

MARA RÚBIA DA ROCHA

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DA TANGERINEIRA 'CLEOPATRA' FERTILIZADA COM DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES E INOCULADA COM FUNGOS MICORRÍZICOS, ATÉ A REPICAGEM

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

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

M. RA. TUBIA DA ROCHA

1982
M. RA. TUBIA DA ROCHA

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DA TANGERINEIRA 'CLEO-
PATRA' FERTILIZADA COM DOSES DE SUPERFOSFATO
SIMPLES E INOCULADA COM FUNGOS MICORRIZICOS,
ATÉ A REPLICAGEM

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

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1982



**CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DA TANGERINEIRA 'CLEOPATRA'
FERTILIZADA COM DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES E
INOCULADA COM FUNGOS MICORRÍZICOS, ATÉ A REPICAGEM**

APROVADA: Lavras, 11 de fevereiro de 1992.

Elizabeth de Oliveira

Pesq. Elizabeth de Oliveira
Orientadora

M. de Souza

Prof. Mauricio de Souza

Janice Guedes de Carvalho

Prof.ª Janice Guedes de Carvalho

Aos meus pais Rocha e Aurides, pelo amor, confiança e apoio em todos os momentos de minha vida.

Aos meus irmãos Rosinval Júnior, Públius, Flávia e Janaina pelo carinho e amizade.

Aos padrastos Mucio e Hozanita.

DEDICO E OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, pela oportunidade de realização do curso.

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

À pesquisadora Elizabeth de Oliveira, pela orientação segura e valiosos ensinamentos transmitidos.

Aos professores Mauricio de Souza e Janice Guedes de Carvalho, pela coorientação e apoio durante a realização deste trabalho.

Ao Engenheiro Agrônomo Gilmarcos de Carvalho Corrêa, pela presença marcante em minha vida e colaboração inestimável em todas as etapas deste trabalho.

À Maria da Paz dos Santos, pela amizade sincera e apoio em momentos difíceis.

Aos engenheiros Agrônomos Ronaldo Veloso Naves e Valquíria da Rocha Santos Veloso, professores da Escola de

Agronomia da Universidade Federal de Goiás, pelo apoio e incentivo desde a graduação.

Ao Professor Gilnei de Souza Duarte, pela orientação estatística.

Aos funcionários do pomar, nas pessoas dos senhores José Ribeiro Sobrinho, Ival de Souza Arantes e Guiomar Pinto Ribeiro, pela dedicada colaboração na condução do experimento.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho,

muito obrigada.

BIOGRAFIA DA AUTORA

MARA RÚBIA DA ROCHA, filha de Rosinval Alves da Rocha e Aurides S. de Oliveira Gouthier, nascida em Goiânia, Estado de Goiás, a 10 de junho de 1964.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás no ano de 1988.

Em 1989 iniciou curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, concluindo-o em fevereiro de 1992.

INDICE

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Formação de porta-enxertos de citros em sementeiras removíveis	3
2.2. Nutrição fosfatada de porta-enxertos de citros	4
2.3. Micorrizas vesicular-arbusculares (MVA)	8
2.4. Micorrizas vesicular-arbusculares em citros	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Tratamentos e delineamento experimental	16
3.2. Substrato	17
3.3. Recipientes	19
3.4. Obtenção de sementes	18
3.5. Fertilizantes	19
3.6. Obtenção do inóculo	20

3.7. Instalação e condução do experimento	21
3.8. Avaliações	22
3.9. Análises estatísticas	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Características químicas do substrato	26
4.2. Colonização micorrizica das raízes de tangerineira 'Cleopatra' aos quatro meses pós-semeadura	28
4.3. Crescimento vegetativo das tangerineiras 'Cleopatra' aos quatro meses pós-semeadura	31
4.3.1. Produção de matéria seca da parte aérea, raízes e total	31
4.3.2. Altura de plantas e número de folhas por planta	33
4.4. Teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea e das raízes de tangerineira 'Cleopatra', aos quatro meses pós-semeadura	36
4.4.1. Nitrogênio	37
4.4.2. Fósforo	44
4.4.3. Potássio	47
4.4.4. Cálcio	49
4.4.5. Magnésio	50
4.4.6. Enxofre	54
4.4.7. Boro	55
4.4.8. Cobre	57
4.4.9. Manganês	58
4.4.10. Zinco	59

5. CONCLUSÕES	62
6. RESUMO	66
7. SUMMARY	68
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
APÊNDICE	83

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		PÁGINA
1	Equação de regressão para os teores de N na matéria seca das raízes de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura	43
2	Equações de regressão para os teores de P na matéria seca da parte aérea e das raízes de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura	46
3	Equações de regressão para os teores de K na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas (I) e não inoculadas (NI), em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura ...	48
4	Equação de regressão para os teores de Ca na matéria seca das raízes de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura .	51

FIGURA

PÁGINA

5	Equação de regressão para os teores de Mg na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra', em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura	53
6	Equação de regressão para os teores de Zn na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura	61

LISTA DE QUADROS

QUADRO		PÁGINA
1	Componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica do substrato comercial "Plantmax", utilizado no experimento, em cada dose de P_2O_5 . ESAL, Lavras-MG, 1990	18
2	Componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica do substrato comercial "Plantmax", em cada dose de P_2O_5 nos tratamentos inoculados (I) e não inoculados (NI), após encerramento do experimento. ESAL, Lavras-MG, 1990	27
3	Médias por doses de P_2O_5 para os valores de percentagem de colonização micorrizica das raízes de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas ou não com fungos micorrizicos, aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990	29
4	Médias por doses de P_2O_5 dos pesos secos da parte aérea, raízes e total de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL,	

QUADRO

PÁGINA

5	Médias de altura (cm) das tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos dois, três e quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990	34
6	Médias de número de folhas por planta, das tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos dois, três e quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990	35
7	Médias por doses de P_2O_5 , de altura de plantas (AP) e número de folhas por planta (NF), de tangerineiras 'Cleopatra', aos dois, três e quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990	36
8	Médias por doses de P_2O_5 para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990	38
9	Médias por doses de P_2O_5 , para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das raízes de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.	39

QUADRO

PÁGINA

10	Médias por doses de P_2O_5 , para os teores de B, Cu, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.	40
11	Médias por doses de P_2O_5 , para os teores de B, Cu, Mn e Zn na matéria seca das raízes de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990	41

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente o primeiro produtor mundial de frutos cítricos e em exportação de suco de laranja concentrado congelado (CONJUNTURA ECONÔMICA, 1991). Em 1990 exportou 953.936 t, totalizando 1.468 milhões de dólares, e em 1991 até o mês de outubro, havia exportado 718.000 t de suco (CONJUNTURA ECONÔMICA, 1991).

A quase totalidade das plantas cítricas está enxertada sobre o limoeiro 'Cravo' (TEÓFILO SOBRINHO & FIGUEIREDO, 1984). Apesar deste porta-enxerto apresentar boas características, a diversificação é de grande importância, visto que o limoeiro 'Cravo' torna as plantas susceptíveis ao "Declínio dos Citros", um problema de causa ainda desconhecida e que muito tem preocupado os produtores do principal pólo citrícola brasileiro que é o Estado de São Paulo (TEÓFILO SOBRINHO & FIGUEIREDO, 1984).

Uma das alternativas para diversificação do porta-enxerto é a tangerineira 'Cleopatra' que além de se tratar de uma variedade tolerante ao "Declínio dos Citros", apresenta ótimas qualidades no viveiro (TEÓFILO SOBRINHO & FIGUEIREDO, 1984).

A nutrição fosfatada é de grande importância, principalmente na fase inicial de crescimento das plantas cítricas, e a presença de micorrizas vesicular-arbusculares (MVA), influencia grandemente a absorção do fósforo (P) (LOPES et alii, 1983). Tem sido relatado que o P parece ser o nutriente mais importante envolvido nas respostas em crescimento causadas pelas associações MVA, sendo encontrado em concentrações consideravelmente maiores em plantas micorrizadas que nas plantas não micorrizadas (HARLEY & SMITH, 1983).

Vários estudos mostraram ser a tangerineira 'Cleopatra' mais dependente a micorrização, que outras espécies de plantas cítricas (CARDOSO et alii, 1986 e OLIVEIRA & JESUS, 1987). Assim, a utilização adequada de fungos MVA para este porta-enxerto poderia ser de grande interesse para a obtenção de mudas mais vigorosas e possivelmente redução dos gastos com fertilizantes no campo.

O sistema de sementeiras removíveis para formação de porta-enxertos de citros tem sido utilizado devido, entre outras vantagens, ao estabelecimento mais rápido das mudas no viveiro.

Considerando estes aspectos, o presente estudo teve como objetivo a avaliação dos efeitos de diferentes doses de fósforo e da inoculação com fungos micorrízicos, sobre o crescimento e nutrição mineral da tangerineira 'Cleopatra', cultivada em sementeiras removíveis até o ponto de repicagem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Formação de porta-enxertos de citros em sementeiras removíveis

No Brasil, o sistema tradicional de formação de mudas de citros consiste na semeadura do porta-enxerto em sementeiras no campo e posteriormente, repicagem deste porta-enxerto, de raízes nuas, para o viveiro onde serão enxertados.

A utilização de sementeiras removíveis é um processo atual que tem apresentado vantagens em relação à sementeira no campo, como redução do espaço necessário, produção de maior rizomassa pelas plantas, redução no estresse causado pelo transplante, redução no tempo de formação das mudas, padronização dos substratos para características físicas, químicas e fitossanitárias ótimas, facilidade na aplicação de fertilizantes (MOORE, 1978) e além disso, possibilita a inoculação com fungos micorrízicos vesicular-arbusculares.

Este processo, inicialmente descrito por MOORE (1978), consiste na semeadura dos porta-enxertos em células individuais que compõem as bandejas de isopor ou sementeiras removíveis,

sendo estas células preenchidas com substratos apropriados. O formato piramidal das células e o orifício inferior, evitam o enovelamento das raízes e estimulam maior brotação destas no interior das células.

2.2. Nutrição fosfatada de porta-enxertos de citros

O fósforo (P) ocupa lugar de destaque entre os elementos essenciais para as plantas, devido à variedade e complexidade dos processos metabólicos em que ele participa. É um constituinte de algumas nucleoproteínas, encontradas em todas as células vegetais, necessárias à divisão celular. Além disso, tem funções estruturais, de armazenamento e fornecimento de energia, atua nos processos de respiração, fotossíntese, biossíntese de carboidratos de reserva, absorção iônica e trabalho mecânico (MALAVOLTA, 1980 e KOO, 1983). Há que se ressaltar, portanto, que o P exerce muita influência sobre o desenvolvimento do sistema radicular e crescimento vegetativo das plantas (BLACK, 1975 e BARBER, 1977).

Os solos tropicais, devido principalmente à sua alta capacidade de retenção e baixa disponibilidade de P em solução, necessitam de grandes quantidades de fertilizantes fosfatados, pois o aproveitamento destes pelas plantas é muito baixo (VOLKWEISS & RAIJ, 1977). Estas doses são elevadas devido ao fenômeno de retenção, fixação ou adsorção de fosfatos que ocorrem

nestes solos tornando o P indisponível para as plantas. Este fenômeno consiste na transformação do P solúvel a formas menos disponíveis, como fosfatos de ferro, alumínio e cálcio, dependendo do tipo de solo (GOEDERT & SOUZA, 1984). Uma parte do P sólido se mantém em equilíbrio com o P da solução e é chamado P-lábil. Este encontra-se predominantemente ligado ao Fe ou Al em solos com pH baixo, ou ligado ao Ca em solos com pH acima de 7,0. O P pode também estar disposto no interior de estruturas cristalinas de sesquióxido de Fe e Al ou presente em compostos orgânicos e é chamado de P-não lábil. A diminuição na concentração de P da solução provoca a liberação de P a partir do P-lábil (VOLKWEISS & RAIJ, 1977).

Apenas 5 a 20% do P adicionado ao solo é utilizado pelas plantas, sendo o restante fixado (MALAVOLTA, 1980). A fixação do íon fosfato pelos solos, segundo MALAVOLTA (1981) não inutiliza o P para as plantas, torna-se apenas um obstáculo ao seu aproveitamento. Torna-se necessário, portanto, aumentar-se a eficiência de absorção deste nutriente, diminuindo assim a necessidade de aplicação ao solo de doses elevadas de fertilizantes fosfatados.

A absorção do P que está em contato com as raízes, provoca um gradiente de concentração entre o P das superfícies radiculares, o que causa a movimentação deste elemento por difusão, sendo este mecanismo responsável pela maior parte do P que entra em contato com as raízes (OLSEN et alii, 1977).

O desenvolvimento do sistema radicular das plantas

citricas é estimulado pelo P, principalmente na fase de crescimento inicial (BLACK, 1975), desta forma a adubação fosfatada das sementeiras está diretamente relacionada com o crescimento dos porta-enxertos (SILVA, 1981; NICOLI, 1982; CAMARGO, 1989 e FONTANEZZI, 1989).

Vários fertilizantes fosfatados são capazes de fornecer o P à solução do solo, diferindo basicamente, quanto à sua concentração e solubilidade. Os principais adubos fosfatados utilizados em sementeiras são os superfosfatos e estes podem ser aplicados totalmente incorporados ao solo ou localizados no sulco de plantio (CARVALHO & SOUZA, 1987). O superfosfato simples, obtido pelo tratamento da rocha fosfática com ácido sulfúrico, é uma mistura de fosfato monocálcico com sulfato de cálcio ou gesso, na proporção aproximada de 1:2. Além do fosfato monocálcico que é solúvel em água, o superfosfato simples possui ainda pequenas quantidades de fosfato bicálcico que é solúvel em citrato neutro de amônio e fosfato tricálcico ou apatítico no qual o P é insolúvel em água e citrato de amônio. Além do P, este fertilizante possui aproximadamente 26% de CaO e 12% de S (MALAVOLTA, 1980).

CARVALHO & SOUZA (1987) observaram que a homogeneização do superfosfato simples ao substrato, através da aplicação incorporada, possibilita respostas das plantas de limoeiro "Cravo" a maiores dosagens, que na aplicação localizada, cujos valores máximos de crescimento são, em média, 1,64 vezes menores que os obtidos pela incorporação do fertilizante. A incorporação

pode proporcionar maior área de contato dos íons com as raízes, havendo aumento na absorção e conseqüentemente maior crescimento das plantas.

A recomendação de adubação fosfatada para a produção de porta-enxerto de citros é bastante variável. Para o limoeiro 'Cravo', SILVA (1981), NICOLI (1982), CAMARGÓ (1989) e FONTANEZZI (1989) obtiveram maior crescimento das plantas com aplicação de 1280 gramas de P_2O_5 por m^2 de substrato, enquanto CARVALHO (1987) obteve respostas no crescimento deste mesmo porta-enxerto, até a dose de 3724 gramas de P_2O_5 por m^2 de substrato, utilizando o superfosfato simples como fonte de P. Para a tangerineira 'Cleopatra', FONTANEZZI (1989) obteve maiores teores de P, Ca e S na matéria seca total com dosagem de superfosfato simples, até 1280 g de P_2O_5/m^2 de substrato.

Na solução do solo, o P se movimenta principalmente por difusão até a superfície das raízes, onde é absorvido (VOLKWEISS & RAIJ, 1977). A superfície radicular pode ser aumentada pela presença de pêlos absorventes o que resulta em aumento da quantidade de P retirada pela difusão. Assim, a absorção de P em contato com a superfície das raízes é diretamente proporcional à extensão do sistema radicular, concentração de P na superfície das raízes e capacidade das raízes em absorver P (GOEDERT & SOUZA, 1984).

As micorrizas vesicular-arbusculares podem aumentar a área de absorção das raízes das plantas (HARLEY & SMITH, 1983), e em plantas cítricas aumentam a absorção de P do solo (MENGE et

alii, 1978 e CARDOSO et alii, 1986).

2.3. Micorrizas vesicular-arbusculares (MVA)

Micorrizas vesicular-arbusculares são associações simbióticas mutualísticas formadas por fungos pertencentes à família Endogonaceae e raízes de plantas, que ocorrem na maioria das espécies vegetais em condições naturais e que são responsáveis pela maior absorção de água e nutrientes do solo pelas plantas (GERDEMANN, 1968).

Basicamente, as MVA são formadas por três componentes: as raízes do hospedeiro, as hifas do fungo no interior das raízes e as hifas externas que se estendem através da rizosfera. Através das modificações das hifas originam-se os arbúsculos, vesículas e esporos (LOPES et alii, 1983). Essas estruturas do fungo na planta não têm forma estática, havendo contínuo crescimento das hifas dentro das raízes e novos pontos de colonização que permitem a invasão de novos tecidos (HARLEY & SMITH, 1983).

Os arbúsculos são estruturas intracelulares efêmeras, formadas por ramificação continuada de hifas, tomando grande parte do volume das células corticais e constituindo o sítio de trocas entre os dois organismos (COX et alii, 1975). Tanto as hifas externas como as internas, podem dar origem a vesículas. Estas, a princípio, são estruturas de reserva que se formam na extremidade das hifas, podendo funcionar como propágulos

(GERDEMANN, 1968). Apresentam um aspecto interno reticulado devido aos grânulos de lipídeos encontrados em seu interior (HOLLEY & PETERSON, 1979), sugerindo função de órgão de reserva.

Os esporos do fungo no solo germinam com crescimento de tubos germinativos e posterior aparecimento de um simples micélio (HARLEY & SMITH, 1983).

Para algumas espécies de plantas, a associação com fungos MVA é indispensável. Conforme o grau de dependência ao micotrofismo, as plantas podem ser não micotróficas, micotróficas facultativas ou micotróficas obrigatórias. Espécies com sistema radicular extremamente ramificado, dependem menos dos fungos micorrízicos para a absorção de nutrientes, mesmo em solos muito deficientes (BAYLIS, 1975). Plantas com raízes grossas, pouco ramificadas e com poucos pêlos radiculares, apresentam alta tendência à simbiose micorrízica para um desenvolvimento normal (ZAMBOLIM & SIQUEIRA, 1985).

As hifas externas do fungo funcionam como extensões do sistema de absorção do hospedeiro, transportando nutrientes de zonas dentro e fora do alcance das raízes absorventes para as células corticais. Dentre os nutrientes, o P é o mais importante do ponto de vista nutricional para a planta hospedeira (TINKER, 1975). O P em solução, é absorvido por processo ativo pelas hifas, que o transformam em grânulos de polifosfato, os quais são translocados por corrente citoplasmática até os arbúsculos, onde fosfatases específicas produzem novamente fosfato inorgânico, que é então transferido para a planta hospedeira (ZAMBOLIM &

SIQUEIRA, 1985). Ao mesmo tempo, ocorre um fluxo de carboidrato em sentido contrário, o qual controla a velocidade de entrada de nutrientes absorvidos da solução do solo pelo fungo, bem como o grau de colonização das raízes (SIQUEIRA et alii, 1984), e resposta em crescimento da planta hospedeira (ZAMBOLIM & SIQUEIRA, 1985).

Plantas colonizadas exibem maior taxa fotossintética do que plantas não colonizadas. Apesar disso, sob determinadas condições, o fungo pode perfeitamente funcionar como um dreno de carboidratos, causando redução de crescimento da planta hospedeira (SIQUEIRA & COLOZZI FILHO, 1986).

Atualmente, muito se tem estudado sobre as micorrizas vesicular-arbusculares. Tem sido demonstrado que as MVA aumentam a absorção de P pelas plantas, quando estas crescem em solos com baixo nível de P disponível. Este fato é decorrente do maior volume de solo explorado pelas hifas do fungo, absorvendo P fora da zona de esgotamento (LOPES et alii, 1983).

Autores relatam efeitos das MVA em aumentar a absorção de íons pouco móveis no solo, principalmente o P, Zn, Cu e Fe, havendo também aumentos na absorção de K, Ca, Mo e amônio (POWEL, 1975, LAMBERT et alii, 1979 e GRAHAM, 1986).

Altos níveis de P no solo em geral reduzem a colonização micorrizica, devido ao aumento nos teores deste elemento na planta (LOPES & SIQUEIRA, 1981). Este efeito pode ser explicado por uma possível redução na permeabilidade e exudação de metabólitos das membranas (GRAHAM et alii, 1981), ou pelo

efeito no metabolismo de carboidratos da planta (SIQUEIRA et alii, 1984).

É difícil generalizar sobre o nível de P abaixo do qual as plantas dependem da associação micorrizica. Para certas plantas tropicais, o micotrofismo é benéfico mesmo em altos níveis de P (YOST & FOX, 1979 e JANOS, 1980).

Vários estudos, conforme revisado por LOPES & SIQUEIRA (1981), LOPES et alii (1983) e ZAMBOLIM & SIQUEIRA (1985), não deixam dúvidas que os efeitos das MVA são mais acentuados em condições sub-ótimas de disponibilidade de P e que as plantas micorrizadas têm acesso às mesmas formas de P que as não micorrizadas, porém exploram mais eficientemente em tempo e espaço a reserva de P-lábil do solo. Hifas micorrizicas podem aumentar a eficiência de absorção de P em mais de 60 vezes (BIELESKI, 1973).

Uma vez que os fungos MVA são simbiontes obrigatórios, o inóculo destes pode ser constituído do solo com esporos, fragmentos de raízes colonizadas e hifas do fungo ou de raízes colonizadas e esporos, sendo que o uso de solo como inóculo geralmente resulta em formação mais rápida da associação do que outros métodos (HALL, 1976).

A constatação das MVA nas raízes apresenta certa dificuldade, uma vez que o fungo não lhes causa alterações visuais. Uma vez que não ocorrem modificações anatômicas e morfológicas nas raízes colonizadas, visíveis sem auxílio de microscopia, técnicas especiais foram desenvolvidas para

coloração das estruturas fúngicas no interior das raízes (PHILLIPS & HAYMAN, 1970) e para quantificar a porcentagem de raízes colonizadas determinando-se o grau de estabelecimento da simbiose, como a técnica da placa quadriculada descrita por GIOVANNETTI & MOSSE (1980).

2.4. Micorrizas vesicular-arbusculares em citros

Quando se iniciaram as práticas de fumigação do solo para produção de mudas cítricas nos EUA, observou-se clorose nas plantas, o que foi atribuído à toxicidade do solo. Posteriormente, porém, encontraram-se evidências que a causa deste problema era a nutrição inadequada das plantas, devido à morte dos fungos endomicorrízicos, provocada por tal prática (KLEINSCHMIDT & GERDEMANN, 1972). MENGE et alii (1977), constataram que, associada à inibição do desenvolvimento das mudas cítricas em viveiros fumigados, ocorria a deficiência de P, Zn e Cu.

Os fumigantes de solo são usados como medida de controle fitossanitário e para evitar a elevada incidência de plantas daninhas, na formação de sementeiras. As plantas cítricas são dependentes das associações micorrízicas vesicular-arbusculares e as plântulas que crescem em substratos fumigados apresentam anormalidades no crescimento (PLATT & OPITZ, 1973).

Em nossas condições, o estudo das associações

micorrizicas é de grande importância, visto que os solos brasileiros com potencial para a expansão da citricultura, se encontram sob vegetação de cerrado e possuem baixos teores de P.

Como estudos de respostas em crescimento têm englobado uma grande variação de espécies hospedeiras, tem se tornado cada vez mais aparente que algumas espécies são mais dependentes de fungos MVA, que outras (BAYLIS, 1975). Em alguns casos, quando o hospedeiro é privado de micorrizas, ele cresce pouco e, não raro, morre.

GERDEMANN (1975), definiu a dependência micorrizica como o grau em que a planta é dependente à condição de micorrização para produzir o máximo crescimento ou produção, a um dado nível de fertilidade do solo.

As plantas cítricas de uma maneira geral, exibem elevada dependência micorrizica e as vantagens dessa associação são expressas em maior absorção de nutrientes, especialmente o fósforo, para o porta-enxerto cítrico (OLIVEIRA & JESUS, 1987).

Para os citros, assim como para outras culturas, a efetividade diferenciada da simbiose micorrizica vesicular-arbuscular pode variar de acordo com a espécie ou cultivar empregada e a espécie de fungo MVA inoculada, além da disponibilidade de P no solo, (EDRISS et alii, 1984a e NEMEC, 1978).

SOUZA et alii (1989) observaram maiores diâmetros e altura do limoeiro 'Cravo' quando as plantas foram inoculadas com *Glomus clarum* e fertilizadas com superfosfato simples, embora não

tenha sido observado efeito significativo no crescimento.

A inoculação com *Glomus clarum* promoveu aumentos nos teores de P, Ca e S na matéria seca total de limoeiro 'Cravo' (FONTANEZZI et alii, 1989a) e de P, Ca, S e Zn na matéria seca total de tangerineira 'Cleopatra' (FONTANEZZI et alii, 1989b), sendo que no limoeiro 'Cravo' a adição de doses crescentes de superfosfato simples ao solo não alterou a colonização, e em tangerineira 'Cleopatra', reduziu a colonização por *Glomus clarum*.

OLIVEIRA & JESUS (1987), comparando os fungos *Glomus etunicatum*, *G. mosse* e *G. intrarradices*, observaram que os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Cleopatra', mostraram que *G. etunicatum* induziu maior desenvolvimento das plantas em solo tanto esterilizado como natural.

O fungo *Acaulospora morrowae* proporcionou altas taxas de colonização micorrizica nas raízes de limoeiro 'Cravo', e aumento na absorção de P, K e Zn, embora não tenha sido obtido aumento significativo no crescimento das plantas (CAMARGO, 1989).

Todas as espécies de porta-enxertos de citros possuem os pêlos radiculares curtos e pobremente distribuídos, e não há diferenças óbvias na morfologia das raízes. Entretanto o atrofiamento em leitões fumigados e em estudos em vasos, usando solo esterilizado, indicam que há diferenças substanciais na dependência micorrizica entre os porta-enxertos (GRAHAM, 1986). Laranjeira 'Azeda' (*Citrus aurantium* L.) e tangerineira 'Cleopatra' (*Citrus reshni* Hort ex Tan) são mais dependentes que

Poncirus trifoliata e seus híbridos. Notavelmente, a ordem dos porta-enxertos com relação à dependência, é inversamente proporcional à sua capacidade de absorver P (GRAHAM, 1986).

GRAHAM & SYVERTSEN (1985), estudaram várias características morfológicas e fisiológicas de 5 espécies de porta-enxertos, que poderiam influenciar a absorção de P. Eles observaram que a morfologia do sistema radicular era mais estreitamente relacionada com a dependência micorrizica (definida como a relação entre o peso seco das plantas micorrizadas e não micorrizadas). *Poncirus trifoliata* e citrange 'Carrizo' [*P. trifoliata* x *C. sinensis* (L.) Osbeck] possuem o sistema radicular mais fino que laranjeira 'Azeda' e tangerineira 'Cleopatra', as quais foram 2 a 3 vezes mais micorrizo-dependentes em solos com baixo nível de P.

EDRISS et alii (1984a), estudando respostas em crescimento de 5 espécies de citros em relação a fungos micorrizicos, observou que a tangerineira 'Cleopatra', a espécie que apresenta o crescimento mais lento, é a mais dependente de micorrizas, enquanto laranjeira 'Azeda' e limoeiro 'Volkameriano' foram menos dependentes.

Estudo realizado por FONTANEZZI (1989), com 3 diferentes porta-enxertos, mostrou que o limoeiro 'Rugoso' é o mais dependente às MVA, seguido pela tangerineira 'Cleopatra'.

Em experimento realizado por OLIVEIRA & JESUS (1987), a tangerineira 'Cleopatra' mostrou-se mais dependente à micorrização que o limoeiro 'Cravo'.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no setor de fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, no período de agosto a dezembro de 1990. O município de Lavras está situado no Sul de Minas Gerais a 21°14'06" de latitude sul e 45°00'00" de longitude oeste, a 918 m de altitude.

3.1. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2 x 6, sendo 2 tratamentos de inoculação (não inoculado e inoculado com os fungos MVA *Acaulospora morrowae*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e 6 doses de P_2O_5 (0, 320, 640, 1280, 2000 e 2560 g de P_2O_5/m^2 de substrato). Para altura e número de folhas das plantas, adotou-se o esquema de parcela subdividida no tempo, com fatorial 2 x 6 na parcela. Foram 2 tratamentos de inoculação e 6 doses de P_2O_5 em três épocas de avaliações (2, 3 e 4 meses pós-semeadura). As parcelas foram constituídas de 30 plantas e cada tratamento foi repetido 5 vezes.

Para evitar possíveis contaminações, foram separadas bandejas contendo plantas não inoculadas de bandejas contendo plantas inoculadas. Dentro dos tratamentos de inoculação, os tratamentos com doses de P_2O_5 foram delineados ao acaso.

3.2. Substrato

Foi utilizado um substrato comercial "Plantmax", composto por casca de *Pinus* moída e compostada, parcialmente fertilizado. Este substrato foi desinfestado com Brometo de Metila (180 cc/m³) com cobertura plástica por 48 horas e aerado por 72 horas, segundo metodologia descrita por VANATCHER (1979). Seis amostras deste substrato foram submetidas a análise para determinação de alguns componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica (m.o.). Estas amostras foram representativas dos tratamentos P_0 , P_1 , P_2 , P_3 , P_4 e P_5 que receberam 0, 320, 640, 1280, 2000 e 2560 g de P_2O_5 /m³ de substrato respectivamente. Os resultados da análise encontram-se no Quadro 1.

Segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS (1989) estes resultados demonstram altos níveis de P, K, Ca e Mg, média acidez potencial, alto índice de saturação de bases, alto teor de matéria orgânica e acidez média.

QUADRO 1 - Componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica do substrato comercial "Plantmax", utilizado no experimento, em cada dose de P_2O_5 . ESAL, Lavras-MG, 1990.

Doses (g de P_2O_5/m^3 de substrato	P ppm	K ppm	Ca _____	Mg mE/100	Al cm ³	H+Al _____	V %	m.o. %	pH
0	702	580	13,2	11,3	0,4	2,9	90	32,8	5,5
320	810	580	15,2	10,0	0,5	3,2	89	36,9	5,4
640	960	620	16,0	10,1	0,5	3,6	88	35,9	5,5
1280	960	590	19,3	8,3	0,5	3,6	89	25,5	5,5
2000	1032	610	16,1	11,1	1,1	5,0	85	43,1	5,5
2560	1032	560	22,5	8,6	1,2	6,3	84	41,4	5,4

Determinações realizadas no Instituto de Química "John H. Weelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

Ao final do experimento, após coleta das plantas, foram retiradas amostras do substrato de cada tratamento (P_0 , P_1 , P_2 , P_3 , P_4 e P_5 , inoculado e não inoculado), totalizando 12 amostras, que foram submetidas à análise para determinação de alguns componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica.

3.3. Recipientes

As mudas foram conduzidas em bandejas de isopor (estireno expandido) contendo 72 células de formato piramidal, vazadas em baixo. Cada célula possui as dimensões de 5,0 cm x 5,0 cm de boca, 1,0 cm x 1,0 cm de fundo e 12 cm de altura, comportando um volume de cerca de 125 ml de substrato.

3.4. Obtenção das sementes

Foram utilizadas plantas de *Citrus reshni* (Hort ex Tan) cv Cleopatra, obtidas a partir de sementes de frutos maduros de plantas vigorosas e sadias, próprias para matrizes de porta-enxertos. As sementes foram tratadas com hipoclorito de sódio a 2% por 10 minutos, enxaguadas e deixadas secar à sombra.

3.5. Fertilizantes

O P foi fornecido através do superfosfato simples (SS) contendo 17,45% de P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio e água⁺. De acordo com MALAVOLTA (1980), o superfosfato simples possui também cerca de 26% de CaO e 12,0% de S. Este fertilizante

⁺ Análise realizada no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Química da ESAL.

foi previamente adicionado ao substrato e homogeneizado, de acordo com os tratamentos.

Aos 70 dias pós-semeadura iniciou-se aplicação de adubo foliar contendo 10% de N, 3% de Zn, 2% de Mn, 1% de Mg, 0,5% de B e 3% de S. Estas aplicações foram feitas à concentração de 0,05%, sendo repetidas a cada 10 dias, totalizando cinco aplicações.

Foi realizada uma adubação complementar aos 90 dias após semeadura, visando fornecer 150 mg de K por kg de substrato, 300 mg de N por kg de substrato e 15 mg de Mg por kg de substrato. O magnésio foi fornecido em uma única aplicação usando-se o Sulfato de Magnésio ($MgSO_4$) como fonte. As aplicações de potássio e nitrogênio foram parceladas em 3 vezes sendo realizadas a cada 10 dias. A fonte de K foi o Nitrato de Potássio (KNO_3) e o N foi completado com Uréia. Cada um desses fertilizantes foi aplicado separadamente, em solução, usando-se 5 ml por célula.

3.6. Obtenção do inóculo

Os fungos *Acaulospora morrowae* Spain & Schenk, *Glomus clarum* Nicolson & Schenk e *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann, foram multiplicados em vasos de cultivo com *Brachiaria decumbens* Stapf como planta hospedeira, e Latossolo Roxo desinfestado com Brometo de Metila (264 cc/m^2 de solo) como substrato. Os substratos destes vasos, contendo esporos dos fungos e segmentos

de raízes de *Brachiaria* colonizados, foram utilizados como inóculo. Após a retirada do substrato dos vasos de cultivo, as raízes da planta foram cortadas e homogeneizadas para uniformizar a distribuição dos esporos. Amostras de 50 ml deste inóculo foram submetidas ao peneiramento úmido em peneiras com malha de 0,710 mm e 0,053 mm conforme metodologia sugerida por GERDEMANN & NICOLSON (1963) e o material retido na peneira de 0,053 mm foi centrifugado por 3 minutos em água e 2 minutos em solução de sacarose 50%, 2000 rpm, para extração dos esporos. O número de esporos por volume de inóculo foi determinado através de contagens em placa com canaletas, sob microscópio estereoscópico.

3.7. Instalação e condução do experimento

O fertilizante correspondente a cada tratamento foi incorporado a 46,8 litros de substrato (cerca de 130 ml por planta) sendo em seguida homogeneizado.

A inoculação foi realizada incorporando-se o inóculo ao substrato após adição do fertilizante, em quantidade suficiente para fornecer cerca de 50 esporos de cada espécie de fungo por planta. Igual volume de solo autoclavado foi adicionado aos tratamentos não inoculados e em seguida foram preenchidas as bandejas. Um filtrado de solo dos vasos de cultivo, sem esporos dos fungos MVA, foi adicionado às plantas dos tratamentos não inoculados, para propiciar o desenvolvimento de outros

microrganismos. Este filtrado foi preparado pela diluição de 30 ml de solo/l de água, passagem em peneira 0,044 mm e filtragem em papel de filtro comum. Foram adicionados 2 ml de filtrado por planta.

Foram semeadas 4 sementes por célula e após a germinação foi feito desbaste, eliminando-se a parte aérea, com o uso de tesoura, deixando-se uma planta por célula.

O experimento foi mantido em casa de vegetação, realizando-se irrigações diárias de forma a fornecer nível adequado de água às plantas.

Aos 60 dias pós-semeadura observou-se incidência de pulgões, quando então se realizou aplicação do inseticida Malatol 100 CE a uma concentração de 0,01% em todas as plantas.

3.8. Avaliações

As avaliações foram realizadas nas 18 plantas centrais de cada parcela, quando as plantas do tratamento inoculado, que apresentaram maior crescimento, atingiram o ponto de repicagem, ou seja, com altura média de 12 cm. Foram avaliados peso de matéria seca de raízes, de parte aérea e total, teores de nutrientes na matéria seca das raízes e da parte aérea, colonização micorrizica nas raízes e características químicas do substrato. As características de crescimento, altura e número de folhas foram avaliadas aos dois, três e quatro meses pós-

semeadura. A altura foi aferida, com régua milimetrada do *colum* até a gema apical.

Amostras de 500 mg de raízes foram retiradas das plantas, conservadas em FAA (13 ml de formalina + 200 ml de etanol 50% + 5 ml de ácido acético glacial), clarificadas em KOH a 10% e coradas com azul tripano, conforme metodologia descrita por PHILLIPS & HAYMAN (1970). O comprimento de raízes colonizadas foi determinado pelo método da placa quadriculada de acordo com GIOVANNETTI & MOSSE (1980).

O sistema radicular e a parte aérea, após separados na região do *colum*, foram lavados e acondicionados em sacos de papel, e colocados em estufa com aeração à temperatura de 65°C até obtenção de peso constante. Após secagem, o material foi pesado em balança de precisão e moído para em seguida ser submetido a determinações dos teores de nutrientes. Para o N total foi adotado o método semimicro Kjeldahl, segundo LIAO (1981) e a destilação e titulação segundo BREMER & EDWARDS (1965). No extrato obtido por digestão nitro-perclórica, foram dosados os teores totais de P por colorimetria; de Ca, Mg, Cu, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; de K por fotometria de emissão de chama; e de S por turbidimetria, segundo ZAROSKI & BURAU (1977). O B foi determinado pelo método colorimétrico da curcumina, descrito por DIBLE et alii (1954).

Os teores de nutrientes na matéria seca total das plantas, foram obtidos através de cálculo da média ponderada dos teores encontrados na parte aérea e nas raízes, utilizando-se a

fórmula:

$$T = \frac{t_{pa} \times m.s.p.a. + t_{ra} \times m.s.r.a.}{m.s. \text{ total}}$$

onde:

T = teor do nutriente na matéria seca total

t_{pa} = teor do nutriente na parte aérea

t_{ra} = teor do nutriente nas raízes

m.s.p.a. = peso da matéria seca da parte aérea

m.s.r.a. = peso da matéria seca das raízes

m.s. total = peso da matéria seca total.

3.9. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com o delineamento experimental adotado. Inicialmente os tratamentos inoculados e não inoculados foram analisados separadamente, e observando-se a homogeneidade dos erros experimentais, procedeu-se posteriormente à análise conjunta.

Os dados foram submetidos à análise de variância, adotando-se o nível de significância de 5% para os testes de F e Tukey para comparação de médias.

Os dados referentes ao número de folhas foram transformados em $\sqrt{x + 1}$, e em seguida submetidos à análise de variância.

Foram realizadas análises de regressão para as características que apresentaram diferenças significativas entre as doses de P_2O_5 , ou que apresentaram interação dupla significativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características químicas do substrato

Os resultados das análises das amostras do substrato comercial "Plantmax", obtidas no início e final do experimento, encontram-se nos Quadros 1 e 2, respectivamente.

Com base no Quadro 1, observa-se que os níveis de P e Ca disponíveis, aumentaram com a adição de superfosfato simples, o que pode ser explicado pela presença destes nutrientes no adubo utilizado.

Conforme pode-se observar no Quadro 2, após o término do experimento, em geral o substrato ainda apresentava altos níveis de P, K, Ca e Mg, baixa acidez potencial, índice muito alto de saturação de bases e alto teor de matéria orgânica em todas as amostras analisadas (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS, 1989).

Ainda com base nos Quadros 1 e 2, pode-se observar que os teores de P eram altos no início do experimento, houve absorção pelas plantas ao longo do experimento, reduzindo consideravelmente estes teores que, ainda assim, continuaram

altos.

QUADRO 2 - Componentes químicos, pH e teor de matéria orgânica do substrato comercial "Plantmax", em cada dose de P_2O_5 , nos tratamentos inoculados (I) e não inoculados (NI), após encerramento do experimento. ESAL, Lavras-MG, 1990.

Doses (g de P_2O_5/m^3)	Inocula- ção	P ppm	K ppm	Ca ———	Mg mE/100 cm^3	Al ———	H+Al ———	V %	m.o. %	pH
0	NI	234	238	23,4	14,2	0,1	2,3	94	27,8	6,3
	I	288	230	14,1	5,7	0,1	2,1	91	24,8	6,5
320	NI	282	246	13,3	6,9	0,1	1,9	92		6,4
	I	258	230	13,3	6,5	0,1	2,1	91		6,6
640	NI	336	262	14,9	8,4	0,1	2,1	92		6,5
	I	264	218	13,9	5,6	0,1	2,1	91		6,6
1280	NI	420	266	19,4	6,1	0,1	2,1	93	24,0	6,2
	I	300	222	14,6	7,2	0,1	2,1	91	23,3	6,6
2000	NI	482	256	17,9	5,3	0,1	2,1	92		6,2
	I	348	256	17,9	6,5	0,1	2,1	92		5,7
2560	NI	456	234	15,6	7,0	0,1	2,3	91		6,0
	I	456	256	21,6	4,3	0,1	2,3	92		5,7

Determinações realizadas no Instituto de Química "John H. Weelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

Visualiza-se no Quadro 2, que os teores de P dos tratamentos 640, 1280 e 2000 g de P_2O_5/m^3 de substrato, inoculados, são menores, comparados aos não inoculados. Isto sugere um efeito dos fungos micorrizicos na absorção deste nutriente.

O substrato "Plantmax" tem sido utilizado comercialmente na formação de mudas de citros, e tem a vantagem de ser parcialmente fertilizado. No entanto, estudos têm demonstrado grandes variações nos teores de nutrientes deste substrato. CAMARGO (1989) observou 144 ppm de P, 160 ppm de K e 5,8 mE/100 cm^3 de Ca, teores bem menores que os detectados pela análise no presente estudo. Por outro lado, LIRA (1990), trabalhando com o mesmo substrato, verificou teores de P mais elevados que os observados neste trabalho.

Estas variações observadas, podem ser decorrentes de variações na composição do substrato ou mesmo na adição de fertilizantes pela fábrica.

4.2. Colonização micorrizica das raízes de tangerineira 'Cleopatra' aos quatro meses pós-semeadura

Os valores médios, para percentagem de colonização micorrizica das raízes de tangerineira 'Cleopatra', são apresentados no Quadro 3 e o resumo da análise de variância no Quadro 1A.

Conforme pode-se observar, a quantidade de inóculo e método de inoculação utilizados foram adequados para garantir colonização micorrizica das raízes.

QUADRO 3 - Médias por doses de P_2O_5 para os valores de percentagem de colonização micorrizica das raízes de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas ou não com fungos micorrizicos, aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

Inoculação	Doses (g de P_2O_5/m^2 de substrato)						Médias
	0	320	640	1280	2000	2560	
Não inoculado	0	0	0	0	0	0	0 B
Inoculado	56,8	55,8	55,8	48,1	53,9	47,3	53,0 A

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

Vários autores relatam a redução da taxa de colonização micorrizica de raízes de porta-enxertos de citros, causada por doses crescentes de P no substrato (CARDOSO et alii, 1986; MENGE et alii, 1978 e FONTANEZZI, 1989) e conseqüente variação na

efetividade da simbiose (SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO, 1986). Neste experimento, mesmo com a utilização de doses de P maiores que as estudadas por estes autores, não se verificou variação significativa entre as mesmas. Isto pode ser devido a um comportamento diferenciado das espécies fúngicas utilizadas, de forma que a população mista de fungos micorrízicos garantiu a colonização das raízes, independente das doses de superfosfato simples (SS) aplicadas ao substrato.

SYLVIA & SCHENCK (1983), demonstraram a variação entre espécies de fungos MVA, na tolerância a altos níveis de P no solo. Observaram que *Glomus clarum* é tolerante, tendo esporulação significativamente aumentada em solo saturado de P, enquanto *Glomus etunicatum* e outros fungos não tolerantes, não colonizaram raízes neste mesmo substrato.

Pode ser, portanto, que alguma espécie, entre as utilizadas neste estudo, tenha sido prejudicada pelos altos níveis de P no substrato, enquanto outras não.

Assim considera-se que, se eventualmente forem comprovados os benefícios da inoculação MVA em mudas de citros, e adotada esta tecnologia como prática normal em viveiros, o uso de populações mistas destes fungos poderia ser vantajoso para garantir o estabelecimento de espécies introduzidas, em condições ambientes distintas, no campo de cultivo.

4.3. Crescimento vegetativo das tangerineiras 'Cleopatra' aos quatro meses pós-semeadura

4.3.1. Produção de matéria seca da parte aérea, raízes e total

Os dados referentes à produção de matéria seca da parte aérea, raízes e total, das tangerineiras 'Cleopatra' aos quatro meses pós-semeadura, encontram-se no Quadro 4 e o resumo das análises de variância no Quadro 2A.

Conforme se pode observar, a matéria seca não sofreu efeito das doses crescentes de superfosfato simples. Isto ocorreu, provavelmente, devido ao elevado nível de P já existente no substrato comercial "Plantmax" (Quadro 1), não resultando benefício o acréscimo de doses de SS.

Embora não tenham sido detectadas diferenças significativas para a produção de matéria seca na parte aérea, entre as doses de SS aplicadas ao substrato, nota-se uma tendência ao maior acúmulo nas doses de 320, 640 e 1280 g de P_2O_5/m^3 de substrato, nas plantas inoculadas.

A inoculação com fungos micorrizicos promoveu aumento significativo nos pesos de matéria seca da parte aérea e total das tangerineiras, sendo este efeito mais acentuado nas menores doses de SS.

O maior crescimento da parte aérea das plantas inoculadas não foi acompanhado por maior crescimento das raízes,

QUADRO 4 - Médias por doses de P_2O_5 dos pesos secos da parte aérea, raízes e total de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

Peso seco (g/parcela)	Inocula- ção	Doses (g de P_2O_5/m^3 de substrato)						Médias
		0	320	640	1280	2000	2560	
Parte aérea	NI	6,97	6,92	7,59	6,90	7,87	7,47	7,29 B
	I	8,91	9,33	9,40	9,42	8,39	8,81	9,04 A
Médias		7,94	8,12	8,50	8,16	8,13	8,14	
Raízes	NI	4,56	4,43	4,52	4,05	4,40	4,00	4,32 A
	I	4,80	4,75	4,85	4,66	4,45	4,30	4,64 A
Médias		4,68	4,59	4,68	4,36	4,42	4,15	
Total	NI	11,53	11,35	12,11	10,95	12,27	11,46	11,61 B
	I	13,70	14,08	14,25	14,07	12,83	13,11	13,68 A
Médias		12,62	12,72	13,18	12,51	12,55	12,28	

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

possivelmente, devido à limitação de espaço nas células das bandejas.

Vários estudos têm mostrado maior benefício das MVA em condições de baixa disponibilidade de P no substrato (MENGE et alii, 1978; EDRIS et

alii, 1984b e FONTANEZZI, 1989). Assim, o efeito benéfico das MVA sobre o crescimento das tangerineiras 'Cleopatra', obtido neste estudo, poderia eventualmente ser de maior magnitude em condições de baixa disponibilidade de P no substrato.

4.3.2. Altura de plantas e número de folhas por planta

Os dados referentes à altura de plantas e número de folhas por planta, das tangerineiras 'Cleopatra' aos dois, três e quatro meses pós-semeadura, são apresentados nos Quadros 5 e 6 respectivamente. Os resumos das análises de variância encontram-se no Quadro 3A.

Estes parâmetros não foram influenciados pelas doses de SS aplicadas ao substrato (Quadro 7), o que pode ser explicado, provavelmente, pelos altos níveis de P disponível no substrato.

Foi observada interação significativa entre época e inoculação para estes dois parâmetros, sendo que os maiores valores foram observados aos quatro meses pós-semeadura.

Para altura de plantas, a inoculação com fungos MVA causou aumento significativo somente aos quatro meses pós-semeadura. CARDOSO et alii (1986), OLIVEIRA & JESUS (1987) e FONTANEZZI (1989) obtiveram incremento na altura de diversos porta-enxertos de citros, decorrente da micorrização.

O número de folhas por planta sofreu efeito benéfico da micorrização aos três e quatro meses pós-semeadura.

Estes efeitos sugerem maior absorção de nutrientes pelas plantas micorrizadas.

QUADRO 5 - Médias de altura (cm) das tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos dois, três e quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

Época (meses)	Inoculação	
	NI	I
2	3,63 aC	3,65 aC
3	7,43 aB	7,60 aB
4	10,56 bA	12,30 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelos testes de F e Tukey, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 6 - Médias de número de folhas por planta, das tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos dois, três e quatro meses pós-semeadura (dados transformados em $\sqrt{x + 1}$). ESAL, Lavras-MG, 1990.

Época (meses)	Inoculação	
	NI	I
2	2,42 aC	2,44 aC
3	3,24 bB	3,54 aB
4	3,74 bA	3,94 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelos testes de F e Tukey, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 7 - Médias por doses de P_2O_5 , de altura de plantas (AP) e número de folhas por planta (NF), de tangerineiras 'Cleopatra', aos dois, três e quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

Época (meses)	Característica	Doses (g de P_2O_5/m^3 de substrato)					
		0	320	640	1280	2000	2560
2	AP (cm)	3,68	3,67	3,84	3,44	3,67	3,54
	NF	2,47	2,46	2,46	2,37	2,42	2,39
3	AP (cm)	7,62	7,53	7,68	7,43	7,42	7,39
	NF	3,41	3,41	3,42	3,38	3,38	3,33
4	AP (cm)	11,31	11,37	11,70	11,43	11,36	11,42
	NF	3,85	3,84	3,89	3,82	3,84	3,83

4.4. Teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea e das raízes de tangerineira 'Cleopatra', aos quatro meses pós-semeadura

Os teores dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea e das raízes de tangerineiras 'Cleopatra', aos quatro meses pós-semeadura, são apresentados nos

Quadros 8 e 9 respectivamente. Nos Quadros 10 e 11, encontram-se os teores dos micronutrientes B, Cu, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea e das raízes, respectivamente, de tangerineiras 'Cleopatra', aos quatro meses pós-semeadura. Os resumos das análises de variância encontram-se nos Quadros 4A, 5A, 6A e 7A.

4.4.1. Nitrogênio

A inoculação com fungos micorrízicos não influenciou os teores de nitrogênio (N), sendo o mesmo observado por FONTANEZZI (1989) e CAMARGO (1989). Isto concorda com Rhodes e Gerdemann (1980) citados por ZAMBOLIM & SIQUEIRA (1985) que afirmam que os fungos MVA não estão envolvidos na absorção e transporte de N.

A equação de regressão, para os teores de N na matéria seca das raízes de tangerineira 'Cleopatra', em função das doses de SS aplicadas ao substrato, encontra-se na Figura 1.

A redução nos teores, observada nas doses intermediárias até 610,39 g de P_2O_5/m^3 de substrato, poderia ser explicada por influência dos altos teores de P e Ca no substrato. SILVA (1981), NICOLI (1982) e CARVALHO (1987) observaram interferência do P e do Ca na absorção de N e correlação negativa entre cada um desses nutrientes com o N, do solo. SILVA (1981) observou ainda, que quando estes dois nutrientes foram fornecidos juntos em forma de SS, o efeito foi acentuado.

QUADRO 8 - Médias por doses de P_2O_5 , para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

Nutrientes (%)	Inoculação	Doses (g de P_2O_5/m^3 de substrato)						Médias
		0	320	640	1280	2000	2560	
N	NI	3,49	3,44	3,52	3,27	3,49	3,39	3,37
	I	3,13	2,99	2,89	3,35	3,41	2,96	3,12
	Médias	3,31	3,22	3,20	3,31	3,45	3,18	
P	NI	0,29	0,26	0,28	0,26	0,33	0,31	0,29
	I	0,29	0,28	0,25	0,26	0,29	0,31	0,28
	Médias	0,29	0,27	0,26	0,26	0,31	0,31	
K	NI	2,62	2,39	2,55	2,22	2,35	2,03	2,36
	I	2,35	2,09	1,83	1,83	1,84	1,59	1,92
	Médias	2,48	2,24	2,19	2,02	2,10	1,81	
Ca	NI	1,95bA	1,95bA	2,01bA	1,98bA	2,31aA	2,09abA	2,05
	I	2,02aA	1,66bB	1,51bB	1,66bB	1,70bB	1,70bB	1,71
	Médias	1,98	1,80	1,76	1,82	2,00	2,90	
Mg	NI	0,53	0,48	0,48	0,42	0,42	0,43	0,46 A
	I	0,40	0,37	0,31	0,29	0,30	0,26	0,32 B
	Médias	0,46	0,42	0,40	0,36	0,36	0,34	
S	NI	0,20bA	0,21bA	0,26abA	0,23bA	0,26abA	0,35aA	0,25
	I	0,25aA	0,25aA	0,23aA	0,24aA	0,23aA	0,25aB	0,24
	Médias	0,22	0,23	0,24	0,24	0,24	0,30	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelos testes de Tukey e F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 9 - Médias por doses de P_2O_5 , para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das raízes de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

Nutrientes (%)	Inoculação	Doses (g de P_2O_5/m^3 de substrato)						Médias
		0	320	640	1280	2000	2560	
N	NI	2,62	2,34	2,04	2,51	2,38	2,76	2,44
	I	2,60	2,30	2,28	2,32	2,35	2,67	2,42
	Médias	2,61	2,32	2,16	2,42	2,36	2,72	
P	NI	0,37	0,37	0,39	0,40	0,50	0,55	0,43
	I	0,43	0,44	0,43	0,48	0,48	0,53	0,46
	Médias	0,40	0,40	0,41	0,44	0,49	0,54	
K	NI	1,90	1,83	1,88	1,78	1,90	1,86	1,86 B
	I	2,14	2,06	2,00	2,04	1,98	2,02	2,04 A
	Médias	2,02	1,94	1,94	1,91	1,94	1,94	
Ca	NI	0,71	0,69	0,72	0,74	0,83	0,95	0,78
	I	0,79	0,74	0,75	0,80	0,81	0,89	0,80
	Médias	0,75	0,72	0,74	0,77	0,82	0,92	
Mg	NI	0,72	0,69	0,73	0,67	0,72	0,72	0,71 B
	I	0,77	0,77	0,75	0,76	0,76	0,74	0,76 A
	Médias	0,74	0,73	0,74	0,72	0,74	0,73	
S	NI	0,28	0,29	0,37	0,32	0,36	0,40	0,34
	I	0,33	0,35	0,33	0,31	0,35	0,36	0,34
	Médias	0,30b	0,32ab	0,35ab	0,32b	0,36ab	0,38a	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelos testes de Tukey e F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 10 - Médias por doses de P_2O_5 para os teores de B, Cu, Mn, e Zn na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

Nutrientes (ppm)	inocula- ção	Doses (g de P_2O_5/m^2 de substrato)						Médias
		0	320	640	1280	2000	2560	
B	NI	79,37	91,05	91,81	68,29	72,88	80,70	80,68 B
	I	84,75	93,07	83,07	90,13	82,05	95,18	88,04 A
Médias		82,06	92,06	87,44	79,21	77,47	87,94	
Cu	NI	8,65aA	7,47aA	8,06aA	8,15aA	7,79aA	6,42aA	7,76
	I	5,56abcB	5,21bcB	4,59cB	5,63abcB	6,53aA	7,80abA	6,22
Médias		7,10	6,34	6,33	6,89	8,16	7,11	
Mn	NI	74,24	71,14	63,80	66,18	73,60	78,73	71,28 A
	I	58,15	56,73	53,38	51,92	56,24	53,60	55,00 B
Médias		66,20	63,94	58,59	59,05	64,92	66,16	
Zn	NI	74,75	74,63	64,49	62,33	56,98	63,52	65,30
	I	77,23	75,83	69,79	61,05	74,25	68,46	71,10
Médias		75,99	75,18	67,14	61,69	65,62	65,99	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelos testes de Tukey e F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 11 - Médias por doses de P_2O_5 , para os teores de B, Cu, Mn e Zn na matéria seca das raízes de tangerineiras 'Cleopatra', inoculadas (I) e não inoculadas (NI), aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

Nutrientes (ppm)	Inoculação	Doses (g de P_2O_5/m^3 de substrato)						
		0	320	640	1280	2000	2560	
B	NI	32,82	31,23	34,17	35,74	37,79	34,69	34,41A
	I	28,37	28,86	24,54	28,19	27,52	25,96	27,24 B
Médias		30,60	30,04	29,36	31,97	32,65	30,32	
Cu	NI	10,96aA	11,39aB	11,09aA	10,52aB	10,61aA	9,62aB	10,70
	I	9,88bA	10,86aA	12,39aA	12,39aA	11,74abA	12,22aA	12,08
Médias		10,42	11,13	11,74	11,46	11,18	10,92	
Mn	NI	115,84bB	158,56aA	179,70aA	171,99aB	203,04aA	175,29aA	167,40
	I	164,98aA	190,17aA	175,52aA	221,98aA	192,03aA	207,89aA	195,44
Médias		150,41	174,42	177,61	196,98	197,5	191,59	
Zn	NI	26,55	25,75	22,64	26,86	27,62	26,70	26,02 B
	I	27,66	26,50	26,25	32,85	30,88	29,27	28,90A
Médias		27,10ab	26,13ab	24,44b	29,86a	29,25a	27,98ab	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelos testes de Tukey e F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

FONTANEZZI (1989), trabalhando com tangerineira 'Cleopatra', também obteve redução dos teores de N, na matéria seca total, com a adição de SS ao substrato.

Os teores de P e Ca disponíveis no substrato, aumentaram à medida que foram aumentadas as doses de SS (Quadro 1) o que pode ser explicado devido aos teores expressivos destes

nutrientes no adubo. A elevação destes teores pode ter causado a redução dos teores de N na matéria seca das raízes.

Pela análise da Figura 1, observa-se que houve efeito positivo nos teores de N nas plantas a partir da dose 610,39 g de P_2O_5/m^2 de substrato.

Este efeito positivo pode ser devido à tendência observada de menor acúmulo de matéria seca nas raízes, nas doses 1280, 2000 e 2560 g de P_2O_5/m^2 de substrato. Desta maneira o N pode ter se concentrado nos tecidos das plantas.

A adição de doses crescentes de SS ao substrato não afetou os teores de N na parte aérea, confirmando resultados obtidos por CAMARGO (1989). Efeito semelhante ao observado nas raízes não ocorreu, provavelmente, devido às adubações foliares com Nutrimins Citrus N com 10% de N, a 0,05%, a partir de 70 dias pós-semeadura.

O teor médio de N na matéria seca total, em plantas que apresentaram maior crescimento, foi de 2,83%, valor muito próximo ao obtido por FONTANEZZI (1989) que foi 2,85%.

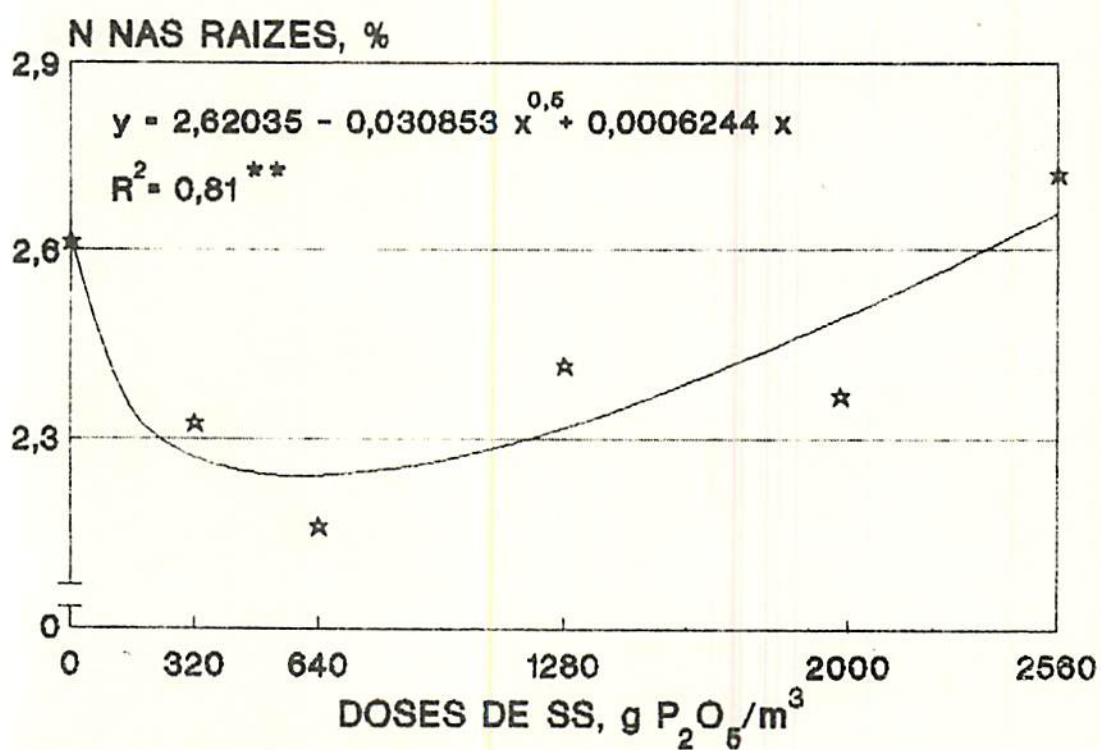


FIGURA 1 - Equação de regressão para os teores de N na matéria seca das raízes de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura.

4.4.2. Fósforo

Observa-se nos Quadros 4A e 5A, que não houve efeito significativo da inoculação com fungos MVA sobre os teores de P na parte aérea e raízes das tangerineiras.

CAMARGO (1989) trabalhando com limoeiro 'Cravo' no mesmo tipo de substrato utilizado neste estudo, observou que a inoculação com o fungo *Acaulospora morrowae*, proporcionou teores de P na matéria seca total das plantas, cerca de duas vezes maior que os tratamentos não inoculados. Há que se ressaltar, entretanto, que o teor de P obtido inicialmente no substrato, no presente estudo (Quadro 1), foi 4,9 vezes maior que o encontrado pelo autor acima citado. Isto concorda com LAMBERT et alii (1979) que afirma que, em geral, as diferenças entre tratamentos micorrizados e não micorrizados diminuí quando a disponibilidade de P no substrato é aumentada.

Conforme se pode observar no Quadro 9, para as menores doses de SS aplicadas ao substrato, há uma tendência à elevação dos teores de P nas raízes, devido à inoculação.

As equações de regressão para os teores de P na parte aérea e nas raízes das tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de SS aplicadas ao substrato, são apresentadas na Figura 2.

Na parte aérea, a curva que representa a equação é de natureza quadrática, mostrando uma redução nos teores de P nas doses intermediárias de SS. Isto pode ter ocorrido devido à absorção do nutriente não ter sido suficiente para acompanhar o

acúmulo de matéria seca (Quadro 4), caracterizando o efeito de diluição.

A redução nos teores de P na parte aérea foi observada até a dose de 944 g de P_2O_5/m^2 de substrato a partir da qual houve aumento.

O teor de P nas raízes (Figura 2) aumentou à medida que foram aumentadas as doses de SS. As doses crescentes de SS aumentaram o teor de P disponível no substrato (Quadro 1) e conseqüentemente, a absorção pelas raízes, concordando com resultados obtidos por CARVALHO (1987), FONTANEZZI (1989) e LIRA (1990).

Para cada 100 g de P_2O_5 adicionadas ao substrato na forma de SS, há um aumento de 0,05% no teor de P, na matéria seca das raízes.

Pela observação das equações apresentadas na Figura 2, é possível afirmar que a translocação do P não foi suficiente para acompanhar o crescimento da parte aérea, por isso os teores nas raízes são maiores.

O teor médio de 0,32% de P na matéria seca total, na dose onde ocorreu maior acúmulo de matéria seca, foi superior aos obtidos por BUENO (1984) e FONTANEZZI (1989) em tangerineira 'Cleopatra' que foram 0,12 e 0,13%, respectivamente. Estas diferenças se devem a características próprias de cada experimento como tipo de substrato, adubações e idade das plantas.

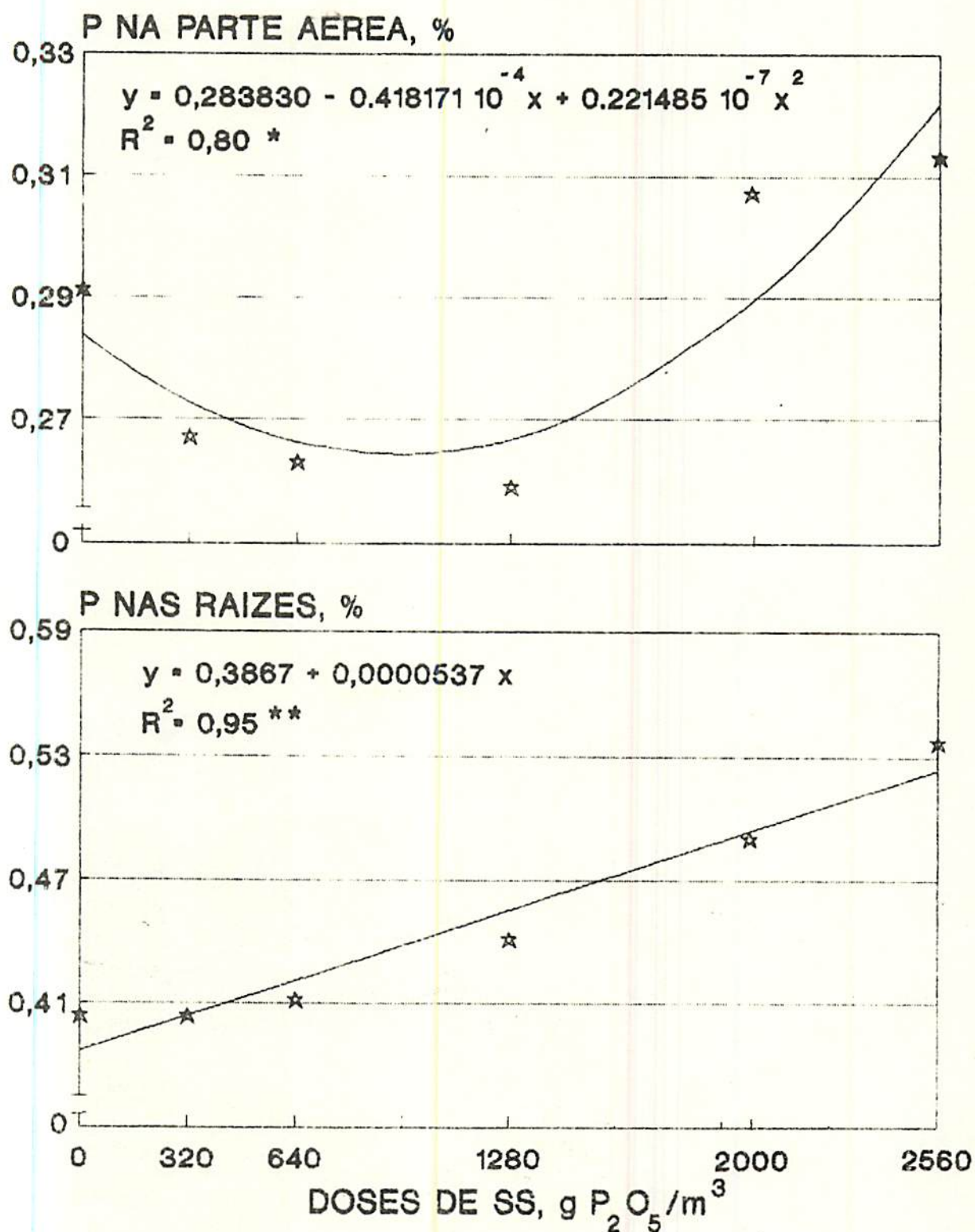


FIGURA 2 - Equações de regressão para os teores de P na matéria seca da parte aérea e das raízes de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura.

O substrato utilizado no presente estudo é muito rico em matéria orgânica (Quadro 1), o que pode ter contribuído para maior acúmulo deste nutriente nos tecidos das plantas, pois segundo KIEHL (1985), a matéria orgânica é uma importante fonte de P para as plantas.

4.4.3. Potássio

Nos Quadros 4A e 5A observa-se que os teores de potássio (K) na matéria seca da parte aérea e das raízes foram influenciados pela inoculação com fungos MVA.

Nas raízes (Quadro 9) houve aumento significativo, concordando com os resultados obtidos por CARDOSO et alii (1986), CAMARGO (1989) e FONTANEZZI (1989) para diferentes porta-enxertos de citros.

As equações de regressão para os teores de K na matéria seca da parte aérea em função das doses de SS, estão representadas na Figura 3.

Ocorreram diminuições nos teores de K na matéria seca da parte aérea, decorrente da adição de doses crescentes de SS ao substrato. Resultados semelhantes foram observados por CARVALHO (1987) e FONTANEZZI (1989) que obtiveram reduções nos teores deste nutriente na matéria seca total de limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Cleopatra' respectivamente, quando foram aplicadas doses crescentes de SS ao substrato. Isto se deve, provavelmente,

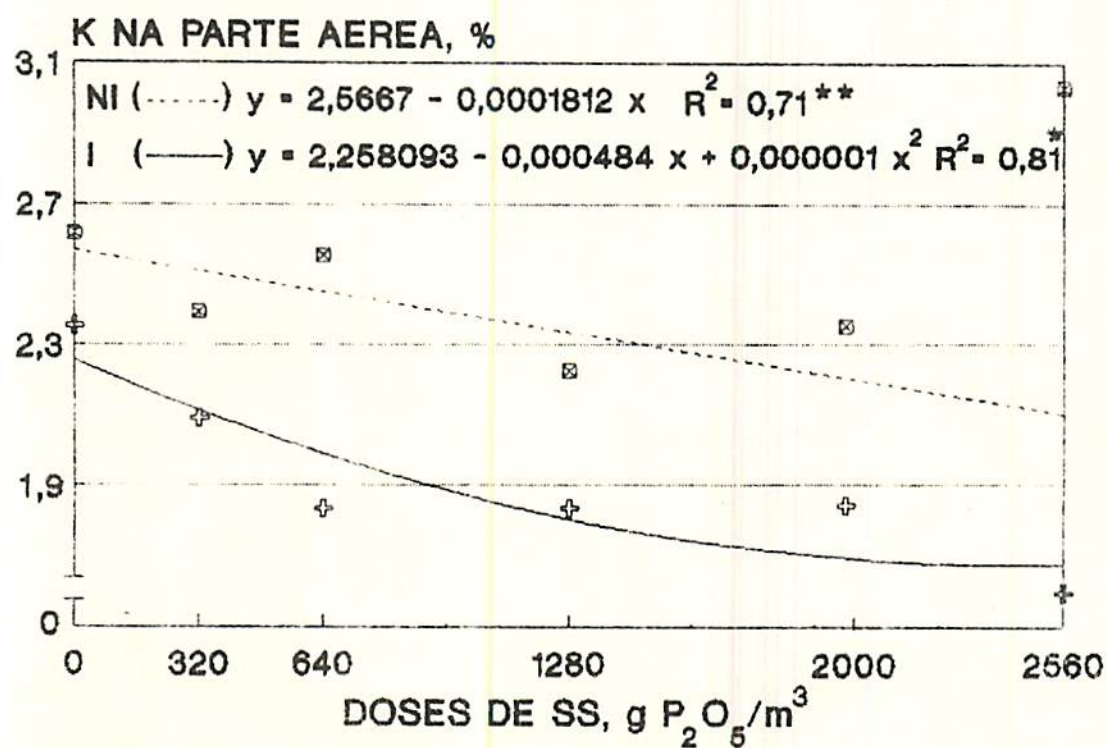


FIGURA 3 - Equações de regressão para os teores de K na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas (I) e não inoculadas (NI), em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura.

ao efeito antagônico do Ca presente no fertilizante, sobre a absorção de K, conforme discutido por CARVALHO (1987).

As tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas com fungos MVA apresentaram menores concentrações de K na matéria seca da parte aérea, em relação às não inoculadas, em todas as doses de SS adicionadas ao substrato, o que pode ser explicado pelo efeito de diluição, já que os tratamentos inoculados apresentaram maior acúmulo de matéria seca na parte aérea.

Apesar de não ter sido observado efeito significativo das doses de SS nos teores de K na matéria seca das raízes, nota-se pelo Quadro 9, uma tendência ao efeito antagônico do Ca contido no SS.

Na dose onde ocorreu maior acúmulo de matéria seca, o teor médio de 2,10% de K na matéria seca total foi superior aos observados por FONTANEZZI (1989) e por BUENO (1984) de 0,99 e 1,11 respectivamente. Estas diferenças podem ser devido a características próprias de cada experimento como tipo de substrato, adubações e idade das plantas.

4.4.4. Cálcio

Os tratamentos inoculados apresentaram menores teores de cálcio (Ca) na matéria seca da parte aérea em relação aos tratamentos não inoculados, exceto na dose 0 g de P_2O_5/m^2 de substrato (Quadro 8).

Pode ter ocorrido diluição do Ca nos tecidos das plantas inoculadas já que estas apresentaram maior acúmulo de matéria seca.

Nos tratamentos não inoculados observam-se aumentos nos teores de Ca na matéria seca da parte aérea, à medida que doses crescentes de SS são adicionadas ao substrato.

A equação de regressão para os teores de Ca na matéria seca das raízes, em função das doses de SS, é apresentada na Figura 4, onde observa-se que houve aumento nos teores, acompanhando as doses de SS aplicadas ao substrato. Estes resultados concordam com os obtidos por FONTANEZZI (1989), e podem ser atribuídos à presença de Ca em forma disponível no SS.

Os teores médios de Ca na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', em plantas que apresentaram maiores crescimentos foram de 1,40%, sendo inferiores aos obtidos por BUENO (1984) e FONTANEZZI (1989), que foram de 1,46% e 1,68% respectivamente.

4.4.5. Magnésio

A inoculação com fungos micorrizicos promoveu redução significativa nos teores de magnésio (Mg) na matéria seca da parte aérea das tangerineiras 'Cleopatra' (Quadro 8).

Provavelmente houve diluição deste nutriente, já que foi observado maior acúmulo de matéria seca na parte aérea, nos

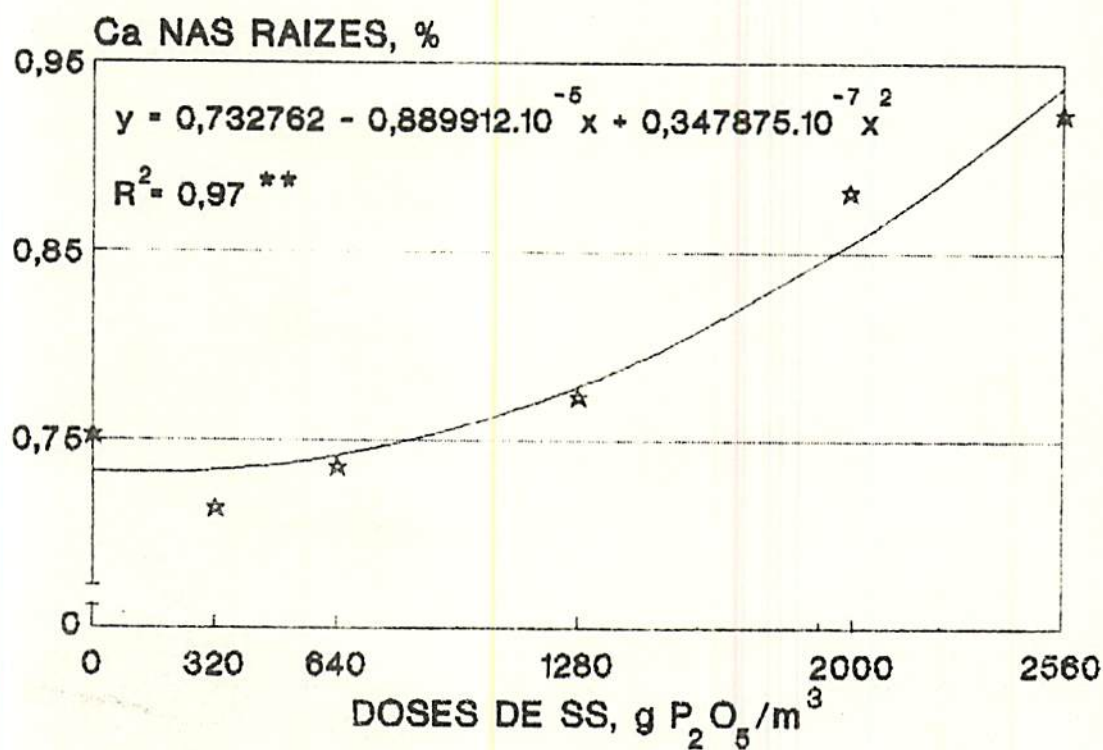


FIGURA 4 - Equação de regressão para os teores de Ca na matéria seca das raízes de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura.

tratamentos inoculados (Quadro 4).

Nas raízes a inoculação causou aumento nos teores de Mg na matéria seca (Quadro 9).

A equação de regressão para os teores de Mg na matéria seca da parte aérea em função das doses de SS aplicadas ao substrato, encontra-se na Figura 5. A equação é de natureza quadrática e observa-se que com a adição de doses crescentes de SS, há redução nos teores de Mg apesar da aplicação foliar.

Alguns autores (EPSTEIN, 1975 e MALAVOLTA, 1980) mencionam haver uma associação sinérgica entre o P e o Mg, entretanto BUENO (1984) e FONTANEZZI (1989) constataram redução nos teores de Mg pela adição de doses crescentes de fertilizante fosfatado.

Este comportamento pode ser devido à presença de outros nutrientes na fonte de P utilizada. Assim o Ca, presente no SS pode ter interferido de maneira antagônica na absorção do Mg conforme discutido por BUENO (1984).

Observam-se maiores teores de Mg na matéria seca das raízes que na parte aérea. O comportamento diferenciado, observado entre parte aérea e raízes pode ser devido à translocação do Mg não ter sido suficiente para acompanhar o crescimento da parte aérea.

Os teores médios de Mg na matéria seca total das plantas que apresentaram maior crescimento, no presente estudo foram de 0,52%, enquanto que BUENO (1984) e FONTANEZZI (1989) obtiveram os teores 0,22 e 0,29% respectivamente. Estas

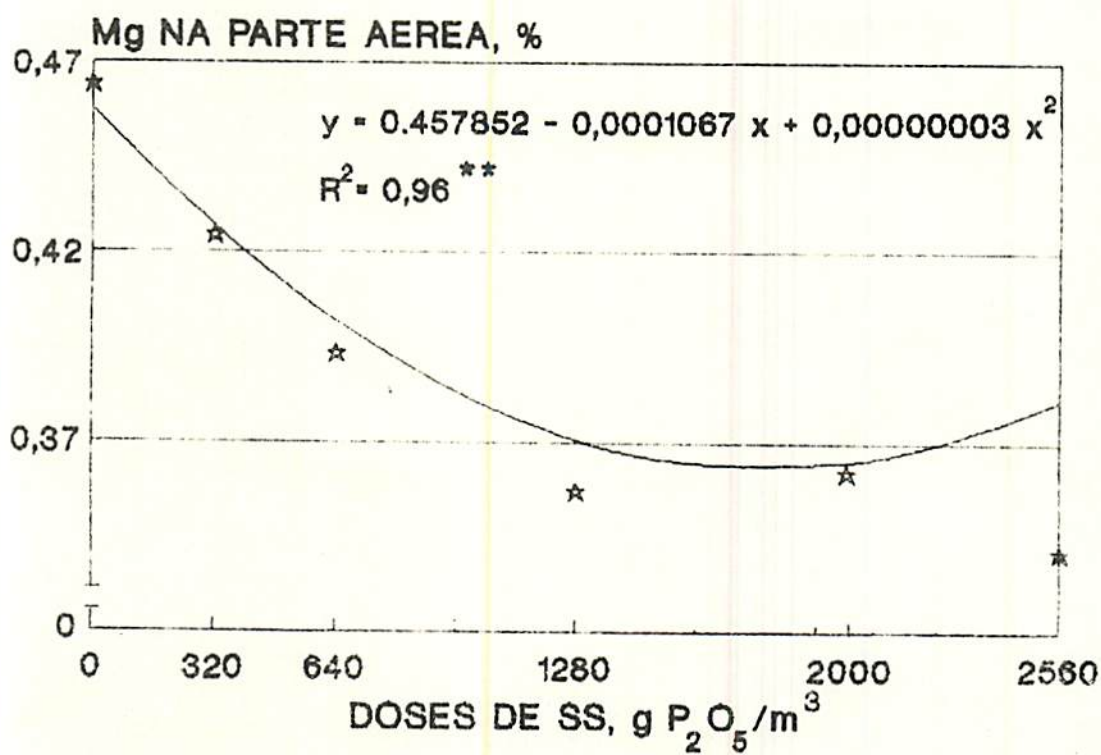


FIGURA 5 - Equação de regressão para os teores de Mg na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra', em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura.

diferenças se devem, provavelmente, a características próprias de cada experimento como tipo de substrato, idade das plantas e adubações.

4.4.6. Enxofre

Houve interação significativa entre as doses de SS aplicadas ao substrato e inoculação micorrizica sobre os teores de enxofre (S) na parte aérea (Quadro 4A).

A aplicação de doses crescentes de SS ao substrato provocou variações nos teores de S na parte aérea apenas nos tratamentos não inoculados (Quadro 8).

De maneira geral, observa-se aumento nos teores de S na parte aérea das tangerineiras 'Cleopatra', nos tratamentos não inoculados, à medida que são aumentadas as doses de SS aplicadas ao substrato. Estes resultados concordam com os obtidos por NICOLI (1982), CARVALHO (1987) e FONTANEZZI (1989), e se devem, provavelmente, à presença deste nutriente no fertilizante utilizado, que é da ordem de 12%. Aumento na concentração de S nas plantas inoculadas não ocorreu, provavelmente devido ao efeito de diluição.

O teor de S na matéria seca das raízes, de uma maneira geral, aumentou com a adição de doses crescentes de SS ao substrato (Quadro 9).

O teor médio de 0,28% de S na matéria seca total das

plantas que apresentaram maior acúmulo de matéria seca, é inferior aos teores obtidos por BUENO (1984) e FONTANEZZI (1989) com este mesmo porta-enxerto, que foram 0,687% e 0,35%, respectivamente.

SANCHEZ (1976) menciona ser o S, um nutriente requerido pelas plantas em quantidades semelhantes ao P. No entanto, sabe-se que são poucos os casos de deficiência, pois o S pode ser fornecido indiretamente através de matéria orgânica, de pulverização com defensivos, e ainda pela inclusão deste nutriente em alguns fertilizantes.

4.4.7. Boro

Observa-se nos Quadros 6A e 7A, que os teores de boro (B) somente foram influenciados pela micorrização.

Na matéria seca da parte aérea (Quadro 10), a inoculação com fungos MVA foi benéfica promovendo aumentos nos teores de B.

Nas raízes observou-se o contrário, os teores de B foram maiores nos tratamentos não inoculados (Quadro 11).

Este comportamento pode ser explicado, considerando-se que a translocação deste nutriente acompanhou o crescimento da parte aérea. Houve absorção de B pelas raízes e como o crescimento da parte aérea foi maior nas plantas inoculadas, ocorreu maior translocação nestes tratamentos.

CAMARGO (1989) não obteve efeito da micorrização em limoeiros 'Cravo' e FONTANEZZI (1989), trabalhando com tangerineira 'Cleopatra', observou redução nos teores causada pela inoculação com fungos MVA. No presente estudo nota-se que de alguma forma a inoculação melhorou a translocação deste nutriente.

Por outro lado, vale ressaltar que os teores mais elevados deste nutriente observados na parte aérea, podem ter sido decorrentes da aplicação de fertilizante foliar contendo 0,5% de B.

Alguns autores observaram redução nos teores de B em função da adição de doses crescentes de superfosfato simples (BUENO, 1984; CARVALHO, 1987 e FONTANEZZI, 1989). Efeito semelhante não ocorreu no presente estudo, provavelmente devido ao elevado teor de matéria orgânica presente no substrato utilizado, o que propiciou fornecimento contínuo de B.

Os teores médios de 66,79 ppm de B na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', nas plantas que apresentaram maior crescimento, foram superiores aos obtidos por BUENO (1984) e FONTANEZZI (1989), que foram 17,78 e 30,22 ppm, respectivamente. Estas diferenças se devem possivelmente ao alto teor de B disponível no substrato, proporcionado pelo alto teor de matéria orgânica pois, segundo KIEHL (1985) esta é a principal fonte de B para as plantas.

4.4.8. Cobre

Houve interação significativa entre doses de SS aplicadas ao substrato e inoculação com fungos MVA, sobre os teores de cobre (Cu) na matéria seca da parte aérea e das raízes (Quadros 6A e 7A).

Na parte aérea, os tratamentos inoculados com fungos micorrízicos, nas doses 0, 320, 640 e 1280 g de P_2O_5/m^3 de substrato, apresentaram menores teores de Cu. Este efeito pode ser justificado pela diluição, visto que houve maior acúmulo de matéria seca nestes tratamentos. A diluição do Cu na matéria seca das plantas colonizadas também foi observada por LAMBERT et alii (1979) e FONTANEZZI (1989). Nos tratamentos não inoculados não houve variação entre as doses de SS aplicadas ao substrato.

Na matéria seca das raízes, as doses de SS adicionadas ao substrato, não resultaram efeitos sobre os teores de Cu nos tratamentos não inoculados, enquanto que, nos tratamentos inoculados foram observados maiores teores a partir da dose 320 g de P_2O_5/m^3 de substrato.

De maneira geral, na matéria seca das raízes, foi observado maior acúmulo de Cu nos tratamentos inoculados, indicando que as micorrizas foram benéficas para a absorção deste nutriente.

Os teores de Cu foram maiores nas raízes que na parte aérea, sendo este efeito mais acentuado nos tratamentos inoculados, indicando que a translocação do nutriente não

acompanhou o crescimento da parte aérea.

O teor médio de 8,25 ppm de Cu na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' que apresentaram maior crescimento, foi inferior ao observado por FONTANEZZI (1989), de 19,77 ppm e superior ao obtido por BUENO (1984) que foi de 5,37 ppm.

4.4.9. Manganês

Os teores de manganês (Mn) na matéria seca da parte aérea das tangerineiras 'Cleopatra', não foram influenciados pelas doses de SS aplicadas ao substrato (Quadro 10), entretanto a inoculação com fungos micorrizicos resultou em menores teores, concordando com resultados obtidos por FONTANEZZI (1989) e KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (1972). Este efeito foi provavelmente devido à diluição do Mn nos tecidos, considerando-se que as plantas inoculadas apresentaram maior crescimento em relação às não inoculadas.

Na matéria seca das raízes (Quadro 11), as doses de SS não alteraram os teores de Mn entre os tratamentos inoculados. Nos tratamentos não inoculados, esses teores, de maneira geral, aumentaram à medida que foram aumentadas as doses de SS. Nas doses de 0 e 1280 g de P_2O_5/m^3 de substrato os tratamentos inoculados foram significativamente superiores aos não inoculados.

Observando os teores de Mn nas raízes e na parte aérea,

nota-se que as micorrizas foram benéficas na absorção deste nutriente, no entanto a translocação não foi suficiente para acompanhar o crescimento da parte aérea.

O teor médio de 100,90 ppm de Mn na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' que apresentaram maior crescimento, foi superior aos obtidos por BUENO (1984) e inferior aos obtidos por FONTANEZZI (1989) que foram de 81,28 e 178,96 ppm, respectivamente.

Os altos teores de Mn observados no presente estudo podem ser devido, provavelmente, ao fornecimento de 2% deste nutriente, contidos na formulação do fertilizante foliar nitrogenado, utilizado neste estudo.

4.4.10. Zinco

A inoculação com fungos micorrízicos favoreceu a absorção de zinco (Zn), promovendo maior acúmulo deste nutriente na matéria seca das raízes, nos tratamentos inoculados (Quadro 11). Na parte aérea observa-se maiores teores nos tratamentos inoculados, embora a diferença não tenha sido significativa (Quadro 10). Estes resultados vêm confirmar a literatura consultada (GRAHAM, 1986).

Observam-se na parte aérea, teores bem mais elevados que os das raízes sugerindo a translocação deste nutriente. Entretanto deve-se considerar a presença do Zn no fertilizante

foliar aplicado, que pode ter determinado maior concentração deste nutriente na parte aérea.

Na parte aérea observa-se que, de maneira geral, a adição de doses crescentes de SS ao substrato reduziu os teores de Zn na matéria seca (Figura 6). Estes resultados confirmam os relatos de vários autores para porta-enxertos de citros (SILVA, 1981; BUENO, 1984; SOUZA, 1990 e FONTANEZZI, 1989) e podem ser devido à inibição não competitiva entre P e Zn, ou à insolubilização do Zn pelo P na superfície das raízes, segundo MALAVOLTA (1980).

Na matéria seca das raízes houve variação nos teores de Zn entre as doses de SS, entretanto considera-se que é uma variação muito pequena ficando os teores dentro dos limites considerados adequados.

Os teores médios de Zn na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' que apresentaram maior crescimento, foram de 51,96 ppm, valor próximo ao obtido por FONTANEZZI (1989) e superior ao obtido por BUENO (1984), que foram 50,3 e 31,62 ppm, respectivamente.

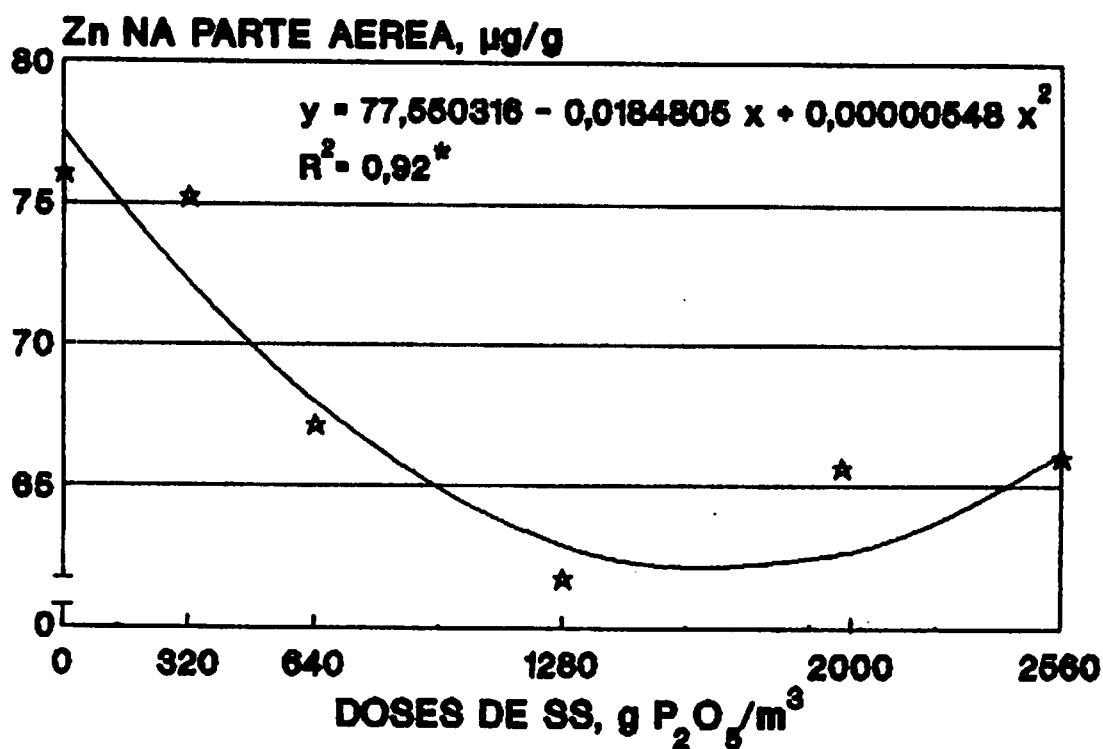


FIGURA 6 - Equação de regressão para os teores de Zn na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra' em função das doses de superfosfato simples (SS), aos quatro meses pós-semeadura.

- Considerações gerais,

De maneira geral, a absorção de nutrientes foi melhorada pela presença dos fungos micorrízicos vesicular-arbusculares, mesmo nas condições de alta fertilidade do substrato utilizado. Constatou-se também maiores respostas em crescimento das plantas inoculadas, confirmando-se a dependência micorrízica do porta-enxerto tangerineira 'Cleopatra'.

Ao contrário do que se esperava, as MVA não promoveram aumentos significativos nos teores de P nos tecidos das plantas, entretanto, o maior crescimento das plantas micorrizadas em relação às não micorrizadas, sugere que houve maior absorção, embora este nutriente tenha ficado diluído nos tecidos das plantas. Por outro lado as MVA melhoraram a absorção de outros nutrientes que podem ter contribuído nas respostas em crescimento.

Houve um ganho da ordem de 16% na altura e de 26% na matéria seca das plantas micorrizadas, fazendo com que estas atingissem mais rapidamente o ponto de repicagem. Isto sugere que a inoculação das tangerineiras 'Cleopatra' com fungos MVA, previamente selecionados, pode ser uma prática benéfica a ser adotada, no cultivo em sementeiras, visando a obtenção de ganho em crescimento e, eventualmente, redução no tempo necessário até a repicagem. Além disto, deve-se considerar que a magnitude das respostas obtidas pela inoculação poderiam ser maiores em substratos com menores disponibilidades de P.

O substrato utilizado neste estudo mostrou-se adequado

para a formação das plantas, entretanto deve-se ressaltar que com a disponibilidade de P da ordem de 700 ppm, não há necessidade de fertilização fosfatada para o cultivo do porta-enxerto tangerineira 'Cleopatra', até o ponto de repicagem.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o presente estudo, os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

A adição de doses crescentes de superfosfato simples ao substrato não afetou a colonização micorrizica das raízes.

Devido aos níveis elevados de P observados no substrato, as doses crescentes de superfosfato simples não influenciaram as características de crescimento das tangerineiras 'Cleopatra', no entanto, a inoculação com fungos micorrizicos, em geral, promoveu maiores crescimentos em altura, número de folhas e matéria seca total das plantas.

A aplicação de doses crescentes de superfosfato simples ao substrato, resultou em aumento nos teores de P, Ca e S nas raízes e redução nos teores de K e Mg na parte aérea.

A inoculação com fungos MVA, causou aumentos nos teores de B e redução nos teores de K, Ca, Mg, Cu e Mn na matéria seca da parte aérea, e na matéria seca das raízes, aumentou os teores de K, Mg, Cu, Zn e Mn, reduzindo os teores de B.

Aos quatro meses pós-semeadura, as plantas que apresentaram maior crescimento, tinham altura média de 12,30 cm,

e os teores de nutrientes na matéria seca total das plantas do tratamento que apresentou maior acúmulo de matéria seca foram: 2,83% de N, 0,32% de P, 2,10% de K, 1,40% de Ca, 0,52% de Mg, 0,28% de S, 66,79 ppm de B, 8,25 ppm de Cu, 51,96 ppm de Zn e 100,90 ppm de Mn.

O substrato comercial "Plantmax" com disponibilidade de P, da ordem de 700 ppm, não necessita fertilização fosfatada para o cultivo do porta-enxerto citrico tangerineira 'Cleopatra', até o ponto de repicagem.

A inoculação das plantas com fungos MVA, em sementeiras removíveis, mesmo em substrato com alto nível de P disponível, permitiram um ganho médio de 16% em altura, fazendo com que as plantas atingissem mais rapidamente o ponto de repicagem.

A utilização de uma população mista de fungos micorrizicos, diminui o efeito negativo de doses crescentes de fósforo sobre a colonização micorrizica das raízes das plantas.

6. RESUMO

O presente estudo foi conduzido na Escola Superior de Agricultura de Lavras, no período de agosto a dezembro de 1990 e teve como objetivo verificar os efeitos de doses de superfosfato simples e da inoculação com fungos micorrizicos vesicular-arbusculares sobre o crescimento e nutrição mineral de tangerineiras 'Cleopatra', até a repicagem. Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, sendo dois tratamentos de micorrização (inoculado e não inoculado) e seis doses de P_2O_5 (0, 320, 640, 1280, 2000 e 2560 g de P_2O_5/m^2 de substrato) na forma de superfosfato simples. A inoculação foi feita utilizando-se solo contendo uma mistura de estruturas infectivas dos fungos *Acaulospora morrowae*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* que foi incorporada ao substrato, antes da semeadura. As plantas foram cultivadas em bandejas de isopor com substrato comercial "Plantmax", em casa de vegetação.

A inoculação promoveu maiores crescimentos em altura, número de folhas e matéria seca total das plantas e causou aumentos nos teores de B na parte aérea, e de K, Mg, Cu, Zn e Mn nas raízes. As doses crescentes de superfosfato simples aumentaram os teores

de P, Ca e S nas raízes das tangerineiras 'Cleopatra'. As plantas inoculadas apresentaram maior crescimento e atingiram altura média de 12,30 cm aos quatro meses pós-semeadura, estando, então, no ponto de repicagem.

7. SUMMARY

GROWTH AND NUTRITION OF 'CLEOPATRA' TANGERINE FERTILIZED WITH DOSAGES OF SIMPLE SUPERPHOSPHATE AND INOCULATED WITH MICORRHIZAL FUNGI, UNTIL TRANSPLANTING.

This study was carried out at Escola Superior de Agricultura de Lavras from August to December of 1990. The purpose was to verify the effects of doses of phosphorus and inoculation with vesicular-arbuscular micorrhizal fungi on growth and mineral nutrition of 'Cleopatra' tangerine until transplanting. The experiment was planted as a completely randomized design in a 2 x 6 factorial scheme, with two micorrhizing treatments (inoculated and non-inoculated) and six dosages of P_2O_5 (0, 320, 640, 1280, 2000 and 2560 g of P_2O_5/m^3 of substrate) applied as simple superphosphate. Inoculation was done using soil with a mixture of infective structures of the fungi *Acaulospora morrowae*, *Glomus clarum* and *Glomus etunicatum* that were incorporated in the substrate before sowing. The plants were grown in seedlings containing "Plantmax" substrate, under greenhouse conditions. Inoculation promoted larger growth in

plant height, number of leaves, and total dry matter weight as well as an increase in K and B contents in the top plant part, and K, Mg, Cu, Zn and Mn in the roots. Increasing dosages of simple superphosphate increased P, Ca and S contents in the roots of 'Cleopatra' tangerine. Inoculated plants presented larger growth and reached average height of 12.30 cm at four months after sowing, when they were ready to transplant.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. 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.
02. BAYLIS, G.T.S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., ed. *Endomycorrhizas*. London, Academic Press, 1975. p.373-89.
03. BIELESKI, R.L. Phosphate pools, phosphate transport and phosphate availability. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, 24:225-52, 1973.
04. BLACK, C.A. *Relaciones suelo-planta*, Buenos Aires, Editorial Emisfério Sur, 1975. v.2, 866p.

05. BREMNER, J.M. & EDWARDS, H.P., Determination and isotope ratio analysis of different form of nitrogen in soils. I. Apparatus and procedures for distillation and determination for ammonium. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 29(5):504-7, Sept./Oct. 1965.
06. 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).
07. 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).
08. 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.
09. 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).

10. CARVALHO, S.A. de & SOUZA, M., Resposta do limoeiro 'Cravo' em sementeira, a dois métodos de aplicação do superfosfato simples. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, Campinas, 1987. Anais... Campinas, SBF, 1987. v.1, p.429-34.
11. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4ª aproximação.* Lavras, CFSEMG, 1989. 159p.
12. CONJUNTURA ECONÔMICA. Rio de Janeiro, FGV, v.45, n.11, nov. 1991.
13. COX, G.; SANDERS, F.E.; TINKER, P.B. & WILD, J.A. Ultra-structural evidence relating to host endophyte transfer in a vesicular-arbuscular mycorrhiza. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., ed. *Endomycorrhizas.* London, Academic Press, 1975. p.297-312.
14. DIBLE, W.T.; TROUG, E. & BERGER, K.G. Boron determination in soils and plants. *Analytical Chemistry*, Washington, 26:-418-21, 1954.
15. EDRISS, M.H.; DAVIS, R.M. & BURGER, D.W. Increased growth responses of citrus by several species of mycorrhizal fungi. *Hortscience*, Alexandria, 19(4):537-9, Aug. 1984a.

16. EDRISS, M.H.; DAVIS, R.M. & BURGER, D.W. Influence of mycorrhizal fungi on cytokinin production in sour orange. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 109(4):587-90, July 1984b.
17. EPSTEIN, E. *Nutrição mineral de plantas; princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos Científicos, 1975. 341p.
18. FONTANEZZI, G.B.S. *Efeitos de micorriza vesicular-arbuscular e de superfosfato simples no crescimento e nutrição de porta-enxertos de citros*. Lavras, ESAL, 1989. 105p. (Tese MS).
19. FONTANEZZI, G.B.S.; OLIVEIRA, E.; SIQUEIRA, J.O. & SOUZA, P. Efeito da micorrização e adubação fosfatada na nutrição de limoeiro 'Cravo'. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3, Piracicaba, 1989. Programa e resumos... Piracicaba, ESALQ, 1989a. p.31.
20. FONTANEZZI, G.B.S.; OLIVEIRA, E.; SIQUEIRA, J.O. & SOUZA, P. Efeito da micorrização e adubação fosfatada na nutrição de tangerineira 'Cleopatra'. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3, Piracicaba, 1989. Programas e resumos... Piracicaba, ESALQ, 1989b. p.20.

21. GERDEMANN, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, 6:397-94, 1968.
22. GERDEMANN, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: TORREY, J.D. & CLARKSON, D.T., ed. *The development and function of roots*, New York, Academic Press, 1975. p.575-91.
23. GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, London, 46:235-44, 1963.
24. 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.
25. GOEDERT, W.J. & SOUZA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, Brasilia, 1984. *Anais...* Brasilia, EMBRAPA-DEP. 1984. p.255-90.
26. GRAHAM, J.H. Citrus mycorrhizae: potential benefits and interactions with pathogens. *Hortscience*, Alexandria, 21(6):1302-6, Dec. 1986.

27. GRAHAM, J.H.; LEONARD, R.T. & MENGE, J.A. Membrane-mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation. *Plant Physiology*, Rockville, 68(3):584-92, Sept. 1981.
28. GRAHAM, J.H. & SYVERTSEN. Host determinants of mycorrhizal dependency of citrus rootstock seedlings. *New Phytologist*, London, 101:667-76, 1985.
29. HALL, I.R. Response of *Coprosma robusta* to different forms of endomycorrhizal inoculum. *Transactions of the British Mycological Society*, London, 67(1):409-11, Fev./Mar. 1976.
30. HARLEY, J.L. & SMITH, S.E. *Mycorrhizal symbiosis*. London, Academic Press, 1983. 483p.
31. HOLLEY, J.D. & PETERSON, R.L. Development of a vesicular-arbuscular mycorrhiza in bean roots. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, 57(19):1960-78, Oct. 1979.
32. JANOS, D.P. Vesicular-arbuscular mycorrhizae affect lowland tropical rain forest plant growth. *Ecology*, Durham, 61(1):151-62, Feb. 1980.
33. KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo, Ceres, 1985. 432p.

34. KLEINSCHMIDT, G.D. & GERDEMANN, J.W. Stunting of citrus seedlings in fumigated nursery soils related to the absence of endomycorrhizae. *Phytopathology*, St. Paul, 62(12):-1447-53, Dec. 1972.
35. KOO, R.C.J. Nutrição e adubação dos citros. In: YAMADA, T., ed. *Nutrição mineral e adubação dos citros*. Piracicaba, Instituto da Potassa, 1983. p.99-122.
36. LAMBERT, D.H.; BAKER, D.E. & COLE, J.R.H. The role of mycorrhizae in the interactions of phosphorus with zinc, copper and other elements. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 43(5):976-80, Sept./Oct. 1979.
37. LIAO, C.F.H. Devarda's alloy method for total nitrogen determination. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 45(5):852-5, Sept./Oct. 1981.
38. LIRA, L.M. Efeito de substratos e do superfosfato simples no limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv Cravo) até a repicagem. Lavras, ESAL, 1990. 85p. (Tese MS).

39. LOPES, E.S. & SIQUEIRA, J.O., Vesicular-arbuscular mycorrhizas: their potential in phosphate nutrition in tropical regions. In: RUSSEL, R.S.; IGUE, K. & MEHTA, Y.R., ed. *The soil/root system in relation to brasilian agriculture*. Londrina, IAPAR, p.225-42, 1981.
40. LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O. & ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 7(1):1-19, jan./abr. 1983.
41. MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Ceres, 1980. 245p.
42. MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola; adubos e adubação*. 3.ed. São Paulo, Ceres, 1981. 596p.
43. MENGE, J.A.; LABANAUSKAS, C.K.; JOHNSON, E.L.V. & PLATT, R.G. Partial substitution of mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in the greenhouse culture of citrus. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 42(6):926-30, Nov./Dec. 1978.

44. MENGE, J.A.; 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.
45. MOORE, P.W. Propagation and growing nursery trees in containers. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, Griffith, 1:129-31, 1978.
46. NEMEC, S. Response of six rootstocks to three species of *Glomus*, a mycorrhizal fungus. *Proceedings of Florida State Horticultural Society*, Delan, 91:10-4, 1978.
47. 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).
48. OLIVEIRA, A.A.R. & JESUS, I.S. de. Efeito da infecção por fungos micorrízicos vesicular-arbusculares sobre o desenvolvimento de porta-enxertos de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, Campinas, 1987. *Anais...* Campinas, SBF, 1987. v.1, p.319-25.

49. OLSEN, S.R.; BROWMAN, R.A. & WATANABE, F.S. Behavior of phosphorus in the soil and interactions with other nutrients. *Phosphorus in Agriculture, Paris*, 31(70):31-46, June 1977.
50. PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizae fungi for rapid assesment of infection. *Transactions of the British Mycological Society, London*, 55(1):158-61, Aug./Sept. 1970.
51. PLATT, R.G. & OPITIZ, K.W. Propagation of citrus. In: REUTHER, W. *The citrus industry*. Berkeley, University of California, 1973. v.3, cap.1, p.1-47.
52. POWEL, C.L. Potassium uptake by endotrophic mycorrhizas. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., ed. *Endomycorrhizas*. London, Academic Press, 1975. p.277-87.
53. SANCHEZ, P.A. Soil fertility evolution. In: SANCHEZ, P.A. *Properties and management of soil in tropics*. 2.ed. New York, J. Wiley, 1976. p.295-355.

54. SILVA, J.U.B. Efeito 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).
55. SIQUEIRA, J.O. & COLOZZI-FILHO, A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 10(3):207-11, set./dez. 1986.
56. SIQUEIRA, J.O.; 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.
57. 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).
58. SOUZA, E.F.O.; SOUZA, M. & OLIVEIRA, E. Efeitos de doses, fontes de fósforo e de fungos micorrizicos sobre o crescimento do limoeiro 'Cravo' após a repicagem. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 3, Piracicaba, 1989. Programas e resumos... Piracicaba, ESALQ, 1989. p.37.

59. SYLVIA, D.M. & SCHENCK, N.C. ; Application of superphosphate to mycorrhizal plants stimulates sporulation of phosphorus-tolerant vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, London, 95(4):655-61, Dec. 1983.
60. TEÓFILO SOBRINHO, J. & FIGUEIREDO, J.O. de. Diversificação do uso de porta-enxertos na citricultura paulista. *Laranja*, Cordeirópolis, 5:403-17, nov. 1984.
61. TINKER, P.B. The soil chemistry of phosphorus and mycorrhizal effects on plant growth. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., ed. *Endomycorrhizas*. London, Academic Press, 1975. p.353-71.
62. VANATCHER, A. Fumigation against fungi. In: MULDER, D., ed. *Soil desinfestation*. Amsterdam, Elsevier Scientific, 1979. p.163-83.
63. VOLKWEISS, S.J. & RAIJ, B. van. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: FERRI, M.G., coord. *IV Simpósio sobre o cerrado: bases para utilização agropecuária*, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1977. p.317-32.

64. YOST, R.S. & FOX, R.L. Contribution of mycorrhizae to P nutrition of crops growing on a oxisol. *Agronomy Journal*, Madison, 71(6):903-8, Nov./Dec. 1979.
65. ZAMBOLIM, L. & SIQUEIRA, J.O. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura. Belo Horizonte, EPAMIG, 1985. 36p. (Série Documentos, 26).
66. ZAROSKI, R.J. & BURAU, R.G. A rapid nitric perchloric and digestion method for multi-element tissue analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 8(5):-425-36, 1977.

APÉNDICE

QUADRO 1A - Resumo da análise de variância referente à colonização micorrízica em raízes de tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS, aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

F.V.	G.L.	QME e significância	
		% colonização	
Doses (P)	5	88,1453	
Erro	24	37,9053	
C.V. (%)		11,62	

QUADRO 2A - Resumo das análises de variância para produção de matéria seca da parte aérea, raízes e total, de tangerineiras 'Cleopatra', aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

F.V.	G.L.	QME e significância		
		Parte aérea	Raízes	Total
Inoculação (I)	1	46,2003**	1,4353	63,9221**
Doses (P)	5	0,3238	0,4440	0,8919
I x P	5	1,3793	0,0817	2,0114
Erro	48	1,7410	0,3897	3,5865
C.V. (%)		16,16	13,93	14,98

** Significância ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 3A - Resumo das análises de variância para valores de altura de plantas e número de folhas por planta, de tangerineiras 'Cleopatra' inoculadas ou não com fungos MVA, cultivadas em substrato com diferentes doses de SS, em três épocas de avaliação. ESAL, Lavras-MG, 1990.

F.V.	G.L.	QME e significância	
		Altura de plantas	Nº de folhas
Inoculação (I)	1	18,663**	1,364**
Doses (P)	5	0,374	0,026
I x P	5	1,717	0,036
Erro (a)	48	1,985	0,046
épocas (E)	2	910,779**	31,365**
E x I	2	13,721**	0,286**
E x P	10	0,070	0,004
E x I x P	10	0,301	0,004
Erro (b)	96	0,211	0,003
C.V. (a) (%)		18,71	6,66
C.V. (b) (%)		6,10	1,70

** Significância ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

QUADRO 4A - Resumo das análises de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea, de tangerineiras 'Cleopatra', aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

F.V.	G.L.	QME e significância					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Inoculação (I)	1	0,9127	0,0011	2,8864**	1,7170**	0,2843**	0,0016
Doses (P)	5	0,1428	0,0055*	0,5062**	0,0993**	0,0218**	0,0084*
I x P	5	0,3885	0,0012	0,0677*	0,1343**	0,0019	0,0081*
Erro	48	0,2391	0,0020	0,0232	0,0236	0,0013	0,0030
C.V. (%)		15,06	15,64	7,11	8,17	9,27	22,49

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

QUADRO 5A - Resumo das análises de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das raízes de tangerineiras 'Cleopatra' aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

F.V.	G.L.	QME e significância					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Inoculação (I)		0,0084	0,0191	0,5152**	0,0077	0,0375**	0,00007
Doses (P)	5	0,4108**	0,0303**	0,0138	0,0586**	0,0014	0,0086**
I x P	5	0,0513	0,0042	0,0133	0,0069	0,0019	0,0044
Erro	48	0,1082	0,0047	0,0621	0,0040	0,0014	0,0019
C.V. (%)		13,52	15,40	12,78	6,02	5,17	13,01

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

QUADRO 6A - Resumo das análises de variância para os teores de B, Cu, Zn e Mn na matéria seca da parte aérea de tangerineiras 'Cleopatra', aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

F.V.	G.L.	QME e significância			
		B	Cu	Zn	Mn
Inoculação (I)	1	812,2501*	35,4357**	505,4721	3974,7723**
Doses (P)	5	321,7203	4,5484	365,4212*	119,4301
I x P	5	277,6316	10,6662**	173,6590	60,7468
Erro	49	152,4576	2,8198	143,5324	100,4214
C.V. (%)		14,64	24,03	17,57	15,87

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

QUADRO 7A - Resumo das análises de variância para os teores de B, Cu e Zn e Mn na matéria seca das raízes de tangerineira 'Cleopatra', aos quatro meses pós-semeadura. ESAL, Lavras-MG, 1990.

F.V.	G.L.	QME e significância			
		B	Cu	Zn	Mn
Inoculação (I)	1	770,4877**	28,5109**	124,6484**	11795,2348**
Doses (P)	5	15,4342	5,7484**	40,4803**	3261,4794**
I x P	5	24,3154	4,5237*	9,0470	2384,5405*
Erro	48	19,5814	1,4781	10,4314	823,0942
C.V. (%)		14,36	10,68	11,76	15,81

* e ** significância aos níveis de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.