

ELDA BONILHA ASSIS FONSECA

EFEITOS DE DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES E DE
FUNGO MICORRÍZICO NA FORMAÇÃO DE MUDAS
DE CITROS ENVASADAS

Cat.

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

1991

DEPARTAMENTO
DE AGRICULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

RENDA-FONTE HA ASSIS FONSECA

ESTUDOS DE DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES E DE
FUNGO MICORRIZICO NA FORMAÇÃO DE MUDAS
DE CÍTRUS ENVASADAS

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.

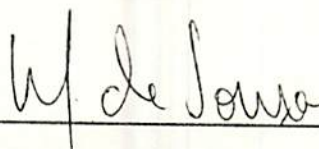
~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1981

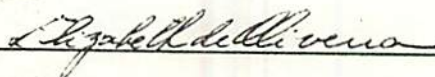


EFEITOS DE DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES
E FUNGO MICORRÍZICO NA FORMAÇÃO DE
MUDAS DE CITROS ENVASADAS

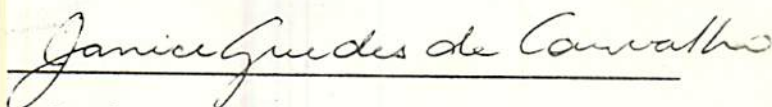
APROVADA: Lavras, 06 de dezembro de 1991.



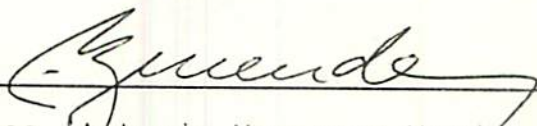
Prof. Maurício de Souza
(Orientador)



Pesqª Elizabeth de Oliveira
(Co-orientadora)



Profª Janice Guedes de Carvalho
(Co-orientadora)



Pesq. Antonio Nazareno Mendes

Ao Nilson, eterno companheiro

À minha mãe Alzira, exemplo de força e determinação

Às minhas irmãs Eneida e Eliana

À minha sobrinha Renata

OFEREÇO

Aos meus filhos Pedro e Gabriel,
pelo amor e companhia

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.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico - CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), pelo auxílio 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 e amigo Professor Maurício de Souza, pela confiança, amizade, dedicação e orientação na confecção deste trabalho.

À Pesquisadora Elizabeth de Oliveira e à Professora

Janice Guedes de Carvalho pela amizade e orientação.

Aos amigos Orivaldo Saggin Jr. e Antonio Nazareno Mendes pela orientação nas análises estatísticas.

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

Aos funcionários do pomar nas pessoas dos senhores Guiomar Pinto Ribeiro, Ival de Souza Arantes e José Ribeiro Sobrinho, pelo auxílio na condução do experimento e demais ensaios.

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

Aos colegas do curso de Fruticultura, Cássia Maria Petrini de Paula, Juarez Patrício de Oliveira Jr. e Rosaura Gazzola pela oportunidade de convivência e crescimento pessoal.

À grande amiga Vera Lúcia Alcântara Silva pela ajuda e momentos de alegria.

Aos amigos Germano Campos Pinto, Tânia Maria Leal Barbosa, Valter Ferreira Lúcio, Adriano Henrique Rangel, Ângela Assis, José Verdi, Rolando Chitarra, Lícia Maria Salgado, Giovanina Fontanezzi e Sônia Pedroso Bergamaschi, pelo carinho compartilhado.

MUITO OBRIGADA.

BIOGRAFIA

ELDA BONILHA ASSIS FONSECA, filha de Oscarlino Bonilha e Alzira Anna Sartori Bonilha, nasceu em Olímpia, SP, em 12 de março de 1958.

Concluiu o 2º grau em 1976 no Colégio Bandeirantes, na cidade de São Paulo.

Em 1977 ingressou na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais, graduando-se em Engenharia Agronômica em 1982.

Em 1989 iniciou o curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais, concluindo-o em dezembro de 1991.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Propagação dos citros	4
2.2. Porta-enxertos cítricos	7
2.3. Nutrição dos citros	9
2.3.1. Efeitos do P nas características químicas do solo	12
2.3.2. Efeitos do P nos teores de nutrientes na matéria seca	14
2.3.3. Efeitos do P no crescimento	17
2.4. Micorrizas vesicular-arbusculares	18
2.4.1. Micorrizas vesicular-arbusculares em ci- tros	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Material	25
3.1.1. Plantas	25

	Página
3.1.2. Fungo micorrízico	26
3.1.3. Substrato	26
3.1.4. Fertilizantes	27
3.1.5. Recipientes	27
3.2. Métodos	28
3.2.1. Delineamento experimental	28
3.2.2. Instalação e condução do experimento	29
3.2.3. Avaliações	31
3.2.4. Análises estatísticas	33
4. RESULTADOS	34
4.1. Características químicas do substrato de cultivo de limoeiros 'Cravo' e tangerineiras 'Cleopatra' aos treze meses pós-semeadura	34
4.2. Teores de nutrientes na matéria seca da parte aé- rea dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' aos treze meses pós-semeadura	37
4.2.1. Macronutrientes	37
4.2.2. Micronutrientes	42
4.3. Características do crescimento vegetativo dos li- moeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' aos treze meses pós-semeadura	47
4.3.1. Altura e diâmetro a 15 cm do colum	47
4.3.2. Matéria seca	51
5. DISCUSSÃO	56
6. CONCLUSÕES	72

Página

7. RESUMO	75
8. SUMMARY	77
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICE	95

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica do substrato utilizado. ESAL, Lavras, 1989	27
2	Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples e de porta-enxertos para os teores de P, K, Ca e Mg e valores de pH em amostra de substrato, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990	35
3	Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples e de porta-enxertos para os teores de macronutrientes na m.s. da parte aérea das plantas, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990	38
4	Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples e de porta-enxertos para os teores de micronutrientes na m.s. da parte aérea das plantas, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990	44

Quadro

Página

5	Médias por tratamentos de porta-enxertos e inoculação para os teores de Mn na m.s. da parte aérea das plantas, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990	46
6	Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples, porta-enxertos e inoculação para altura de plantas, em cm, e diâmetro a 15 cm do colum, em mm, das plantas aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990	49
7	Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples, porta-enxertos e inoculação para o peso da matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990	52
8	Médias das percentagens de colonização micorrízica nas raízes das plantas aos 13 meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990	55

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Equações de regressão para os teores de P e Ca no substrato aos treze meses pós-semeadura dos porta-enxertos, em relação às doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras, 1990	36
2	Equações de regressão para os teores de N e P na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de SS. ESAL, Lavras, 1990	39
3	Equações de regressão para os teores de K e Ca na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de SS e à inoculação. ESAL, Lavras, 1990	41
4	Equações de regressão para os teores de S na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de SS e à inoculação. ESAL, Lavras, 1990	43

Figura

Página

5	Equações de regressão para teores de B e Cu na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de SS. ESAL, Lavras, 1990	45
6	Equações de regressão para teores de Zn na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de SS. ESAL, Lavras, 1990	48
7	Equações de regressão para altura de plantas e diâmetro a 15 cm do colum dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de superfosfato simples e à inoculação. ESAL, Lavras, 1990	50
6	Equações de regressão para o peso da m.s. da parte aérea e peso da m.s. das raízes dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de SS e à inoculação. ESAL, Lavras, 1990	53

1. INTRODUÇÃO

As plantas cítricas são propagadas comercialmente através de mudas enxertadas. Diversos fatores estão envolvidos na obtenção de mudas enxertadas de qualidade superior. O vigor do porta-enxerto destaca-se como um dos principais.

O limoeiro [*Citrus limonia* (L.) Osbeck cv. Cravo] é o principal porta-enxerto da citricultura brasileira. Estima-se que cerca de 90% dos pomares encontram-se enxertados sobre ele (POMPEU JR. et alii, 1986).

A utilização de um único porta-enxerto constitui um ponto de vulnerabilidade da citricultura. Nesse sentido a tangerineira (*Citrus reshni* Hort. ex Tan. cv. Cleopatra) mostra-se como uma das opções para diversificação de porta-enxertos. Esta espécie induz a formação de frutos do enxerto com qualidades físicas e químicas superiores, altera a época de oferta dos frutos (KOLLER & COITINHO, 1975) e, principalmente, mostra certa tolerância ao declínio dos citros (BERETTA et alii, 1988).

O mais novo sistema de produção de mudas de citros propõe a utilização de vasos plásticos. Estes permitem o desenvolvimento de um sistema radicular denso e conseqüentemente mudas vigorosas.

O desplântio feito no sistema tradicional é eliminado, pois as mudas vão diretamente para o campo. Há uma grande redução na área de viveiro e de insumos.

Um dos problemas que surgem com a utilização de vasos é a redução no volume de substrato a ser explorado pelas raízes. Esta situação determina o uso de fertilizantes e, principalmente o controle das fertilizações.

O crescimento vegetativo dos citros é incrementado através da adubação fosfatada (SOUZA, 1979). Tal adubação é a que os citros mais respondem, principalmente na fase de instalação das plantas. O fósforo (P) absorvido nesta fase pode chegar a 50% de todo o P que é absorvido durante o ciclo da cultura (BLACK, 1968).

Diversos autores concordam que a incorporação de 1280 g de P_2O_5/m^3 de substrato é a dosagem que permite o melhor desenvolvimento de porta-enxertos cítricos (SILVA, 1981; NICOLI, 1982. CAMARGO, 1989). Entretanto, doses três vezes maiores que esta também promoveram respostas no crescimento de porta-enxertos (CARVALHO, 1987).

Na confecção dos substratos para os vasos, é básica a utilização de solo. Os solos predominantes no Brasil são, entretanto, deficientes em P disponível, pois reações de precipitação com óxidos de Fe^{+3} , Al^{+3} e óxidos livres, favorecem a imobilização química do P (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

Uma das maneiras de aumentar-se a absorção de P pelas plantas cítricas é a utilização de fungos micorrízicos (SIQUEIRA, 1988).

A maioria das plantas vasculares formam micorrizas vesicular arbusculares (MVA) com fungos da família Endogonaceae. O principal efeito benéfico desta associação é o aumento da absorção de P e outros nutrientes (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

Espera-se, portanto, que determinada dose de P adicionada ao substrato e a presença de fungos MVA proporcionem o melhor desenvolvimento de porta-enxertos cítricos.

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de doses crescentes de superfosfato simples e da inoculação do fungo MVA, *Glomus clarum* (Nicolson & Schenk), no crescimento e nutrição dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Cleopatra', semeados e conduzidos em vasos plásticos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Propagação dos citros

A propagação das plantas cítricas através de sementes não é uma prática utilizada. Os indivíduos provenientes de sementes podem apresentar grande variabilidade, resultando grandes diferenças em vigor e características culturais dentro do pomar (CAMERON & FROST, 1968). Plantas pés-franco comumente vegetam durante muitos anos, antes de iniciarem as primeiras produções.

A propagação por enxertia é a recomendada. Os processos de enxertia já foram testados e definidos. As técnicas de produção de mudas, entretanto, vêm sendo modificadas e aperfeiçoadas nos últimos anos.

O sistema tradicional de produção de mudas ainda compõe a maior parte dos viveiros de citros. Este processo envolve as etapas de sementeira e viveiro. Na sementeira obtem-se plantas à partir de sementes do porta-enxerto que sustentará a cultivar copa. Estas plantas são repicadas com raízes nuas para viveiro quando atingem 15 a 20 cm de altura, onde permanecem até alcançarem o ponto de enxertia. Após a enxertia e formação das pernadas,

procede-se ao desplantio (MEDINA, 1984).

O uso frequente do mesmo local para sementeira e viveiro é considerado indesejável. Estas áreas tornam-se infectadas por nematóides, fungos e ervas daninhas (MAXWELL & LYONS, 1979).

O número de viveiros que utilizam-se de vasos ou recipientes na formação de mudas vem aumentando desde a última década. A aceitação destes recipientes está em função da redução do tempo de formação das mudas, maior controle das fertilizações e poucos problemas com pragas e doenças (MOSS, 1978; WILLIAMSON & CASTLE, 1990).

A produção de mudas envasadas permite uma alta densidade de plantio quando comparada com aquela em campo. O recipiente é reutilizável e o choque no transplântio é diminuído (CASTLE et alii, 1979). Um mesmo local pode ser usado como viveiro utilizando-se vasos com substratos fumigados (MAXWELL & LYONS, 1979).

O menor calibre das mudas obtidas em recipientes e relatos contradizendo o desempenho destas em campo, tem aumentado a preocupação acerca do próprio manejo e métodos de plantio de mudas envasadas (CASTLE, 1987).

A repicagem é uma etapa obrigatória quando da obtenção do porta-enxerto através do sistema tradicional. No caso da utilização de vasos, pode-se eliminar esta etapa optando-se pela sementeira direta (FORTES, 1991). A redução do tempo de formação das mudas obtidas por sementeira direta é justificada pelo crescimento contínuo da planta, pois o sistema radicular não é

perturbado (MOORE, 1978; MOSS, 1978 e WILLIAMSON & CASTLE, 1990).

Plantas de limoeiro 'Cravo', produzidas pelo processo de semadura direta e em substratos supridos com 1,28 e 5,12 kg de P_2O_5/m^3 de substrato, atingiram o ponto de enxertia em 239 e 232 dias, propiciando uma redução de 43,10 e 44,76% respectivamente no período de obtenção deste porta-enxerto, em comparação ao processo tradicional (FORTES, 1991).

Os substratos para recipientes são escolhidos primeiramente em função de sua disponibilidade e propriedades físicas. É comum a suplementação com fertilizantes quando se utilizam substratos com baixos teores de nutrientes (SOUZA, 1983).

O substrato ideal, deve ser de baixa densidade, rico em nutrientes, elevada CTC, boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem (Coutinho & Carvalho, citados por MELLO, 1989).

O tempo de permanência da planta no vaso deve ser adequado ao tamanho do mesmo, para evitar o enrolamento das raízes. A adubação do substrato deve ser equilibrada e o pH controlado, evitando-se, dessa forma, interações indesejáveis, toxidez ou deficiência de nutrientes (PLATT, 1977; MOSS, 1978; MOORE, 1978 e CASTLE et alii, 1979).

O porta-enxerto constitui o sistema radicular de uma planta cítrica. É portanto, o responsável pela extração dos nutrientes que serão metabolizados pela copa. A escolha do porta-enxerto está em função da sua melhor adaptação aos diferentes tipos de solos, climas e da afinidade com as cultivares copa (HOFFMANN & FACHINELLO, 1980).

Na obtenção de uma muda cítrica em vasos deve-se considerar a escolha do porta-enxerto, as técnicas de produção, os substratos e as fertilizações.

2.2. Porta-enxertos cítricos

O estudo sobre porta-enxertos cítricos é um setor importante da pesquisa citrícola em função das influências que exercem sobre a copa. Alterações na época de colheita, qualidade dos frutos, longevidade e resistência a doenças, exemplificam algumas dessas influências (GAMA, 1979; CUNHA SOBRINHO et alii, 1980).

Os porta-enxertos dos citros são quase todos provenientes de plântulas nucelares, e por isso, uniformes e com características estáveis. Isto permitiu a obtenção do maior número de informações sobre os efeitos destes porta-enxertos, do que para qualquer outra espécie frutícola (WUTSCHER, 1989). Entretanto, a diversificação de espécies é bastante restrita. Mais de 80% dos citros cultivados no mundo utilizam apenas quatro ou cinco espécies como porta-enxerto (GAMA, 1979).

Noventa por cento dos citros da Flórida (EUA) encontram-se enxertados sobre citranges [*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis* cv. Troyer e cv. Carrizo], laranjeira (*Citrus aurantium* cv. Azeda) e tangerineira (*Citrus reshni* Hort ex Tan. cv. Cleopatra). Na Espanha o porta-enxerto mais utilizado é a

laranjeira 'Azeda'. No Japão, utiliza-se o *Poncirus trifoliata* (TEÓFILO SOBRINHO & FIGUEIREDO, 1984).

Doenças viróticas e disfunções de causa ainda desconhecida têm motivado as pesquisas sobre o comportamento de diferentes porta-enxertos (TEÓFILO SOBRINHO & FIGUEIREDO, 1984).

No Brasil, é o limoeiro [*Citrus limonia* (L.) Osbeck cv. Cravo] que compõe o sistema radicular da maioria das plantas cítricas. É o porta-enxerto mais utilizado devido à sua tolerância à tristeza, afinidade com a maioria das cultivares copa, existência de grande número de sementes, maior adaptação edafo-climática e maior disponibilidade de frutos (GENÚ, 1985). Apresenta, ainda, precocidade de crescimento, permitindo a obtenção de porta-enxertos vigorosos em curto espaço de tempo (KOLLER & COITINHO, 1975). Isto se dá, em função do maior acúmulo de reservas na fase inicial de crescimento do limoeiro 'Cravo'. Este acúmulo é significativamente maior do que os obtidos pela laranjeira 'Caipira', o *Poncirus trifoliata* e a tangerineira 'Cleopatra'. Assim, plantas de limoeiro 'Cravo' atingem o ponto de enxertia mais rapidamente do que os outros porta-enxertos (KOLLER & BOEIRA, 1986).

O limoeiro 'Cravo' é medianamente resistente à gomose e susceptível ao frio (KOLLER & COITINHO, 1975). As plantas nele enxertadas iniciam a produção precocemente e produzem frutos com boas qualidades gerais (GENU, 1985).

Atualmente os citricultores enfrentam um problema bastante sério, pois plantas enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' vêm se mostrando susceptíveis ao declínio dos citros. Milhares de

plantas são perdidas anualmente devido a essa disfunção (TEÓFILO SOBRINHO & FIGUEIREDO, 1984 e BERETTA, 1986).

A tangerineira 'Cleopatra' é uma espécie que, apesar de apresentar lento desenvolvimento inicial, possui diversas características positivas. Confere boa resistência ao frio, mediana resistência à gomose e completa tolerância à tristeza. Apresenta afinidade com as cultivares copa e induz à formação de frutos de boa coloração e relação acidez:açúcar favorável (KOLLER & COITINHO, 1975). Em relação ao declínio, mostra-se tolerante (BERETTA & LEFÈVRE, 1986), sendo esta a característica que lhe confere destaque no contexto atual de diversificação do uso de porta-enxertos (TEÓFILO SOBRINHO & FIGUEIREDO, 1984).

2.3. Nutrição dos citros

As plantas cítricas, como todos os vegetais superiores, desenvolvem-se a partir do Carbono (C) existente no ar, do Oxigênio (O) e Hidrogênio (H) da água e de elementos minerais retirados do solo. Do ponto de vista de quantidade de elementos fornecidos, o solo é considerado o menos importante. Cerca de 90% do total dos elementos da matéria seca (m.s.) das plantas são constituídos por C, H e O. O solo, porém, é o meio mais facilmente modificável pelo homem, uma vez que os elementos minerais podem ser suplementados através de adubações (MALAVOLTA, 1980).

Todos os nutrientes essenciais são importantes para o

equilíbrio nutricional, crescimento e produção das plantas cítricas. A absorção destes nutrientes se dá durante todo o ano (MALAVOLTA, 1980). Vários estudos demonstraram que a adubação fosfatada está diretamente relacionada com o crescimento dos porta-enxertos (BINGHAM & MARTIN, 1956; CARVALHO, 1987 e CAMARGO, 1989).

São raros os sintomas de carência de P em plantas adultas, e poucos os estudos que demonstram respostas à adubação fosfatada por estas plantas. Plantas novas, entretanto, se beneficiam do P aplicado (MALAVOLTA, 1980). Raízes de plantas jovens absorvem fosfato muito mais rapidamente do que raízes de plantas mais velhas. Frequentemente observam-se maiores respostas ao P no período inicial de crescimento (BARBER, 1977).

Nenhum outro elemento pode substituir o P nas funções que exerce na vida da planta. Está envolvido em funções estruturais, de armazenamento e fornecimento de energia para processos endergônicos (MALAVOLTA, 1980).

O P é absorvido pelas raízes, principalmente sob as formas de íons $H_2PO_4^-$, provenientes da dissociação do ácido ortofosfórico, H_3PO_4 , na faixa de pH de 4 a 8 (MALAVOLTA, 1980).

Os íons fosfato movem-se no solo através dos processos de fluxo de massa e difusão sendo este último o responsável pela grande maioria do movimento do P. Este movimento ocorre em resposta a um gradiente de concentração entre o P da solução ao nível da raiz e o P na solução do solo (OLSEN et alii, 1977).

O P no solo ocorre nas formas orgânica, como ácidos nucleicos e fosfolipídeos, e inorgânica, associado a minerais de

Cálcio (Ca), Ferro (Fe) e Alumínio (Al). Ambas as formas têm problemas de disponibilidade (BUCKMAN & BRADY, 1974).

A concentração do P total nos solos varia de 0,02 a 0,5% e é em média 0,05% (Barber, 1984 citado por KUCEY et alii, 1989). A variação é devida às diferenças no grau de intemperismo e composição do material de origem. Concentrações relativamente altas são frequentemente observadas em solos calcários de regiões áridas. Baixas concentrações de P são frequentes em solos sujeitos a altas intensidades de intemperismo (Stevenson, 1986 citado por KUCEY et alii, 1989).

Somente o P dissolvido na solução do solo é diretamente acessível às plantas. A concentração de P na solução do solo, entretanto, constitui uma pequena fração pois ele é extremamente reativo (McGill & Cole, 1981 citados por KUCEY et alii, 1989). As reações deste elemento com constituintes do solo originam compostos fosfatados menos disponíveis. Este fenômeno, denominado "fixação do P", ainda é o grande entrave para o melhor aproveitamento do P aplicado ao solo (OLSEN et alii, 1977).

A adubação fosfatada proporciona, além da elevação dos teores deste elemento, alterações nas características químicas do solo, nos teores de nutrientes foliares e no crescimento de plantas cítricas.

2.3.1. Efeitos do P nas características químicas do solo

A adubação com doses crescentes de P aumentou o teor de P disponível no substrato de cultivo dos limoeiros 'Cravo' até a repicagem (SILVA, 1981; NICOLI, 1982; CARVALHO, 1987; CAMARGO, 1989; REZENDE, 1991 e FORTES, 1991). Estes resultados são devidos ao maior teor total de P_2O_5 presente nas fontes utilizadas, (SILVA, 1981; CAMARGO, 1989; REZENDE, 1991 e FORTES 1991), baixos valores de pH e teor inicial de P (NICOLI, 1982), modo de aplicação e eficiência do extrator na determinação do P disponível (SILVA, 1981 e CAMARGO, 1989).

A aplicação de doses crescentes de P, até um nível máximo de 2.330 g de P_2O_5/m^3 de um Latossolo Vermelho Amarelo promoveu aumento na disponibilidade de P do solo. Doses acima destas, promoveram a redução na disponibilidade de P. Este resultado é explicado devido aos elevados teores de Fe e Al presentes no solo tornando o P aplicado indisponível e não detectável pelo extrator (LIRA, 1990).

Doses crescentes de fertilizante fosfatado promoveram diferentes resultados quanto aos teores de K do substrato. Alguns autores observaram reduções (SILVA, 1981; NICOLI, 1982; LIRA, 1990 e REZENDE, 1991), aumentos (BUENO, 1984) ou nenhum efeito do P (CARVALHO, 1987; CAMARGO, 1989).

As reduções foram explicadas pela competição entre o Ca existente no adubo e o K do solo, ou pelo teor de Ca presente no fertilizante, que acelera a absorção de K, diminuindo seu teor no

substrato (MALAVOLTA, 1980). BUENO (1984), explica que o aumento no teor de K do substrato se deve à substituição do K adsorvido, pelo Ca do superfosfato triplo, com conseqüente liberação do K para a solução do solo.

São descritas elevações nos teores de Ca quando da adição de doses crescentes de adubos fosfatados aos substratos. Os autores concordam que o Ca presente em forma solúvel nas fontes utilizadas aumenta o teor deste nutriente no solo (CARVALHO, 1987; LIRA, 1990; REZENDE, 1991 e FORTES, 1991).

O teor de Mg disponível no substrato não foi alterado quando da aplicação de doses crescentes de P, devido ao alto teor inicial daquele nutriente no substrato e à sua ausência nas fontes utilizadas (CARVALHO, 1987; CAMARGO, 1989; LIRA, 1990), ao baixo teor inicial (REZENDE, 1991) ou simplesmente pela sua ausência na fonte utilizada (FORTES, 1991).

Doses crescentes de adubo fosfatado têm causado aumentos (SILVA, 1981 e NICOLI, 1982) ou alterações não significativas (CAMARGO, 1989 e FORTES, 1991) nos valores do pH do substrato. Os aumentos são explicados em função da concentração e solubilidade do Ca contido nas fontes (SILVA, 1981 e NICOLI, 1982). A pequena variação nos valores de pH do substrato após aplicações de doses crescentes de P, é atribuída ao alto teor de matéria orgânica e ao alto teor de argila dos substratos, atuando como agentes tamponantes do substrato (COELHO & VERLENGIA, 1973).

2.3.2. Efeitos do P nos teores de nutrientes na matéria seca

A aplicação de doses crescentes de diferentes fontes de P promoveu diminuição do teor foliar de N em diferentes porta-enxertos (SILVA, 1981; NICOLI, 1982; FONTANEZZI, 1989) justificada por uma possível inibição competitiva entre a forma nítrica aplicada e o íon fosfato (SILVA, 1981), ou efeito de diluição (NICOLI, 1982 e FONTANEZZI, 1989). Alguns autores não verificaram efeito das doses de P nos teores de N na m.s. total das plantas (CAMARGO, 1989; LIRA, 1990; SOUZA, 1990; REZENDE, 1991), devido a adubação em cobertura com KNO_3 e o alto teor de m.o. do material formador do substrato, terem suprido o N necessário.

Aumentos nos teores de P e Ca na m.s. total de plantas fertilizadas com adubos fosfatados vêm sendo verificados por diversos autores (CARVALHO, 1987; FONTANEZZI, 1989; LIRA, 1990; REZENDE, 1991 e FORTES, 1991). Todos explicam esses aumentos pela maior disponibilidade de P e Ca no substrato proporcionada pela presença destes nutrientes nas fontes.

Foram observadas reduções nos teores de K na m.s. total de porta-enxertos devido às doses de fertilizantes fosfatados (BUENO, 1984; CARVALHO, 1987; REZENDE, 1991 e FORTES, 1991) explicadas pelo antagonismo entre Ca e K (SMITH, 1966 e MALAVOLTA, 1980) ou pelas maiores taxas de crescimento das plantas, causando o efeito diluição. Doses crescentes de P não tiveram efeito sobre o teor de K na m.s. devido a um alto teor inicial deste nutriente

no substrato (SILVA, 1981; CAMARGO, 1989 e LIRA, 1990).

Diversos trabalhos apontam variações no teor de Mg na m.s. de porta-enxertos cítricos após tratamentos com doses crescentes de P. Estes tratamentos causaram diminuição (BUENO, 1984; FONTANEZZI, 1989 e LIRA, 1990), aumento (NICOLI, 1982) ou não causaram efeito (CARVALHO, 1987; CAMARGO, 1989; SOUZA, 1990; FORTES, 1991 e REZENDE, 1991) no teor de Mg da m.s. das plantas. As reduções foram atribuídas ao efeito antagônico existente entre o Mg e o Ca presente nas fontes fosfatadas. Os aumentos foram justificados pelo efeito sinérgico entre o P e o Mg (MALAVOLTA, 1980).

Doses crescentes de adubos fosfatados promoveram aumentos nos teores de S na m.s. total de plantas cítricas (SILVA, 1981; CARVALHO, 1987; LIRA, 1990; FORTES, 1991 e REZENDE, 1991). Este resultado é explicado pelos autores em função da presença de S na composição do superfosfato simples (SS). Aumentando sua disponibilidade no substrato. CAMARGO (1989) não encontrou efeito da adubação fosfatada nos teores de S da m.s. das plantas e explica este resultado, pelo alto teor de m.o. no substrato, suprimindo o S requisitado pela planta de maneira gradual (BIEDERBECK, 1978).

Diversos autores constataram que a adição de P em doses crescentes, diminui o teor de B na m.s. das plantas (CARVALHO, 1987; FONTANEZZI, 1989; LIRA, 1990 e SOUZA, 1990). Todos concordam em explicar essa redução através da inibição competitiva que ocorre entre o P, o Ca e o S presentes nos fertilizantes e o B do solo, ou à diluição deste nutriente nos tecidos das plantas. No entanto,

CAMARGO (1989), REZENDE (1991) e FORTES (1991), não constataram efeito da aplicação do S.S. nos teores de B, explicando esse resultado pelo alto teor de m.o. presente no substrato. Segundo MALAVOLTA (1980) a m.o. é a fonte mais importante de B para as plantas.

Diminuições nos teores de Cu na m.s. total de porta-enxertos cultivados em diferentes substratos e sistemas de propagação foram relatadas por BINGHAM et alii (1958), SILVA (1981), NICOLI (1982) e LIRA (1990). O P pode estimular o crescimento das plantas, até o suprimento de Cu no solo tornar-se limitante, caracterizando o efeito diluição (NICOLI, 1982). O P pode precipitar o Cu no solo e raízes, diminuindo sua disponibilidade para a planta (SPENCER, 1960). Entretanto, CARVALHO (1987), CAMARGO (1989), FONTANEZZI (1989), SOUZA (1990) e REZENDE (1991) não constataram efeito da aplicação de S.S. nos teores de Cu.

São relatados diferentes resultados quanto ao teor de Mn na m.s. de porta-enxertos cítricos, como resposta das plantas adubadas com P. Aumentos nos teores foliares foram relatados por LIRA (1990) que confere esse resultado ao baixo pH dos substratos, favorecendo a formação de fosfatos de Mn mais solúveis, tornando o Mn mais disponível para as plantas (MALAVOLTA, 1980). A diminuição no teor de Mn é justificada através do efeito diluição causado pelo maior crescimento das plantas (SILVA, 1981; NICOLI, 1982 e REZENDE, 1990). Para alguns autores, doses crescentes de P no substrato não causaram efeitos sobre os teores foliares de Mn (FONTANEZZI, 1989;

SOUZA, 1990 e FORTES, 1991).

Foram observados menores teores de Zn na m.s. de porta-enxertos citricos fertilizados com doses crescentes de P (FONTANEZZI, 1989; SOUZA, 1990; LIRA, 1990 e REZENDE, 1991). Esse resultado é explicado por OLSEN et alii (1977) através da interação P-Zn no solo formando $Zn_3(PO_4)_2$ insolúvel, ou à diluição do Zn na planta em função do maior crescimento devido ao P. O aumento no teor de Zn determinado na m.s. das plantas após a aplicação de doses crescentes de apatita de Araxá é explicado em função da possível presença do nutriente na composição do fertilizante (NICOLI, 1982 e CAMARGO, 1989). A pequena variação no teor de Zn na m.s após a aplicação de doses crescentes de superfosfato simples é explicada pelo adequado suprimento de Zn através do substrato e da m.o. (CARVALHO, 1987 e FORTES, 1991).

2.3.3. Efeitos do P no crescimento

Os fertilizantes fosfatados promovem efetivamente o crescimento de plantas quando aplicados a solos com baixa disponibilidade deste nutriente (OLSEN, 1977). A aplicação de 1280 g de P_2O_5/m^3 em solo (SILVA, 1981 e NICOLI, 1982) e em substrato comercial (CAMARGO, 1989), proporcionou taxas máximas de crescimento de limoeiros 'Cravo'. A COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1989) recomenda a dose de 1300 g de P_2O_5/m^3 de solo de sementeira. Entretanto o maior crescimento dos

limoeiros 'Cravo' foi alcançado com doses de S.S., acima da média recomendada (LIRA, 1990 e REZENDE, 1991). Taxas máximas de crescimento para o limoeiro 'Cravo' foram verificadas com aplicação de 3724 g de P_2O_5/m^3 de solo (CARVALHO, 1987).

Plântulas de citros apresentaram paralisação do crescimento após serem transferidas para solução nutritiva deficiente em P. O crescimento foi novamente estimulado quando da transferência destas plântulas para solução com níveis normais de P (ACHITUV, 1977).

Devido à fixação, somente 5 a 20% do P aplicado ao solo são aproveitados pelas plantas (MALAVOLTA, 1980). Esta situação é agravada no caso dos citros, pois estas plantas apresentam baixa capacidade de absorção de nutrientes, o que tem sido atribuído ao pequeno número de pêlos absorventes (MALAVOLTA & VIOLANTE NETO, 1989).

Diversas pesquisas têm sido conduzidas no sentido de estudar-se aumentos na disponibilidade de P para as plantas, mediados por microorganismos. Estas incluem pesquisas na área de fungos micorrízicos.

2.4. Micorrizas vesicular-arbusculares

O termo micorriza (do grego, mykes = fungo; rhiza = raiz) foi designado por Albert Bernard Frank, em 1885, e compreende as associações mutualísticas simbióticas não antagônicas entre fungos

do solo e radículas de plantas, nas quais os membros se beneficiam da interação (ZAMBOLIM & SIQUEIRA, 1985). As micorrizas vesicular arbusculares (MVA), constituídas por fungos da família Endogonaceae, ocorrem em 97% das plantas vasculares (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

O estabelecimento da associação inicia-se quando o tubo germinativo do esporo do fungo penetra nas raízes através das células da epiderme, colonizando o córtex inter e intracelularmente. Esta colonização não causa lesões patogênicas, invasões no sistema vascular ou modificações anatômicas (LOPES et alii, 1983).

As micorrizas são, portanto, compostas pelas raízes do hospedeiro, as hifas internas no córtex e as hifas externas no solo (LOPES et alii, 1983).

As hifas internas se espalham pelo córtex e diferenciam-se em vesículas e arbúsculos. As vesículas do fungo são formadas dentro e fora das raízes, e funcionam principalmente como órgãos de reserva, armazenando lipídeos. Os arbúsculos são estruturas intracelulares através das quais ocorre o contato entre o fungo e o citoplasma das células do hospedeiro, havendo a troca de nutrientes (MOSSE, 1981).

A transferência de carboidratos da planta para o fungo, e de nutrientes minerais absorvidos pelas hifas no solo, para a planta, representam as bases do funcionamento e dos efeitos desta simbiose (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

Dentre os benefícios que as MVA propiciam às plantas,

destacam-se os efeitos nutricionais. Plantas micorrizadas geralmente acumulam maiores quantidades de macro e micronutrientes. Entretanto, podem ocorrer diferentes interpretações desses efeitos, quando consideram-se concentrações ou quantidades totais acumuladas de nutrientes. Plantas micorrizadas geralmente apresentam menores concentrações de N e cátions (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} e Na^+), e maiores de ânions (SO_4^{-2} , PO_4^{-3} , NO_3^- e Cl^-). A redução dos teores de nutrientes nas plantas micorrizadas é devida, na maioria dos casos, a efeitos de diluição, pois estas plantas acumulam mais matéria seca (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

O efeito mais consistente e de maior interesse prático, promovido pelas MVA, é o favorecimento na absorção e utilização dos nutrientes, especialmente do P (MOSSE, 1973 e SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

As hifas externas no solo, se estendem através da rizosfera, absorvendo o P da solução, o que causa maior liberação do P-lábil para o P da solução (SANDERS & TINKER, 1971).

As hifas absorvem o P da solução do solo por um processo ativo. O P absorvido é convertido em grânulos de polifosfato. Estes são transportados pela corrente citoplasmática até as vesículas ou até os arbúsculos. Nas vesículas, o P pode ficar armazenado temporariamente. Nos arbúsculos, os grânulos de polifosfato são hidrolizados em fosfato inorgânico que é transferido para a célula vegetal (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

A colonização micorrízica é influenciada por diversos fatores, como umidade, aeração, temperatura, pesticidas, patógenos

e níveis de nutrientes no solo (LOPES et alii, 1983). A micorrização é geralmente inibida em condições de elevada fertilidade. Dentre os macronutrientes, o N e o P são os que exercem efeitos mais acentuados (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

A redução na colonização micorrízica devido a altos níveis de P no solo pode ser explicada pelas alterações no metabolismo de carboidratos da planta (SIQUEIRA et alii, 1984). Aumentando-se a disponibilidade de P no solo, há uma maior absorção pela planta. O aumento da concentração de P na parte aérea desencadeia um mecanismo de auto-regulação da simbiose, reduzindo a colonização (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

A multiplicação dos fungos MVA só é possível quando associados a uma planta, em vasos de cultivo contendo solo ou substrato esterilizados. Esta dificuldade de obtenção de inóculo comercial limita sobremaneira a utilização desses fungos. Seu potencial de uso está na pré-colonização de mudas em viveiro (MOSSE, 1981).

Mudas micorrizadas permanecem menos tempo no viveiro, requerem menos insumos, são mais sadias e resistem mais os estresses provocados pelo transplante (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

2.4.1. Micorrizas vesicular-arbusculares em citros

As plantas cítricas são consideradas dependentes das associações micorrízicas em função da pequena quantidade de

radícelas que possuem (PLATT & OPTIZ, 1973).

Os estudos sobre os efeitos de fungos MVA no crescimento das plantas cítricas são geralmente desenvolvidos durante o estágio inicial de formação de mudas, em sementeiras ou vasos. Nesta ocasião, tem-se maior controle sobre os fatores ambientais como também pode-se proceder à fumigação antecipada dos leitos das sementeiras ou do substrato dos recipientes.

A fumigação dos solos utilizados para a produção de mudas cítricas é uma prática em difusão desde a década de 60, e visa a eliminação de patógenos do solo, nematóides e ervas daninhas (MENGE et alii, 1977). Os fungos MVA também são eliminados podendo ocasionar paralisação temporária do crescimento e clorose generalizada das plântulas de citros (TIMMER & LEYDEN, 1978).

Plântulas de citros desenvolvidas em sementeiras fumigadas apresentaram crescimento atrofiado e tecidos deficientes em P, apesar do adequado nível de P no solo. A recuperação destas plantas foi parcial, mediante a aplicação de altas doses de P ao solo (TUCKER & ANDERSON, 1974), e total mediante a inoculação com fungos micorrízicos (TIMMER & LEYDEN, 1978).

A inoculação de fungos MVA a solo fumigado tem aumentado o crescimento de plântulas de citros em casa-de-vegetação (KLEINSCHMIDT & GERDEMANN, 1972; SCHENCK & TUCKER, 1974 e HATTING & GERDEMANN, 1975). O aumento da absorção de P tem sido o principal fator deste aumento em crescimento (KLEINSCHMIDT & GERDEMANN, 1972 e HATTING & GERDEMANN, 1975).

Diferentes cultivares de uma mesma espécie podem

apresentar variações quanto à dependência micorrízica (AZCON & OCAMPO, 1981), como ocorre com as espécies cítricas (MENGE et alii, 1978a e LEVY et alii, 1983). Essas variações ocorrem devido às diferenças nos sistemas radiculares dos porta-enxertos, como presença e comprimento de pêlos absorventes e taxa de crescimento das raízes (NEMEC, 1978).

Trabalho realizado por FONTANEZZI (1989) demonstrou a diferença no grau de dependência micorrízica de três porta-enxertos cítricos inoculados com *Glomus clarum* na presença de quatro doses de superfosfato simples. O limoeiro 'Rugoso' mostrou-se mais dependente do fungo MVA para a produção de m.s. total, seguido da tangerineira 'Cleopatra' e do limoeiro 'Cravo'.

A eficiência dos fungos MVA, relaciona-se com a capacidade destes em desenvolver um sistema de hifas externas, independente de sua capacidade de colonização do córtex das raízes (GRAHAM et alii, 1982).

Doses crescentes de P_2O_5 aplicadas a sementeiras de plantas cítricas ou vasos têm diminuído a taxa de colonização e as respostas em crescimento causadas pelos fungos (MENGE et alii, 1978b; JOHNSON, 1984; GRAHAM & TIMMER, 1984 e FONTANEZZI, 1989). Plantas micorrizadas apresentam maiores teores de P e outros nutrientes, quando comparadas com plantas não micorrizadas (HATTING & GERDEMANN, 1975; MENGE et alii, 1977; CARDOSO et alii, 1986 e ANTUNES, 1987).

Plantas de limoeiro 'Cravo' inoculadas com *Acaulospora morrowae* apresentaram maiores taxas de colonização micorrízica e

maiores teores de P, K e Zn na m.s. total, do que quando da inoculação com *Glomus clarum* ou ausência de fungo MVA (CAMARGO, 1989).

Para a tangerineira 'Cleopatra', houve aumentos significativos nos teores de P, K, Ca, Mg, S e Zn e reduções nos teores de B, Cu e Mn na m.s. total, quando da inoculação com *Glomus clarum* (FONTANEZZI, 1989).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi instalado em casa-de-vegetação com cobertura plástica e com nebulização, a 30 de outubro de 1989 posteriormente passando-se para um viveiro telado, a partir de 10 de abril de 1990, até 30 de novembro de 1990, no Setor de Fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, em Lavras, Estado de Minas Gerais.

O município de Lavras está situado a 21°14'06" de latitude sul e 45°00'00" de longitude oeste, a uma altitude de 918m.

3.1. Material

3.1.1. Plantas

As plantas avaliadas foram obtidas a partir de sementes de frutos maduros de limoeiro (*Citrus limonia* L. Osbeck cv. Cravo) e de tangerineira (*Citrus reshni* Hort ex Tan cv. Cleopatra). Os frutos foram colhidos de matrizes de citros originadas de pés

francos com oito anos após plantadas, selecionadas como clones de cultivares de porta-enxertos.

3.1.2. Fungo micorrízico

Testou-se a espécie de fungo MVA, *Glomus clarum* (Nicolson & Schenk) multiplicado em vasos de cultivo com substrato fumigado e *Brachiaria decumbens* (Stapf) como planta hospedeira.

3.1.3. Substrato

O substrato utilizado foi constituído por uma mistura de Latossolo Vermelho Amarelo, bagaço de cana curtido, areia grossa lavada e vermiculita expandida com textura média, numa proporção de 2:1:1:1.

Os resultados das análises de fertilidade, pH e teor de matéria orgânica do substrato são apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 - Componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica do substrato utilizado. ESAL, Lavras, 1989.

P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	V	M.O.	pH
ppm	ppm	-----	mE/100	cm ³	-----	%	%	
4,0	237	5,0	1,0	0,1	2,6	59,5	3,1	6,0

Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

3.1.4. Fertilizantes

O fertilizante fornecedor de P foi o superfosfato simples (SS), que após análise, apresentou 17,45% de P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio e água pelo método de colorimetria¹. Segundo MALAVOLTA & VIOLANTE NETO (1989), o superfosfato simples fornece também 20% de Ca e 12% de S.

3.1.5. Recipientes

As plantas foram conduzidas em vasos plásticos destinados à produção de mudas cítricas. Estes vasos são confeccionados em

Análises realizadas no Laboratório de Análise de Adubos do Departamento de Química da ESAL.

polietileno preto rígido e apresentam forma de tronco de pirâmide invertida. Apresentam paredes laterais com ranhuras verticais, são vazados embaixo e têm 15 cm x 15 cm de base superior, 10 cm x 10 cm de base inferior e 33,5 cm de altura. O volume de cada vaso é de 5.304 cm³.

3.2. Métodos

3.2.1. Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2 x 2, com três repetições. Cada parcela foi constituída por 10 vasos, totalizando 480 vasos.

Os tratamentos foram quatro doses de P₂O₅, correspondentes à adição de 0, 320, 640 e 1280 g de P₂O₅ por m³, dois porta-enxertos cítricos, 'Cravo' e 'Cleopatra', e a presença e ausência do fungo MVA, *Glomus clarum*.

A dose de 1280 g de P₂O₅ por m³ foi adotada como sendo a dose ideal de adubação fosfatada em função dos resultados encontrados por SILVA (1981), NICOLI (1982) e CAMARGO (1989). As quantidades de SS correspondentes às quatro doses de adubação foram 0, 9,73, 19,45 e 38,91 g de fertilizante por vaso.

O fungo MVA *Glomus clarum* foi eleito em função de ter-se mostrado efetivo na colonização de raízes dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Cleopatra', de acordo com os resultados encontrados por

FONTANEZZI et alii (1987) e FONTANEZZI (1989).

3.2.2. Instalação e condução do experimento

As sementes do limoeiro 'Cravo' e da tangerineira Cleopatra foram retiradas em julho de 1989. Procedeu-se, então, à desinfestação de patógenos através da imersão das sementes em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 2% por 10 minutos (PIERIK, 1987). Em seguida foram lavadas em água corrente e em água destilada. Depois de secas, foram acondicionadas em papel pardo e em geladeira (4°C).

O Latossolo Vermelho Amarelo foi coletado na mata da Estação Experimental da ESAL e peneirado. O bagaço de cana foi obtido da Fazenda Palmital, da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE) em Ijaci-MG. Os componentes do substrato foram incorporados de maneira a obter-se uma mistura homogênea.

Os 4 m^3 de substrato foram fumigados com brometo de metila na dosagem de 150 cc por m^3 , permanecendo coberto com plástico por 48 horas e aerado por 72 horas antes de sua utilização (VANATCHER, 1979).

O fertilizante correspondente a cada tratamento foi pesado em balança eletrônica, incorporado ao volume de um vaso de substrato e homogeneizado em saco de polietileno. Os vasos foram organizados e irrigados. Semearam-se seis sementes em cada um

deles.

A inoculação foi realizada distribuindo-se 10 ml de uma suspensão aquosa de esporos do fungo *Glomus clarum* sobre as sementes. Cada vaso recebeu 530 esporos aproximadamente. Esta suspensão foi obtida através de peneiramento via úmida do solo dos vasos de cultivo e centrifugação por três minutos em água e dois minutos em solução de sacarose 50% a 2000 rpm. Os tratamentos não inoculados receberam 10 ml de um filtrado da solução de esporos (sem esporos) para uniformização da população de outros microorganismos.

A água foi fornecida através de regador manual, na base de 500 ml por vaso. A germinação das sementes teve início aos 25 dias da sementeira.

O primeiro desbaste foi feito por unidade experimental, 50 dias após a germinação. Retirou-se, então, a parte aérea das plantas menos desenvolvidas, deixando-se duas plantas por vaso.

O segundo desbaste foi feito de maneira escalonada, de acordo com o desenvolvimento das plantas nos diversos tratamentos. Quando 80% das plantas de uma parcela atingiram 12 cm de altura, desbastaram-se as menores.

Realizaram-se quatro adubações nitrogenadas até os 210 dias após a sementeira. Todas foram feitas através da adição de 20 ml de solução aquosa aplicada ao substrato. Os produtos utilizados foram o nitrato de potássio (13% N e 46% K) a 0,2% e uma solução a 20% de um fertilizante foliar para citros contendo cerca de 10% de N, 3% de Zn, 3% de S, 2% de Mn, 1% de Mg e 0,5% de B. Estes

produtos foram usados alternadamente aos 105, 116, 151 e 210 dias após a sementeira.

A partir de 220 dias da sementeira iniciaram-se adubações foliares semanais. O produto utilizado foi o mesmo fertilizante foliar para citros mencionado, numa concentração de 0,2%. As aplicações foram feitas com pulverizador costal.

A incidência de ácaros da gema (*Eriophyes sheldoni*) foi controlada inicialmente através de uma aplicação de Aldicarb, na base de um grama por vaso aos 195 dias da sementeira. Aos 217, 253 e 285 dias foram feitas pulverizações foliares com uma mistura de Enxofre em pó molhável (0,002%) e Propargite (0,001%).

3.2.3. Avaliações

Aos treze meses pós-sementeira foram registrados os diâmetros a 15 cm do colmo e as alturas de todas as plantas da parcela.

As demais avaliações foram feitas em cinco plantas da parcela, aos treze meses pós-sementeira. As características avaliadas foram porcentagem de colonização micorrízica, peso de matéria seca (m.s.) da parte aérea, peso de m.s. das raízes, teores de nutrientes na m.s. da parte aérea e características químicas do substrato.

As plantas foram retiradas dos vasos, separando-se a parte aérea e sistema radicular na região do colmo. Foram lavadas

em água corrente e em água destilada.

Para determinação da colonização micorrízica foram retiradas amostras de 1 g de raízes finas de cada uma das plantas. Estas raízes foram conservadas em FAA (13 ml de formalina + 200 ml de etanol 50% + 5 ml de ácido acético glacial). Antes da coloração, as raízes permaneceram em solução de KOH a 10% por uma noite. Para a coloração, adotou-se a metodologia de PHILLIPS & HAYMAN (1970), que utiliza azul tripano em lactofenol à 0,05%. A porcentagem de colonização micorrízica foi determinada pelo método de placa quadriculada de acordo com GIOVANNETTI & MOSSE (1980), determinando-se a porcentagem de colonização para cada planta individualmente.

As plantas foram colocadas em sacos de papel em estufa com ventilação a 70°C até adquirirem peso constante. Foram determinados os pesos de m.s. da parte aérea e do sistema radicular.

A determinação dos teores de nutrientes na m.s. da parte aérea foi feita por unidade experimental (cinco plantas). O N foi determinado pelo método Kjeldahl; o B por colorimetria com ácido oxálico e curcumina; o P por colorimetria com molibdato de amônio; o K por fotometria de chama; o S por turbidimetria com cloreto de bário e o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectro-fotometria de absorção atômica, sendo tais métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974).

Amostras do substrato foram coletadas em cada parcela e submetidas a análises, determinando-se os teores de P, K, Ca, Mg e pH.

3.2.4. Análises estatísticas

As análises estatísticas dos dados foram realizadas de acordo com os modelos matemáticos apropriados para o delineamento adotado.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com níveis de significância de 5% e 1% para o teste F.

Para os casos de efeito significativo de níveis de P_2O_5 procedeu-se à análise de regressão onde as equações foram seleccionadas pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS

4.1. Características químicas do substrato de cultivo de limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' aos treze meses pós-semeadura

Os resumos das análises de variância referentes aos teores de P, K, Ca e Mg e valores de pH determinados no substrato de cultivo dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura, encontram-se no Quadro 2A.

Os valores médios destas variáveis referentes às doses de superfosfato simples (SS) e porta-enxertos encontram-se no Quadro 2.

As médias referentes aos teores de P, K, Ca e Mg e valores de pH não apresentaram diferenças significativas para os dois porta-enxertos.

As médias para os teores de P disponível e de Ca trocável no substrato, cresceram com o aumento das doses de SS aplicadas. As equações de regressão para estas variáveis em relação às doses de SS encontram-se na Figura 1. As equações de regressão são de natureza linear, esperando-se aumentos de 12,6 ppm e 0,1 meq/100cc

de substrato, respectivamente, nos teores de P e Ca no substrato para cada 100g de P_2O_5/m^3 aplicados.

As médias para os teores de K, Mg e valores de pH foram iguais nas diversas doses de SS aplicadas.

QUADRO 2 - Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples e de porta-enxertos para os teores de P, K, Ca e Mg e valores de pH em amostra de substrato, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

Características	Porta-enxertos	Doses de SS (g de P_2O_5/m^3)				Médias
		0	320	640	1280	
P (ppm)	CR	3,17	26,17	75,50	158,00	65,71 A
	CL	4,00	31,33	72,33	163,00	67,66 A
K (ppm)	CR	93,00	95,67	99,33	86,67	93,67 A
	CL	96,67	100,17	97,17	96,83	97,71 A
Ca (meq/100cc)	CR	2,75	3,27	3,90	4,18	3,52 A
	CL	2,93	3,35	3,63	4,20	3,53 A
Mg (meq/100cc)	CR	1,20	1,23	1,18	1,15	1,19 A
	CL	1,28	1,35	1,15	0,87	1,16 A
pH	CR	6,98	7,12	7,22	7,12	7,11 A
	CL	7,15	7,12	7,10	7,17	7,13 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

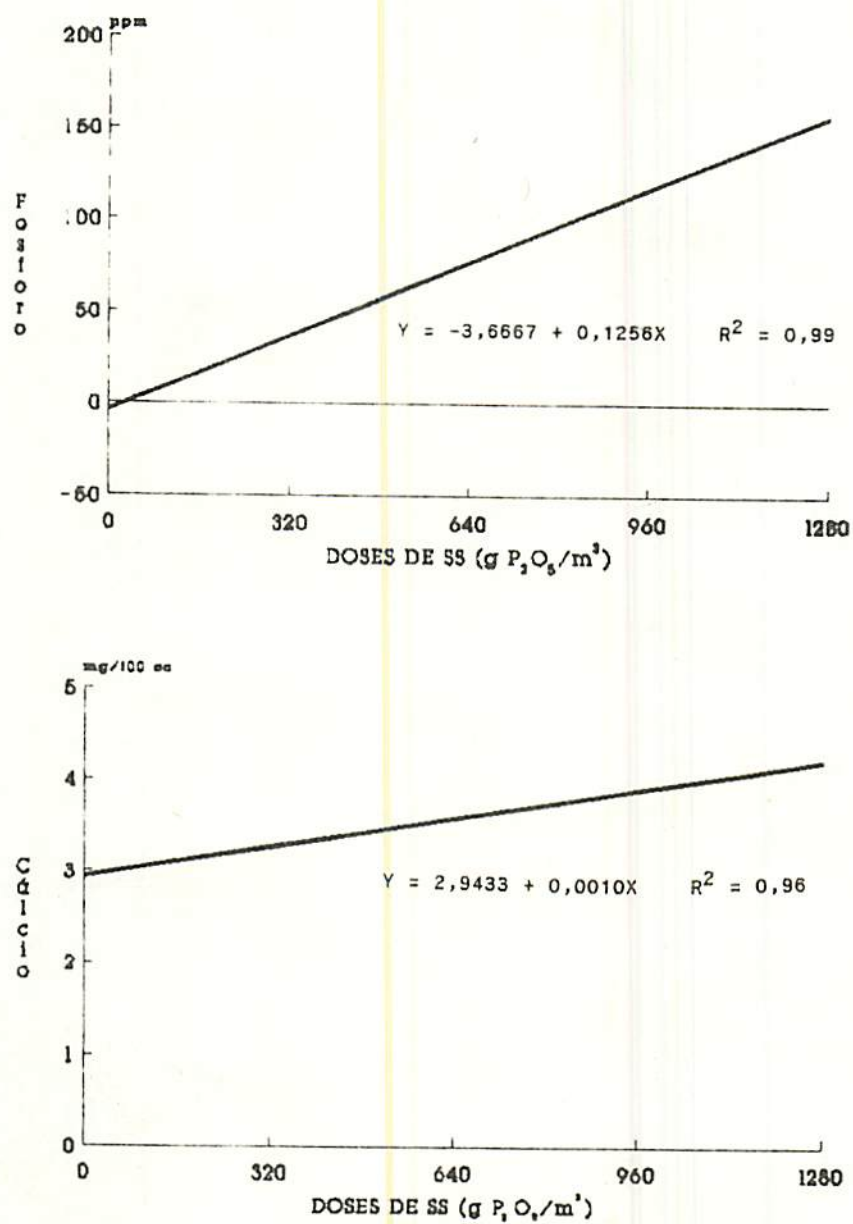


FIGURA 1 - Equações de regressão para os teores de P e Ca no substrato aos treze meses pós-semeadura dos porta-enxertos, em relação às doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras, 1990.

4.2. Teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' aos treze meses pós-semeadura

4.2.1. Macronutrientes

Os resumos das análises de variância referentes aos teores de N, P, K, Ca, Mg e S determinados na matéria seca (m.s.) da parte aérea das plantas aos treze meses pós-semeadura encontram-se no Quadro 3A. Os valores médios para os teores destes nutrientes referentes às doses de SS e porta-enxertos encontram-se no Quadro 3.

As médias dos teores de N, P e S foram iguais significativamente para os dois porta-enxertos. A média para o teor de K foi maior nos limoeiros 'Cravo', enquanto que as médias para os teores de Ca e Mg foram maiores nas tangerineiras 'Cleopatra'.

As equações de regressão para os teores de N e P na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura em relação às doses de SS encontram-se na Figura 2.

As equações de regressão para os teores de N são de natureza quadrática, estimando-se teores mínimos de 0,80% de N para os limoeiros 'Cravo' e de 1,48% de N para as tangerineiras 'Cleopatra', nas doses de 889 e 576 g de P_2O_5/m^3 , respectivamente.

QUADRO 3 - Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples e de porta-enxertos para os teores de macronutrientes na m.s. da parte aérea das plantas, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

Nutrientes (%)	Porta-enxertos	Doses de SS (g de P_2O_5/m^3)				Médias
		0	320	640	1280	
N	CR	2,97	1,36	1,20	1,23	1,69 A
	CL	2,13	1,31	1,44	1,43	1,58 A
P	CR	0,06	0,13	0,14	0,15	0,12 A
	CL	0,06	0,15	0,14	0,14	0,12 A
K	CR	1,58	0,97	1,03	1,04	1,16 A
	CL	1,23	0,96	0,89	0,84	0,98 B
Ca	CR	1,20	1,34	1,53	1,83	1,48 B
	CL	1,55	1,79	1,98	2,51	1,96 A
Mg	CR	0,25	0,22	0,22	0,20	0,22 B
	CL	0,31	0,33	0,34	0,33	0,33 A
S	CR	0,12	0,10	0,09	0,10	0,10 A
	CL	0,10	0,09	0,10	0,13	0,10 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

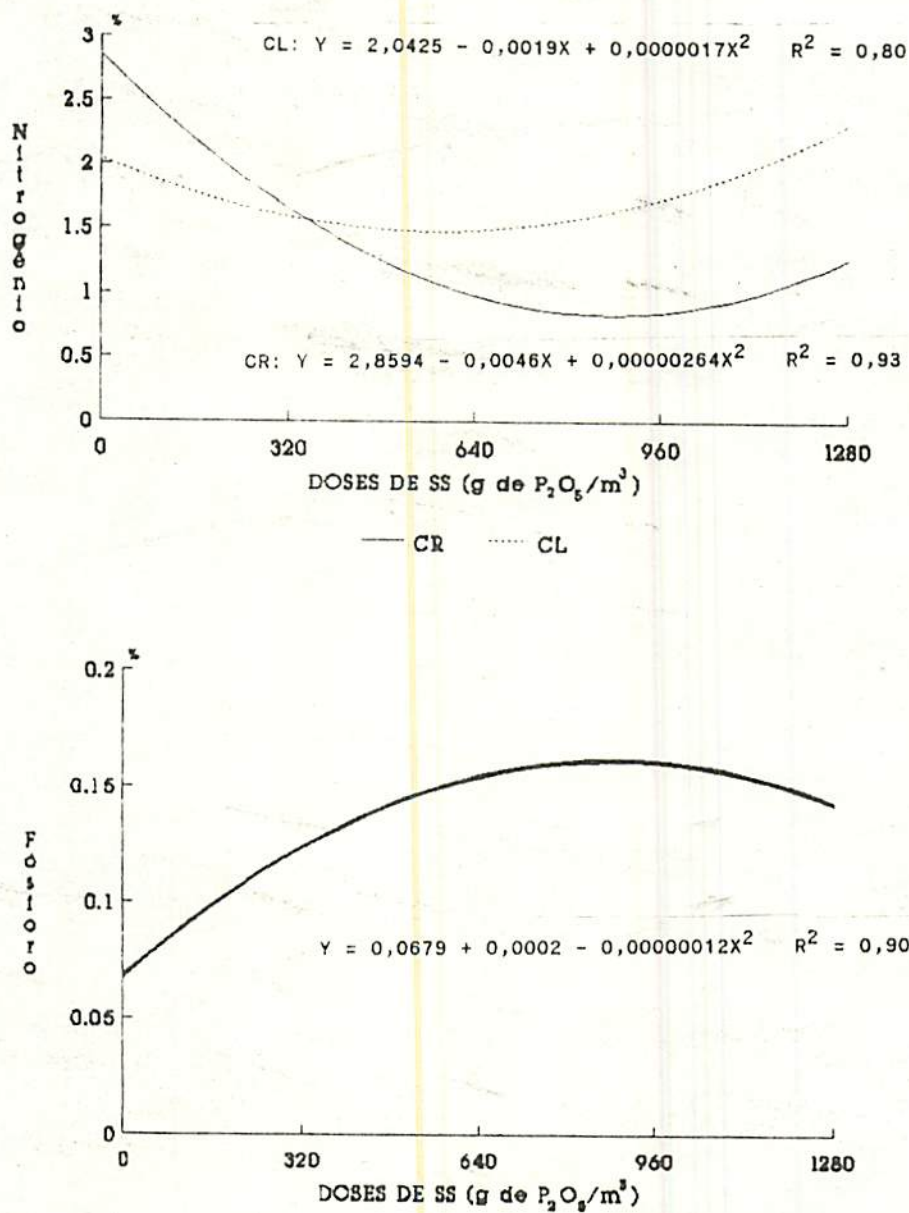


FIGURA 2 - Equações de regressão para os teores de N e P na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, aos treze meses pós- semeadura, em relação às doses de SS. ESAL, Lavras, 1990.

As equações de regressão para os teores de P na m.s. dos porta-enxertos são de natureza quadrática, estimando-se um teor máximo de 0,17% de P na dose de 886 g de P_2O_5/m^3 de substrato aplicados.

As equações de regressão para os teores de K e Ca na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura em relação às doses de SS e à inoculação encontram-se na Figura 3.

A equação de regressão para o teor de K na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' inoculados é de natureza quadrática, estimando-se um teor mínimo de 0,73% de K na m.s., na dose de 887 g de P_2O_5/m^3 .

As equações de regressão para o teor de K na m.s. da parte aérea das tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas e não inoculadas são de natureza quadrática e linear, respectivamente. Para as tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas estima-se um teor mínimo de 0,56% de K na m.s. da parte aérea na dose de 844 g de P_2O_5/m^3 . Para as tangerineiras 'Cleopatra' não inoculadas estima-se um decréscimo de 0,03% de K na m.s., a cada 100 g de P_2O_5/m^3 aplicados.

A equação de regressão para teores de Ca na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos é de natureza linear, esperando-se um acréscimo de 0,06% de Ca a cada 100 g de P_2O_5/m^3 aplicados.

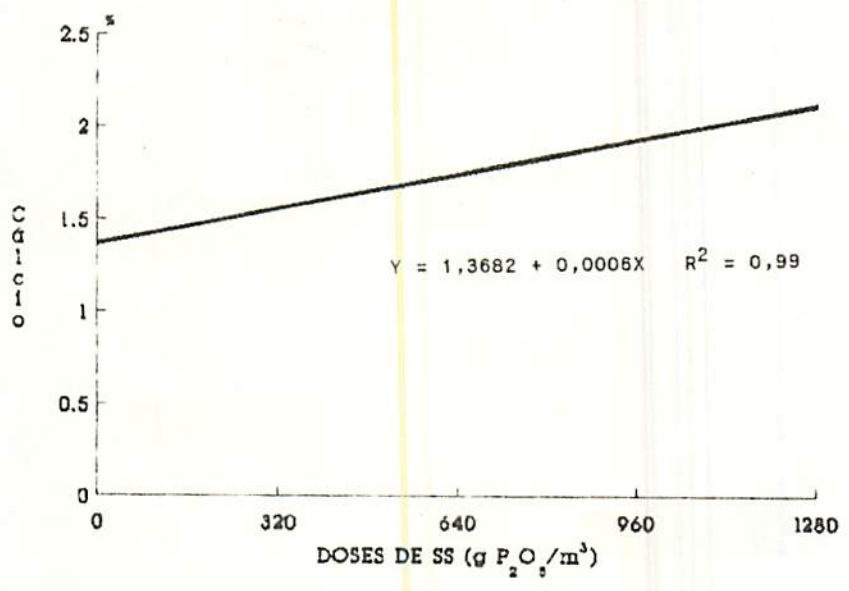
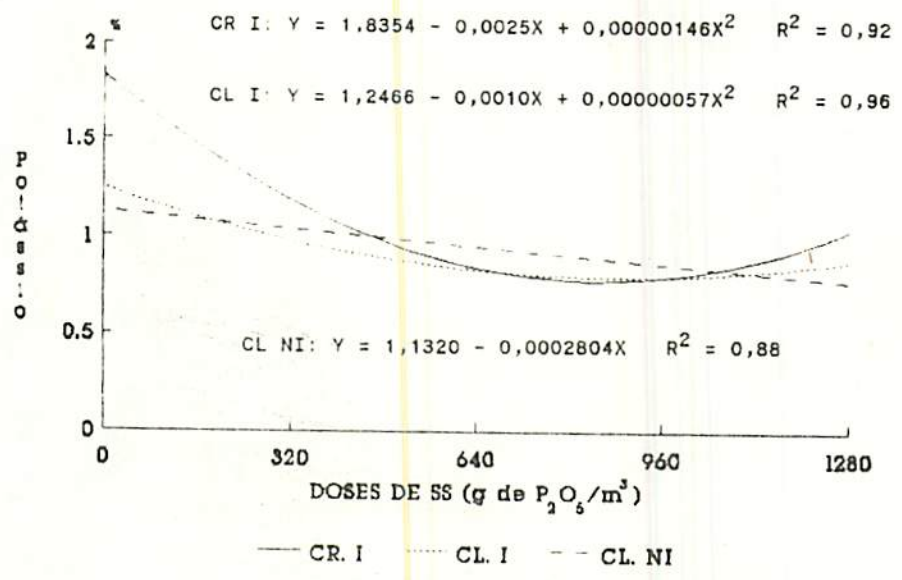


FIGURA 3 - Equações de regressão para teores de K e Ca na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de SS e à inoculação. ESAL, Lavras, 1990.

As médias para os teores de Mg não apresentaram diferença estatística nas diversas doses de SS aplicadas.

As equações de regressão para os teores de S na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura em relação às doses de SS e à inoculação encontram-se na Figura 4.

As equações de regressão para o teor de S na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' e tangerineiras 'Cleopatra', ambos inoculados, são de natureza quadrática e linear, respectivamente. Para os limoeiros 'Cravo' inoculados estima-se um teor mínimo de 0,06% de S na m.s., na dose de 974 g de P_2O_5/m^3 . Para as tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas estima-se um acréscimo de 0,004% de S na m.s., a cada 100 g de P_2O_5/m^3 aplicados.

4.2.2. Micronutrientes

Os resumos das análises de variância referentes aos teores de B, Cu, Mn e Zn determinados na m.s. da parte aérea das plantas aos treze meses pós-semeadura encontram-se no Quadro 4A. Os valores médios para os teores destes nutrientes, referentes às doses de SS e porta-enxertos encontram-se no Quadro 4.

As médias para os teores de Cu na m.s. da parte aérea não apresentaram diferenças significativas em relação aos porta-enxertos. As médias para os teores de B, Mn e Zn na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' foram estatisticamente maiores que as médias dos teores das tangerineiras 'Cleopatra'.

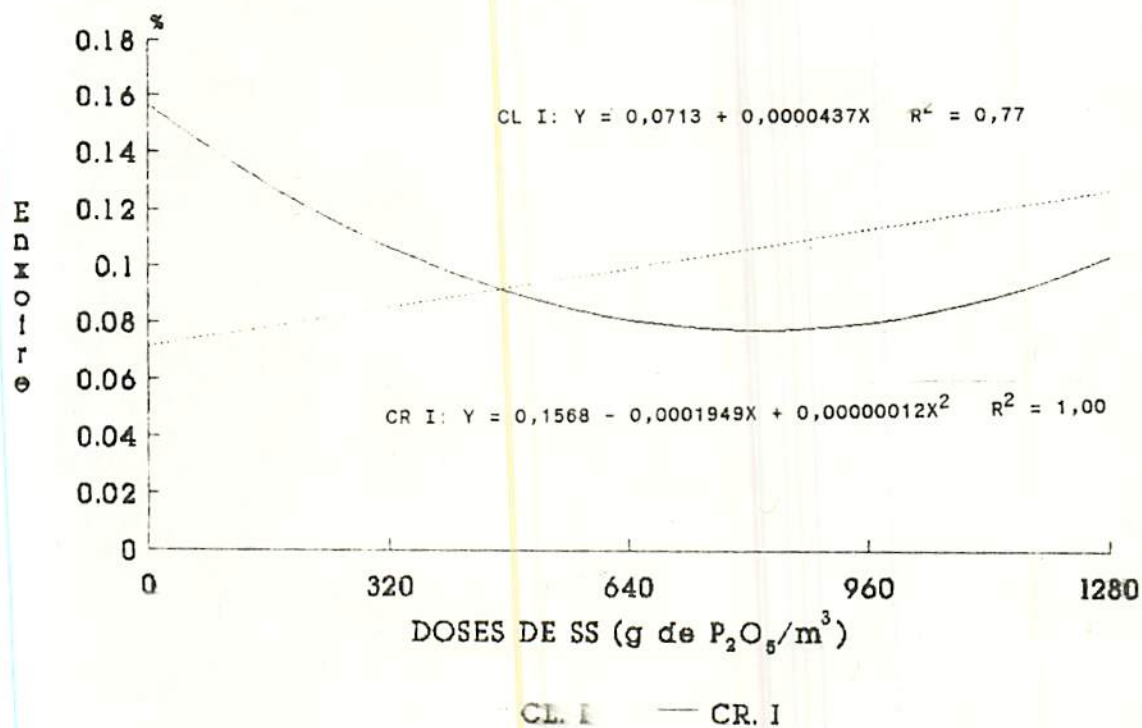


FIGURA 4 - Equações de regressão para teores de S na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, aos treze meses pós-
semeadura, em relação às doses de SS e à inoculação.
ESAL, Lavras, 1990.

As equações de regressão para os teores de B e Cu na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras Cleopatra' aos treze meses pós-semeadura em relação às doses de SS, encontram-se na Figura 5.

QUADRO 4 - Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples e de porta-enxertos para os teores de micronutrientes na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

Nutrientes (ppm)	Porta- enxertos	Doses de SS (g de P_2O_5/m^3)				Médias
		0	320	640	1280	
B	CR	78	94	91	78	85 A
	CL	101	64	74	67	77 B
Cu	CR	16	13	10	9	12 A
	CL	17	10	9	8	11 A
Mn	CR	28	27	27	28	27 A
	CL	28	22	24	25	25 B
Zn	CR	49	48	36	34	42 A
	CL	43	30	29	27	32 B

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

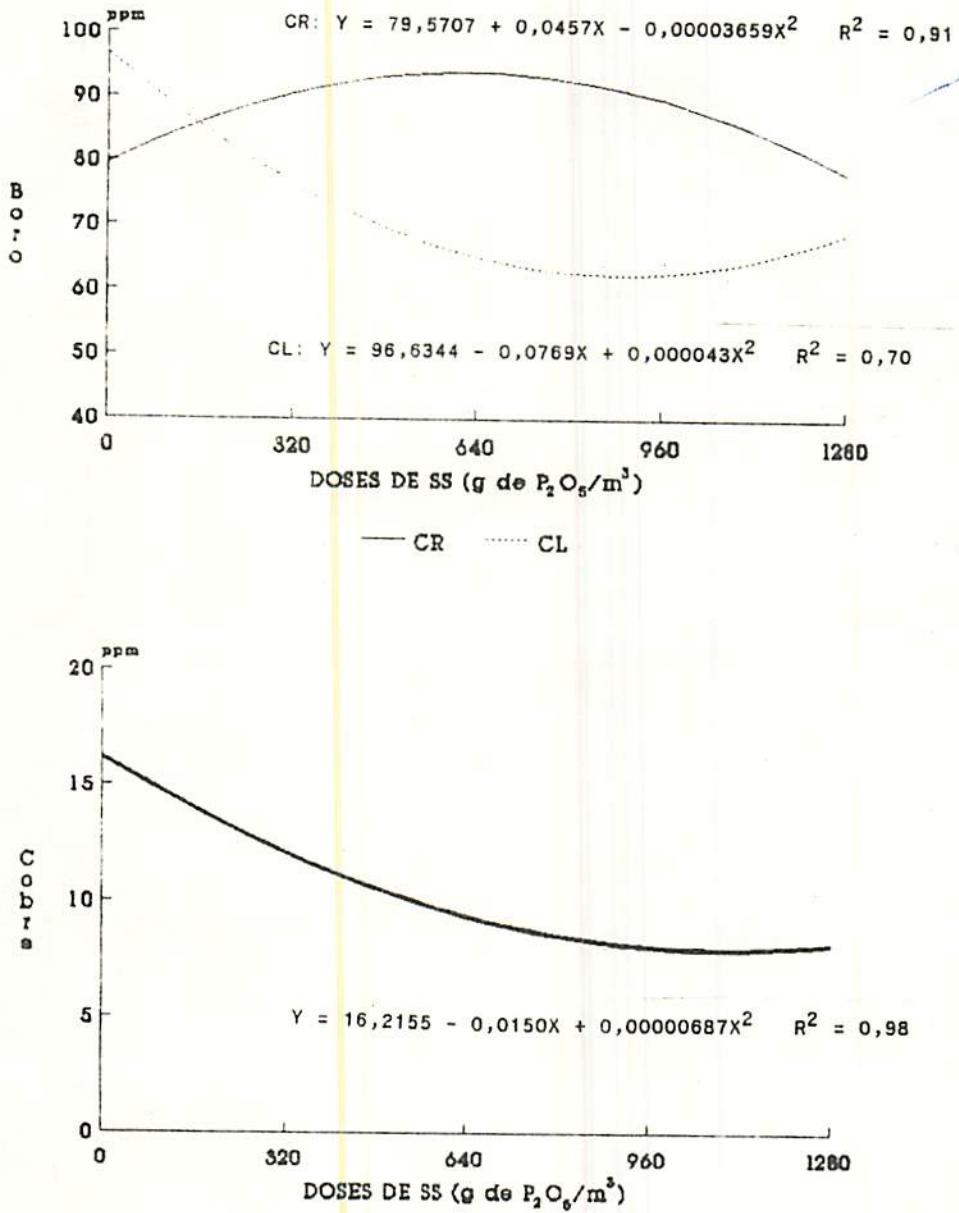


FIGURA 5 - Equações de regressão para teores de B e Cu na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos aos treze meses pós semeadura, em relação às doses de SS. ESAL, Lavras, 1990.

As equações de regressão para os teores de B na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' são de natureza quadrática. Para os limoeiros 'Cravo' estima-se um teor máximo de 94 ppm de B na m.s. na dose de 625 g de P_2O_5/m^3 . Para as tangerineiras 'Cleopatra' estima-se um teor mínimo de 62 ppm de B na m.s. na dose de 892 g de P_2O_5/m^3 .

A equação de regressão para o teor de Cu na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos é de natureza quadrática, estimando-se um teor mínimo de 8 ppm de Cu na dose de 1090 g de P_2O_5/m^3 .

As médias para o teor de Mn na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos em relação à inoculação encontram-se no Quadro 5.

QUADRO 5 - Médias por tratamentos de porta-enxertos e inoculação para os teores de Mn na m.s. da parte aérea das plantas, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

Nutriente (ppm)	Porta- enxerto	Inoculação		Médias
		Inoculado	Não inoculado	
Mn	CR	29 a A	26 a A	28 A
	CL	23 a B	26 a A	25 B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve efeito da inoculação sobre o teor de Mn na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos. Os limoeiros 'Cravo' inoculados

apresentaram maior teor de Mn na m.s. da parte aérea, do que as tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas. Houve diferença significativa entre os teores de Mn na m.s. da parte aérea dos dois porta-enxertos.

A equações de regressão para o teor de Zn na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura encontra-se na Figura 6.

A equação de regressão para o teor de Zn na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos em relação às doses de SS é de natureza linear, esperando-se um decréscimo de 1,18 ppm de Zn na m.s. dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra', a cada 100 g de P_2O_5/m^2 aplicados.

4.3. Características do crescimento vegetativo dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' aos treze meses pós-semeadura

4.3.1. Altura e diâmetro a 15 cm do *colum*

Os resumos das análises de variância para altura e diâmetro a 15 cm do *colum*, avaliados aos treze meses pós-semeadura encontram-se no Quadro 5A. Os valores médios para estas características referentes aos porta-enxertos, doses de SS e inoculação encontram-se no Quadro 6.

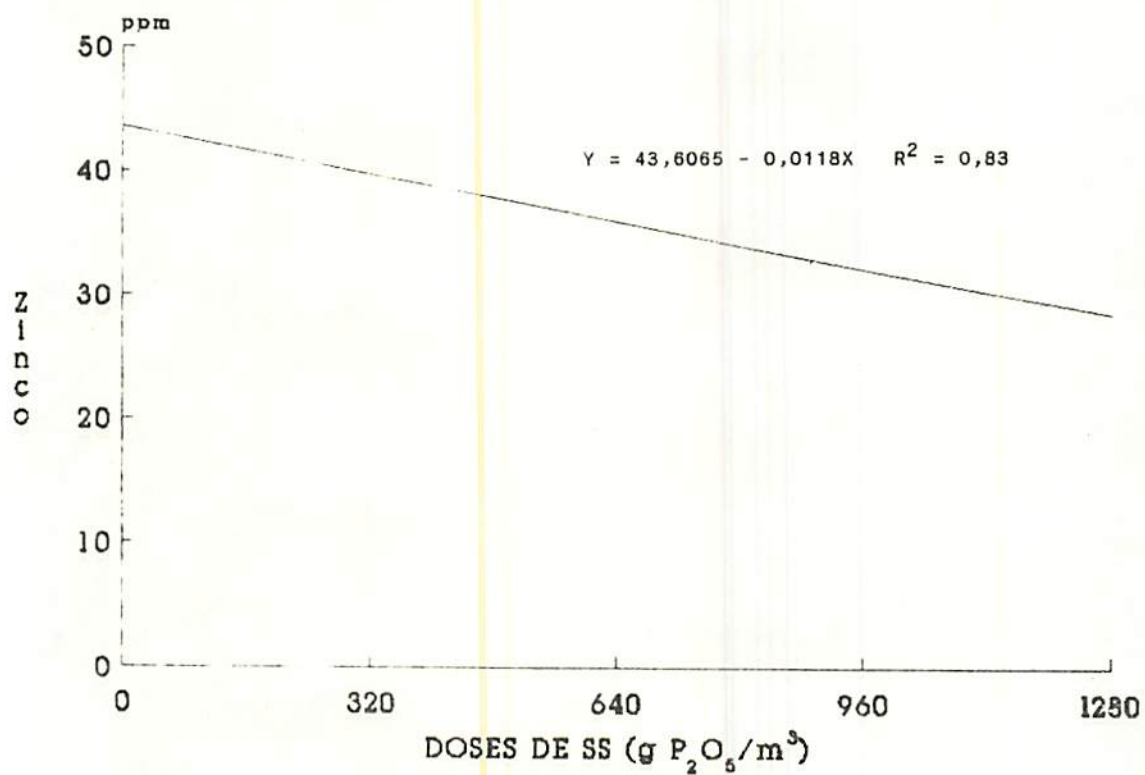


FIGURA 6 - Equações de regressão para teores de Zn na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos aos treze meses pós semeadura, em relação às doses de SS. ESAL, Lavras, 1990.

As equações de regressão para estas variáveis encontram-se na Figura 7.

A equação de regressão para altura dos limoeiros 'Cravo' inoculados é de natureza linear, estimando-se aumentos em altura de 5,75 cm a cada 100 g de P_2O_5/m^3 aplicados. A equação de regressão para altura dos limoeiros 'Cravo' não inoculados é de natureza quadrática, estimando-se uma altura máxima de 78 cm na dose de 954 g de P_2O_5/m^3 .

QUADRO 6 - Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples, porta-enxertos e inoculação para altura de plantas, em cm, e diâmetro a 15 cm do *COLUM*, em mm, das plantas aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

Características de crescimento	Porta-enxertos	Inoculação	Doses de SS (g de P_2O_5/m^3)				Médias
			0	320	640	1280	
Altura	CR	I	16,10	38,98	60,30	90,43	51,45 A
		NI	14,14	60,52	64,97	72,20	52,95 A
	CL	I	23,01	57,12	68,27	74,57	55,74 A
		NI	12,89	31,05	53,37	60,92	39,56 B
Diâmetro a 15 cm	CR	I	2,28	3,11	4,65	6,51	4,14 A
		NI	2,55	4,87	4,97	5,44	4,96 A
	CL	I	2,83	3,48	4,14	4,28	3,68 A
		NI	2,27	2,50	3,36	3,62	2,94 B

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

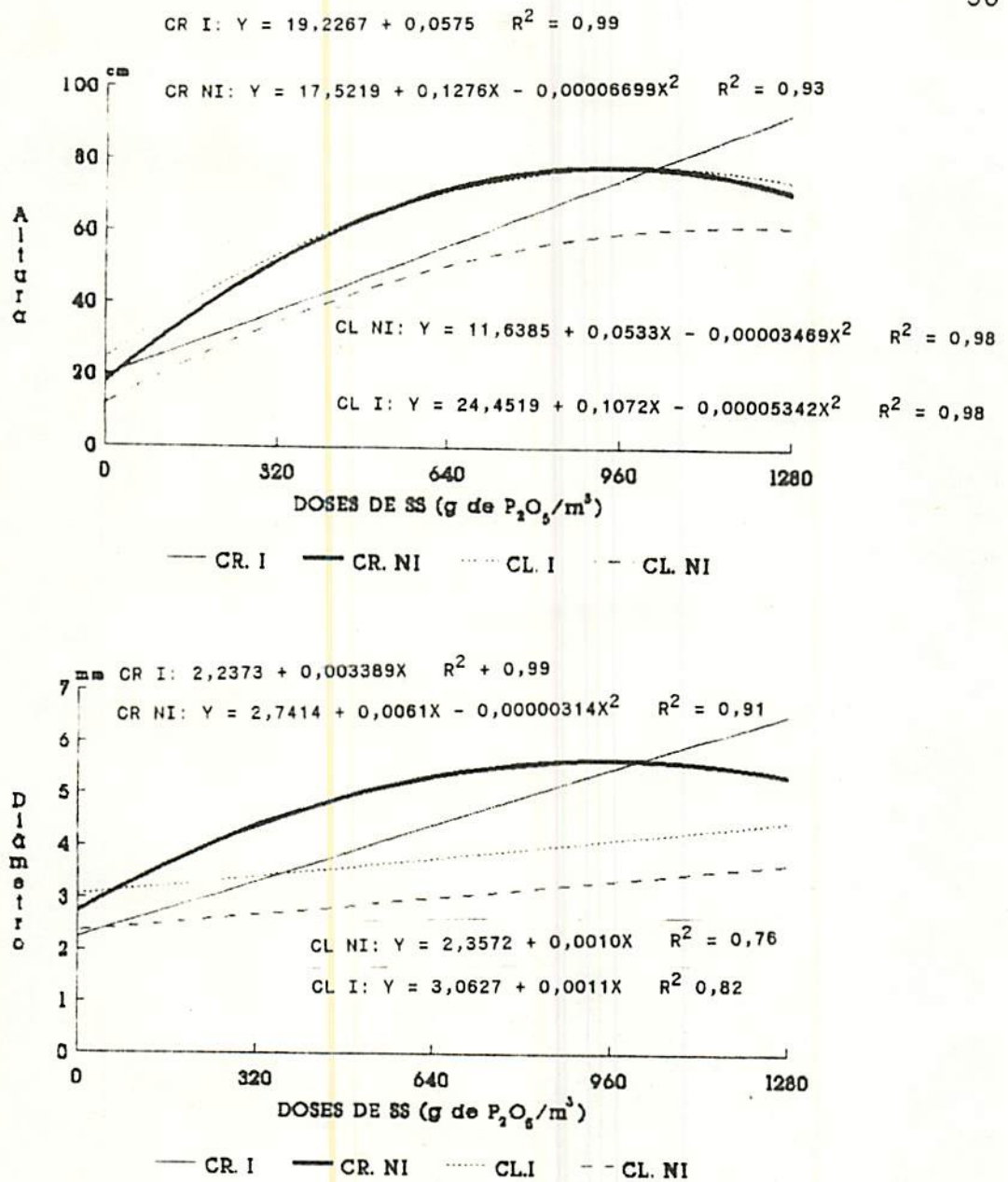


FIGURA 7 - Equações de regressão para altura de plantas e diâmetro a 15 cm do *colum* dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de superfosfato simples e à inoculação. ESAL, Lavras, 1990.

As equações de regressão para altura das tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas e não inoculadas são de natureza quadrática, estimando-se alturas máximas de 78 cm e 62 cm nas doses de 1000 g e 1200 g de P_2O_5/m^3 , respectivamente.

A equação de regressão para o diâmetro a 15 cm do *colum* dos limoeiros 'Cravo' inoculados é de natureza linear esperando-se aumentos de 0,34 mm à cada 100 g de P_2O_5/m^3 aplicados. A equação de regressão para o diâmetro a 15 cm do *colum* dos limoeiros 'Cravo' não inoculados é de natureza quadrática, estimando-se um diâmetro máximo de 5,7 mm na dose de 980 g de P_2O_5/m^3 .

As equações de regressão para o diâmetro a 15 cm do *colum* das tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas e não inoculadas são de natureza linear. As equações estimam aumentos em diâmetro de 0,11 mm e 0,10 mm, respectivamente, a cada 100 g de P_2O_5/m^3 aplicados.

4.3.2. Matéria seca

Os resumos das análises de variância para o peso de m.s. da parte aérea e peso de m.s. das raízes, avaliados aos treze meses pós-semeadura, encontram-se no Quadro 6A. Os valores médios para estas características referentes aos porta-enxertos, doses de SS e inoculação encontram-se no Quadro 7.

As equações de regressão para o peso da m.s. da parte aérea e peso da m.s. das raízes dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' inoculados e não inoculados encontram-se

na Figura 8.

QUADRO 7 - Médias por tratamentos de doses de superfosfato simples, porta-enxertos e inoculação para o peso da m.s. da parte aérea e das raízes das plantas aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

Características de crescimento	Porta-enxertos	Inoculação	Doses de SS (g de P ₂ O ₅ /m ³)				Médias
			0	320	640	1280	
Peso da m.s. da Parte aérea	CR	I	3,05	12,37	23,59	38,53	19,39 A
		NI	1,17	16,97	26,08	26,29	17,62 A
	CL	I	4,45	17,40	20,92	19,43	15,55 A
		NI	2,22	7,33	15,51	18,44	10,38 B
Peso da m.s. das raízes	CR	I	2,73	7,46	12,98	20,42	10,90 A
		NI	1,28	9,59	12,87	13,85	9,35 A
	CL	I	3,08	7,30	8,01	7,43	6,46 A
		NI	3,57	3,03	5,00	8,94	5,14 A

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

A equação de regressão para o peso da m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' inoculados é de natureza linear, estimando-se acréscimos de 2,8 g na m.s. da parte aérea para cada 100 g de P₂O₅/m³ aplicados. A equação de regressão para o peso da m.s. dos limoeiros 'Cravo' não inoculados é de natureza quadrática estimando-se um peso de m.s. da parte aérea máximo de 29 g na dose de 964 g de P₂O₅/m³.

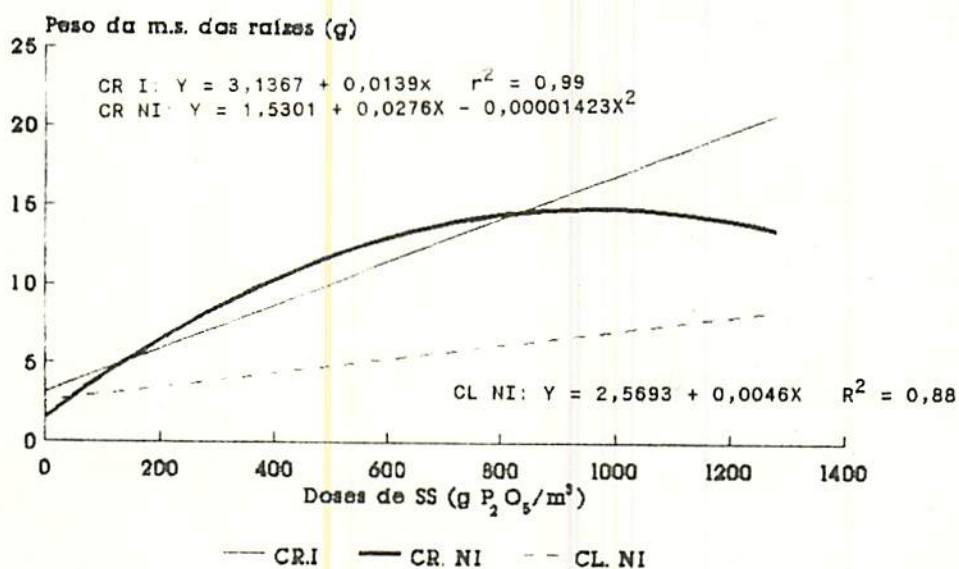
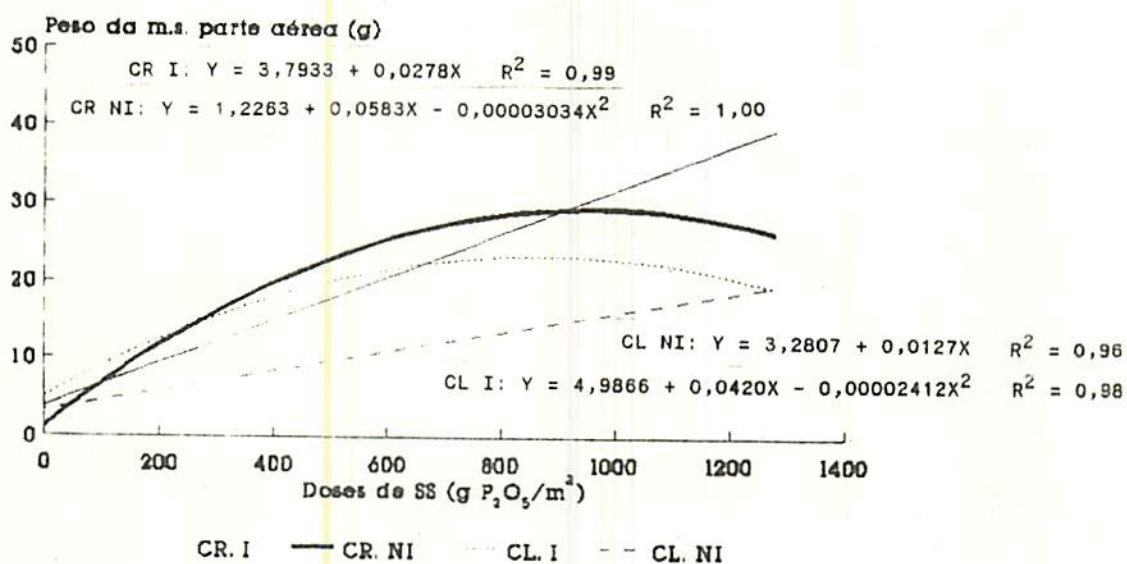


FIGURA 8 - Equações de regressão para o peso da m.s. da parte aérea e peso da m.s. das raízes dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura, em relação às doses de SS e à inoculação. ESAL, Lavras, 1990.

A equação de regressão para o peso da m.s. da parte aérea das tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas é de natureza quadrática, estimando-se um peso de m.s. da parte aérea máximo de 23 g na dose de 872 g de P_2O_5/m^3 . A equação de regressão para o peso da m.s. da parte aérea das tangerineiras 'Cleopatra' não inoculadas é de natureza linear, estimando-se acréscimos de 1,27 g na m.s. da parte aérea para cada 100 g de P_2O_5/m^3 aplicados.

A equação de regressão para o peso da m.s. das raízes dos limoeiros 'Cravo' inoculados é de natureza linear, esperando-se acréscimos de 1,4 g na m.s. das raízes para cada 100 g de P_2O_5/m^3 aplicados. A equação de regressão para o peso da m.s. das raízes dos limoeiros 'Cravo' não inoculados é de natureza quadrática e estima um peso de m.s. de raiz máximo de 15 g na dose de 972 g de P_2O_5/m^3 .

A equação de regressão para o peso da m.s. das raízes das tangerineiras 'Cleopatra' não inoculadas é de natureza linear e estima acréscimos de 0,46 g na m.s. das raízes para cada 100 g de P_2O_5/m^3 aplicados.

As médias das percentagens de colonização micorrízica nas raízes dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura, encontram-se no Quadro 8.

QUADRO 8 - Médias das percentagens de colonização micorrízica nas raízes das plantas aos 13 meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

Porta- enxertos	Inoculação	Doses g P ₂ O ₅ /m ³				Médias
		0	320	640	1280	
CR	I ¹	63,8	59,3	59,8	55,6	59,63
	NI ²	17,6	30,3	56,1	25,1	32,36
CL	I ³	71,7	75,9	64,6	28,4	60,15
	NI ⁴	17,5	24,6	34,9	24,1	25,3

A espécie de fungo MVA contaminante dos tratamentos não inoculados não foi identificada.

5. DISCUSSÃO

A igualdade dos teores de P no substrato de cultivo dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' é justificada pela equivalência dos teores deste nutriente na matéria seca (m.s.) da parte aérea dos porta-enxertos (Quadro 3), nas diferentes doses de superfosfato simples (SS).

Constataram-se aumentos nos teores de P disponível no substrato, em resposta à aplicação de doses crescentes de SS, concordando com resultados obtidos por outros autores com o uso de fertilizantes fosfatados em porta-enxertos cítricos (CAMARGO, 1989; REZENDE, 1991 e FORTES, 1991). Estes resultados devem-se, provavelmente, aos fornecimentos crescentes de P_2O_5 contido no SS, através das diversas doses utilizadas.

Os teores de K no substrato de cultivo dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' não apresentaram diferenças significativas. Embora tenha-se observado maior teor de K na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' (Quadro 3), a quantidade de K retirada pelos dois porta-enxertos provavelmente não foi suficiente para promover diferenças nos teores de K no substrato, nas diferentes doses de SS.

Os teores de K no substrato não foram alterados em função das doses crescentes de SS, concordando com os resultados obtidos por CARVALHO (1987) e CAMARGO (1989), que aplicaram SS em limoeiros 'Cravo' em sementeira e bandejas removíveis, respectivamente. Este resultado é atribuído à ausência de K na fonte utilizada e ao alto teor inicial deste nutriente no substrato, 237 ppm. Entretanto, FORTES (1991) e REZENDE (1991), relataram reduções nos teores de K no substrato de cultivo dos limoeiros 'Cravo' em função de doses crescentes de SS. Esses autores atribuem essas reduções à competição entre o K e o Ca existente na fonte de P (MALAVOLTA, 1980). Já BUENO (1984), relatou aumentos nestes teores quando da aplicação de superfosfato triplo nos substratos, atribuindo esse resultado à liberação do K para a solução do solo, com a ocupação das cargas positivas do solo pelo Ca existente neste adubo.

Os diferentes porta-enxertos utilizados não alteraram a disponibilidade de Ca no substrato, embora o teor deste nutriente na m.s. da parte aérea das tangerineiras 'Cleopatra' tenha sido superior ao dos limoeiros 'Cravo'. A quantidade de Ca retirada pelos dois porta-enxertos provavelmente não foi suficiente para promover diferenças nos teores de Ca no substrato, nas diferentes doses de SS.

O aumento nos teores de Ca trocável no substrato em função das doses crescentes de SS já era esperado em função da presença de Ca solúvel neste fertilizante, aumentando sua disponibilidade (MALAVOLTA, 1980). Resultados semelhantes foram constatados por diversos autores empregando várias fontes de P

contendo Ca na obtenção de plantas cítricas (CARVALHO, 1987; LIRA, 1990 e REZENDE, 1991). Os aumentos nos teores de Ca trocável no substrato foram lineares até a máxima dose de SS aplicada.

Os dois porta-enxertos utilizados não promoveram alterações nos teores de Mg do substrato, embora as tangerineiras 'Cleopatra' tenham apresentado maiores teores deste nutriente na m.s. da parte aérea do que os limoeiros 'Cravo' (Quadro 3). A quantidade de Mg retirada pelos dois porta-enxertos provavelmente não foi suficiente para promover diferenças nos teores de Mg no substrato, nas diversas doses de SS.

As doses crescentes de SS não alteraram os teores de Mg do substrato. Este resultado pode ser devido à ausência deste nutriente na fonte utilizada, como determinado por FORTES (1991). O mesmo resultado foi justificado por CARVALHO (1987) e LIRA (1990) em função dos altos teores iniciais de Mg no substrato.

A pequena variação nos valores de pH do substrato, em função das doses crescentes de SS é concordante com os resultados obtidos por CAMARGO (1987), LIRA (1990) e FORTES (1991). A matéria orgânica presente no substrato pode ter promovido esta resistência à variação do pH, atuando como agente tamponante (COELHO & VERLENGIA, 1973).

Neste estudo verificaram-se variações entre os teores médios de macro e micronutrientes dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra' (Quadros 3 e 4).

As influências dos porta-enxertos sobre os teores de nutrientes nas folhas das cultivares copa, foram constatadas por

diversos autores (GENÚ, 1985 e HIROCE, 1987). Estas influências podem ser avaliadas através da comparação dos níveis destes nutrientes nas folhas das plantas, com os padrões nutricionais estabelecidos para os citros em geral. Entretanto, em se tratando apenas do porta-enxerto, ainda não foram estabelecidos teores nutricionais padrões para as diferentes espécies.

Os teores de macro e micronutrientes em folhas de porta-enxertos cítricos de pés-francos, com quatro anos de idade foram determinados por GENÚ (1985). A habilidade diferencial na absorção e translocação de nutrientes dos porta-enxertos estudados pode ser devida a diferenças na distribuição de raízes e, principalmente, por diferenças inerentes à seletividade dos tecidos das raízes, em relação ao acúmulo de íons (SMITH, 1966).

No presente trabalho determinaram-se maiores teores médios de P, Ca, B, Cu e Zn e menores teores médios de N, K, Mg e Mn na m.s. da parte aérea dos limoeiro 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra', do que os obtidos por GENÚ (1985), para os mesmos porta-enxertos.

Reduções nos teores de N na m.s. total de diferentes porta-enxertos cítricos como consequência da adição de doses crescentes de fertilizantes fosfatados nos substratos, foram registradas por diversos autores (NICOLI, 1982 e FONTANEZZI, 1989). Estes resultados foram atribuídos às concentrações de N nos tecidos das plantas não acompanharem o aumento no crescimento vegetativo ocasionado pelo P aplicado. No presente trabalho foram constatadas reduções nos teores de N na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos,

caracterizando o efeito diluição mencionado acima.

O teor médio de N na m.s. da parte aérea dos limoeiros Cravo e das tangerineiras 'Cleopatra', em plantas que apresentaram maior crescimento, foi de 1,01% e 2,48%, respectivamente. Os dois porta-enxertos apresentaram um comportamento semelhante no que se refere à absorção de N. Entretanto, o efeito diluição deste nutriente verificado nos limoeiros 'Cravo' foi mais acentuado, provavelmente devido ao maior peso de m.s. da parte aérea deste porta-enxerto (Quadro 7).

Para os teores de P na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, observaram-se acréscimos com a aplicação de doses crescentes de SS em plantas semeadas diretamente nos vasos, concordando com os resultados obtidos por FORTES (1991) e REZENDE (1991). Estes autores estudaram o limoeiro 'Cravo' pelo mesmo processo de propagação e também em vasos. A maior disponibilidade de P no substrato, ocasionada pelas doses crescentes de SS, justifica os resultados obtidos.

O teor médio de 0,17% de P na m.s. da parte aérea das plantas que apresentaram maior acúmulo de m.s., foi inferior ao máximo verificado por CAMARGO (1989) e REZENDE (1991) que estudaram o efeito de doses crescentes de P no crescimento e nutrição do limoeiro 'Cravo', até os pontos de repicagem e de enxertia, respectivamente. Estes autores determinaram os teores de 0,25% e 0,22% de P na m.s. total das plantas. Estas diferenças se devem à características próprias de cada estudo como tipo de substrato, crescimento e idade das plantas.

Reduções nos teores de K na m.s. de porta-enxertos cítricos, foram relatadas por BUENO (1984), CARVALHO (1987) e REZENDE (1991), como resultado da adição de doses crescentes de superfosfatos aos substratos. Neste estudo, observaram-se resultados semelhantes aos destes autores, e podem ser devidos às maiores taxas de crescimento das plantas em função do P fornecido ocasionando o efeito diluição do K na m.s. das mesmas. O aumento da concentração de Ca no substrato, através das doses crescentes de SS, também podem ter gerado tais reduções nos teores de K. Segundo MALAVOLTA (1980), íons Ca^{+2} em altas concentrações interagem com íons K^+ numa inibição competitiva.

Reduções nos teores de K na m.s. de porta-enxertos cítricos inoculados com fungos MVA foram observadas por KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (1972) e MENGE et alii (1978). Estes resultados podem ser atribuídos ao maior acúmulo de m.s., causado pelo aumento dos níveis de P, em relação à absorção de K, caracterizando o efeito diluição.

Os acréscimos nos teores de Ca na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, foram verificados anteriormente por outros autores (CARVALHO, 1987; FONTANEZZI, 1989 e LIRA, 1990). Estes resultados foram consequentes da concentração e solubilidade do Ca presente no SS adicionado.

Neste estudo não foi verificado efeito das doses de SS sobre os teores de Mg na m.s. da parte aérea das plantas, concordando com os resultados obtidos por CARVALHO (1987), CAMARGO (1989), SOUZA (1990) e FORTES (1991). O teor médio de Mg foi

semelhante àqueles obtidos por CARVALHO (1987), SOUZA (1990) e FORTES (1991) e inferior ao obtido por CAMARGO (1989). Apesar do teor médio de Mg ser baixo, não foram observados sintomas de deficiência deste nutriente até o ponto de enxertia.

Apesar de o S.S conter cerca de 12% de S em sua constituição, não se observaram aumentos nos teores deste nutriente na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos em função das doses crescentes de S.S., como os constatados por SILVA (1981), CARVALHO (1987) e FORTES (1991). Este resultado pode ser atribuído ao alto conteúdo de matéria orgânica do substrato utilizado, que pode ter proporcionado quantidades suficientes de S, fornecido às plantas de forma gradual à medida que é mineralizada (BIEDERBECK, 1978).

A igualdade nos teores de S na m.s. da parte aérea das plantas em função ds doses crescentes de SS também pode ser explicada pelas diversas pulverizações foliares efetuadas durante o período experimental, visando o controle de ácaros. A solução utilizada em tais pulverizações continha Enxofre pó molhável a 0,002%.

Os maiores teores médios de S na m.s. da parte aérea das plantas 'Cravo' e 'Cleopatra' foram de 0,12% e 0,13%, respectivamente, valores inferiores aos obtidos por FONTANEZZI (1989) que foram ao redor de 0,26% e 0,22% de S para os mesmos porta-enxertos. Dessa forma, o maior crescimento apresentado pelas plantas deste estudo em relação ao obtido por aquele autor, pode justificar a ausência de um efeito de concentração de S nos tecidos das plantas.

As reduções no teor de S na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' inoculados com *Glomus clarum*, podem ser devidas às maiores taxas de crescimento das plantas em função do fornecimento de SS, causando o efeito diluição. A tendência a acréscimos no teor de S à partir de 974 g de P_2O_5/m^3 , pode ser atribuída ao aumento da concentração deste nutriente no substrato, através das doses crescentes de SS.

Os aumentos no teor de S na m.s. da parte aérea da tangerineira 'Cleopatra' inoculada com *Glomus clarum*, concordam com os resultados obtidos por FONTANEZZI (1989). Os aumentos foram, possivelmente, devidos ao aumento da disponibilidade de S no substrato, fornecido através das doses crescentes de SS.

Para os limoeiros 'Cravo' foram observados aumentos significativos nos teores de B na m.s. da parte aérea em função das doses de SS aplicadas, até a dose de 625 g de P_2O_5/m^3 de substrato. Provavelmente, a matéria orgânica do substrato foi capaz de suprir a necessidade de B deste porta-enxerto.

Reduções nos teores de B na m.s. total de tangerineiras 'Cleopatra' foram verificadas por FONTANEZZI (1989) em função da adição de SS ao substrato. Neste estudo, as reduções verificadas até a dosagem de 892 g de P_2O_5/m^3 , foram devidas, possivelmente, ao rápido crescimento inicial proporcionado pelo SS, em detrimento da absorção de B.

Deve-se considerar o comportamento diferenciado dos dois porta-enxertos no que se refere ao teor de B determinado na m.s. da parte aérea dos mesmos. Os limoeiros 'Cravo' além de terem

apresentado maiores pesos de m.s. de parte aérea e de raízes (Quadro 7) ainda apresentaram um teor médio de B de 84 ppm, enquanto que as tangerineiras 'Cleopatra' apresentaram um teor médio de B de 74 ppm, para as plantas que apresentaram maior crescimento. Este resultado pode ser atribuído ao maior desenvolvimento do sistema radicular dos limoeiros 'Cravo' e conseqüentemente maior exploração do substrato.

Os teores médios de B na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, em plantas que apresentaram maiores crescimentos foram muito superiores aos teores médios verificados por diversos autores que estudaram o comportamento de porta-enxertos cítricos sob diferentes doses de P. Este resultado pode ser atribuído as diversas pulverizações foliares efetuadas com um fertilizante foliar contendo cerca de 0,5% de B em sua composição.

Reduções nos teores de Cu na m.s. de folhas de plantas cítricas adultas são descritas por BINGHAM et alii (1958) e em fase de crescimento por LIRA (1990) quando foram adicionadas ao substrato doses crescentes de adubos fosfatados. No presente trabalho também ocorreram tais reduções no teor de Cu na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos.

O P pode interagir com o Cu numa inibição não competitiva, diminuindo o processo de absorção deste micronutriente (MALAVOLTA, 1980). Entretanto, tais reduções podem ser devidas ao efeito diluição do Cu devido ao maior crescimento das plantas ou à precipitação do Cu no solo e raízes, diminuindo sua disponibilidade para a planta (SPENCER, 1960).

Reduções nos teores de Mn na m.s. total em relação às doses de adubos fosfatados foram encontradas por SILVA (1981), NICOLI (1982) e REZENDE (1991), enquanto LIRA (1990) constatou aumentos nestes teores. Entretanto, no presente estudo não se verificou relação entre estes dois fatores, concordando com FONTANEZZI (1989), SOUZA (1990) e FORTES (1991). Este resultado pode ser atribuído a um alto teor de Mn no substrato ou às diversas pulverizações foliares efetuadas durante o período experimental, com um fertilizante foliar para citros contendo cerca de 2% de Mn.

Neste estudo não houve efeito da inoculação sobre o teor de Mn na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' provavelmente devido a plantas inoculadas e não inoculadas terem apresentado pesos de m.s. iguais significativamente (Quadro 7). Este resultado concorda com os de CAMARGO (1989), que não observou efeito de fungos MVA sobre o teor de Mn na m.s. total de limoeiros 'Cravo' até a repicagem. Já FONTANEZZI (1989) observou que a inoculação de *Glomus clarum* reduziu o teor de Mn na m.s. total de limoeiros 'Cravo' até a repicagem.

A inoculação não apresentou efeito sobre o teor de Mn na m.s. da parte aérea das tangerineiras 'Cleopatra', embora tenha-se observado maior peso de m.s. da parte aérea das plantas 'Cleopatra' inoculadas (Quadro 7). Acredita-se que este resultado seja devido à quantidade de Mn retirada por estas plantas não ter sido suficiente para promover diferenças entre os teores de Mn das plantas inoculadas e não inoculadas. Entretanto, FONTANEZZI (1989) observou que a inoculação de *Glomus clarum* reduziu o teor de Mn na

m.s. total de tangerineiras 'Cleopatra' até a repicagem.

Apesar de não terem sido verificadas diferenças significativas entre os pesos de m.s. de plantas 'Cravo' e 'Cleopatra', ambas inoculadas, observou-se maior teor de Mn na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' inoculados em relação às tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas. Talvez o limoeiro 'Cravo', quando inoculado apresente uma tendência a apresentar uma maior concentração de Mn na parte aérea, sendo que esta tendência não se apresentou nas plantas 'Cravo' não inoculadas.

Acredita-se que os teores de Mn na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra', ambos não inoculados, tenham sido iguais significativamente, devido à diluição deste nutriente nos tecidos das plantas 'Cravo' não inoculadas, pois estas apresentaram maior peso de m.s. da parte aérea (Quadro 7).

As reduções nos teores de Zn na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos fertilizados com doses crescentes de P poderiam ser explicadas através da interação P-Zn no solo formando $Zn_3(PO_4)_2$ insolúvel, como sugere OLSEN et alii (1977) ou através do efeito diluição do Zn na planta em função do maior crescimento devido ao P fornecido.

Diversos autores constataram o crescimento vegetativo de porta-enxertos cítricos promovido pela adubação fosfatada (SILVA, 1981; CARVALHO, 1987 e LIRA, 1990) e também por fungos micorrízicos (HATTING & GERDEMANN, 1975; CAMARGO, 1989 e FONTANEZZI, 1989).

Neste estudo pode-se verificar os efeitos do P e da inoculação do fungo MVA, *Glomus clarum*, sobre a altura, o diâmetro a 15 cm do *colum* e sobre o acúmulo de m.s. dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Cleopatra', aos treze meses de idade.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, verificou-se que as doses crescentes de P promoveram aumentos significativos em altura, diâmetro a 15 cm, pesos de m.s. da parte aérea e raízes, para os dois porta-enxertos. Diversos autores constataram o maior crescimento de limoeiros 'Cravo' em sementeira quando da aplicação de maiores doses de fertilizantes fosfatados, demonstrando que o crescimento das plantas está diretamente relacionado com a nutrição em P (SILVA, 1981; NICOLI, 1982; ANTUNES, 1987 e FONTANEZZI, 1989).

Apesar de não ter-se observado efeito da inoculação sobre as alturas e os diâmetros a 15 cm dos limoeiros 'Cravo' (Quadro 6), observou-se uma tendência a maiores valores destas variáveis para plantas não inoculadas. Estes resultados discordam dos obtidos por vários autores (KLEINSCHMIDT & GERDEMANN, 1972; ZAMBOLIM & PINTO, 1985 e CARDOSO et alii, 1986) e poderiam ser atribuídos à taxa de colonização das plantas inoculadas ter sido relativamente baixa e à alta taxa de contaminação das plantas não inoculadas (Quadro 8).

A presença do fungo MVA aumentou significativamente as alturas, os diâmetros a 15 cm do *colum* e o peso da m.s. da parte aérea das tangerineiras 'Cleopatra', não interferindo, entretanto, nestas variáveis, para os limoeiros 'Cravo' (Quadros 6 e 7). Estes resultados concordam com os obtidos por FONTANEZZI (1989) que

estudou o crescimento e nutrição de porta-enxertos cítricos até a repicagem.

A altura média e o diâmetro médio a 15 cm do *colum* das tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas que apresentaram maiores crescimentos foram de 24,5 cm e 4 mm, o que ocorreu na dosagem de 872 g de P_2O_5/m^3 . Já para as plantas 'Cleopatra' não inoculadas, a altura média foi de 19,5 cm e o diâmetro médio a 15 cm do *colum* foi de 3,7 mm, quando da aplicação de 1280 g de P_2O_5/m^3 .

A avaliação da taxa de colonização micorrízica nas raízes das plantas evidenciou a presença de estruturas infectivas de fungos micorrízicos em diversas plantas dos tratamentos não inoculados e sua ausência em algumas dos tratamentos inoculados (Quadro 8). Este resultado não era esperado e as possíveis causas desta contaminação poderiam ser a propagação de esporos através de respingos de água de chuva ou através de insetos.

O longo período de condução do estudo (13 meses) provavelmente favoreceu a ocorrência de contaminações. A grande parte dos estudos sobre o efeito de fungos MVA no crescimento e nutrição de plantas cítricas, é realizada até a fase de repicagem, permitindo maior controle das condições experimentais no sentido de evitar tais contaminações.

Por outro lado, considerando-se as dificuldades normalmente encontradas para a padronização de densidades e potencial de inóculos adequados para inoculações, FERGUSON & WOODHEAD (1982) recomendam a utilização de 300-500 esporos por planta.

No presente trabalho, apesar de ter-se fornecido um número de esporos adequado, verificou-se que o estabelecimento do fungo, nos tratamentos inoculados, não ocorreu em algumas plantas (Quadro 8). As possíveis causas deste resultado poderiam ser desuniformidade de distribuição do inóculo no momento da inoculação, inviabilização dos esporos, decorrente do lento desenvolvimento inicial das plântulas ou o desbaste efetuado aos 50 dias após a germinação.

A produção de mudas cítricas em recipientes é uma técnica relativamente nova. Diversos aspectos referentes ao manejo e métodos de plantio de mudas envasadas carecem de estudos mais direcionados.

O crescimento de plantas envasadas é determinado pelo volume de substrato acessível ao sistema radicular (SPOMER, 1982).

FORTES (1991) estudando os processos de produção do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em vasos, não registrou relação entre a adubação fosfatada com a altura ou com o peso da m.s. total das plantas, atribuindo este resultado à alta taxa de poliembrionia destas plantas ou a uma restrição física ao crescimento do sistema radicular provocado pelo tamanho das sacolas utilizadas (35 cm de altura e 13 cm de diâmetro).

Os vasos utilizados no presente trabalho permitiram o desenvolvimento de rizomassa farta e bem distribuída. Após 13 meses, não foi observado enovelamento da raiz principal. Estes resultados sugerem que a forma e as dimensões dos recipientes utilizados são adequadas para a permanência de plantas cítricas até

o ponto de enxertia.

O substrato utilizado atendeu às características de um substrato próprio para recipientes em função de não ter apresentado compactação ou retenção excessiva de água. Não observou-se qualquer sintoma de gomose.

Por ocasião da retirada das plantas, 13 meses após a sementeira, os vasos apresentavam-se praticamente intactos sendo possível sua reutilização.

Durante o período experimental observou-se uma grande variação em tamanho das plantas 'Cravo' dentro das parcelas. Esta heterogeneidade entre plantas é decorrente da taxa de poliembrionia apresentada por este porta-enxerto ser de apenas 1,7% (FROST & SOOST, 1968).

Este resultado sugere que quando da sementeira direta de limoeiros 'Cravo' em vasos, o número de sementes utilizadas por vaso seja maior que o efetuado no presente trabalho, permitindo o descarte de plantas sexuais. Outro procedimento seria a sementeira das sementes em bandejas removíveis, com posterior repicagem com torrão para os vasos.

Os diferentes tratamentos efetuados não permitiram que todas as plantas do estudo atingissem o diâmetro necessário para a execução da enxertia.

Os diâmetros e as alturas de plantas apresentaram crescimento contínuo em relação às épocas de avaliação do estudo.

Normalmente, pelo sistema tradicional, o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' atinge o ponto de enxertia (diâmetro de 8 mm) aos

360 dias, quando as condições climáticas são favoráveis ao crescimento destas plantas (TEÓFILO SOBRINHO, 1980).

O diâmetro de caule para execução da enxertia estabelecido neste estudo foi de 6,0 mm e 4,5 mm, respectivamente, para os limoeiros 'Cravo' e tangerineiras 'Cleopatra', pois plantas envasadas adquirem um menor calibre (CASTLE et alii, 1979 e WILLIAMSON & CASTLE, 1990) quando comparadas às produzidas em campo (PLATT, 1977). Verificou-se em média que plantas 'Cravo' que receberam a maior dose de S.S., inoculadas ou não, atingiram o ponto de enxertia aproximadamente aos 225 dias.

Dessa forma, os limoeiros 'Cravo' formados por este sistema de propagação apresentaram-se prontos para enxertia num prazo 37,5% menor em relação ao sistema tradicional.

Para as tangerineiras 'Cleopatra' observou-se que as plantas que receberam as maiores doses de S.S., inoculadas ou não, atingiram o ponto de enxertia aos 345 dias, caracterizando a maior lentidão em crescimento deste porta-enxerto, em relação ao limoeiro 'Cravo'. As tangerineiras 'Cleopatra' formadas por este sistema de propagação apresentaram-se prontas para enxertia num prazo de apenas 4,17% menor em relação ao sistema tradicional.

6. CONCLUSÕES

O superfosfato simples influenciou os teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea dos limoeiros 'Cravo' e das tangerineiras 'Cleopatra'. A dose de 1280 g de P_2O_5/m^3 de substrato proporcionou aumentos médios de 58,62 e 36,64% nos teores de P e Ca, respectivamente, na matéria seca da parte aérea dos porta-enxertos, em relação à menor dose.

A inoculação dos limoeiros 'Cravo' com o fungo MVA, *Glomus clarum*, não influenciou suas características de crescimento. A inoculação das tangerineiras 'Cleopatra' proporcionou aumentos de 29, 20 e 33% na altura, diâmetro a 15 cm e peso de m.s. da parte aérea, respectivamente, em relação à não inoculação.

O substrato utilizado não apresentou compactação ou retenção excessiva de água, atendendo às características físicas de um substrato próprio para recipientes.

A produção de mudas a partir da semeadura direta foi viável observando-se, entretanto, irregularidade no crescimento dos limoeiros 'Cravo' em função da pequena taxa de poliembrionia apresentada por esta cultivar (1,7%).

O ponto de enxertia não foi atingido por todos os

tratamentos durante o período experimental. Os limoeiros 'Cravo' que receberam a maior dose de superfosfato simples, inoculados ou não, atingiram o ponto de enxertia aos 225 dias após a semeadura, período 37,5% menor em relação ao sistema tradicional. As tangerineiras 'Cleopatra' que receberam a maior dose de superfosfato simples, inoculados ou não, atingiram o ponto de enxertia aos 345 dias, período 4,17% menor em relação ao sistema tradicional.

Os limoeiros 'Cravo' e as tangerineiras 'Cleopatra' apresentaram teores equivalentes de N, P e Cu na m.s. da parte aérea, aos 13 meses pós-semeadura. Os teores de B e Zn, Ca e Mg dos limoeiros 'Cravo' foram 9,41 e 23,81% maiores e 24,49 e 33,33% menores, respectivamente, em relação aos determinados nas tangerineiras 'Cleopatra'.

Os teores médios de macro e micronutrientes determinados nos porta-enxertos, aos 13 meses pós-semeadura, referentes ao tratamento que proporcionou a maior produção de matéria seca da parte aérea foram:

- para os limoeiros 'Cravo' inoculados: N - 1,23%; P - 0,18%; K - 1,11%; Ca - 1,83%; Mg - 0,21%; S - 0,07%; B - 78,3 ppm; Cu - 8,26 ppm; Mn - 27,5 ppm; Zn - 32,52 ppm.

- para os limoeiros 'Cravo' não inoculados: N - 0,82%; P - 0,18%; K - 0,83%; Ca - 1,67%; Mg - 0,21%; S - 0,06%; B - 89,64 ppm; Cu - 8,12 ppm; Mn - 27,5 ppm; Zn - 36,67 ppm.

- para as tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas: N - 1,63%; P - 0,18%; K - 0,82%; Ca - 2,19%; Mg - 0,34%; S - 0,11%; B -

63,37 ppm; Cu - 8,34 ppm; Mn - 24,5 ppm; Zn - 28,74 ppm.

- para as tangerineiras 'Cleopatra' não inoculadas: N - 2,32%; P - 0,18%; K - 0,77%; Ca - 2,50%; Mg - 0,34%; S - 0,13%; B - 68,85 ppm; Cu - 8,26 ppm; Mn - 24,5 ppm; Zn - 24,46 ppm.

7. RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos de doses crescentes de superfosfato simples e da inoculação do fungo MVA, *Glomus clarum*, no crescimento e nutrição dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Cleopatra', semeados e conduzidos em vasos plásticos, até a fase de enxertia, realizou-se o presente estudo. O experimento foi conduzido no setor de Fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais, no período de 30 de outubro de 1989 a 30 de novembro de 1990. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2 x 2, com três repetições e dez vasos por parcela. Os tratamentos foram quatro doses de P_2O_5 , correspondentes à adição de 0, 320, 640 e 1280 g de P_2O_5/m^3 , dois porta-enxertos cítricos, 'Cravo' e 'Cleopatra' e a presença e ausência do fungo MVA, *Glomus clarum*. Doses crescentes de superfosfato simples proporcionaram maior disponibilidade de P e Ca no substrato, maiores teores de P e Ca na matéria seca da parte aérea e maior crescimento dos porta-enxertos aos treze meses pós-semeadura. Plantas 'Cravo' e 'Cleopatra' com maior crescimento se apresentaram aptas para a enxertia aos 225 e 345 dias, respectivamente. A inoculação com fungo MVA proporcionou

maiores crescimentos em altura, diâmetro a 15 cm e peso de matéria seca das tangerineiras 'Cleopatra'.

8. SUMMARY

EFFECTS OF RATES OF SIMPLE SUPERPHOSPHATE AND MYCORRHIZAL FUNGOS ON SEEDLING FORMATION OF ORANGE ROOTSTOCKS

This study had the objective of evaluate the effects of increasing dosages of simple superphosphate fertilizer and inoculation of the fungus VAM, *Glomus clarum*, on growth and nutrition of 'Rangpur' lime and 'Cleopatra' mandarin, planted in plastic containers until the grafting period. The experiment was conducted in the setor of Pomology of Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais State, Brazil, from October 30, 1989, through November 30, 1990. It was used a factorial design (4 x 2 x 2), with blocks using three replications and ten containers per plot. The factors were 0, 320, 640 and 1280 g of P_2O_5/m^3 , two orange rootstocks, 'Rangpur' lime and 'Cleopatra' mandarin, and inoculation or non-inoculation of the fungus VAM, *Glomus clarum*. Increased dosages of simple superfosfate fertilizer resulted in greater availability of P and Ca in the substrate, higher amounts of P and Ca in dry matter, and more intensive growth at thirteen months after planting. The 'Rangpur' lime and 'Cleopatra' mandarin

plants with better growth were suitable for grafting at 225 and 345 days, respectively. The inoculation of VAM fungus resulted in more growth, greater diameter at 15 cm and greater weight of dry matter for mandarin 'Cleopatra' .

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHITUV, M. Effect of phosphorus supply on growth and on the level of certain nitrogenous constituents in citrus plants. Proceedings of the International Society of Citriculture, Lake Alfred, 3:1024-26, 1977.
2. ANTUNES, V. Crescimento do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) sob influência da inoculação com fungo micorrízico vesículo-arbusculares e da aplicação de fósforo. Piracicaba, ESALQ, 1987. 99p. (Tese MS).
3. AZCÓN, R. & OCAMPO, J.A. Factors affecting the vesicular-arbuscular dependency of thirteen wheat cultivars. *New Phytologist*, London, 87:677-85, 1981.
4. BARBER, S.A. Application of phosphate fertilizers: methods, rates and time of application in relation to the phosphorus status of soils. *Phosphorus in Agriculture*, Paris, 31(70):109-15, June 1977.

5. BERETTA, M.J.G. Declínio de plantas cítricas: uma revisão. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, 8 (1):7-14, 1986.
6. ——— & LEFÈVRE, A.F.V. Declínio: resistência de variedades e pesquisas recentes. *Laranja*, Cordeirópolis, 1(7):71-96, 1986.
7. ———; ROSSETTI, V.; POMPEU JR., J. & TEÓFILO SOBRINHO, J. Comportamento de porta-enxertos em relação ao declínio de cítricos no Estado de São Paulo. *Laranja*, Cordeirópolis, 2(9):311-25, nov. 1988.
8. BIEDERBECK, V.O. Soil organic sulfur and fertility. In: SCHNITZER, M. & KHAN, S.U., eds. *Soil organic matter*. Amsterdam, Elsevier Scientific, 1978. p.273-310.
9. BINGHAM, F.T. & MARTIN, J.P. Effect of soil phosphorus on growth and minor element nutrition of citrus. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, 20(3):382-5, July 1956.
10. ———; ——— & CHASTAIN, J.A. Effects of phosphorus fertilization of California soil on minor element nutrition of citrus. *Soil Science*, Baltimore, 86(1):24-36, July 1958.

11. BLACK, C.A. Soil-plant relationships. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1968. 792p.
12. BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1974. 594p.
13. 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).
14. CAMARGO, I.P. de. Efeitos de doses, fontes de fósforo e de fungos micorrízicos sobre o limoeiro 'Cravo' até a repicagem. Lavras, ESAL, 1989. 104p. (Tese MS).
15. CAMERON, J.W. & FROST, H.B. Genetics, breeding and nucellar embryony. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D. & WEBBER, M.J. The citrus industry. Berkeley, University of California, 1968. v.2, cap.5, p.325-70.
16. CARDOSO, E.J.B.N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A.P.D. da & OLIVEIRA, M.H.A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxertos de citros. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, 10(1):25-30, jan./abr. 1986.

17. CARVALHO, S.A. de. Métodos de aplicação do superfosfato simples e do calcário dolomítico no limoeiro 'Cravo' em sementeira. Lavras, ESAL, 1987. 124p. (Tese MS).
18. CASTLE, W.S. Root system development in field and container-grown young citrus trees. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Delan, 100:85-89, 1987.
19. ———; ADAMS, W.G. & DILLEY, R.L. An indoor, container system for producing citrus nursery trees in one year from seeds. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Delan, 92:3-7, 1979.
20. COELHO, F.S. & VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. 2.ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p.
21. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 4ª aproximação. Lavras, CFSEMG, 1989. 159p.
22. CUNHA SOBRINHO, A.P. da; SOARES FILHO, W. dos S. & PASSOS, O.S. Porta-enxertos para citros. Cruz das Almas, EMBRAPA/CNPMPF, 1980. 9p. (Circular Técnica, 3).

23. FERGUSON, J. & WOOHEAD, S.H. Increase and maintenance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: SCHENK, N.C. ed. Methods and principles of mycorrhizal research. The American Phytopathological Society, St. Paul, 1982. p.47-54.
24. FONTANEZZI, G.B.S. Efeitos de fósforo e de micorriza vesicular-arbuscular sobre o crescimento e nutrição de três porta-enxertos de citros. Lavras, ESAL, 1989. 95p. (Tese MS).
25. ———; SOUZA, P. & OLIVEIRA, E. Efetividade de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares para o limoeiro 'Cravo'. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 2, São Paulo, 1987. Resumos... São Paulo, SEMA/SEAG/USP, 1987. p.37.
26. FORTES, L. de A. Processos de produção do porta-enxerto limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv. Cravo) em vasos. Lavras, ESAL, 1991. 96p. (Tese MS).
27. FROST, H.B. & SOOST, R.K. Seed reproduction: development of gametes and embryos. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D. & WEBBER, H.J. The citrus industry. Berkeley, University of California, 1968. v.2, cap.4, p.290-324.

28. GAMA, A.M.P. da. Cultivares e porta-enxertos para citros. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(52):16-25, abr. 1979.
29. GENÚ, P.J. da C. Teores de macro e micronutrientes em folhas de porta-enxertos cítricos (*Citrus* spp) de pés-francos e em folhas de tangerineiras 'Poncã' (*Citrus reticulata*, Blanco) enxertada sobre os mesmos porta enxertos. Piracicaba, ESALQ, 1985. 156p. (Tese de Doutorado).
30. GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, London, 84(3):489-500, Mar. 1980.
31. GRAHAM, J.H.; LINDERMAN, R.G. & MENGE, J.A. Development of external hiphae by different isolates of mycorrhizal, *Glomus* spp in relation to root colonization and growth of Troyer citrange. *New Phytologist*, London, 91(2):183-9, June 1982.
32. ——— & TIMMER, L.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizae development and growth response of rough lemon in soil and soilless media: effect of phosphorus source. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 109(1):118-21, Jan. 1984.

33. HATTING, M.J. & GERDEMANN, J.W. Inoculation of brasilian sour orange seed with an endomycorrhizal fungus. *Phytopathology*, St. Paul, 65(9):1013-6, Sept. 1975.
34. HIROCE, R. Efeito de variedades e de porta-enxerto na composição mineral das folhas de citros. *Laranja*, Cordeirópolis, 8(1):239-82, 1987.
35. HOFFMAN, S.M.B. & FACHINELLO, J.C. Uso de porta-enxertos em fruticultura. *Agros*, Pelotas, 15(1):21-38, 1980.
36. JOHNSON, C.R. Phosphorus nutrition on mycorrhizal colonization photosynthesis, growth and nutrient composition of *Citrus aurantium*. *Plant and Soil*, The Hague, 80(1):35-42, Sept. 1984.
37. KOLLER, O.C. & BOEIRA, R.C. Adubação orgânica e inorgânica em sementeira de citros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 21(6):645-54, jun. 1986.
38. ——— & COITINHO, L.G.L. Comportamento de diversos porta-enxertos para a laranjeira 'Baianinha' (*Citrus sinensis* Osb). *Revista da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, 1(1):29-51, 1975.

39. KLEINSCHMIDT, G.D. & GERDEMANN, J.W. Stunting of citrus seedlings in fumigated nursery soils related to the absence of endomycorrhizal. *Phytopathology*, St. Paul, 62:1447-53, Dec. 1972.
40. KUCEY, R.M.N.; JANSEN, H.H. & LEGGETT, M.E. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. *Advances in Agronomy*. San Diego, 42:109-228, 1989.
41. LEVY, Y.; DODD, J. & KRIKUN, J. Effect of irrigation water salinity and rootstock on the vertical distribution of vesicular-arbuscular mycorrhiza in citrus roots. *New Phytologist*, London, 95(3):397-403, Nov. 1983.
42. LIRA, L.M. Efeito de substratos e do superfosfato simples no limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv. Cravo) até a repicagem. Lavras, ESAL, 1990. 86p. (Tese MS).
43. LOPES, E.S. Importância das micorrizas vesículo-arbusculares na absorção de nutrientes e desenvolvimento das plantas. *Laranja*, Cordeirópolis, 5:103-14, Nov. 1984.
44. ———; SIQUEIRA, J.O. & ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, 7(1):1-19, jan./abr. 1983.

45. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba, Ceres, 1980. 251p.
46. ——— & VIOLANTE NETTO, A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. Piracicaba, POTAFOS, 1989. 153p.
47. MAXWELL, N.P. & LYONS, C.G. A technique for propagating container-grown citrus on sour orange rootstock in Texas. HortScience, Virginia, 14(1):56-7, Feb. 1979.
48. MEDINA, V.M. Instruções práticas para a produção da muda cítrica. Cruz das Almas, Bahia, EMBRAPA/CNPMPF, 1984. 26p.
49. MELLO, A.C.G. de. Efeito de recipientes e substratos no comportamento silvicultural de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e do *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Piracicaba, ESALQ, 1989. 80p. (Tese MS).
50. MENGE, J.A.; JOHNSON, E.L.V. & PLATT, R.G. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrient regimes. New Phytologist, London, 81(4):553-9, Apr. 1978a.

51. MENGE, J.A.; LABANAUSKAS, C.K.; JOHNSON, E.L.V. & PLATT, R.G. Partial substitution of mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in greenhouse culture of citrus. *Soil Science, Madison*, 42(6):926-30, Nov./Dec. 1978b.
52. ———; LEMBRIGHT, H. & JOHNSON, E.L.V. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nurseries. *Proceedings of the International Society of Citriculture, Lake Alfred*, 1:129-32, 1977.
53. MOORE, P.W. Propagation and growing citrus nursery trees in container. *Proceedings of the International Society of Citriculture, Griffth*, 1:129-31, 1978.
54. MOSS, G.I. Propagation of citrus for future plantings. *Proceedings of the International Society of Citriculture, Lake Alfred*, 132-5, 1978.
55. MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Annual Review of Phytopathology, Palo Alto*, 11:171-96, 1973.
56. ———. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. *Hawai, Institute for Tropical Agriculture and Human Resources*, 1981. 81p. (Research Bulletin, 194).

57. NEMEC, S. Response of six rootstocks to three species of *Glomus*, a mycorrhizal fungus. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Delan, 91:10-4, 1978.
58. 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. 103p. (Tese MS).
59. OLSEN, S.R.; BROWMAN, R.A. & WATANEBA, F.S. Behavior of phosphorus in the soil and interaction with other nutrients. Phosphorus in Agriculture, Paris, 31(70):31-46, June 1977.
60. PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizae fungi for rapid assesment of infection. Transcription of British Mycological Society, London, 55(1):58-61, Aug./Sept. 1970.
61. PIERIK, R.L.M. Sterilization of plant material. In: In vitro culture of higher plantas. Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers, 1987. p.89-94.

62. PLATT, R.G. Recent improvements and changes in California nursery practices. Proceedings of the International Society of Citriculture, Lake Alfred, 1:118-121, 1977.
63. ——— & OPTIZ, K.W. Propagation of citrus. In: REUTHER, W. The citrus industry. Berkeley, University of California, 3(1):1-47, 1973.
64. POMPEU JR.; FIGUEIREDO, J.O. de; TEÓFILO SOBRINHO, J.; JORGE, J.P.N. & JACON, J.R. Competição de clones de limoeiro Cravo e de limão Volkameriano como porta-enxertos para laranja Natal. Laranja, Cordeirópolis, 1(7):225-50, nov. 1986.
65. REZENDE, L. de P. Efeito do volume de substrato e do superfosfato simples na formação de porta-enxertos de citros. Lavras, ESAL, 1991. 97p. (Tese MS).
66. SANDERS, F.W. & TINKER, P.B. Mechanism of absorption of phosphate from soil by Endogone mycorrhizas. Nature, London, 233(5319):278-9, Sept. 1971.
67. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.

68. SCHENCK, N.C. & TUCKER, D.P.H. Endomycorrhizal fungi and development of citrus seedlings in Florida fumigated soils. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 99(3):284-7, Jan. 1974.
69. SILVA, J.U.B. Efeitos do superfosfato simples e de seus nutrientes principais no crescimento do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) em vasos até a repicagem. Lavras, ESAL, 1981. 100p. (Tese MS).
70. SIQUEIRA, J.O. Micorrizas na agricultura tropical. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR - ABEAS. Curso de agricultura tropical; os solos tropicais (módulo 2). Brasília, 1988. 42p.
71. ——— & FRANCO, A.A. Micorrizas. In: ———. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Brasília, MEC/ABEAS/ESAL/FAEPE, 1988. cap.5, p.125-77.
72. ———; HUBBELL, D.H. & VALLE, R.R. Effect of phosphorus on formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 19(12):1465-74, Dec. 1984.

73. SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.F. Nutrition of fruits crops: tropical, subtropical, temperate tree and small fruits. 3.ed. Someville, Somerset Press, 1966. Cap.7, p.174-207.
74. SOUZA, E.F.O. Efeito de fungos MVA, fontes e doses de fósforo no crescimento do limoeiro 'Cravo', pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1990. 58p. (Tese MS).
75. SOUZA, M. de. Adubação de plantas cítricas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(52):26-31, abr. 1979.
76. ————. Nutrição e adubação para produzir mudas de frutíferas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 9(102):40-3, jun. 1983.
77. SPENCER, W.F. Effects of heavy application os phosphate and lime on nutrient uptake, growth, freeze injury and root distribution of grapefruit tree. Soil Science, Baltimore, 89:311-18, 1960.
78. SPOMER, L.A. The effect of container soil volume on plant growth. HortScience, Alexandria, 17(14):580-81, Aug. 1982.

WILSON, R.F. (1963) The effect of soil pH on the availability of phosphorus to plants. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 51: 1-10.

WILSON, R.F. (1964) The effect of soil pH on the availability of phosphorus to plants. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 52: 1-10.

WILSON, R.F. (1965) The effect of soil pH on the availability of phosphorus to plants. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 53: 1-10.

WILSON, R.F. (1966) The effect of soil pH on the availability of phosphorus to plants. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 54: 1-10.

WILSON, R.F. (1967) The effect of soil pH on the availability of phosphorus to plants. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 55: 1-10.

WILSON, R.F. (1968) The effect of soil pH on the availability of phosphorus to plants. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 56: 1-10.

79. TEÓFILO SOBRINHO, J. Propagação de citros. In: RODRIGUES, O. & VIEGAS, F.C.P. Citricultura Brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 1980. v.1, p.299-318.
80. TEÓFILO SOBRINHO, J. & FIGUEIREDO, J.O. de. Diversificação do uso de porta-enxertos na agricultura paulista. Laranja, Cordeirópolis, (5):403-17, nov. 1984.
81. TIMMER, L.W. & LEIDEN, R.F. Stunting of citrus seedlings in fumigated soils in Texas and its correction by phosphorus fertilization and inoculation with mycorrhizal fungi. Journal of American Society Horticultural Science, Alexandria, 103(4):533-37, July 1978.
82. TUCKER, D.P.H. & ANDERSON, C.A. Correction of citrus seedlings stunting of fumigated soils by phosphate application. The citrus industry, Bartow, 55(11):19-23, Nov. 1974.
83. VANATCHER, A. Fumigation against fungi. In: MULDER, D., ed. Soil desinfestation. Amsterdam, Elsevier Scientific, 1979. p.163-83.
84. WILLIANSO, J.G. & CASTLE, W.S. A survey of Florida citrus nurseries. The citrus industry, Bartow, 76(3):68-75, Mar. 1990.

85. WUTSCHER, H.K. Alteration on fruit tree nutrition through rootstocks. *HortScience*, Virginia, 24(4):578-84, Aug. 1989.
86. ZAMBOLIM, L. & PINTO, L.R.M. Resposta de porta-enxerto de citrus a fungos micorrízicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Resumos... s.n.t. p.83.
87. ——— & SIQUEIRA, J.O. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura. Belo Horizonte, EPAMIG, 1985. 36p. (Série Documentos, 26).

APÊNDICE

QUADRO 2A - Resumo das análises de variância para os teores de P, K, Ca e Mg e valores de pH determinados nas amostras de substrato de cultivo dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

F.V.	G.L.	Valores do quadrado médio				
		P	K	Ca	Mg	pH
		----- ppm -----	-----	----- meq/100cc -----	-----	-----
Porta-enxerto (PE)	1	46,0208	196,0208	0,0002	0,0102	0,0075
Doses (D)	3	57097,7430**	111,0764	4,0669**	0,1835	0,0192
Inoculação (I)	1	13,0208	7,5208	0,3169	0,1519	0,0675
PE x D	3	47,0764	76,4097	0,1119	0,0985	0,0414
PE x I	1	88,0208	28,5208	0,0469	0,1102	0,0075
D x I	3	102,2986	83,0208	0,0885	0,0146	0,0158
PE x D x I	3	92,1875	24,9097	0,1185	0,0985	0,0070
Blocos	2	49,5625	1013,0625**	0,3108	0,0108	1,5502**
Erro	30	75,4069	64,7958	0,1070	0,0708	0,0335
C.V. (%)		13,02	8,41	9,28	22,61	2,57

* e ** significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

QUADRO 3A - Resumo das análises de variância para os teores de macronutrientes, em percentagem, na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semadura. ESAL, Lavras, 1990.

F.V.	G.L.	Valores do quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Porta-enxerto (PE)	1	0,1530	0,0000021	0,3710**	2,7792**	0,1355**	0,0000187
Doses (D)	3	4,4556**	0,0190799**	0,5983**	1,3811**	0,0004	0,0019576
Inoculação (I)	1	0,1645	0,0000021	0,0675	0,1150	0,0050	0,0000021
PE x D	3	0,7565**	0,0002576	0,0591	0,0628	0,0031	0,0010743
PE x I	1	0,1989	0,0002521	0,0533	0,1398	0,0026	0,0031688*
D x I	3	0,1518	0,0003576	0,1150*	0,0781	0,0026	0,0007354
PE x D x I	3	0,0238	0,0003299	0,0763*	0,0698	0,0018	0,0024687*
Blocos	2	0,0642	0,0023521*	0,0320	0,0320	0,0012	0,0003771
Erro	30	0,0702	0,0003321	0,0234	0,0694	0,0016	0,0007415
C.V. (%)		16,23	15,00	14,35	15,35	14,47	26,30

* e ** significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

QUADRO 4A - Resumo das análises de variância para os teores de micronutrientes, em ppm, na m.s. da parte aérea dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

F.V.	G.L.	Valores do quadrado médio			
		B	Cu	Mn	Zn
Porta-enxertos (PE)	1	917,6056**	13,6856	90,7776*	1182,7640*
Doses (D)	3	591,6347**	154,9673**	26,9605	595,7114*
Inoculação (I)	1	118,7161	12,6795	0,2868	251,4893
PE x D	3	1495,9024**	8,3318	6,2668	101,5222
PE x I	1	511,8941	45,8055	96,7587*	668,9370
D x I	3	166,2159	18,8299	12,4338	60,3437
PE x D x I	3	173,3464	9,7799	1,0914	110,6267
Blocos	2	209,9495	18,8453	40,3020	351,3653
Erro	20	117,5176	15,0843	15,2280	177,9728
C.V. (%)		13,36	33,82	14,91	36,04

* e ** significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

QUADRO 5A - Resumo das análises de variância para altura, em cm, e diâmetro a 15 cm do *colum*, em mm, avaliados aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

F.V.	G.L.	Valores do quadrado médio	
		Altura	Diâmetro a 15 cm
Porta-enxertos (PE)	1	249,1564	11,6624**
Doses (D)	3	7474,4105**	13,2236**
Inoculação (I)	1	646,7990**	0,5292
PE x D	3	144,6580	2,6231**
PE x I	1	938,2799**	3,4133**
D x I	3	106,3569	0,6919
PE x D x I	3	371,2783**	1,5017*
Blocos	2	767,9297**	3,5197**
Erro	20	80,1724	0,4546
C.V. (%)		17,93	17,72

* e ** significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

QUADRO 6A - Resumo das análises de variância para o peso da m.s. da parte aérea e peso da m.s. das raízes dos porta-enxertos, aos treze meses pós-semeadura. ESAL, Lavras, 1990.

F.V.	G.L.	Valores do quadrado médio	
		Peso m.s. parte aérea	Peso m.s. raízes
Porta-enxertos (PE)	1	368,4099**	224,5107**
Doses (D)	3	1203,6765**	215,8339**
Inoculação (I)	1	144,4908*	24,8112
PE x D	3	123,5276*	57,6990**
PE x I	1	34,8503	0,1576
D x I	3	13,4115	2,4885
PE x D x I	3	98,1904*	30,3425*
Blocos	2	104,9889	17,4248
Erro	20	29,2286	8,0531
C.V. (%)		34,36	35,65

* e ** significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.