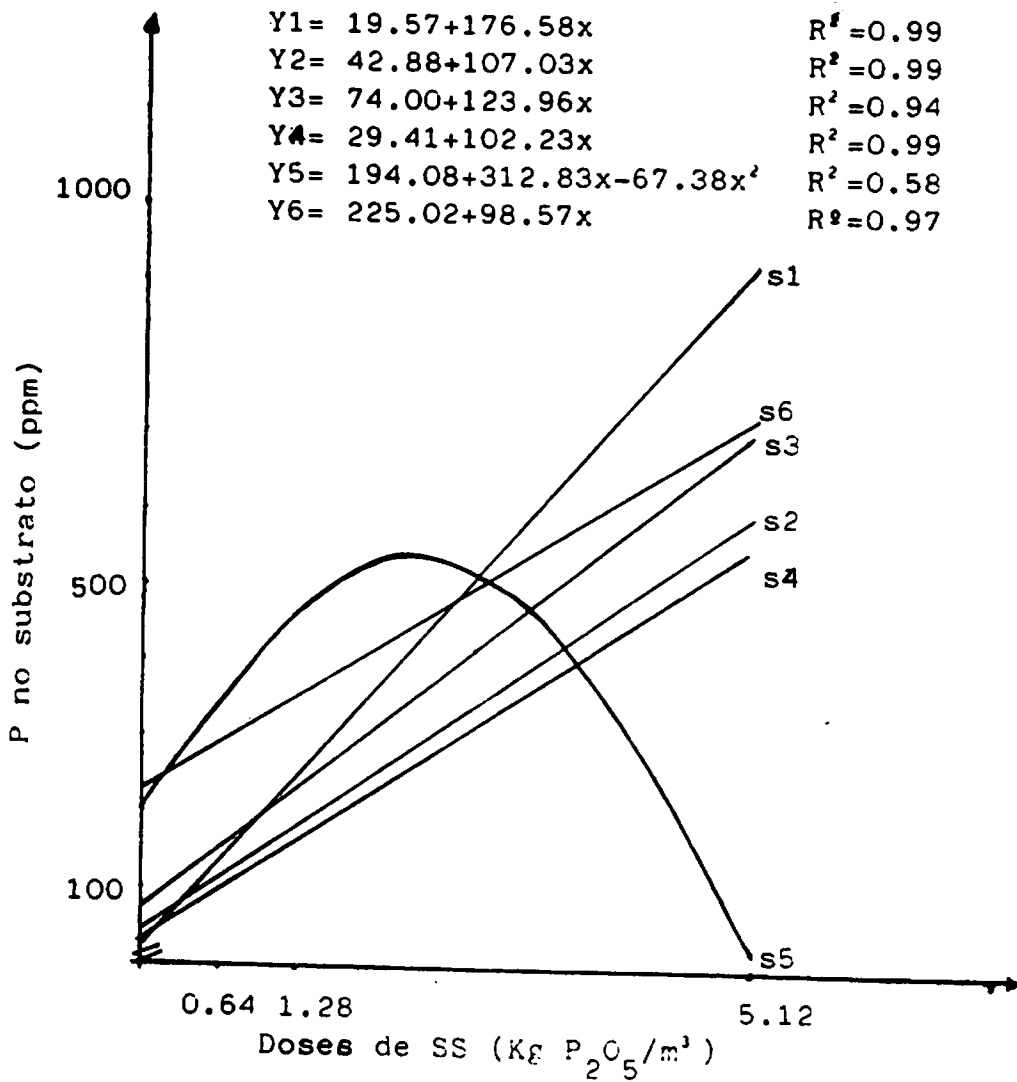


Figura 1 - Equações de regressão para teor de P nos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>6</sub>, em relação às doses de superfosfato simples (SS) aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

tram o maior teor para substrato comercial  $S_6$ , com menores teores observados para os substratos não comerciais  $S_4$  e  $S_5$ .

A equação de regressão para teor de K nos substratos em relação às doses de SS encontram-se na Figura 2. A equação é de natureza linear estimando decréscimo de 9,35 ppm no teor de K a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado no substrato.

Para teor de Ca trocável, as médias indicam o substrato comercial  $S_6$  superior aos demais não comerciais, sendo as menores médias observadas para os substratos  $S_4$  e  $S_5$ .

As equações de regressão para teor de Ca nos substratos  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$  em relação às doses de SS encontram-se na Figura 3. As equações são de natureza linear estimando acréscimos de 2,12, 1,04, 1,06, 0,93, 2,23, 2,09 meq/100 cc no teor de Ca trocável a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado no substrato.

Os valores médios para teor de Mg, apresentaram o substrato comercial  $S_6$  com maior teor, igualando-se apenas ao substrato  $S_1$  dentre os não comerciais.

O maior teor de Al foi determinado no substrato com 100% de LVh  $S_5$  não comercial.

A equação de regressão para teor de Al no substrato  $S_5$  em relação as doses de SS encontram-se na Figura 4. A equação é de natureza quadrática estimando um mínimo teor de Al de 0,22 meq/100 cc ao nível de 3,44 kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado no substrato.

O substrato comercial  $S_6$  e não comerciais  $S_1$  e  $S_2$  apresentaram maiores valores médios para pH, sendo o menor valor médio indicado para o substrato não comercial  $S_5$  composto de 100% de LVh.

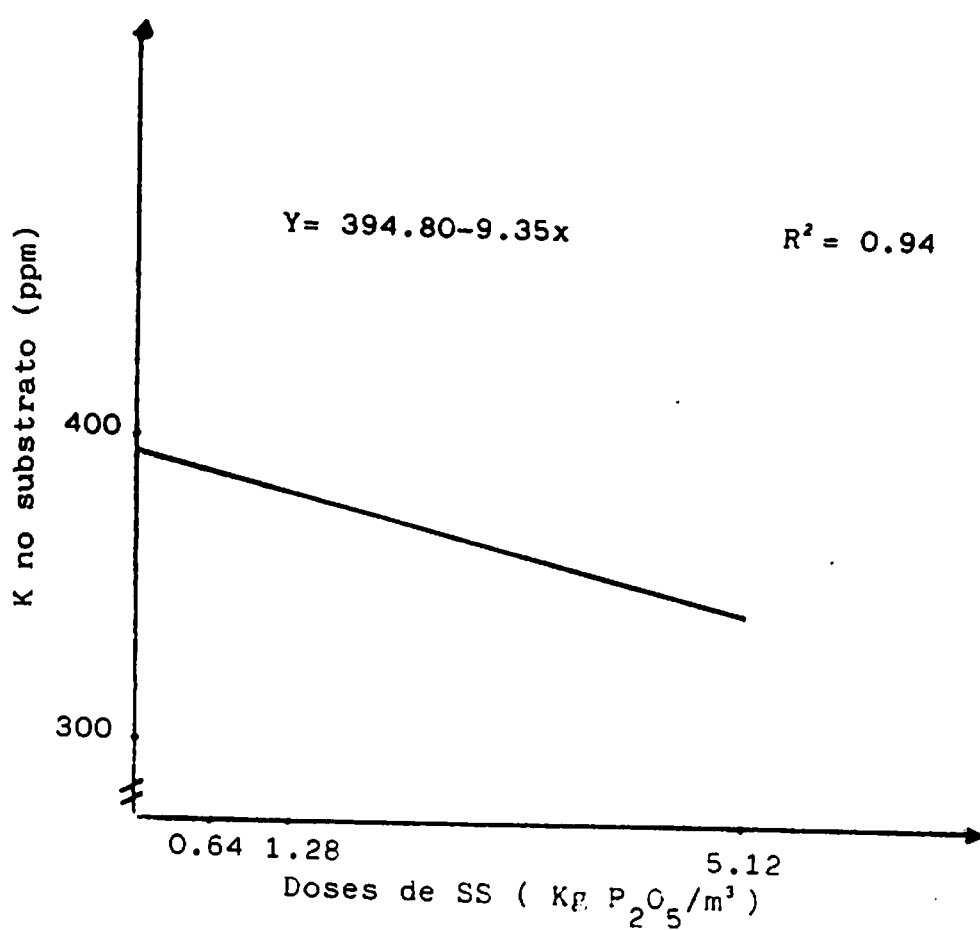


Figura 2 - Equação de regressão para teor de K nos substratos em relação às doses de superfosfato simples (SS) aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

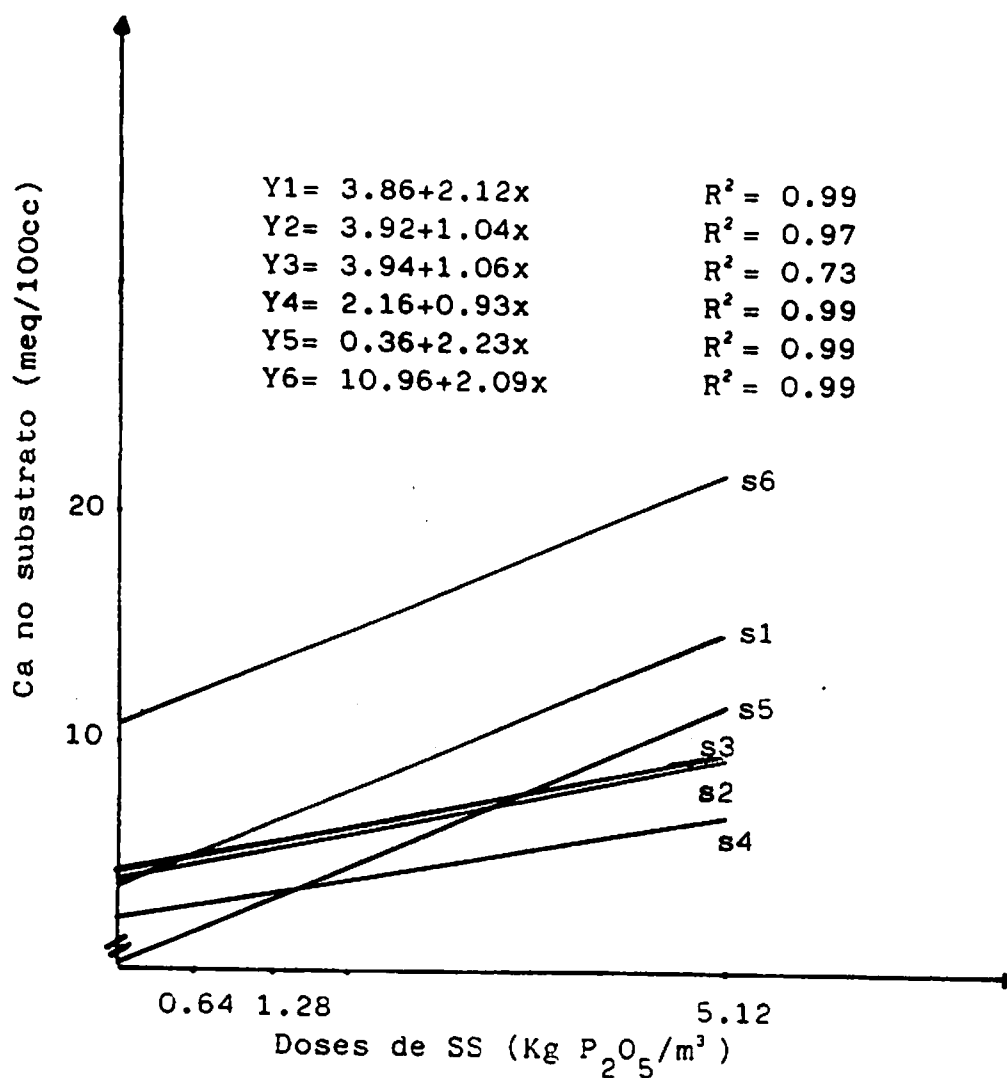


Figura 3 - Equações de regressão para teor de Ca nos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>6</sub>, em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

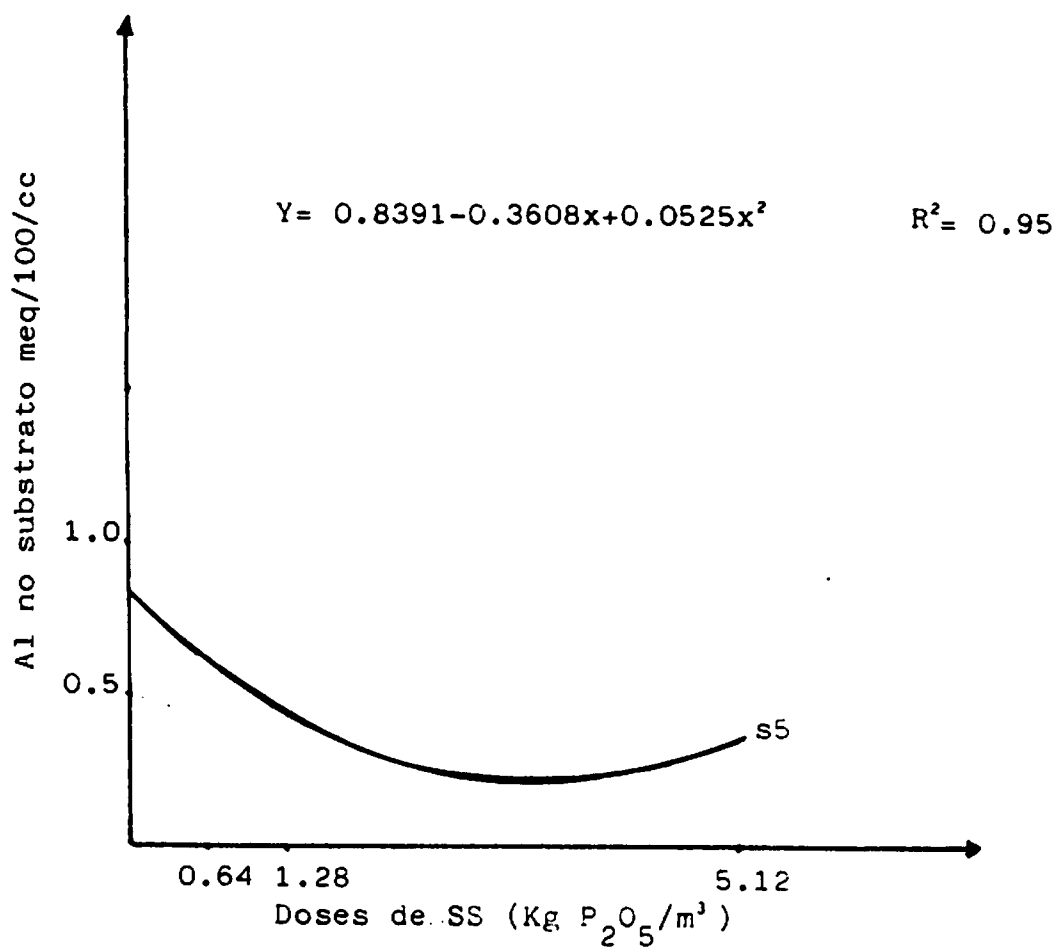


Figura 4 - Equação de regressão para teor de Al no substrato S<sub>5</sub> em relação às doses de superfosfato simples (SS) aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

As equações de regressão para pH dos substratos  $S_1$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  em relação às doses de SS encontram-se na Figura 5. As equações são de natureza linear estimando decréscimo no pH de 0,15, 0,11, 0,11, 0,10 respectivamente para os substratos  $S_1$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado nestes substratos.

As médias para teor de m.o. indicam maior teor para o substrato comercial  $S_6$  em relação aos demais.

A equação de regressão para teor de m.o. em relação às doses de SS encontram-se na Figura 6. A equação é de natureza quadrática, indicando um mínimo teor de 18,26% do m.o. com a aplicação de 2,87 kg de  $P_2O_5/m^3$  de substrato.

#### 4.2. Teores de Nutrientes na m.s. Total dos Limoeiros 'Cravo' aos 135 dias Pós-Semeadura.

##### 4.2.1. Macronutrientes

Os valores médios por substratos para teores de N, P, K, Ca, Mg, S determinados em porcentagens da m.s. total aos 135 dias pós-semeadura encontram-se no Quadro 4.

O teor médio de P na m.s. total das plantas do substrato comercial  $S_6$  foi superior aos valores médios dos substratos não comerciais.

A equação de regressão para teor de P na m.s. total em relação às doses de SS encontram-se na Figura 7. A equação é de natureza linear indicando que a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado espera-se um aumento de 0,018% de P na m.s. total dos limoeiros 'Cravo'.

O valor médio para teor de K na m.s. total do substra

QUADRO 4 - Valores médios por substrato para teores de N, P, K, Ca, Mg e S determinados na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

Macronutrientes	Substratos					
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
N	1,7567a	1,7500a	1,7725a	1,6475a	2,0308a	1,7083a
P	0,2292 b	0,2258 b	0,2067 bc	0,2042 bc	0,1717 c	0,3492a
K	2,1067ab	2,1567a	2,0767ab	2,1067ab	1,9417 b	2,1292ab
Ca	0,9550 c	0,9625 c	1,1075 bc	1,0142 c	1,2275ab	1,3217a
Mg	0,3317 b	0,2542 bcd	0,3017 bc	0,2308 cd	0,1667 d	0,4250a
S	0,1833ab	0,1375 b	0,1492 b	0,1242 b	0,1542 b	0,2267a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

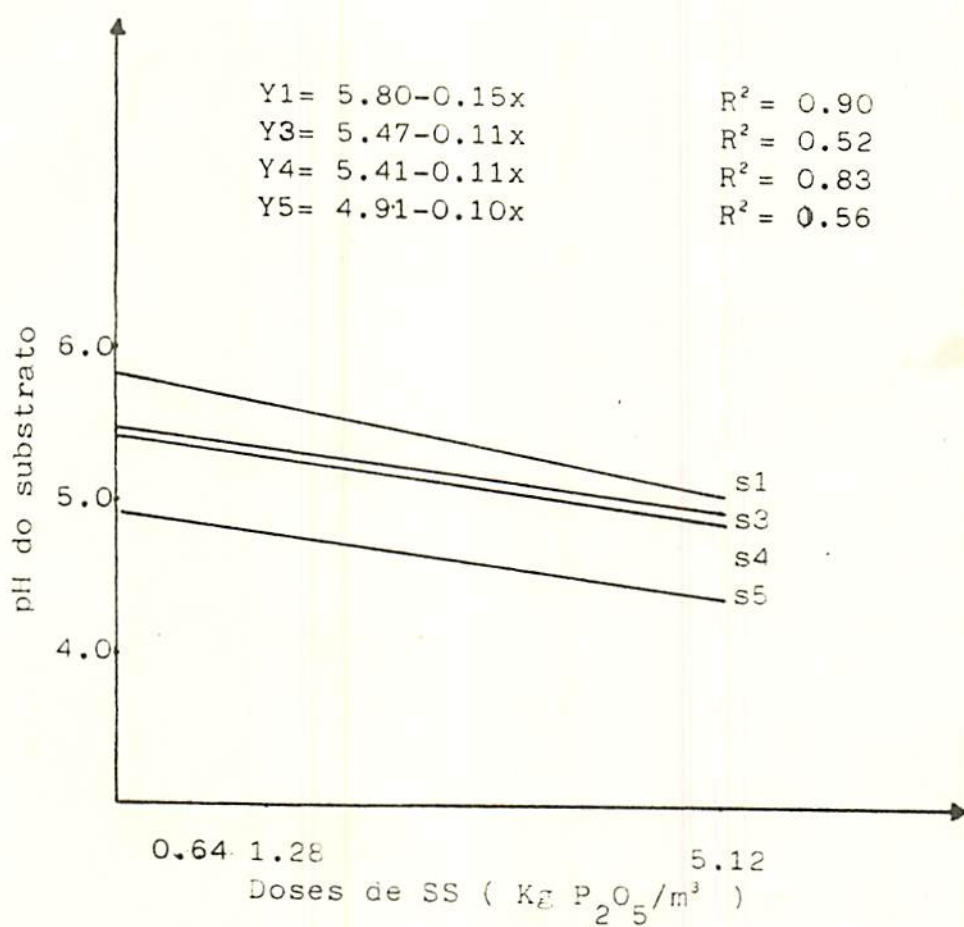


Figura 5 - Equações de regressão para pH dos substratos  $S_1$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.



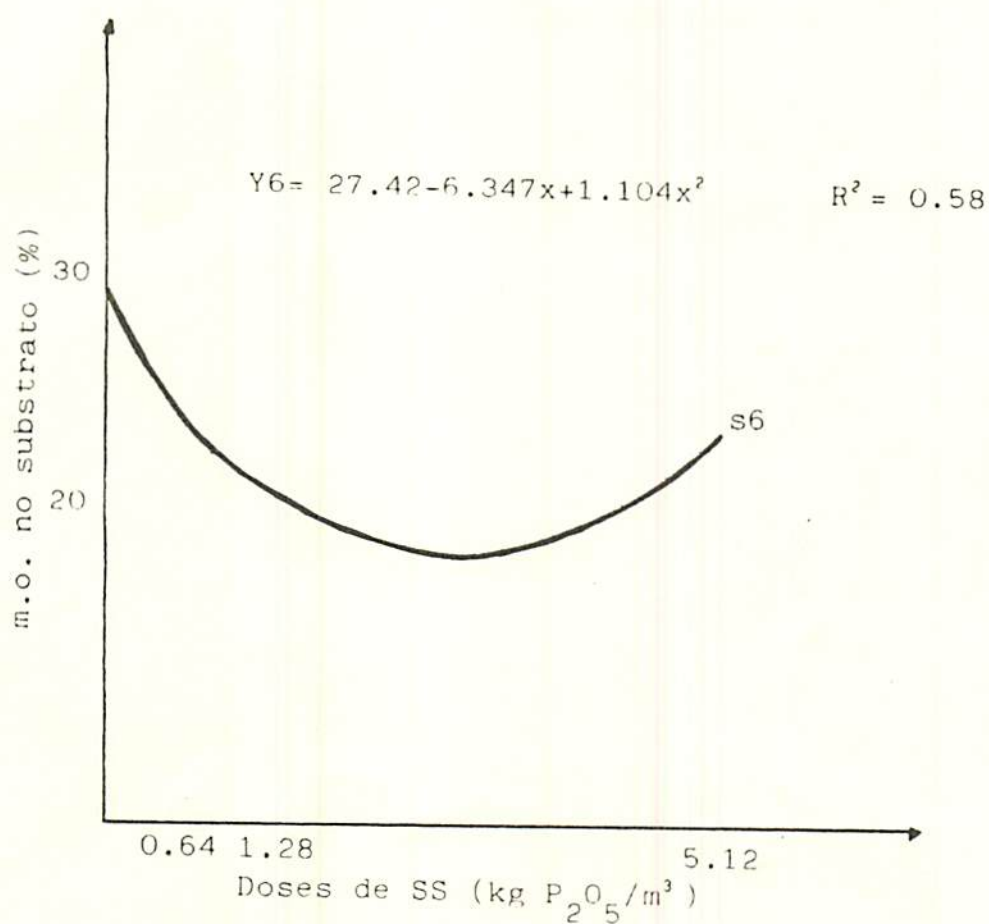


Figura 6 - Equações de regressão para teor de matéria orgânica (m.o.) no substrato S<sub>6</sub> em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

to não comercial  $S_2$  foi superior à média do substrato não comercial ( $S_5$ ) igualando-se porém aos substratos não comerciais  $S_1$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_6$  e comercial  $S_6$ .

Para teor de Ca na m.s. total, observou-se um destaque para o substrato comercial  $S_6$  em relação ao substrato não comercial  $S_5$  e uma superioridade em relação aos demais substratos não comerciais.

A equação de regressão para teor de Ca na m.s. total em relação às doses de SS é de natureza linear e encontram-se na Figura 7. A equação estima que a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado aos substratos espera-se um ganho de 0,18% no teor de Ca.

O maior teor médio de Mg foi verificado para o substrato comercial  $S_6$  em relação aos demais substratos.

A equação de regressão para teor de Mg na m.s. total em relação às doses de SS encontram-se na Figura 7. A equação mostra um decréscimo no teor de Mg de 0,02% a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado nos substratos.

Os valores médios para teor de S na m.s. total, indicam maior teor para o substrato comercial ( $S_6$ ), igualando-se a este apenas o substrato não comercial  $S_1$ .

As equações de regressão para teor de enxofre dos substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$  em relação às doses de SS encontram-se na Figura 8. As equações são de natureza linear e estimam acréscimo de 0,07%, 0,03%, 0,04%, 0,02%, 0,05%, 0,04%, respectivamente para os substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$  a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado.

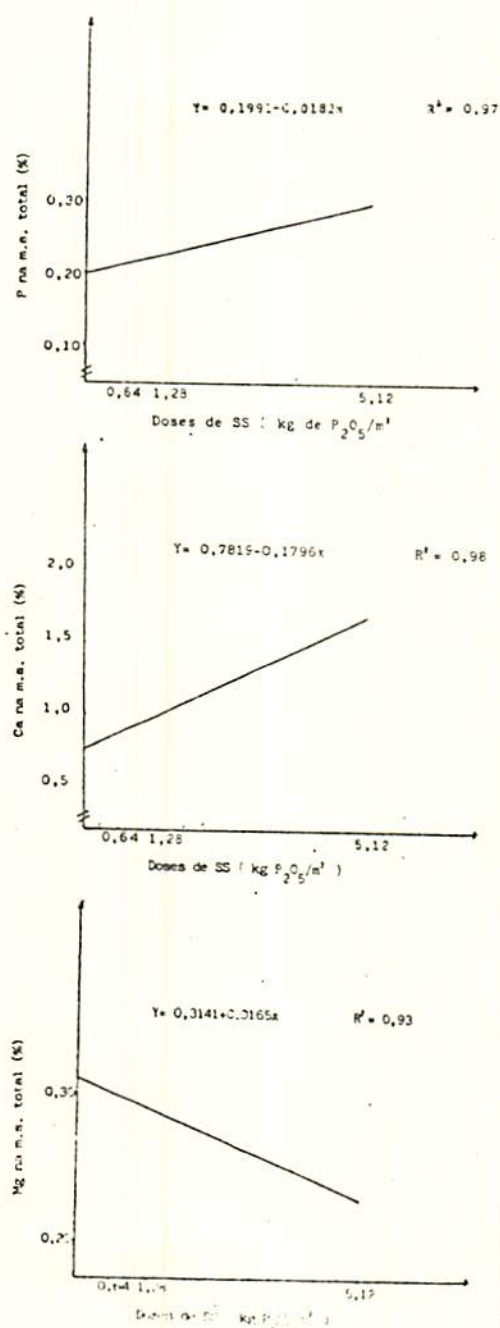


Figura 7 - Equações de regressão para teor de P, Ca e Mg na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

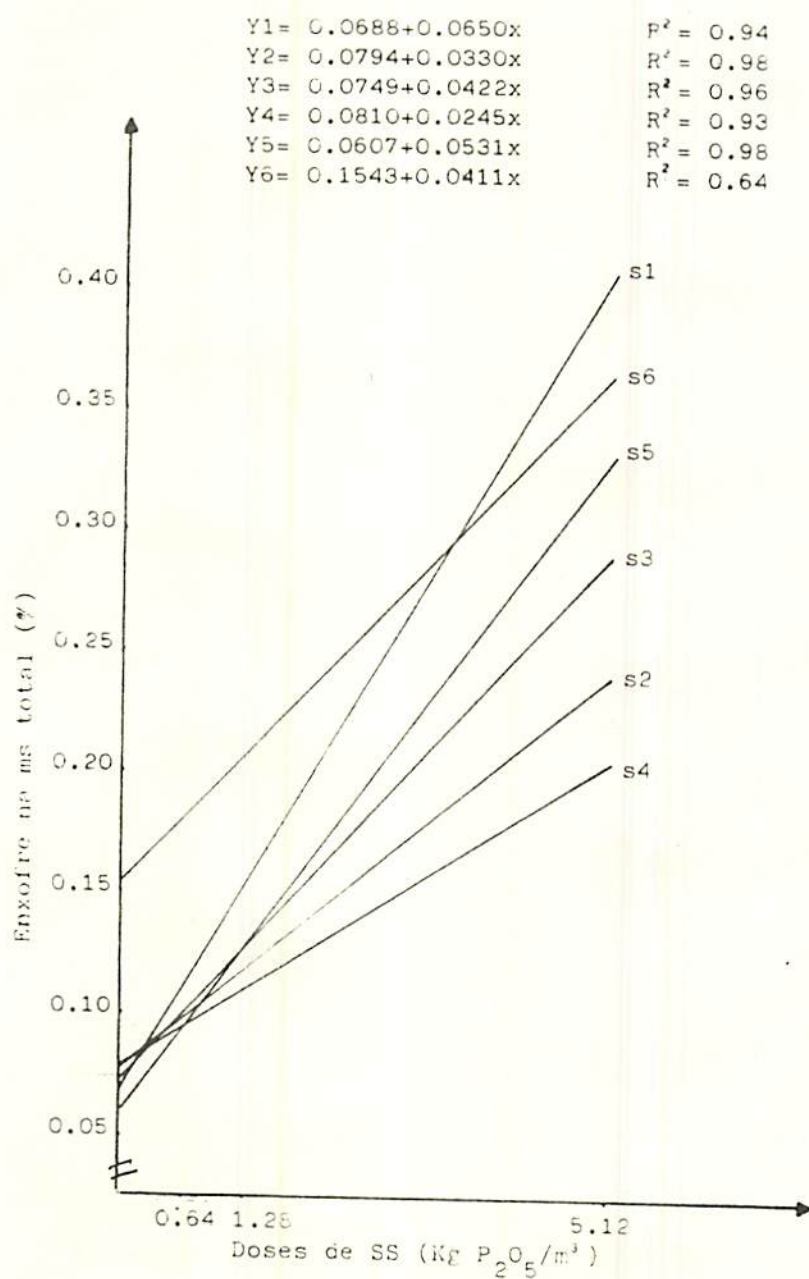


Figura 8 - Equações de regressão para teor de enxofre na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' dos substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$ , em relação às doses de superfosfato simples (SS) aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

#### 4.2.2. Micronutrientes

Os valores médios por substrato para teor de B, Cu, Fe, Mn, Zn determinados nas amostras da m.s. total dos limoeiros 'Cravo' encontram-se no Quadro 5.

→ O maior teor médio de B na m.s. total das plantas foi determinado para o substrato comercial  $S_6$  quando comparado aos demais substratos não comerciais  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ .

A equação de regressão para teor de B na m.s. total do substrato  $S_6$  em relação às doses de SS é de natureza quadrática, estimando um mínimo teor de 22,97 ppm de B ao nível de 3,10 kg de  $P_2O_5/m^3$ , Figura 9.

Todos os substratos não comerciais  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  e  $S_5$  apresentaram maior teor médio de Cu em relação ao teor médio determinado nas plantas do substrato comercial  $S_6$ .

As equações de regressão para teor de Cu na m.s. total em relação às doses de SS para os substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  encontram-se na Figura 10. As equações estimam decréscimos de 1,07, 1,02, 1,01, 1,06, 0,81 ppm no teor de Cu respectivamente para  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  a cada kg de  $P_2O_5$  aplicado.

O menor teor médio de Fe na m.s. total das plantas foi determinado para o substrato comercial  $S_6$ .

A equação de regressão para teor de Fe na m.s. total em relação às doses de SS na Figura 11 é de natureza linear estimando decréscimo de 117,83 ppm a cada kg de  $P_2O_5$  aplicado nos substratos.

O substrato comercial  $S_6$  e não comercial  $S_5$  apresentaram maiores teores médios de Mn na m.s. total das plantas em

QUADRO 5 - Valores médios por substrato para teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn, determinados na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

Micronutrientes	Substratos					
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
B	18,9875 b	17,7375 b	18,6467 b	20,0358 b	21,0950 b	46,2217a
Cu	10,4217a	9,8967a	10,2867a	11,4333a	10,3058a	4,8858 b
Fe	2100,31 a	1875,56 ab	1786,04 abc	1217,31 c	1297,44 bc	481,26 d
Mn	35,4333 c	41,7892 c	73,8767 bc	104,066 b	190,728 a	170,700 a
Zn	30,7825 b	34,4392 b	35,2417 b	36,4117ab	42.2600a	32,4650 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

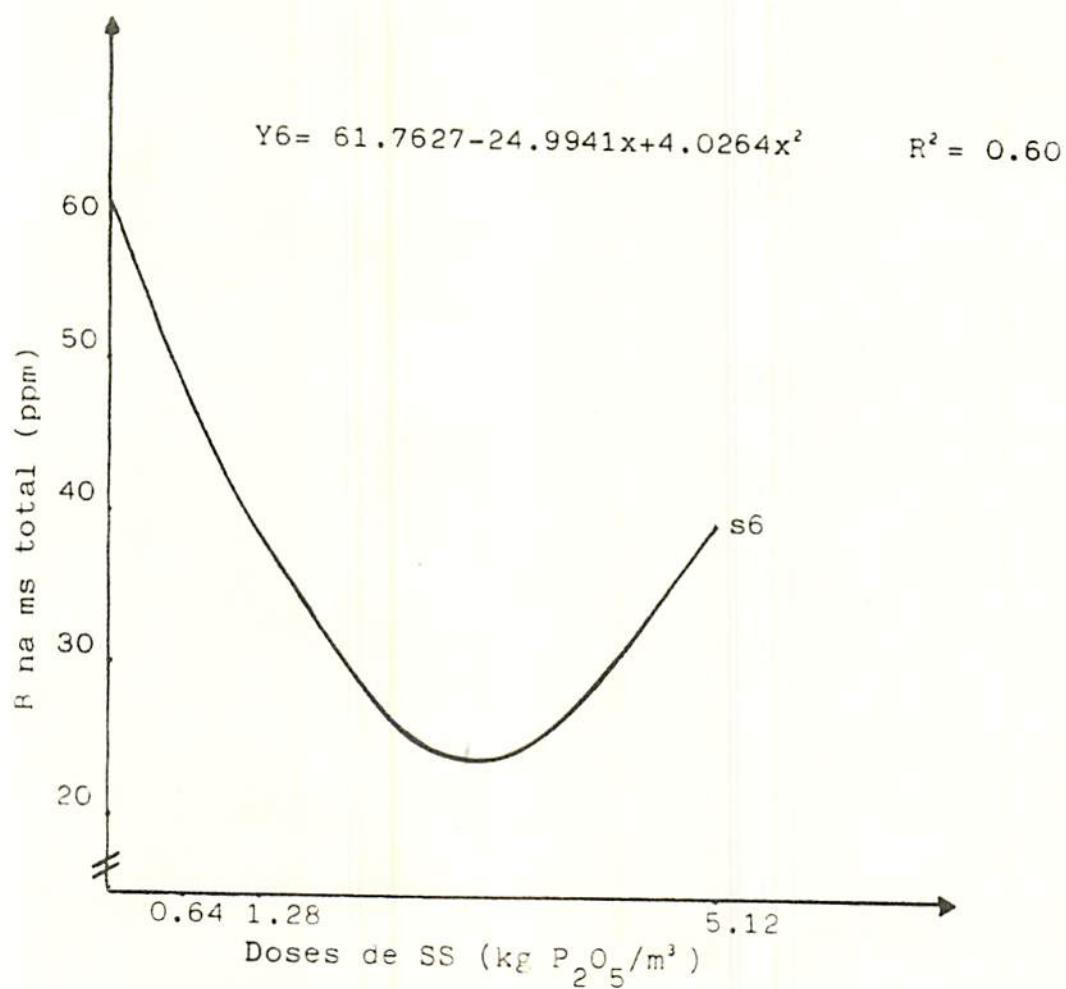


Figura 9 - Equação de regressão para teor de B na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' do substrato S<sub>6</sub> em relação às doses de superfosfato simples (SS) aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

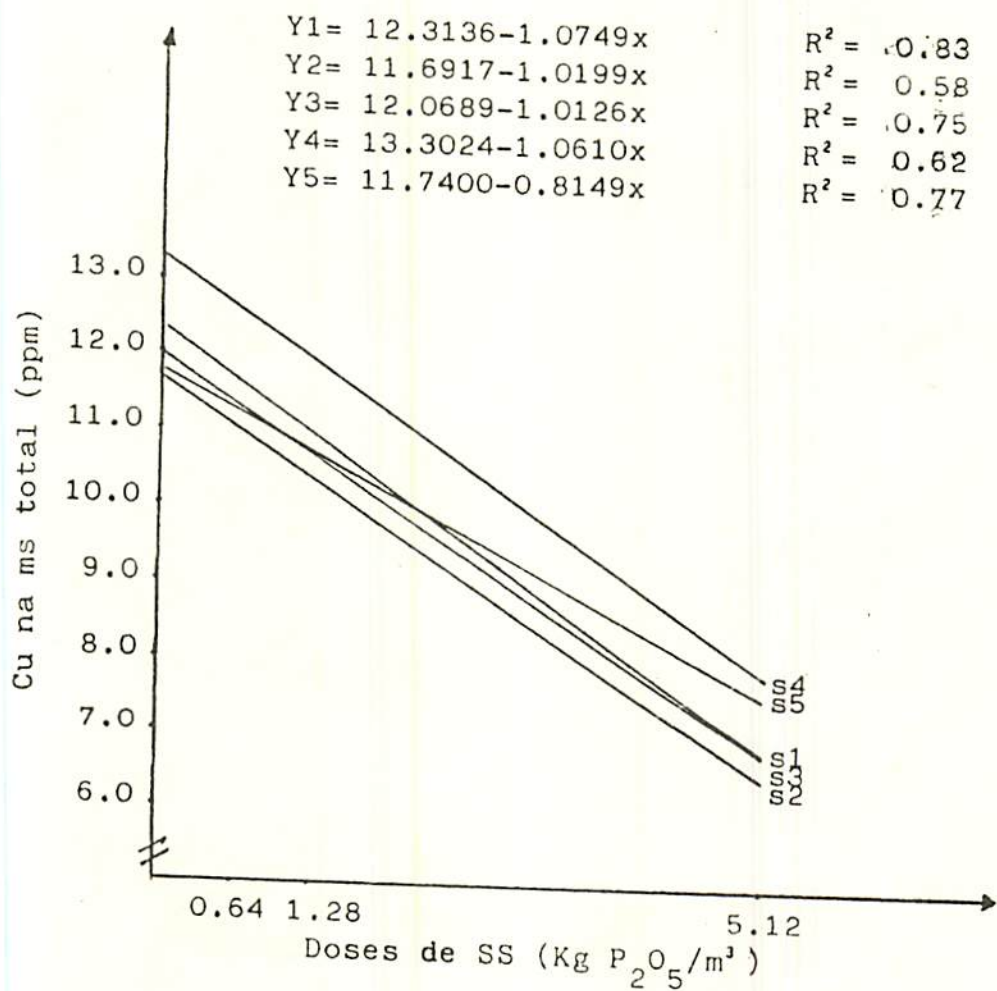


Figura 10 - Equações de regressão para teor de Cu na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' dos substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ , em relação às doses de superfosfato simples (SS) aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.



comparação aos demais substratos não comerciais.

A equação de regressão para teor de Mn na m.s. total em relação às doses de SS encontra-se na Figura 11. A equação é de natureza linear estimando acréscimo de 18,04 ppm no teor de Mn a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado no substrato.

✓ Os valores médios para teor de Zn na m.s. total das plantas, indicam maior teor para o substrato não comercial  $S_5$ .

As equações de regressão para teor de Zn na m.s. total das plantas dos substratos  $S_1$  e  $S_3$  encontram-se na Figura 12. As equações são de natureza linear estimando decréscimos 2,26 e 2,18 ppm respectivamente para  $S_1$  e  $S_3$  a cada kg de  $P_2O_5$  aplicado no substrato.

#### 4.3. Características de Crescimento dos Limoeiros 'Cravo'

##### 4.3.1. Altura de plantas, comprimento de raiz e matéria seca da raiz e parte aérea aos 135 dias pós- -semeadura.

Os valores médios por substrato para altura de planta comprimento de raiz e m.s. da raiz e parte aérea aos 135 dias pós-semeadura encontram-se no Quadro 6.

Os valores médios para altura de plantas indicam o substrato não comercial  $S_1$  inferior aos demais substratos não comerciais  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  e ao substrato comercial  $S_6$ .

O substrato não comercial  $S_5$  apresentou um efeito destacado para comprimento da raiz não havendo no entanto diferença em relação aos demais substratos não comerciais.

Para m.s. da raiz e parte aérea observa-se um desta-

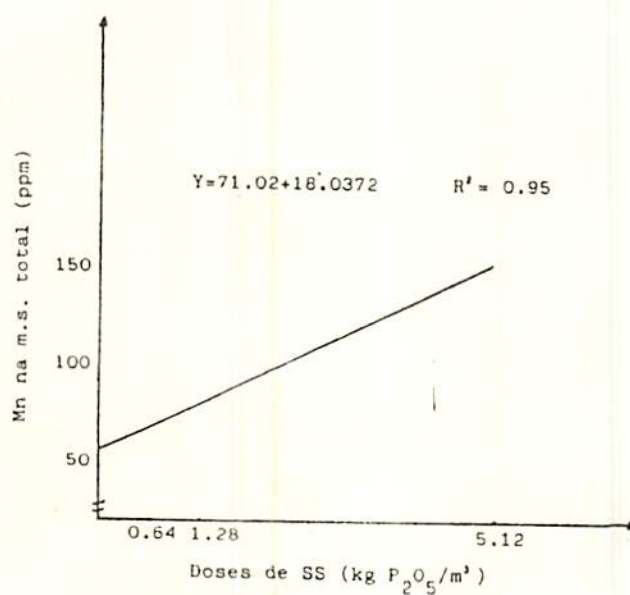
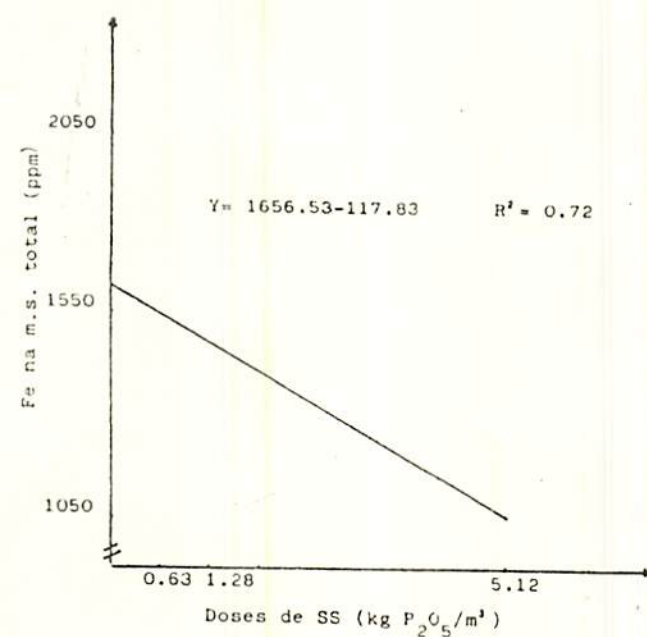


Figura 11 - Equações de regressão para teor de Fe e Mn na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

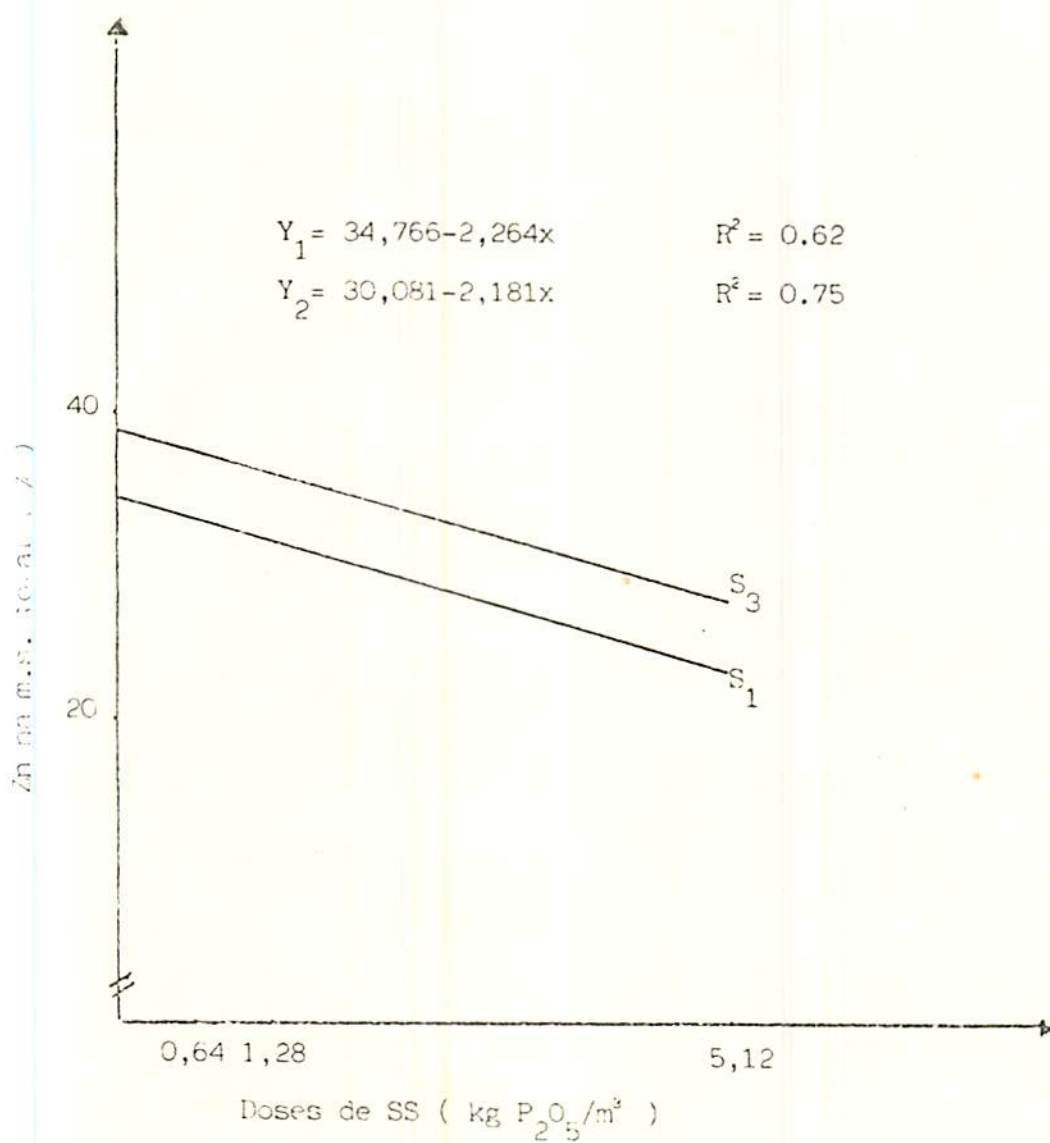


Figura 12 - Equação de regressão para teor de Zn na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' dos substratos  $S_1$  e  $S_3$  em relação às doses de superfosfato simples (SS) aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

QUADRO 6 - Valores médios por substrato para altura de plantas, comprimento de raiz e matéria seca da raiz, e parte aérea dos limoeiros 'Cravo', aos 135 dias pós-semeadura, ESAL, Lavras, 1989.

Substratos	Características			
	Altura (cm)	Comp. Raiz (cm)	Matéria Seca (g)	
			Raiz	Parte Aérea
1	6,9b	10,6ab	3,5c	5,5b
2	7,8a	10,7ab	4,1bc	7,2ab
3	8,3a	10,8ab	4,6ab	7,5ab
4	8,5a	10,8ab	4,5ab	8,3a
5	7,9a	10,9a	4,2bc	7,3ab
6	7,6a	10,4b	5,0a	6,7ab

Média seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

que respectivamente para os substratos  $S_4$  e  $S_5$ .

As equações de regressão para m.s. raiz e m.s. da parte aérea em relação às doses de SS encontram-se na Figura 13. As equações são de natureza linear estimando acréscimos de 0,17 e 0,29 g respectivamente para matéria seca da raiz e parte aérea, a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado aos substratos.

#### 4.3.2. Incremento em altura de plantas aos 60, 90 e 120 dias pós-semeadura.

As equações de regressão para altura de plantas em re

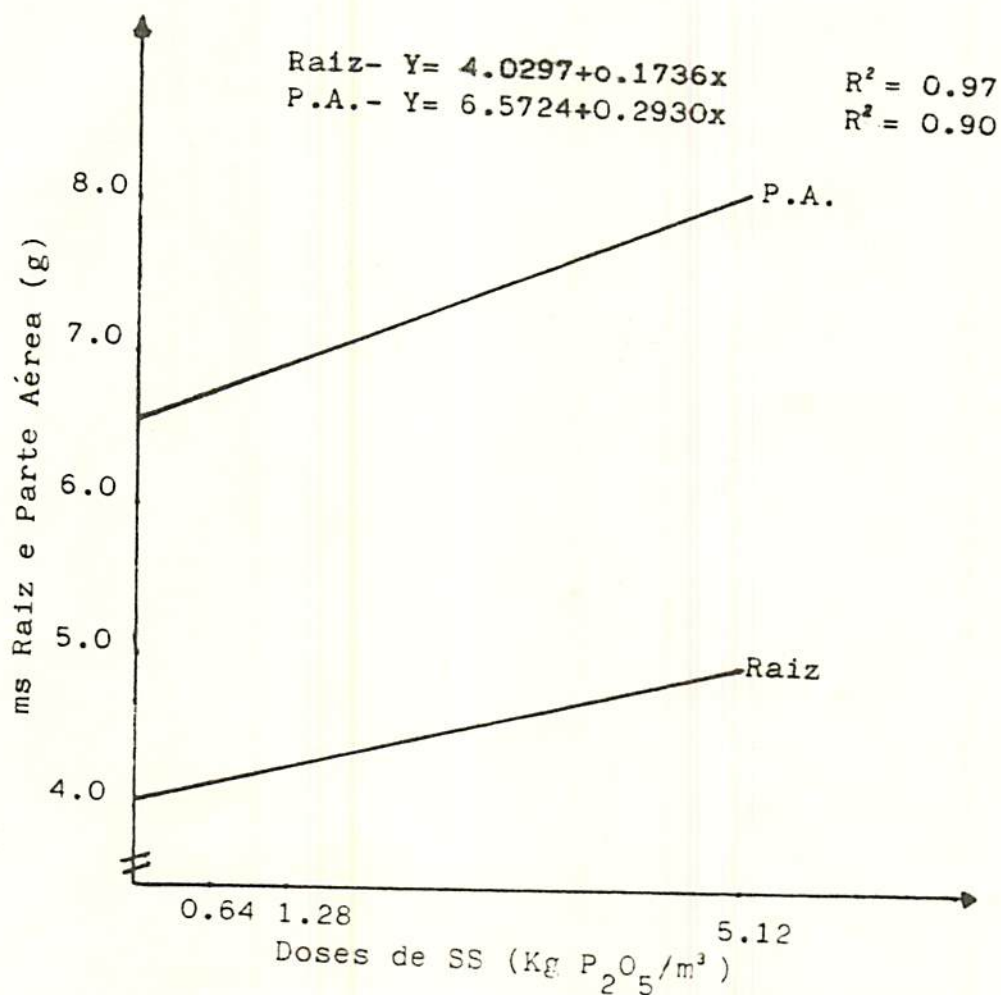


Figura 13 - Equações de regressão para matéria seca da raiz e parte aérea dos limoeiros 'Cravo' em relação às doses de superfosfato simples (SS), aos 135 dias pós-  
 -semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

lação às doses de SS aplicadas nos substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  encontram-se na Figura 14.

A equação de regressão para o substrato  $S_4$  é de natureza linear, estimando acréscimo de 0,18 cm na altura a cada kg de  $P_2O_5/m^3$  aplicado neste substrato.

As equações de regressão para  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_5$  são de natureza quadrática estimando crescimento máximos de 4,09, 3,39 e 6,16 cm em altura ao nível de 3,09, 3,30 e 3,40 kg de  $P_2O_5/m^3$  respectivamente para  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_5$ .

As curvas de crescimento em altura relacionadas às épocas de avaliação dos substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$  encontram-se na Figura 15. As equações são de natureza linear estimando acréscimos de 0,041, 0,049, 0,049, 0,049, 0,045, 0,047 cm a cada dia, respectivamente para  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  e  $S_6$ .

As equações de regressão para altura de plantas em relação às épocas de avaliação das doses de superfosfato simples nos níveis  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  podem ser observadas na Figura 16. As equações são de natureza linear e estimam acréscimos de 0,039, 0,042, 0,049 e 0,056 cm a cada dia respectivamente para  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ .

#### 4.3.3. Incremento em diâmetro do caule aos 60, 90 e 120 dias pós-semeadura.

As equações de regressão para diâmetro do caule em relação às épocas de avaliação dos substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$  encontram-se na Figura 17. As equações são de natureza li-

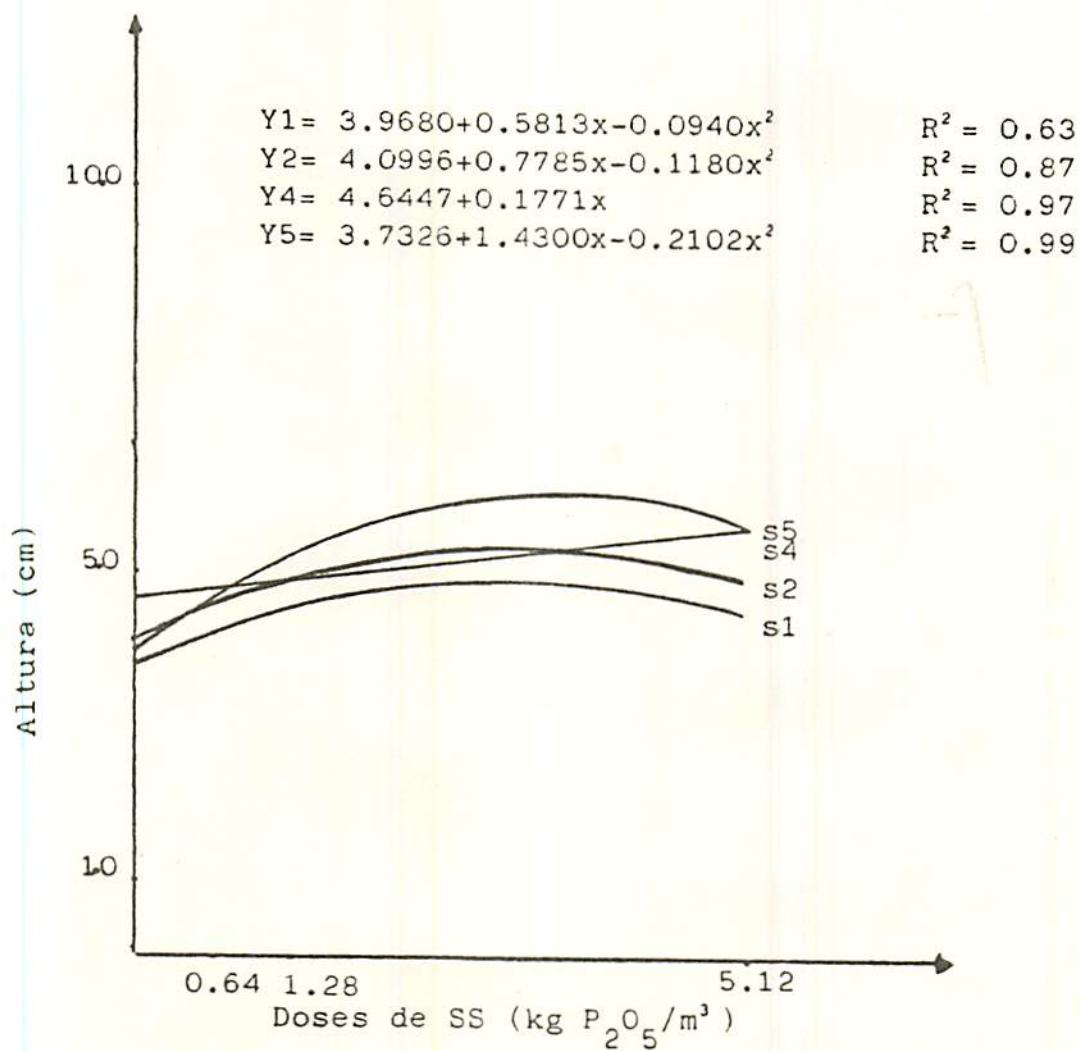


Figura 14 - Equações de regressão para incremento em altura nos limoeiros 'Cravo' dos substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ , em relação às doses de superfosfato simples (SS). ESAL Lavras, 1989.

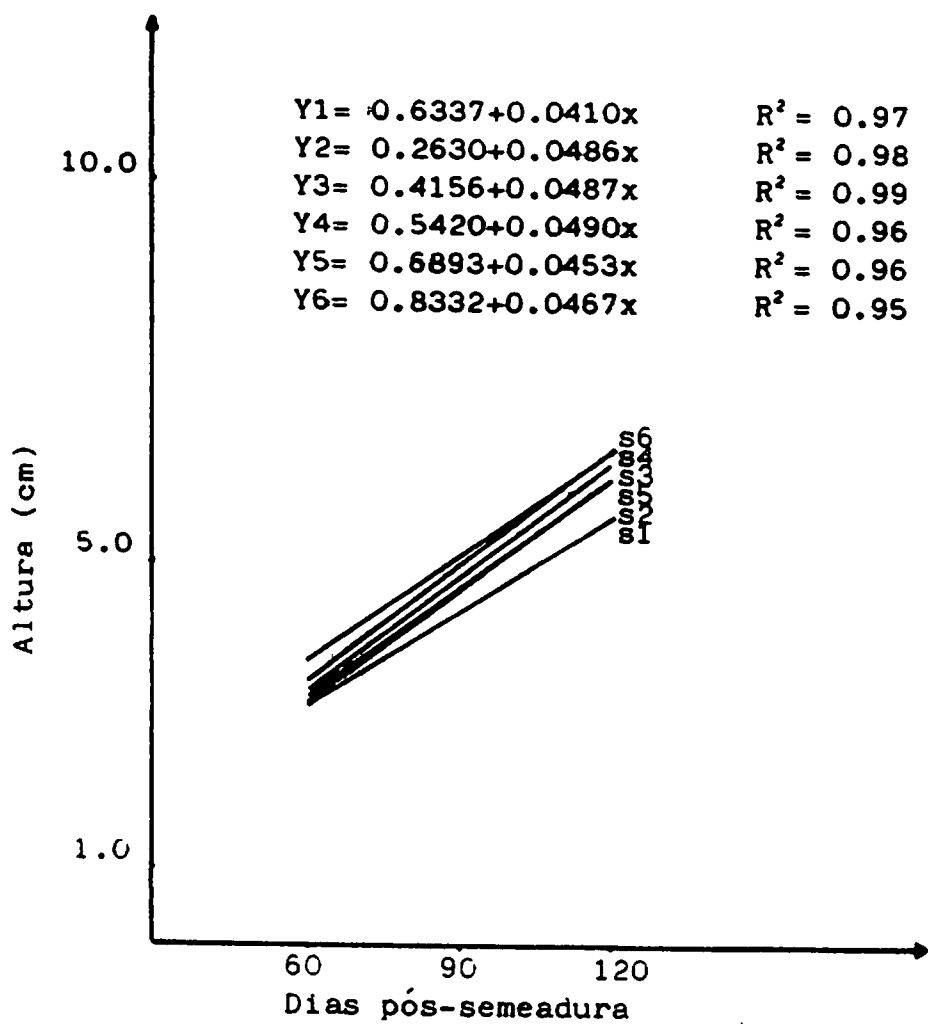


Figura 15 - Equações de regressão para incremento em altura nos limoeiros 'Cravo' dos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>6</sub> em relação às épocas de avaliação, ESAL, Lavras, 1989.



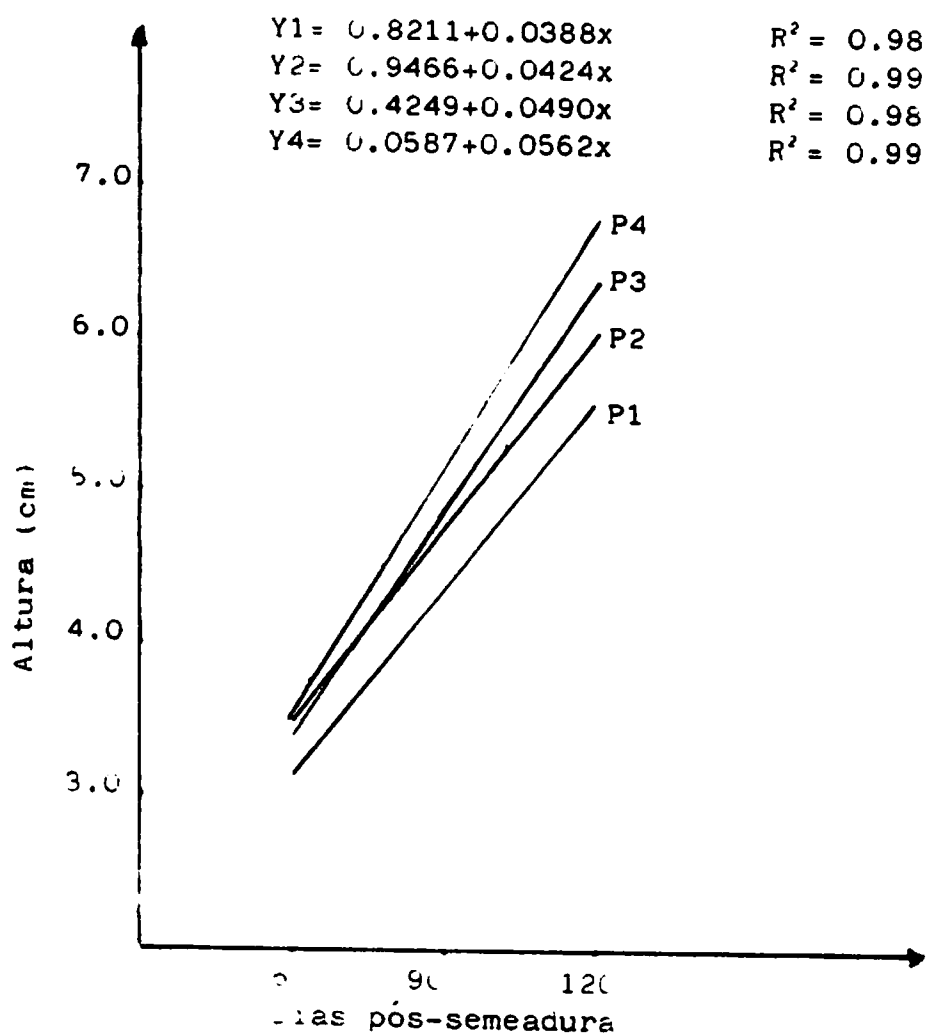


Figura 16 - Equações de regressão para incremento em altura dos limoeiros 'Cravo' que receberam doses de superfosfatos simples (SS) nos níveis  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ , em relação às épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989.

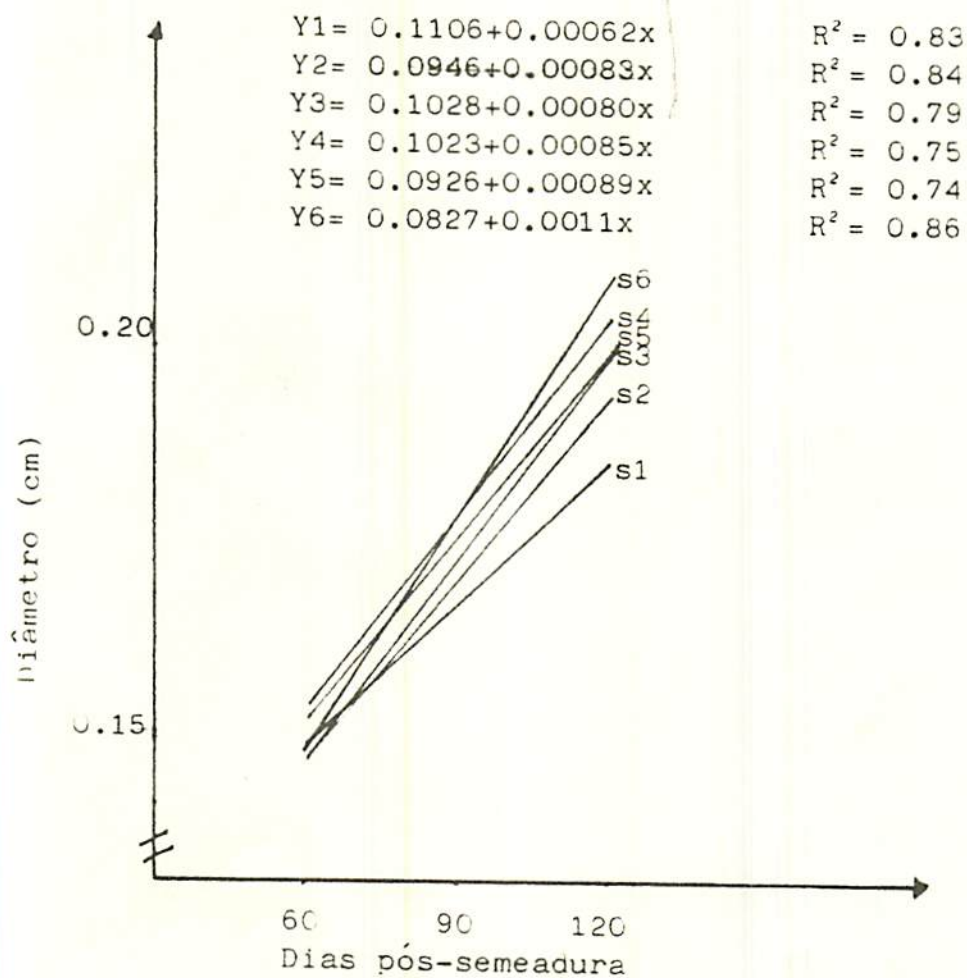


Figura 17 - Equações de regressão para incremento em diâmetro dos limoeiros 'Cravo' dos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>6</sub>, em relação às épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989.

near estimando acréscimos de 0,00062, 0,00083, 0,0008, 0,00085, 0,00089 e 0,0011 cm a cada dia.

A Figura 18 mostra as equações de regressão para diâmetro do caule em relação às épocas de avaliação para doses de SS nos níveis  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ . As equações são de natureza linear estimando acréscimos de 0,0006, 0,0007, 0,0009, 0,001 cm a cada dia.

#### 4.3.4. Incremento em número de folhas aos 60, 90 e 120 dias pós-semeadura.

As equações de regressão para incremento em número de folhas dos substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$  em relação às épocas de avaliação, encontram-se na Figura 19. As equações são de natureza linear estimando acréscimos de 0,015, 0,019, 0,017, 0,019, 0,016, 0,013 folhas a cada dia respectivamente para os substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$ .

As equações de regressão para incremento em número de folhas em relação às épocas de avaliação das doses de superfosfato simples nos níveis  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  e  $P_4$  encontram-se na Figura 20. As equações são de natureza linear estimando acréscimos de 0,014, 0,015, 0,018, 0,019 folhas a cada dia respectivamente para os níveis  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ .

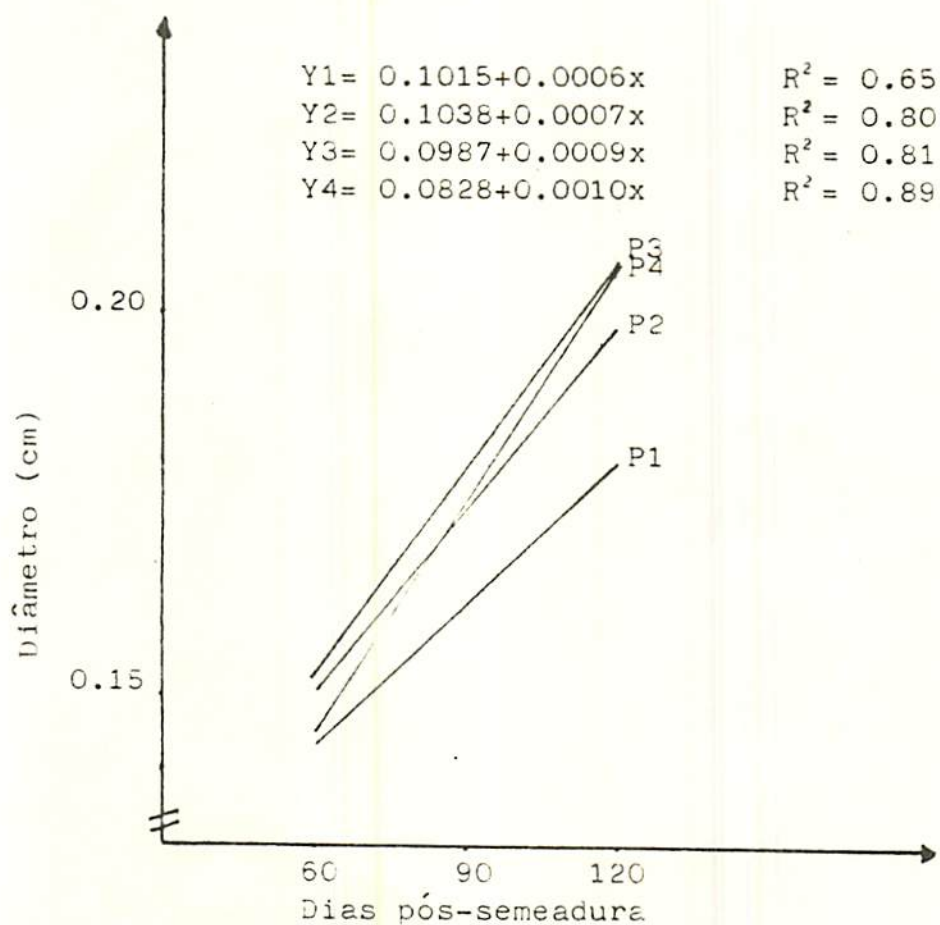


Figura 18 - Equações de regressão para incremento em diâmetro dos limoeiros 'Cravo' que receberam doses de superfosfatos simples (SS) nos níveis  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ , em relação às três épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989.

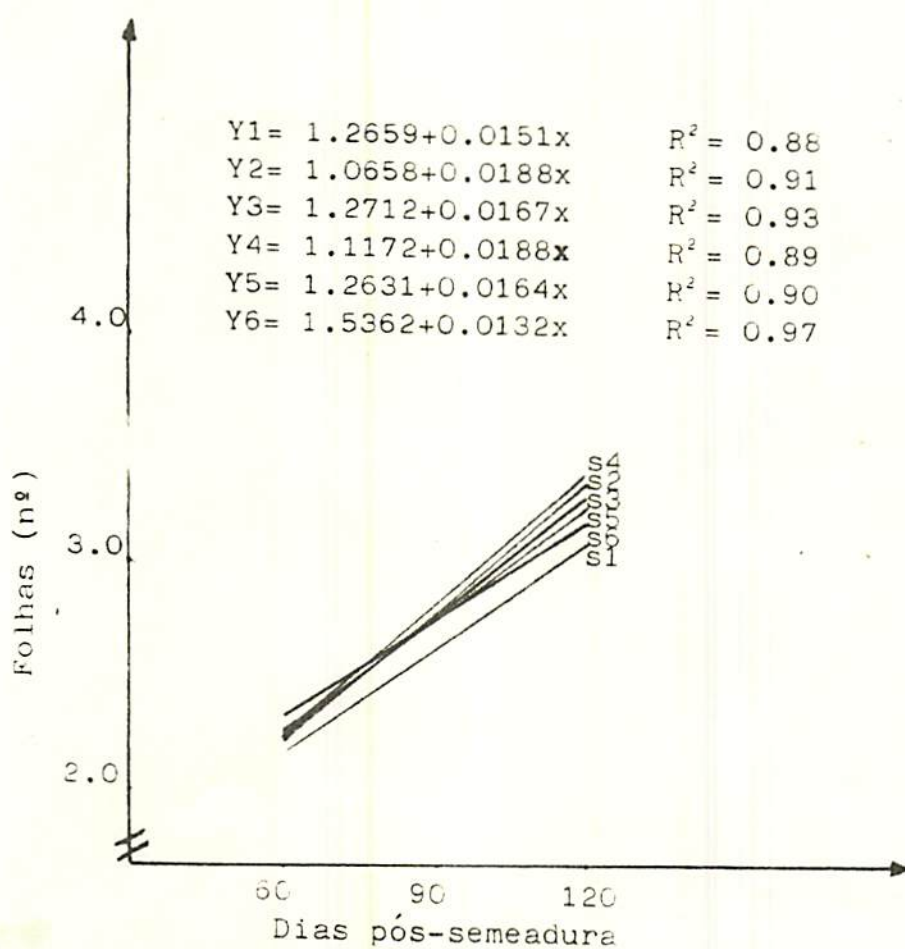


Figura 19 - Equações de regressão para incremento em número de folhas nos limoeiros 'Cravo' dos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>6</sub>, em relação às épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989.

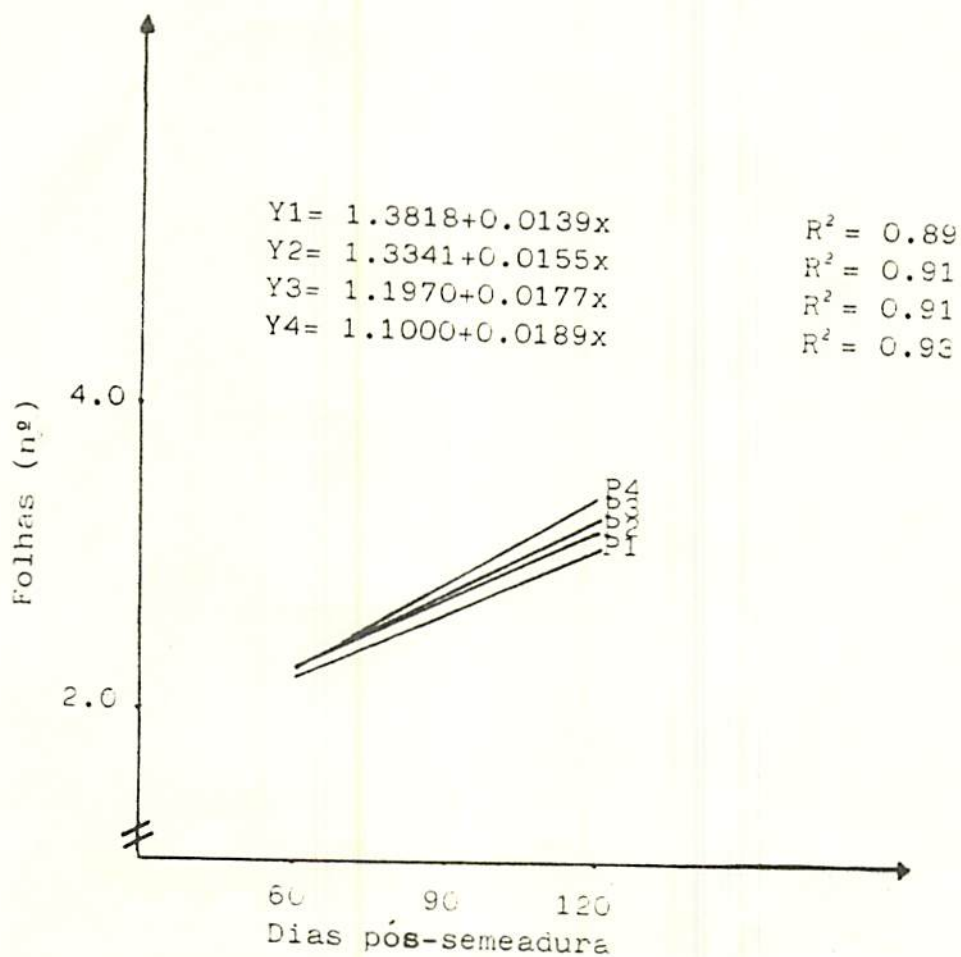


Figura 20 - Equações de regressão para incremento em número de folhas dos limoeiros 'Cravo' que receberam doses de superfosfato simples (SS) nos níveis P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, relação às épocas de avaliação. ESAL, Lavras, 1989.

## 5. DISCUSSÃO

A seqüência de discussão será para características químicas do solo, teores de macro e micronutrientes na matéria seca total e crescimento dos limoeiros 'Cravo'.

O resultado para teor de P disponível no substrato S<sub>6</sub> já era esperado em virtude de ser um material pré-enriquecido além da mineralização da m.o. que também pode ter concorrido para este resultado. Os demais substratos mesmo tendo sido inferiores, apresentaram teores considerados altos pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CPSEMG (11).

A resposta à doses crescentes de SS apresentada pelos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> concordam com resultados obtidos anteriormente, (39, 27, 9). Este resultado deve-se à presença de P nas concentrações utilizadas CAMARGO (8).

O comportamento quadrático verificado para o substrato S<sub>5</sub>, concorda com o resultado obtido por BUENO (7), atribuindo o fato a uma maior absorção pelas plantas à partir do máxi-

mo teor de P disponível onde constatou-se uma maior taxa de crescimento, ocorrendo assim uma diminuição no teor disponível no substrato. No entanto, é possível que pela própria característica do Latossolo que formou o substrato em questão, que contém elevado teor de m.o., o teor de Fe e Al presentes, tenham tornado o excesso de P da adubação, indisponível, não sendo detectado pelo extrator utilizado na determinação que segundo RAIJ (32) extrai apenas as partes mais solúveis do P ligado a Fe e Al.

Quanto ao substrato S<sub>6</sub>, o resultado constatado neste estudo, diferiu daquele obtido por CAMARGO (8) que utilizou substrato semelhante. Isto se deve ao teor inicial disponível cinco vezes maior que o verificado por aquele autor.

O teor inicial de K, justifica os teores no substrato S<sub>6</sub> em relação aos demais, muito embora estes tenham apresentado teores iniciais considerados altos, CFSEMG (11). Os teores altos apresentados pelos substratos podem ser contribuição da vermiculita que entra na composição, visto que este material contém quantidade de K suficiente para suprir a maioria das culturas, HARTMANN & KESTER (18).

O efeito de doses crescentes de SS no teor de K, é semelhante aos resultados constatados por SILVA (39), NICOLI (27), e discorda de BUENO (7) que obteve aumento usando superfosfato triplo. CARVALHO (9) e CAMARGO (8) não observaram efeito. Uma relação negativa entre P e K no solo é proposta por NICOLI (27). Sabe-se contudo que uma certa quantidade de Ca é necessária para que o K seja melhor absorvido, MALAVOLTA (22).



Provavelmente a concentração de Ca presente no fertilizante tenha acelerado a absorção do K diminuindo seu teor no substrato. Perdas por lixiviação podem ter ocorrido, muito embora o teor de K disponível não tenha diminuído à níveis de deficiência. Isto se deve ao alto teor inicial ou à adubação com  $\text{KNO}_3$  em cobertura para suprimento nitrogenado e potássico.

O teor inicial disponível de Ca trocável no substrato  $S_6$ , justifica o resultado obtido e se deve a pré-enriquecimento que o mesmo recebe.

Em relação às doses de SS, o resultado para teor de Ca trocável foi verificado anteriormente com a utilização desta e de outras fontes fosfatadas, por outros autores (42, 39, 27, 7, 9, 8). O teor de Ca presente nos fertilizantes e a solubilidade destes fertilizantes, MALAVOLTA (22), CARVALHO (9), contribuem para a maior disponibilidade. Embora a dose máxima utilizada neste estudo tenha sido cerca de quatro vezes maior que as usadas por aqueles autores, os ganhos foram lineares até o máximo utilizado.

Com relação ao teor de Mg trocável no substrato  $S_6$ , são válidas as considerações feitas em relação ao teor de K. URGUAGA et alii (46) confirmam este resultado.

O resultado com relação efeito de doses de SS sobre o teor de Mg no substrato se deve aos altos teores iniciais disponíveis e pelo fertilizante utilizado não conter este nutriente em sua composição. CARVALHO (9) e CAMARGO (8) obtiveram resultados semelhantes.

Para teor de Al presente nos substratos  $S_5$  e  $S_4$  nos

quais a composição percentual do Latossolo Vermelho Amarelo húmico, foi superior, confirma a presença de maiores teores deste elemento nos Latossolos de um modo geral, URGUIAGA et alii (46).

O efeito de doses de SS nos teores de Al no substrato S<sub>5</sub> concorda com resultados obtidos por outros autores, (39, 27, 7, 9). O Ca presente no SS, favorece as reações de precipitação do Al, deslocando-o da CTC, MALAVOLTA (22), CARVALHO (9).

Os resultados para valor de pH dos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>6</sub> em relação aos demais, confirmaram um comportamento que já era verificado inicialmente. A pequena variação de pH constatada em todos os substratos sugere que o equilíbrio das misturas e a presença de m.o. conferiram uma relativa capacidade tampão aos substratos.

O efeito do SS em relação ao pH é um tópico pouco esclarecido. Segundo Rasmussem & Smith (1960) citados por CARVALHO (9) e SMITH (41), altas doses de superfosfato triplo (2500 ppm) decresceram o pH do solo de seis para quatro unidades. Resultados semelhantes foram verificados por BINGHAN et alii (3). Neste trabalho, o resultado verificado para os substratos S<sub>1</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> foi semelhante aos observados por aqueles autores, pelos mesmos motivos expostos.

Para efeito de doses de SS sobre a m.o. do substrato S<sub>6</sub>, o resultado pode estar vinculado às relações críticas C/S, N/S, que condicionam os processos de imobilização-mineralização da m.o., conforme ALLISSON (2), MALAVOLTA (22). No presente caso, é possível que a relação C/S que tem nível crítico 200, possa ter diminuído com o fornecimento de S via adubação, favore-

cendo o processo de mineralização até o teor mínimo de m.o. À partir desse mínimo, distúrbios pelo excesso de adubo, podem ter prejudicado a atividade microbiana.

Neste trabalho não houve efeito dos tratamentos no teor de N na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', discordando de resultados verificados anteriormente, para teor foliar das amostras de um pomar adulto e em crescimento respectivamente, (13, 15, 42), além dos resultados obtidos por outros autores, (39, 27, 14) para porta-enxertos na repicagem, todos encontrando decréscimo no teor de N. O resultado aqui verificado concorda com os observados por SPENCER (43) e CAMARGO (8). Provavelmente a adubação em cobertura com  $KNO_3$  e o material formador do substrato rico em m.o. possam ter suprido o N necessário.

Com relação ao teor de P na m.s. total do substrato  $S_6$  em relação aos demais substratos, o resultado é justificado pelo alto teor inicial disponível.

O efeito de doses crescentes de SS no teor de P na m.s. total constatado neste estudo, concorda com resultados anteriormente verificados pelos autores (3, 43, 15, 42, 39, 27, 7, 9, 8, 14). A maior disponibilidade de P no substrato favoreceu uma maior absorção. O teor médio de 0,29% de P na dose de maior acúmulo de m.s., foi superior ao máximo verificado por CAMARGO (8).

Para teor de K na m.s. total das plantas do substrato  $S_2$  comparado ao substrato  $S_5$ , o resultado é uma consequência da maior disponibilidade do nutriente no substrato. Mesmo inferior ao  $S_2$ , o teor apresentado pelo substrato  $S_5$  é considerado alto pela CFSEMG (11).

O efeito de doses do SS no teor de K na m.s. total, discordou de resultados verificados anteriormente, (34, 13, 43, 42, 7, 9). Provavelmente, o efeito antagônico existente entre o K e o Ca que está presente no SS não tenha se manifestado, em função dos altos teores de K disponível presente nos substratos e do fornecimento com  $\text{KNO}_3$ .

O teor de Ca na m.s. total das plantas dos substratos  $S_5$  e  $S_6$  é explicado, como foi anteriormente discutido, pela disponibilidade inicial deste nutriente.

Em relação às doses crescentes de SS, o resultado para teor de Ca na m.s. total, foi verificado anteriormente por outros autores, (34, 13, 15, 43, 42, 39, 27, 7, 9, 14). Estes resultados já eram esperados devido a concentração e solubilidade que o SS com relação a este nutriente, tornando-o prontamente disponível para absorção.

Para teor de Mg na m.s. total das plantas do substratos  $S_6$ , são válidas as justificativas dadas para teor de K,

A maioria dos experimentos, onde aplicou-se doses crescentes de uma fonte de P, observou-se uma tendência ou diminuição efetiva do teor de Mg na m.s., (34, 43, 7, 9, 14). Este efeito antagônico é atribuído ao Ca presente nas fontes utilizadas, ou ainda a um possível efeito diluição causado pelas altas taxas de crescimento verificadas com as doses crescentes. O menor teor médio verificado no maior acúmulo de m.s. foi de 0,23%, estando bem abaixo dos verificados pelos autores anteriormente citados.

O resultado para teor de S verificado na m.s. total

dos limoeiros 'Cravo' do substrato  $S_6$ , deve-se provavelmente ao maior teor disponível de S liberado pela m.o. presente neste substrato, já que esta é considerada a maior fonte de S no solo, MALAVOLTA (22), contribuindo com cerca de 75%.

O efeito de doses de SS no teor de S da m.s. total das plantas dos seis substratos concorda com resultados obtidos por outros autores, (39, 27, 7, 9). Estes resultados já eram esperados pois o SS contém cerca de 12% de S e segundo MASCARENHAS (23) e SANTOS et alii (37) este fertilizante supre suficientemente as plantas com este nutriente. O Ca, cation acompanhante, aumenta a velocidade de absorção de S, MALAVOLTA (22). O teor de S verificado na dose onde houve maior acúmulo de m.s. foi de 0,40, 0,24, 0,29, 0,21, 0,33, 0,36%, respectivamente para os substratos  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$ , estando estes teores abaixo do verificado por BUENO (7), e dentro da faixa obtida por outros autores (39, 27, 9).

O resultado de teor de B na m.s. total das plantas do substrato  $S_6$  em relação aos demais, está relacionado ao alto conteúdo de m.o. do substrato. A maior fonte de B no solo é a m.o., MALAVOLTA (21).

Para efeito de doses de SS no teor de B na m.s. total, o resultado concorda com os obtidos por outros autores, (39, 27, 7, 14). Sendo o B um micronutriente aniônico, provavelmente possa ter ocorrido competição com P e S fornecidos pelo adubo, SILVA (39). A significância para o substrato  $S_6$  se explica devido ao alto teor de m.o., que se espera liberar maiores quantidades de P e S. Além disso, MALAVOLTA (21) propõe que al-

as concentrações de Ca possam reduzir a disponibilidade de B. O teor estimado de B no nível que proporcionou maior acúmulo de m.s. fol. de 39,34 ppm que é superior ao verificado por outros autores.

O resultado para teor de Cu no substrato  $S_6$  pode ser expressão da capacidade com a qual a m.o. forma quelados com este nutriente, VLAMIS (50), MALAVOLTA (21).

O teor de Cu em relação às doses de SS, apresentou resultados semelhantes aos obtidos por REUTHER et alii (34) e (3, 43, 27) respectivamente para teor na m.s. foliar e m.s. total de porta-enxertos. Segundo SPENCER (43) o aumento da relação teor de Cu na raiz/teor de Cu na parte aérea, quando aplica-se superfosfato em doses crescentes, sugere que o P possa precipitar o Cu dentro da raiz, na sua superfície ou imobilizá-lo no próprio solo, diminuindo a disponibilidade para a planta. Não foi verificado efeito de doses no teor de Cu do substrato  $S_6$  como era de se esperar. No entanto CARVALHO (9) ressalta que algumas formas de quelados apresentam baixa estabilidade, podendo liberar aos poucos o Cu necessário ao suprimento das plantas. Os teores mínimos de Cu estimados para a dose de maior acúmulo de m.s. foram 6,81, 6,47, 6,88, 7,87, 7,56 ppm, respectivamente para os substratos  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$  sendo estes valores superiores aos observados nos trabalhos anteriormente citados.

O resultado para teor de Fe na m.s. total de plantas do substrato  $S_6$  em relação aos demais substratos, provavelmente se explica pelo alto teor de Mn disponível neste substrato. MALAVOLTA (21) afirma que o excesso de Mn pode diminuir a absorção de Fe.

O efeito de doses de SS no teor de Fe na m.s. total das plantas observado neste trabalho, concorda com o verificado por CAMARGO (8). No presente trabalho, é possível que tenha se expressado o antagonismo existente entre P e Fe, Fe e Ca ou Fe e Mn, pois a alta concentração destes elementos pode inibir a absorção de Fe. Os teores observados nas amostras da m.s. foram muito elevados e sugerem que possa ter havido contaminação com o Latossolo Roxo e o Latossolo Vermelho Amarelo húmico.

O teor de Mn na m.s. total das plantas dos substratos S<sub>5</sub> e S<sub>6</sub> é uma decorrência dos menores valores de pH observados nestes substratos pois segundo MALAVOLTA (21), MENGEL & KIRKBY (25), este é um fator condicionante.

O resultado para efeito de doses sobre o teor de Mn observado neste experimento, discorda dos obtidos por outros autores, (39, 27, 7, 9). Provavelmente o pH tenha condicionado este resultado. Reuther et alii (1949) citados por BINGHAN et alii (3) afirma que compostos de fosfato de Mn mais solúveis que se formam, tornam este nutriente mais disponível para as plantas.

A presença de quelados pouco estáveis presente na m.o. liberando Zn para as plantas provavelmente justifique os maiores teores encontrados na m.s. total dos substratos não comerciais S<sub>4</sub> e S<sub>5</sub>.

O resultado para teor de Zn na m.s. total das plantas dos substratos S<sub>1</sub> e S<sub>3</sub> em relação as doses de SS, foi anteriormente observado (7) e evidencia o efeito antagônico existente entre P e Zn, OLSEN et alii (29) e MALAVOLTA (22).

Constatou-se que as características de crescimento avaliadas entre substratos, foram influenciadas pelas relações físicas dos ingredientes das misturas. Este fato ficou evidenciado pelos resultados constatados para os substratos  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_6$  com relação às características altura de planta, comprimento de raiz, matéria seca da raiz e parte aérea, levando a crer que nessas misturas o crescimento radicular foi satisfatório, permitindo o melhor aproveitamento de água e nutrientes.

O efeito das doses crescentes de SS sobre a m.s. da raiz e parte aérea concorda com resultados anteriormente descritos, (39, 27, 9, 8). Os ganhos lineares de m.s. foram acompanhados por comportamento semelhante com relação ao acúmulo de P, além de outros nutrientes. Constatou-se portanto importante participação do P já relatado por SILVA (39), na síntese de compostos que são expressos pelo acúmulo de m.s. e que segundo BLACK (4), é maior na fase inicial de crescimento. Embora a dose máxima de SS utilizada neste estudo tenha sido quatro vezes maior que a dose média recomendada, (39, 27, 8, 11), nenhum sintoma de toxidez e deficiência foi constatado, apenas antagonismos.

Para as características de crescimento avaliadas em diferentes épocas apenas pequenas diferenças entre substratos como também entre níveis de adubação foram verificadas. Provavelmente o período de avaliação 120 dias tenha sido insuficiente para que maiores diferenças entre os tratamentos com relação a estas características fossem evidenciadas.



## 6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos sob as condições experimentais, permitiram as seguintes conclusões:

1. Aos 135 dias após a instalação dos tratamentos o substrato composto por casca de *Pinus* e vermiculita apresentou de um modo geral melhores características de fertilidade e nutrição mineral das plantas nele cultivadas.

2. Os substratos compostos por Latossolo Vermelho Amarelo húmico, Latossolo Roxo e Vermiculita nas porcentagens 60-16-24% ( $S_3$ ) e 80-8-12% ( $S_4$ ) à semelhança do substrato comercial composto por casca de *Pinus* ( $S_6$ ) mostraram-se com melhores características de crescimento.

3. As doses crescentes de superfosfato simples proporcionaram aumentos nos teores de P, Ca, S, imobilizações no substrato, sinergismos e antagonismos com alguns macro e micronutrientes na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo'.

4. Maior crescimento dos limoeiros 'Cravo' foi alcan-

çado com doses de superfosfato simples, acima da média recomendada.

5. Os limoeiros 'Cravo' avaliados pela análise de tecido e características de crescimento, refletiram as condições químicas dos substratos e dos tratamentos a que foram submetidos mostrando a eficiência desses métodos de avaliação.

## 7. RESUMO

A pouca informação existente sobre substratos de propagação para citros, conduziu a realização do presente estudo. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no setor de Fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavra, Lavras -MG, no período de julho a dezembro de 1988. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com esquema fatorial 6 x 4, constituindo-se 24 tratamentos com três repetições. A parcela experimental, constituiu-se de 32 plantas. Dos seis substratos utilizados, cinco foram misturas de Latossolo Vermelho Amarelo húmico (LVh), Latossolo Roxo (LR) e Vermiculita (VER). A base para as misturas foi o LVAh nas porcentagens 20, 40, 60, 80 e 100%. O sexto substrato foi uma mistura comercial. Quatro doses de superfosfato simples foram aplicadas (0,0, 0,64, 1,28, 5,12 kg de  $P_2O_5/m^3$ ). Aos 135 dias pós-semeadura, o substrato comercial proporcionou melhores características de fertilidade e teores de nutrientes na m.s. total das plantas. Este substrato e os substratos  $S_3$  e  $S_4$  de composição 60-16-24%

e 80-8-12% (LVh-LR-VER) respectivamente proporcionaram melhor crescimento dos limoeiros 'Cravo'. As doses crescentes de superfosfato simples resultaram em aumentos nos teores de P, Ca e S, imobilizações no substrato, sinergismos e antagonismos de alguns macro e micronutrientes na matéria seca total. Ganhos na matéria seca da raiz e parte aérea foram obtidos até a dose máxima aplicada.

## 8. SUMMARY

Effects of substrates and simple superphosphate in Rangpur lime (*Citrus limonia* OSBECK) until the transplanting.

The scarce information available on substrates for *Citrus* propagation justified the undertaking of the present study. The experiment was carried out in the greenhouse of the orchard of the Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras-MG from July to December, 1988. The experimental design used was randomized blocks in a factorial 6 x 4, with 24 treatments and three replications. The experimental plot was composed of 32 plants. Among the six substrates used, five were mixtures of Humic Red-Yellow Latosol (HRYL), Dusky Red Latosol (DRL) and Vermiculite (VER). The base for the mixtures was HRYL in 20, 40, 60, 80 and 100%. The sixth substrate used was a commercial substrate. Four levels of simple superphosphate were applied (0,0; 0,64; 1,28; 5,12 kg of  $P_2O_5/m^3$ ). 135 days after

sowing the commercial substrate provided better characteristics of fertility and nutrient levels in total dry matter. This substrate and substrates S<sub>3</sub> and S<sub>4</sub> composed of 60-12-24% and 80-8-12% (HRYL-DRL-VER) respectively, provided better growth of 'Rangpur' lime. Increasing levels of simple superphosphate resulted in increases in the substrate, synergism and antagonisms effects of some macro and micronutrients in total dry matter. Gains in root and shoot dry matter were obtained until the maximum level applied.

## 9. LITERATURA CITADA

1. ADAMSON, M. & MAAS, E.F. Amount and kind of growth media in soilless greenhouse tomato production. Hortscience, Alexandria, 11(3): 212-3, june 1976.
2. ALLISON, F.E. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1973. 637 p.
3. BINGHAN, F.T.; MARTIN, I.P. & CHASTAIN, J.A. Effects of phosphorus fertilization of California soils on minor element nutrition of citrus. Soil Science, Baltimore, 86(1):24-31, july 1957.
4. BLACK, C.A. Soil plant relationships. 2.ed. New York, J. Wiley, 1967. 792.
5. BLANC, D. An outlook on substrates in France (fertilizers, mineral nutrients). Acta Horticulturae, The Hague, 126: 19-23, may 1981.
6. BUCKMAN, H.D. & BRADY, C.N. Natureza e propriedades dos solos. 4.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1974. 594 p.

7. BUENO, D.M. Efeito do superfosfato triplo no crescimento inicial de porta-enxertos de citros em diferentes tipos de solos. Lavras, ESAL, 1984. 176p. (Tese MS).
8. CAMARGO, I.P. de. Efeitos de doses, fontes de fósforo e de fungos micorrízicos sobre o limoeiro 'Cravo' até a repiçagem. Lavras, ESAL, 1989. 104p. (Tese MS).
9. CARVALHO, S.A. Métodos de aplicação do superfosfato simples e do calcário dolomítico no limoeiro 'Cravo' em sementeira. Lavras, ESAL, 1987. 124p. (Tese MS).
10. CASTRO, P.C.; GAMERO, A.C.; BULL, L.T. & LIMA, S.L. Influência de diferentes substratos na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Vigna sinensis*. Anais da ESALQ, Piracicaba, 40:1307-17, 1983.
11. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 4ª aproximação. Lavras, 1989. 176p.
12. COBB, G.S. & KEEVER, G.J. Effects of supplemental N on plant growth in fresh and age pine bark. Hortscience, Alexandria, 19(1):127-9, feb. 1984.
13. EMBLETON, T.W.; KIRKPATRICK, J.D.; JONES, W.W. & CREE, C.B. Influence of applications of dolomite, potash and phosphate on yield and size of fruit and on composition of leaves of 'Valencia' orange trees. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 67:183-90, 1956.
14. FONTANEZZI, G.B. da S. Efeitos de micorriza vesicular-arbuscular e de superfosfato simples no crescimento e



- nutrição de porta-enxertos de citros. Lavras, ESAL, 1989. 105 p. (Tese MS).
15. GALLO, J.R.; MOREIRA, S.; RODRIGUEZ, O. & FRAGA JR., C.G. Composição inorgânica das folhas de laranjeira 'Baianinha', com referência a época de amostragem e adubação química. Bragantia, Campinas, 19(16):229-46, mar. 1960.
16. GOEDERT, W.J. & SOUSA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, Brasília, 1984. Anais... Brasília, EMBRAPA-DEP. 1984. p. 255-90.
17. GOMES, P. Aubos e Adubações. 12.ed. São Paulo, Nobel, 1986. 187 p.
18. HARTMANN, H.T. & KESTER, D.E. Plant Propagation: principles and practices. 3.ed. New Jersey, Prentice-Hall, 1975. 661 p.
19. KIEHL, E.J. Fertilizantes Orgânicos. São Paulo, Ceres, 1985. 492 p.
20. LOPES, A.S. Manual de Fertilidade do Solo. São Paulo, ANDA/POTAFOS. 1980. 114p.
21. MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola. São Paulo, Ceres, 1976. 528p.
22. \_\_\_\_\_. Nutrição Mineral de Plantas. Piracicaba, Pioneira, 1980. 251p.
23. MASCARENHAS, H.A.A. Cálcio, enxofre e ferro no solo e na planta. Campinas, Fundação Cargil, 1977. 95p.
24. MATTOS, P.P.; DONADIO, L.C. & BANZATTO, D.A. Efeito do uso de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de três

- porta-enxertos de citros em recipientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, IX, Campinas, 1987. Anais... Campinas, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. V.1, p. 351-4.
25. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of Plant Nutrition. 4. ed. Worblaufen-Bern, 1987. 687p.
26. MELLO, F. de A.F. de; BRASIL SOBRINHO, M. de O.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A. & KIEHL, J. de C. Fertilidade do Solo. São Paulo, Nobel, 1983. 400p.
27. NICOLI, A.M. Influência de fontes e níveis de fósforo no crescimento e nutrição mineral do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* OSBECK) em vasos até a repicagem. Lavras, ESAL, 1982. 100p. (Tese MS).
28. OLSEN, S.R.; KEMPER, W.D.; JACKSON, R.D. Phosphate diffusion to plant roots. Soil Science Society American Proceedings, Madison 26(5):222-6, sept./oct. 1962.
29. \_\_\_\_\_; BOWMAN, R.A. & WATANABE, F.S. Behavior of phosphorus in the soil and interactions with other nutrients. Phosphorus in Agriculture, Paris, (70):31-46. june 1977.
30. POKORNY, F.A. & WETZSTEIN, H.Y. Internal porosity, water availability and root penetration of pine bar K particles. Hortscience, Alexandria, 19(3):447-9, june 1984.
31. RAIJ, B. van. The use of phosphats on the main crops in Brasil. Phosphorus in Agriculture, Paris, 33(76):121-31 sept. 1979.
32. \_\_\_\_\_. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.

33. RESENDE, M.; CURI, N. & SANTANA, D.P. Pedologia e Fertilidade do Solo: Interações e Aplicações. Lavras, ESAL, 1988. 81p.
34. REUTHER, W.; SMITH, P.F. & SPECHT, A.W. Accumulation of the major bases and heavy metals in Florida citrus soil in relation to phosphate fertilization. Soil Science, Baltimore, 73(1):345-81, july 1951.
35. SALINAS, J.G. & SNACHEZ, P.A. Soil-plant relationships affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. Ciência e Cultura, São Paulo 28(2):156-68, feb. 1976.
36. SANCHEZ, P.A. Phosphorus, silicon and sulfur. In: \_\_\_\_\_ Proprieties and management of soil in tropics. 2.ed. New York, J. Wiley, 1976. p. 255-94.
37. SANTOS, H.L.; VASCONCELOS, C.A.; RANCA, G.E. de & NOGUEIRA, F.D. Enxofre. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 7(81):53-4, set. 1981.
38. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
39. SILVA, J.V.B. Efeitos do superfosfato simples e de seus principais nutrientes no crescimento do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* OSBECK) em vasos, até a repicagem. Lavras, ESAL, 1981. 100p. (Tese MS).
40. SILVA, A.J. da & FARIA, F.H. de. Interações entre os nutrientes. Lavras, ESAL, 1986. 44p. (Datilografado).
41. SMITH, P.F. Citrus Nutrition. In: CHILDERS, N.F. Nutrition of Fruit Crops: Tropical, sub-tropical, temperate

- and small fruits. New Jersey, Somerset Press. 1966 p. 174-207.
42. SOUZA, M. de. Efeito do P, K e Ca no crescimento da parte aérea da laranjeira 'Pera Rio' (*Citrus sinensis* L. OSBECK) em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. Piracicaba, ESALQ, 1976. 132p. (Tese Doutorado).
43. SPENCER, W.F. Effects of heavy application of phosphate and lime on nutrient uptake, growth, freeze injury and root distribution of grapefruit tree. Soil Science, Baltimore, 89:311-18, 1960.
44. TILT, K.M. & BILDERBACK, T.E. Physical properties of propagation media and their effects on rootings of three woody ornamentals. Hortscience, Alexandria, 22(2):245-7, apr. 1987.
45. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. & BEATON, J.D. Soil Fertility and Fertilizers. 4.ed. New York, Macmillan Publishing Company, 1985. 754p.
46. URGUIAGA, C.S.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K.; MORAES, S.O.; PADOVESE, P.P. & COSTA, A.C.S. da. Efeito da adição de matéria orgânica e de vermiculita expandida em algumas propriedades de um oxisol com gramínea (*Melinis minutiflora* Beauv.). In: COLOQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO. Anais... Piracicaba, CENA/PROMOCET. out. 1982. p.237-43.
47. VANATCHER, A. Fumigation against fungi. In: MULDER, D., ed. Soil desinfestation. Amsterdam, Elsevier Scientific, 1979. p. 163-83.

48. VELAYUTHAM, M. The problem of phosphate fixation by minerals and soil colloids. Phosphorus in Agriculture, Paris, (77):1-7 mar. 1977.
49. VESCHAMBRE, D.; VAYSSE, P.; ESPANEL, G. & NAVEZ, B. Utilization of ground pine bark as substrate in vegetable production [Fertilization]. Acta Horticulturae. (126):37-43 may 1982.
50. VLAMIS, J. & RAABE, R.D. Copper deficiency of manzanita grown in a back-sand mixture. Hortscience, Alexandria, 20(1):61-2, feb. 1985.
51. WHITMEYER, R.W. & BLAKE, G.R. Influence of silt and clay on the physical performance of sand-soil mixtures. Agro-nomy Journal, Madison, 81:5-12, jan./feb. 1989.
52. YEAGER, T.H. & BARRET, J.E. Phosphorus teaching from P-superphosphate amended soilless container media. Hort-science, Alexandria 19(2):216-7, apr. 1984.

A P Ê N D I C E

Este apêndice apresenta os resumos das análises de variância para componentes químicos, pH, m.o. no substrato, teor de macro e micronutrientes na matéria seca total, peso da matéria seca da raiz e parte aérea dos limoeiros 'Cravo' aos 135 dias pós-semeadura e incremento em altura, diâmetro e número de folhas dos limoeiros 'Cravo' avaliados em três épocas.

QUADRO 1 A - Resumo das análises de variância para teores de P, K, Ca, Mg, Al, pH e m.o. dos substratos, aos 135 dias pós-semeadura dos limoeiros 'Cravo'. ESAL, Lavras, 1989.

F.V.	G.L.	QM e Significância						pH	M.O. %
		P	K	Ca	Mg	Al			
		(ppm)	meq/100 cc						
Substratos (S)	5	57131,89**	114167,6 **	191,01 **	26,09 **	0,447 **	1,3533**	830,29**	
Níveis (N)	3	862010,8 **	8865,44*	238,77 **	3,327	0,044 **	0,8698**	2,82	
S x N	15	120047,6 **	3423,78	7,734*	2,506	0,024 **	0,1186**	7,01**	
N : S <sub>1</sub>	3	495182,6 **	-	71,51 **	-	0,000	0,3897**	0,1910	
N : S <sub>2</sub>	3	182298,7 **	-	17,843**	-	0,000	0,1209	0,2514	
N : S <sub>3</sub>	3	258432,4 **	-	24,363**	-	0,0067	0,3564**	2,6721	
N : S <sub>4</sub>	3	165901,3 **	-	13,984**	-	0,023	0,2164**	0,0257	
N : S <sub>5</sub>	3	202198,7 **	-	79,672**	-	0,134 **	0,3031**	0,1087	
N : S <sub>6</sub>	3	158235,0 **	-	70,069**	-	0,000	0,0764	34,632**	
Blocos	2	1293,06	5790,54	260,01	2,526	0,0029	0,088	0,4623	
Erro	46	10843,97	3460,73	3,9243	2,144	0,0079	0,0461	2,464	
CV (%)		36,11	15,55	28,38	65,35	40,47	4,04	22,04	



QUADRO 2 A - Resumo das análises de variância para teores de macronutrientes em % de matéria seca, determinados aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

FV	G.L.	QM e Significância					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Substratos (S)	5	0,2090	0,0452**	0,0687*	0,2705**	0,0959**	0,0165**
Níveis (N)	3	0,5097	0,0325**	0,0104	3,1383**	0,0279**	0,1891**
N x S	15	0,2042	0,0018	0,0234	0,0399	0,0079	0,0059*
N : S <sub>1</sub>	1	-	-	-	-	-	0,0714**
N : S <sub>2</sub>	1	-	-	-	-	-	0,0175**
N : S <sub>3</sub>	1	-	-	-	-	-	0,0294**
N : S <sub>4</sub>	1	-	-	-	-	-	0,0102**
N : S <sub>5</sub>	1	-	-	-	-	-	0,0455**
N : S <sub>6</sub>	1	-	-	-	-	-	0,0447**
Erro	46	0,2172	0,0012	0,0286	0,0243	0,0054	0,0029
Blocos	2	0,0077	0,0056**	0,7319**	0,1969**	0,0280**	0,0106*
CV		26,22%	14,77%	8,10%	14,21%	25,72%	33,41%

\*\* e \* Significância ao nível de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F.

QUADRO 3 A - Resumo das análises de variância para teores de micronutrientes e ppm da matéria seca, determinados aos 135 dias pós-secagem. ESAL, Lavras, 1989.

FV		G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Substratos (S)		5	1465,65** <sup>108</sup>	65,5068**	4461206,50**	51457,32**	189,26**
Níveis (N)		3	94,84**	91,9998**	1835430,12**	32568,32**	144,57**
N x S		15	75,69**	4,5997* <sup>0,46</sup>	387425,19	2660,86	48,98*
N : S <sub>1</sub>	1	11,65	21,8967**	-	-	-	5,19**
N : S <sub>2</sub>	1	2,99	28,2310**	-	-	-	3,41
N : S <sub>3</sub>	1	2,17	21,6850**	-	-	-	3,99*
N : S <sub>4</sub>	1	29,86	28,7858**	-	-	-	0,01
N : S <sub>5</sub>	1	11,89	13,6876**	-	-	-	0,93
N : S <sub>6</sub>	1	414,72**	0,7120	-	-	-	1,97
Erro		46	13,5513	2,1354	251747,20	1583,89	25,112
Blocos		2	6,573	35,892	112284,87**	3147,13	51,99
CV			15,48%	15,32%	34,62%	38,73%	14,21%

\*\* e \* Significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F.

QUADRO 4 A - Resumo das análises de variância, altura de plantas, comprimento de raiz, matéria seca da raiz e parte aérea dos limoeiros 'Cravo' determinados aos 135 dias pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1989.

QM e Significância						
FV	GL	Altura (cm)	Comp. da raiz (cm)	Raiz	Matéria Seca (g)	Parte Aérea
Substratos (S)	5	3,7137* 2,35	0,4112* 2,9	3,0574** 6,64	10,5435**	
Níveis (N)	3	4,0270*	0,1008	3,0689**	9,9295**	
S x N	15	0,9568	0,1517	0,4281	1,8543	
Blocos	2	14,3781**	0,0609	10,544**	33,1388**	
Erro	46	1,5798	0,1414	0,4599	2,8937	
CV %		16,06	3,51	15,64	24,00	

15-1-89  
ESAL

S\*  
J\*#\*

Quadro 5 A - Resumo das análises de variância para altura de plantas, diâmetro do caule e número de folhas. ESAL. Lavras, 1989.

FV	G.L	QM e Significância		
		Altura	Diâmetro	Nº Folhas
Substrato (S)	5	2,3115**	0,0009**	0,1512**
Níveis (N)	3	5,9893**	0,0031**	0,3384**
S x N	15	0,9783*	0,0003	0,0447
N : S <sub>1</sub>	3	0,9794*	-	-
N : S <sub>2</sub>	3	1,6831**	-	-
N : S <sub>3</sub>	3	0,4534	-	-
N : S <sub>4</sub>	3	1,5303**	-	-
N : S <sub>5</sub>	3	5,7675**	-	-
N : S <sub>6</sub>	3	0,5668	-	-
Blocos	2	1,1047	0,0021	0,0220
Erro (a)	46	0,5395	0,0002	0,0258
Parcela	71			
Épocas (E)	2	147,75**	0,0570**	0,0019**
E x S	10	0,6558**	0,0003**	0,0743**
E : S <sub>1</sub>	2	18,6959**	0,0049**	2,7490**
E : S <sub>2</sub>	2	26,1146**	0,0088**	4,1880**
E : S <sub>3</sub>	2	25,7902**	0,0088**	3,2330**
E : S <sub>4</sub>	2	26,8408**	0,0104**	4,3084**
E : S <sub>5</sub>	2	22,9569**	0,0115**	3,2161**
E : S <sub>6</sub>	2	24,6274**	0,0142**	1,9328*
E : N	6	0,9711**	0,0005**	0,0843**
E : N <sub>1</sub>	2	24,8205**	0,0100**	3,4781**
E : N <sub>2</sub>	2	29,2302**	0,0126**	4,2811**
E : N <sub>3</sub>	2	39,2941**	0,0164**	5,5452**
E : N <sub>4</sub>	2	51,3154**	0,0195*	6,2041**
S x N x E	30	0,2754	0,00009	0,0186**
E x Blocos	4	0,5540	0,0039	0,0186
Erro (b)	92	0,2329	0,00011	0,0108
SUBPARCELA				
CV % (a)		15,45	8,82	5,87
CV % (b)		10,15	6,05	3,79

