

GIOVANINA BARBOSA DA SILVA FONTANEZZI

EFEITOS DE MICORRIZA VESICULAR-ARBUSCULAR E DE  
SUPERFOSFATO SIMPLES NO CRESCIMENTO E NUTRI-  
ÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS.

Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Pós-Graduação  
em Agronomia, área de concentração Fi-  
tossanidade, para obtenção do grau de  
"MESTRE".



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1989

*[Faint handwritten text]*

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

# EFITOS DE M. CORRIZA VESICULAR-ARBUSCULAR E DE SUPERFOSFATO SIMPLES NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS.

Trabalho apresentado à Faculdade de Agronomia da Universidade de Lavras, como parte das atividades do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração de Nutrição, para obtenção do grau de MESTRE.

**[REDACTED]**

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1983

EFEITOS DE MICORRIZA VESICULAR-ARBUSCULAR E DE SUPERFOSFATO  
SIMPLES NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS.

APROVADA: Lavras, 10 de Julho de 1989.

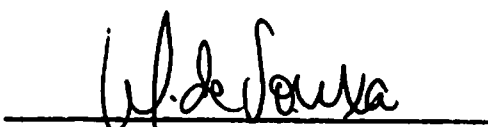


Prof. Paulo de Souza

Orientador



Pesq. Elizabeth de Oliveira



Prof. Maurício de Souza

Aos meus pais Neyr Adailton e Renée

Aos meus irmãos Tarcísio e Graziella

Aos meus sobrinhos Ana Tereza, William e Erika

OFEREÇO

Ao vovô Firmino e  
à minha filha Paula

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Jesus Cristo por me assistir a todas as etapas do presente estudo.

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

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão-FAEPE pelo auxílio na publicação deste trabalho.

À pesquisadora Elizabeth de Oliveira pelo constante apoio, amizade, paciência e conhecimentos transmitidos durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Maurício de Souza por contribuir grandemente para a melhoria de minha formação profissional através dos ensinamentos, incentivos, dedicação e amor à profissão transmitidos.

Ao Professor Paulo de Souza pelo incentivo ao estudo das associações micorrízicas ainda na graduação.

Ao Professor José Oswaldo Siqueira pelo apoio e incentivo à realização deste trabalho.

À professora Janice Guedes de Carvalho pelas consultas e atenção dispensadas.

Ao pesquisador Sérgio Alves de Carvalho pela amizade e sugestões dadas durante a realização desta pesquisa.

Aos professores Luis Henrique de Aquino e Gilnei de Souza Duarte pela orientação nas análises estatísticas.

Aos professores José da Cruz Machado, Antônia dos Reis Figueira, Hilário Antônio de Castro, Mário Sobral de Abreu, Vicente Paulo Campos, Paulo Estevão de Souza, José Geraldo de Andrade e Dorval Botelho dos Santos pelo aperfeiçoamento técnico obtido durante o Curso de Mestrado.

À Sônia Maria Pedroso Bergamashi pela valiosa convivência, amizade e constante apoio.

Às meninas Fernanda e Márcia Pedroso Bergamashi pelos momentos de alegria e carinho partilhados com a Paula.

À Paula Barbosa da Silva Fontanezzi Leonel Ferreira pelo companheirismo, compreensão e paciência mesmo nos momentos difíceis.

Aos colegas Paulo Antônio Souza Gonçalves, Alaíde Isabel de Azevedo, Dalza Gomes Sobreira, Éder Jonas Giroto, Elda Bonilha Assis Fonseca, Eveline Fátima de Oliveira, Gilmar de Oliveira, Hebe Perez de Carvalho, Ivo Pereira de Camargo, José Darlan Ramos, Lúcia Moraes Lira e Sandra Maria Estevam Maria pela amizade e agradável convívio.

Aos funcionários do Laboratório de Micorrizas, do pomar, do Laboratório de Análises Químicas, da Biblioteca e do Restaurante Universitário pela colaboração.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

GIOVANINA BARBOSA DA SILVA FONTANEZZI, filha de Neyr Adailton Fontanezzi e Renée Barbosa da Silva Fontanezzi, nasceu em Resende, Estado do Rio de Janeiro, em 18 de março de 1961.

Concluiu o 1º grau em 1975 e o 2º grau em 1978, ambos no Colégio Dom Bosco, em Resende-RJ.

Em 1979 ingressou na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais, graduando-se em Engenharia Agrônômica em 1984.

Em 1985 iniciou o curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitossanidade na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Fósforo e o Desenvolvimento de Plantas Cítricas.....	3
2.2. Micorrizas Vesicular-Arbusculares (MVA).....	5
2.3. Ocorrência das Micorrizas Vesicular-Arbusculares (MVA) em Ci- tros.....	7
2.4. Efeitos das Micorrizas Vesicular-Arbusculares (MVA) no Desen- volvimento de Plantas Cítricas.....	8
2.5. Inoculação de Fungos Micorrízicos Vesicular-Arbusculares em Plantas Cítricas.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Caracterização do Local e do Substrato.....	11
3.2. Preparo do Substrato e Adubação.....	12
3.3. Obtenção de Plantas.....	13
3.4. Preparo do Inóculo e Inoculação.....	13
3.5. Tratamentos e Delineamento Experimental.....	14
3.5.1. Experimento 1 - Tangerineira 'Cleopatra'.....	14
3.5.2. Experimento 2 - Limoeiro 'Rugoso'.....	15
3.5.3. Experimento 3 - Limoeiro 'Cravo'.....	15



	Página
3.6. Condução dos Experimentos.....	15
3.7. Avaliação dos Experimentos.....	16
3.8. Análises Estatísticas.....	16
4. RESULTADOS.....	18
4.1. Experimento 1 - Tangerineira 'Cleopatra'.....	18
4.2. Experimento 2 - Limoeiro 'Rugoso'.....	39
4.3. Experimento 3 - Limoeiro 'Cravo'.....	57
5. CONCLUSÕES.....	79
5.1. Experimento 1 - Tangerineira 'Cleopatra'.....	79
5.2. Experimento 2 - Limoeiro 'Rugoso'.....	80
5.3. Experimento 3 - Limoeiro 'Cravo'.....	81
6. RESUMO.....	83
7. SUMMARY.....	85
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Efeito das doses de SS na percentagem de colonização micorrízica nas raízes de tangerineiras 'Cleopatra' aos 135 dias pós-semeadura.....	21
2	Efeitos de doses de SS na produção de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas (M) ou não (NM) com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	26
3	Efeitos de doses de SS nos teores de P, S e Mn na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas (M) ou não (NM) com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	31
4	Efeitos de doses de SS no diâmetro de caule dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados (M) ou não (NM) com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	46
5	Efeitos de doses de SS nos teores de Ca, S e Zn na matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados (M) ou não (NM) com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	50
6	Efeitos de doses de SS no diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' micorrizados (M) ou não (NM) com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	65
7	Efeitos de doses de SS nos teores de Ca, S e B na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' micorrizados (M) ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	70

## LISTA DE QUADROS

Quadro	Página	
1	Valores dos componentes químicos determinados nas amostras de Latossolo Roxo Distrófico, coletadas à profundidade de 0-20cm	12
2	Resumo da análise de variância referente à colonização micorrízica em raízes de tangerineiras 'Cleopatra' cultivadas em substrato com diferentes doses de SS e micorrizadas com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	19
3	Médias das percentagens de colonização micorrízica nas raízes de tangerineiras 'Cleopatra' cultivadas em substrato com diferentes doses de SS e micorrizadas ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	20
4	Resumos das análises de variância para produção de matéria seca total, altura de plantas e diâmetro de caule das tangerineiras 'Cleopatra' cultivadas em substrato com diferentes doses de SS e micorrizadas ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	23
5	Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	24

Quadro	Página	
6	Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura.....	25
7	Resumos das análises de variância para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco, na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS e micorrizadas ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	27
8	Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', micorrizadas ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	29
9	Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura	30
10	Resumo da análise de variância referente à colonização micorrízica em raízes de limoeiros 'Rugoso' cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	40

Quadro	Página	
11	Médias das percentagens de colonização micorrízica nas raízes de limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	41
12	Resumos das análises de variância para produção de matéria seca total, altura de plantas e diâmetro de caule dos limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	42
13	Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	43
14	Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura.....	44
15	Resumos das análises de variância para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco, na matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	47

Quadro	Página	
16	Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	48
17	Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura.....	49
18	Resumo da análise de variância referente à colonização micorrízica em raízes de limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	58
19	Médias das percentagens de colonização micorrízica nas raízes de limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	59
20	Resumos das análises de variância para produção de matéria seca total, altura de plantas e diâmetro de caule dos limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura.....	61

Quadro	Página
21	Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo', micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura..... 62
22	Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura 63
23	Resumos das análises de variância para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco, na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura..... 66
24	Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo', micorrizados ou não com <u>G. clarum</u> , aos 135 dias pós-semeadura..... 67
25	Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo, cultivados em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura..... 68

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a quase totalidade dos pomares cítricos encontra-se sobre o limoeiro 'Cravo', POMPEU JR (86) que, apesar de suas boas características como porta-enxerto, tornam as plantas susceptíveis ao "declínio" dos citros, GREVE (36).

A diversificação de porta-enxertos através da utilização de uma ou mais variedades não susceptíveis ao "declínio" reveste-se de grande importância. CAMPOS & PRATES (15) e GREVE (36). No Estado de São Paulo, visando a reestruturação do Programa de Plantas Matrizes de citros, ampliou-se o lote de matrizes onde 50% das plantas foram enxertadas em limoeiro 'Cravo' e o restante em tangerineira 'Cleopatra' por se tratar de variedade não susceptível ao "declínio", PRATES & GREVE (87).

Dentre os vários efeitos benéficos nutricionais, simbioses micorrízicas do tipo vesicular-arbusculares formadas por raízes de plantas e fungos da família Endogonaceae que habitam no solo, OLIVEIRA (80) favorecem principalmente a absorção e utilização de P promovendo um melhor crescimento das plantas em condições de baixa disponibilidade desse nutriente no solo, podendo reduzir a



aplicação de adubos fosfatados ao substrato.

Considerando-se a escassez de mudas de boa qualidade, a implantação do Sistema de Produção de Mudas Certificadas produzidas em solos virgens e esterilizados proporcionará mudas do mais alto padrão genético e fitossanitário e de alta produtividade, GREVE (35). Entretanto, esse sistema acarretará na eliminação de fungos MVA nativos, em baixos índices de colonização micorrízica das plantas e conseqüentemente na paralização de crescimento das mudas. Assim, há necessidade de inoculação com fungos MVA mais efetivos visando a obtenção de mudas mais vigorosas, sadias e em menor tempo para se atingir os padrões exigidos para a comercialização já que, segundo SOUZA (109), a melhoria da fertilidade do solo ou substrato é essencial para que isso ocorra.

A eficiência do sistema radicular de citros no que se refere à absorção de nutrientes está intimamente relacionada com a alta dependência ao micotrofismo, GRAHAM (31). Na ausência das associações micorrízicas em substrato fumigado, torna-se necessário a adição de quantidades elevadas de P ao solo para adequada produção de mudas cítricas (11, 17, 79, 100).

Devido ao fato de reservas de P serem relativamente escassas, não renováveis e sem sucedâneo, GOEDERT & SOUZA (30), a micorrização tem despertado grande interesse como meio de aumentar a eficiência de aproveitamento de fertilizantes fosfatados aplicados aos substratos de baixa fertilidade natural.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da inoculação do fungo MVA, Glomus clarum, no crescimento e na nutrição dos porta-enxertos tangerineira 'Cleopatra', limoeiro 'Rugoso' e limoeiro 'Cravo' cultivados em solo adubado com doses crescentes de superfosfato simples, em casa-de-vegetação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Fósforo e o Desenvolvimento de Plantas Cítricas

O P é essencial ao crescimento normal das plantas. Participa da fotossíntese e respiração através da formação de compostos ricos em energia, no metabolismo de carboidratos e síntese de proteínas, além de exercer funções estruturais e de armazenamento (53, 54, 56, 84, 92, 106).

Em muitas situações, os únicos sintomas seguros de deficiência de P em plantas cítricas são o retardamento do desenvolvimento e crescimento reduzido, segundo PHILLIPS & WEBB (84), apresentando conseqüentemente sistema radicular e frutificação deficientes e atraso na maturação de frutos, GEUS (28); RODRIGUEZ (92).

O P estimula o desenvolvimento do sistema radicular das plantas cítricas, principalmente na fase de crescimento inicial, BLACK (8).

Apesar das plantas cítricas extraírem quantidades relativamente pequenas de P do solo, MALAVOLTA et alii (57) e PHILLIPS & WEBB (84), são necessárias quantidades muito maiores de P disponível para o bom desenvolvimento da cultura, RAIJ (88) e RAIJ et alii (89), indicando que grande parte dos fosfatos

adicionados tomam-se não disponíveis para a planta, BUCKMAN & BRADY (10).

A maioria dos solos agricultáveis contém médio a baixo teor de P disponível para as plantas, apresentando também de média a alta capacidade de retenção do P aplicado via fertilizante, segundo Oliveira et alii (1982) citados por GOEDERT & SOUZA (30). Na presença de hidróxidos de Fe e Al, os solos de regiões tropicais chegam a fixar 90% de P solúvel adicionado, MALAVOLTA (54), resultando em diminuição na mobilidade e disponibilidade de P, MALAVOLTA (55).

A quantidade de P disponível no solo é um dos principais fatores que interferem na resposta de plantas cítricas à adição de fertilizantes fosfatados. Investigações feitas por SPENCER (111), mostraram que valores acima de 12,32, 44,83 e 72,85 ppm de P disponível através da extração de P pelo método do acetato de amônio e pelos teores de Bray P<sub>1</sub> e Bray P<sub>2</sub>, respectivamente, seriam provavelmente quantidades adequadas de P para o crescimento dos citros. Sabendo-se que em 90% das análises de solo feitas no Brasil, os teores de P disponível encontram-se abaixo de 10 ppm, MALAVOLTA (53), aplicações de fertilizantes fosfatados tornam-se necessárias para obtenção de produções mais elevadas.

Respostas acentuadas à fertilização fosfatada são frequentemente observadas no início do período de crescimento das plantas devido à rapidez de absorção do fosfato pelas raízes jovens, BARBER (3).

Cerca de cinco semanas após aplicação de doses elevadas de P em solo fumigado com brometo de metila, várias espécies de plantas cítricas com crescimento limitado apresentaram coloração normal nas folhas e novos fluxos de crescimento, conforme Tucker e Anderson (1972) citados por CAMBRAIA (14).

A adição de doses crescentes de fosfato no substrato promoveram e-

ficientemente o crescimento de limoeiros 'Cravo' até a dose máxima testada que foi de 1280 g  $P_2O_5$  por  $m^3$  de substrato, NICOLI (79) e SILVA (100).

Apesar do efeito positivo da fertilização fosfatada em solos com baixo teor de P disponível, a baixa eficiência de utilização pela planta é o principal problema, OLSEN et alii (81). Somente 5 a 20% do fertilizante fosfatado aplicado é usado pelas primeiras culturas devido ao fenômeno da fixação - imobilização, BUCKMAN & BRADY (10). Além disso, existem espécies ou mesmo variedades de plantas que variam na sua eficiência em extrair P do solo e no aproveitamento do P no metabolismo interno (30, 51, 106, 113).

Pelos absorventes podem aumentar a superfície de raízes em 5 a 20 vezes, conforme Meyer & Anderson (1939) citados por OLSEN et alii (82), resultando 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 absorverem P, GOEDERT & SOUZA (30).

## 2.2. Micorrizas Vesicular-Arbusculares (MVA)

✕ Micorrizas vesicular-arbusculares são associações mutualísticas entre fungos pertencentes à família Endogonaceae e raízes de plantas que ocorrem na maioria das espécies em condições naturais e que são responsáveis pela maior absorção de água e nutrientes do solo pelas plantas, GERDEMANN (27). Este efeito benéfico é devido, principalmente, à formação de micélio externo à raiz que explora o solo além dos pelos absorventes constituindo uma superfície adicional e melhor distribuída para retirada de elementos minerais pouco móveis no solo como o fósforo (9, 40, 48, 73, 74, 76).

A retirada de íons de baixa mobilidade pelas plantas depende da intensa exploração da estreita zona ao redor da raiz delineada por pelos absorventes, caso eles ocorram, BHAT et alii (4). Dessa forma há um rápido esgotamento desses íons ao redor das radículas ativas, sendo particularmente importante para o fósforo, devido ao fosfato ser rapidamente adsorvido nos complexos de argila translocando-se lentamente nos solos.

Uma das formas de se melhorar a eficiência do uso de fertilizantes fosfatados é aumentar a distância com que o fosfato pode se difundir no solo de forma que porcentagens mais elevadas desse nutriente sejam disponíveis para o movimento até a raiz e absorção, BARBER (3), GOEDERT & SOUZA (30) e OLSEN et alii (82).

Hifas micorrízicas podem aumentar a eficiência de absorção de fósforo em mais de 60 vezes, BIELESKI (5), enquanto raízes não micorrizadas parecem ser órgãos ineficientes para absorção desse nutriente, ROSS & GILLIAM (93). Hifas de Glomus mosseae são capazes de transportar P cerca de 1-2 cm de distância dentro da raiz do hospedeiro, PEARSON & TINKER (83). Apesar das plantas micorrizadas apresentarem maior fluxo de P em suas raízes devido à maior afinidade aparente de sítios de absorção por  $H_2PO_4$ , CRESS et alii (20) e LOPES et alii (50), elas absorvem as mesmas formas de P que as não micorrizadas, HAYMAN & MOSSE (39), SANDERS & TINKER (94) e SANDERS & TINKER (95). Os fungos micorrízicos são capazes de armazenar fósforo no micélio como grânulos de polifosfato evitando assim que parte do P adicionado ao solo seja rapidamente imobilizado, COX et alii (19).

Inúmeros relatos mostram os efeitos benéficos das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) no crescimento e nutrição de plantas, especialmente em condições de baixa disponibilidade de P no solo (27, 38, 49, 50, 72, 122). Se

gundo SIQUEIRA et alii (103) o P controla o grau de colonização das raízes pelos fungos MVA através de seu efeito no metabolismo de carboidratos da planta hospedeira. Dessa forma, as associações micorrízicas se estabelecem mais rapidamente e beneficiam o hospedeiro em condições desfavoráveis ao crescimento das plantas, MOSSE (75). Assim, as micorrizas são importantes nos Trópicos, pois a aplicação de adubos fosfatados solúveis nos solos tropicais aumenta o P da solução do solo, mas a maior parte do P se encontra nas formas de fosfato insolúvel, fosfato orgânico ou adsorvido irreversivelmente em complexos de Fe e Al, portanto, não utilizáveis pelas plantas (3, 30, 53, 120).

Os fungos MVA estimulam também a absorção de macro e micronutrientes do solo tais como N, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn além de outros elementos como Na, Al e Si, conforme relatados por LOPES et alii (50), MOSSE (72) e MOSSE (76).

### 2.3. Ocorrência das Micorrizas Vesicular-Arbusculares (MVA) em Citros

As plantas cítricas da maioria dos pomares e viveiros na Califórnia e Flórida, EUA, apresentam associação micorrízica em suas raízes, MENGE et alii (64). São conhecidas mais de 100 espécies de fungos MVA, SCHENCK & PEREZ (97) e segundo NEMEC (78), foram encontradas associadas às raízes de citros no campo, as espécies: Glomus etunicatum, Sclerocystis sinuosa, Glomus fasciculatum, Glomus macrocarpum e Glomus constrictum. As três últimas espécies relatadas acima foram também constatadas em rizosfera de citros por SHEAN-SHONG & YUN-SHIOU (99), além das espécies Gigaspora calospora, Gigaspora corolloidea, Glomus clarum, Glomus mosseae, Glomus monosporum, Glomus vesiculifer, Glomus radiatum, Glomus pulvinatum, Glomus multicaulis e Sclerocystis rubiformis.

Em pomares cítricos na região de Viçosa, Minas Gerais, foram isoladas as espécies Glomus fasciculatum, Glomus occultum, Glomus clarum, Glomus macrocarpum e Acaulospora scrobiculata, ZAMBOLIM & PINTO (122).

#### 2.4. Efeitos das Micorrizas Vesicular-Arbusculares no Desenvolvimento de Plantas Cítricas

Os benefícios das associações micorrízicas em citros tornam-se evidentes principalmente em viveiros ou situações de replantio onde os fungos MVA de ocorrência natural são destruídos pela fumigação do solo, KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46) e MENGE et alii (64). Nos Estados Unidos a prática de fumigação do solo é muito difundida para eliminação de patógenos (59, 60, 61, 69). No entanto, tem-se observado o aparecimento de plantas cítricas com crescimento limitado, vigor reduzido apresentando necrose e bronzeamento das folhas em sementeiras, viveiros, pomares e em casa-de-vegetação quando cultivadas em solo previamente fumigado (46, 61, 98, 115, 118). Esses sintomas de deficiência de nutrientes e paralização de crescimento dessas plantas têm sido atribuídos à morte dos fungos MVA durante a fumigação (27, 37, 66, 70) e não à inadequada adubação fosfatada do solo, TIMMER & LEYDEN (117). Portanto, esses efeitos prejudiciais podem ser completamente eliminados através da inoculação dessas plantas com certas espécies de fungos micorrízicos, KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46) e SCHENCK & TUCKER (98). Plantas cítricas não micorrizadas geralmente apresentam concentrações mais baixas de P nos tecidos, KRIKUN & LEVY (47) e ZAMBOLIM & PINTO (122) e frequentemente ocorre severa deficiência de P na ausência de MVA, KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46). Dessa forma, a introdução de fungos MVA em solos fumigados torna-se um fator indispensável para obtenção de desenvolvimento

ótimo de plantas cítricas, MENGE et alii (64), pois já foram obtidos aumentos da ordem de 20 a 2600% no crescimento dessas plantas pela inoculação, MENGE et alii (69).

Além dos fungos MVA estimularem o crescimento de citros, a micorrização pode reduzir substancialmente a aplicação de adubos fosfatados ao substrato (16, 33, 114). Assim, plantas cítricas micorrizadas podem atingir concentrações ótimas de P com menores quantidades de fosfato adicionado, MENGE (63).

As espécies de fungos MVA diferem quanto à efetividade na promoção do desenvolvimento de plantas cítricas, EDRISS et alii (22) e FONTANEZZI et alii (25). Entretanto, como para outras espécies vegetais, em citros a magnitude das respostas à inoculação com fungos MVA é função da disponibilidade de P no solo (2, 38, 67), taxa de colonização micorrízica nas raízes, Mc GRAW & SCHENCK (52), expansão do micélio externo às raízes, GRAHAM et alii (32), e das espécies de citros e de fungos associados (12, 21, 22, 70, 77).

FONTANEZZI et alii (25), relataram que as espécies de fungos MVA Glomus clarum, Acaulospora morrowae isoladamente e a mistura das espécies Glomus macrocarpum, Gigaspora margarita, Scutellospora heterogama, Glomus clarum e Acaulospora morrowae foram os mais efetivos na promoção do desenvolvimento de limoeiro 'Cravo' em relação aos tratamentos de inoculação com G. macrocarpum, G. margarita e S. heterogama, isoladamente. Gigaspora gilmorei e Glomus leptotichum têm se mostrado efetivas para o limoeiro 'Cravo', Citrus volkameriana e laranjeira 'Caipira', CARDOSO et alii (16).

A dependência micorrízica é definida "como o grau no qual a planta é dependente da condição micorrízica para produzir o máximo crescimento ou produção, a um dado nível de fertilidade do solo", GERDEMANN (26). Algumas espécies de citros são grandemente dependentes dos fungos MVA para melhoria da eficiên -



cia de seus sistemas radiculares sendo esta dependência mais acentuada em condições de menores disponibilidades de P no substrato, GRAHAM (31).

## 2.5. Inoculação de Fungos Micorrízicos Vesicular-Arbusculares em Plantas Cítricas

A inoculação de citros com fungos MVA, em casa-de-vegetação, pode ser feita utilizando-se esporos dos fungos, micélio e raízes de plantas hospedeiras colonizadas ou solo contendo todos esses componentes colocados próximos às sementes ou em contato direto com as raízes de citros, HATTINGH & GERDEMANN (37), KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46) e MENGE et alii (69). Inóculo constituído por mistura de esporos, micélio e raízes infectadas possui, geralmente, maior potencial de inóculo do que esporos purificados ou material de raízes, segundo Ferguson (1981) citado por MENGE & TIMMER (71). Mas esse tipo de inóculo dificulta a quantificação e a precisão dos resultados conforme abordado por MENGE & TIMMER (71). A inoculação de trevo, SMITH & SMITH (105), e cebola, MANJUNATH & BAGYARAJ (58), com esporos de Glomus mosseae e de Glomus fasciculatum, respectivamente, resultaram em maior estímulo ao crescimento das plantas do que quando utilizados fragmentos de raízes colonizadas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos: no primeiro utilizando-se a espécie Citrus reshni (Hort ex Tan) cv Cleopatra, no segundo, Citrus jambhiri Lush cv Rugoso e no terceiro, Citrus limonia Osbeck cv Cravo, todos em casa-de-vegetação, no setor de fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL no período de setembro de 1986 a fevereiro de 1987. Lavras localiza-se no sul de Minas Gerais a  $21^{\circ}14'06''$  de latitude sul,  $45^{\circ}00'00''$  de longitude oeste, a 918 m de altitude.

Empregou-se como substrato material de solo de um Latossolo Roxo Distrófico, coletado na mata do Campus da ESAL à profundidade de 0 a 20cm. Foi coletada uma amostra representativa do solo para análise química sendo os resultados apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Valores dos componentes químicos determinados nas amostras de Latos solo Roxo Distrófico, coletadas à profundidade de 0-20 cm.

Profundidade	P ppm	K ppm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Al <sup>++</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>+++</sup>	m.o.	pH
			—————		mE/100 cm <sup>3</sup>	—————		%
0-20 cm	1	47	0,5	0,1	1,0	5,6	3,6	5,2

Análise realizada no Instituto de Química "John H. Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

De acordo com a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS (18), foram encontrados níveis baixos de P, Ca e Mg, níveis médios de Al, K e acidez.

### 3.2. Preparo do Substrato e Adubação

O substrato, após peneirado, foi submetido à fumigação através da aplicação de 262 cm<sup>3</sup> de brometo de metila por m<sup>3</sup> de substrato com cobertura plástica por 48 horas e aeração por 72 horas. Por ocasião da colocação do substrato nos vasos, incorporou-se superfosfato simples com cerca de 19,92% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em água (a). As doses de SS adicionadas ao substrato nos três ex-

(a) Análise realizada no Instituto de Química "John H. Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

perimentos foram determinadas a partir de um quarto, metade e dose total da dose, de melhores resultados para o limoeiro 'Cravo' obtidos por SILVA (100) que foi de 1280 g de  $P_2O_5$  por  $m^3$  de substrato.

Aos 105 dias pós-semeadura, aplicou-se uma adubação nitrogenada na concentração de N a 0,3% fornecido via foliar a partir de fertilizante contendo cerca de 10% de N, 3% de Zn, 3% de S, 2% de Mn, 1% de Mg e 0,5% de B.

### 3.3. Obtenção de Plantas

Sementes de Citrus reshni (Hort. ex Tan) cv Cleopatra, Citrus jambhiri Lush cv Rugoso e Citrus limonia Osbeck cv Cravo, foram retiradas de frutos maduros originados de plantas apropriadas para matrizes, cultivadas no pomar da ESAL. As sementes foram mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio a 2% por 10 min, enxaguadas e deixadas secar à sombra. Em cada vaso foram colocadas 10 sementes à profundidade de 2 cm. Após a germinação fez-se o desbaste eliminando-se a parte aérea com o uso de tesoura deixando-se apenas 5 plantas por vaso.

### 3.4. Preparo do Inóculo e Inoculação

Glomus clarum (Schenck & Smith), a espécie de fungo MVA utilizada, foi multiplicada em vaso de cultivo a partir de substrato constituído por Latossolo Roxo Distrófico e vermiculita na proporção de 1:1, usando-se como planta hospedeira

deira uma gramínea (Brachiaria decumbens Stapf). O substrato desse vaso de cultivo contendo esporos de G. clarum e segmentos de raízes colonizadas foi submetido ao peneiramento via úmida, em peneiras de 0,710 e 0,0053 mm, centrifugado em água por 3 minutos, e em solução de sacarose 50% por 2 minutos, a 2.000 rpm. A partir desse procedimento os esporos foram extraídos, contados em placa com canaletas sob microscópio estereoscópico e a suspensão dos esporos em água foi utilizada para inoculação de forma a fornecer 1000 esporos por vaso com 10 sementes de cada espécie. A suspensão de esporos foi aplicada abaixo das sementes das espécies de citros. Em seguida, adicionou-se a todos os tratamentos, 10 ml de uma suspensão preparada pela diluição de 30 ml do substrato do vaso de cultivo em 1 l de água, peneiramento úmido em peneira de 0,044 mm e filtração por duas vezes em papel filtro comum, para uniformização da população de outros microorganismos do substrato.

### 3.5. Tratamentos e Delineamento Experimental

#### 3.5.1. Experimento 1 - Tangerineira 'Cleopatra'

Os tratamentos constituíram-se de duas condições de micorrização - presença e ausência de G. clarum nas raízes de tangerineiras 'Cleopatra' e quatro doses de superfosfato simples (SS), 0, 320, 640 e 1280 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato equivalentes a 0, 280, 560 e 1120 kg de P/ha, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4 com 8 repetições, perfazendo 64 parcelas. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso de plástico com capacidade para 6,0 kg de substrato.

### 3.5.2. Experimento 2 - Limoeiro 'Rugoso'

Os tratamentos consistiram em duas condições de micorrização e quatro doses de SS aplicadas ao substrato combinados entre si por esquema fatorial, correspondente à presença e ausência de G. clarum nas raízes de limoeiros 'Rugoso' e à adição de 0, 320, 640 e 1280 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato equivalentes a 0, 280, 560 e 1120 kg de P/ha, respectivamente. Adotou-se delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4 com 8 repetições totalizando 64 parcelas. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso de plástico contendo 6,0 kg de substrato.

### 3.5.3. Experimento 3 - Limoeiro 'Cravo'

Os tratamentos foram compostos por duas condições de micorrização, presença e ausência de G. clarum nas raízes de limoeiros 'Cravo' e quatro doses de SS aplicadas ao substrato, 0, 320, 640 e 1280 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato equivalentes a 0, 280, 560 e 1120 kg de P/ha, respectivamente. Usou-se delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x4 com 5 repetições totalizando 40 parcelas. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso de plástico com 6 kg de substrato.

## 3.6. Condução dos Experimentos

Após a sementeira, o suprimento de água adequado às plantas foi realizado através da irrigação diária por microaspersão em casa-de-vegetação. Aos 100 dias pós-semeadura, foi aplicado acaricida à base de clorobenzilato segundo recomendações para citros para o controle de ácaro da gema.

### 3.7. Avaliação dos Experimentos

As avaliações dos experimentos com as tangerineiras 'Cleopatra', limoeiro 'Rugoso' e limoeiro 'Cravo' foram realizadas aos 135 dias pós-semeadura. Com auxílio de régua milimetrada e de paquímetro foram realizadas as determinações de altura de planta a partir do colum até a gema apical e do diâmetro de caule na região logo abaixo do 19 par de folhas. Em seguida, as plantas foram retiradas dos vasos e as raízes e parte aérea foram separadas, lavadas em água de torneira e em água destilada, colocadas em sacos de papel e em estufa a 60°C com ventilação e pesadas até atingirem peso constante. As amostras de raízes foram previamente retiradas e fixadas em FAA e destas foram retiradas sub amostras de 1g para coloração e avaliação da colonização micorrízica. A coloração das raízes foi executada segundo método descrito por PHILLIPS & HAYMAN (85) e a avaliação de colonização micorrízica foi feita pelo método da placa quadriculada, segundo GIOVANETTI & MOSSE (29). Em seguida, o material de parte aérea e raízes foi triturado separadamente e colocado em frascos de vidro identificados para posterior determinação dos teores de nutrientes através da digestão via úmida, conforme HUNTER (42). O N foi determinado pelo método Kjeldhal, o P e B por colorimetria com molibdato e vanadato de amônio, o K por fotometria de chama, o Ca, Mg, Cu, Mn e Zn por espectro-fotometria de absorção atômica e o S pelo método turbidimétrico, segundo procedimentos descritos por SARRUGE & HAAG (96).

### 3.8. Análises Estatísticas

As análises estatísticas dos dados foram realizadas de acordo

com os delineamentos experimentais adotados. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se os níveis de significância de 1% e 5% para o teste de F. Aplicou-se o teste de Tukey a 5% para comparação das médias.

As características referentes aos teores de nutrientes e dados de colonização radicular pelo fungo MVA, expressos em percentagens, foram transformados em  $\text{arc. sen } \sqrt{X/100}$ , e em seguida, submetidos à análise de variância.

Os resultados para as características cujas médias referentes às doses de SS apresentaram diferenças entre si foram submetidos à análise de regressão. As equações de regressão foram selecionadas pelo teste de F, ao nível de 1% de probabilidade.

Foram realizadas análises de regressão para as características que apresentaram interação dupla significativas.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Experimento 1

Os resumos das análises de variância referentes à colonização micorrízica nas raízes das tangerineiras 'Cleopatra' aos 135 dias pós-semeadura, encontram-se no Quadro 2. Os valores médios da percentagem de colonização micorrízica são apresentados no Quadro 3, onde se observa que somente os tratamentos micorrizados apresentaram colonização das raízes.

A equação de regressão para a percentagem de colonização micorrízica nas raízes de tangerineiras 'Cleopatra', em função das doses de SS aplicadas ao substrato, são apresentadas na Figura 1, demonstrando que a colonização foi reduzida pelo aumento nas dosagens de SS ao substrato.

Esse efeito tem sido relatado por vários autores para diferentes porta-enxertos de citros e espécies de fungos MVA, ANTUNES & CARDOSO (2), CARDOSO et alii (16) e GRAHAM et alii (32), e pode ser explicado a partir da hipótese formulada por SIQUEIRA et alii (103) de que o P controla o grau de colonização das raízes pelos fungos MVA através do metabolismo de carboidratos da plan-

QUADRO 2 - Resumo da análise de variância referente à colonização micorrízica em raízes de tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS e micorrizadas com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

F.V.	G.L.	QME e significância <sup>1/</sup>
		% Colonização
Doses (P)	3	398,10**
Erro	21	47,37
C.V., %		12,87

<sup>1/</sup> Dados transformados para  $\text{arc. sen} \sqrt{x/100}$

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

QUADRO 3 - Médias das percentagens de colonização micorrízica nas raízes de tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS e micorrizadas ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Caracte rística	Micorrização	Doses de SS (g/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> )				Médias por micorrização
		0	320	640	1280	
Colonização, %	Sem	0	0	0	0	0 B
	Com	73,89a	69,84a	66,44a	46,99b	64,29 A

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ao nível de 1% de probabilidade.

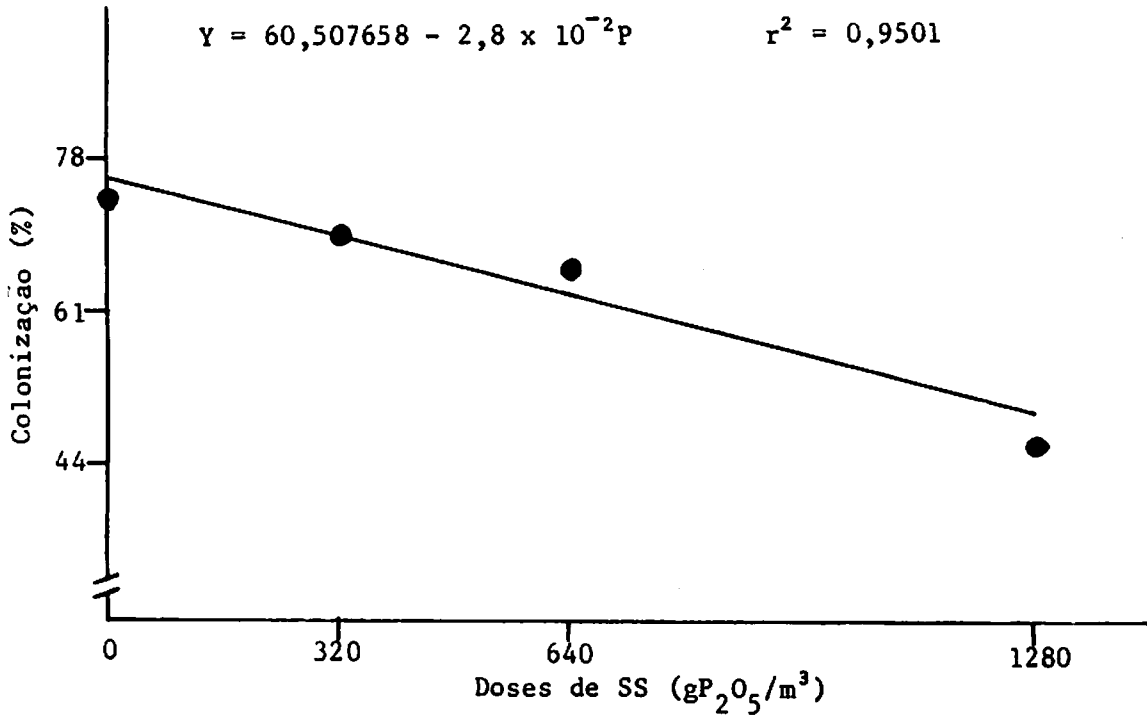


FIGURA 1 - Efeito de doses de SS na porcentagem de colonização micorrízica nas raízes de tangerineiras 'Cleopatra' aos 135 dias pós-semeadura.

ta hospedeira.

Os resumos de análise de variância referentes à produção de matéria seca total, altura de plantas e diâmetro de caule das tangerineiras 'Cleopatra', aos 135 dias pós-semeadura, encontram-se no Quadro 4.

Os valores médios de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', referentes aos tratamentos com e sem micorriza e aos tratamentos com doses de SS aplicadas ao substrato, são apresentados nos Quadros 5 e 6, respectivamente.

Em geral, a micorrização e a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato aumentaram a altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra'.

As equações de regressão para a produção de matéria seca total pelas tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas ou não, em função das doses de SS aplicadas ao substrato, são apresentadas na Figura 2.

Observa-se que o maior incremento na produção de matéria seca total das plantas micorrizadas em relação às não micorrizadas ocorreu quando adicionou-se  $1074,28 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  de substrato.

Verifica-se aumento linear na produção de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' não micorrizadas em função de doses crescentes de SS enquanto que em plantas micorrizadas houve aumento na matéria seca total até a dose  $1021,98 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  a partir do qual houve redução.

Os resumos das análises de variância referentes aos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra', encontram-se no Quadro 7. Os teores médios dos macro e micronutrientes na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' referentes aos tratamentos com e sem micorriza e aos tratamentos com doses de SS aplicadas ao substrato, encontram-se nos

QUADRO 4 - Resumos das análises de variância para produção de matéria seca total, altura de plantas e diâmetro de caule das tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS e micorrizadas ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

F.V.	G.L.	QME e significância		
		Matéria seca total (g/pl.)	Altura de plantas (cm)	Diâmetro de caule (mm)
Inoculação (I)	1	233,95**	656,00**	5,42**
Doses (P)	3	65,57**	185,74**	1,25**
I x P	3	6,84*	12,43	0,07
Erro	49	2,21	13,09	0,03
C.V., %		32,77	33,52	6,85

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

QUADRO 5 - Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', micorrizadas ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Micorrização	
	Sem	Com
Altura de plantas, cm	7,59 b	13,99 a
Diâmetro de caule, mm	2,23 b	2,82 a
Matéria seca total, g/pl.	2,62 b	6,45 a

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 6 - Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Doses de SS.(gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> )			
	0	320	640	1280
Altura de planta,cm	6,33c	10,50b	11,82ab	23,02a
Diâmetro de caule,mm	2,17c	2,47b	2,61b	2,85a
Matéria seca total,g/pl	2,02c	3,94b	5,47a	6,71a

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.



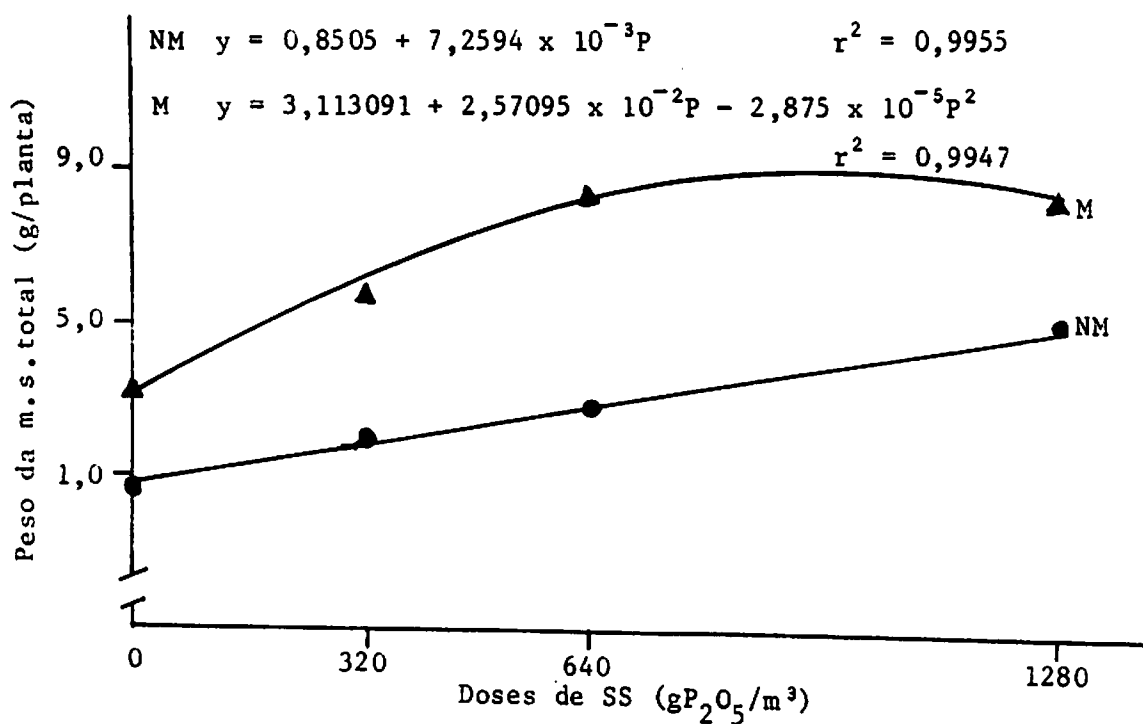


FIGURA 2 - Efeitos de doses de SS na produção de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas (M) ou não (NM) com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

QUADRO 7 - Resumos das análises de variância para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco, na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS e micorrizadas ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

F.V.	G.L.	QME e significância									
		N <sup>1/</sup>	P <sup>1/</sup>	K <sup>1/</sup>	Ca <sup>1/</sup>	Mg <sup>1/</sup>	S <sup>1/</sup>	B	Cu	Mn	Zn
Inoculação (I)	1	0,13	19,73**	9,94**	13,90**	2,81**	3,79**	2094,77**	16801,99**	29302,59**	2765,18**
Doses (P)	3	4,41**	0,20**	1,64**	20,73**	0,22**	4,06**	177,74**	2410,30**	18457,68**	3409,22**
I x P	3	0,31	0,14**	0,35	0,005	0,01	0,14**	207,03**	679,36	2403,75*	687,17
Erro	49	0,57	0,02	0,29	0,30	0,02	0,03	17,40	360,67	681,74	343,57
C.V., %		7,40	7,51	8,95	8,45	4,90	6,46	12,73	63,24	12,82	33,63

<sup>1/</sup> Dados transformados para  $\text{arc. sen} \sqrt{x/100}$

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

Quadros 8 e 9, respectivamente.

A micorrização aumentou significativamente os teores de P, K, Ca, Mg, S e Zn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra'. Porém, não alterou os teores de N e reduziu os teores de B, Cu e Mn.

A adição de SS ao substrato resultou em redução dos teores de N, K, Mg, B, Cu, Mn e Zn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' e em aumento nos teores de P, Ca e S.

As equações de regressão para os teores de P, S e Mn na m.s. total pelas tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas ou não, em função das doses de SS aplicadas ao substrato, são apresentadas na Figura 3.

Verifica-se que o menor benefício da micorrização sobre os teores de P na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' ocorreu quando adicionou-se  $1280 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  de substrato. Para os teores de S na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' o maior benefício da micorrização sobre os teores deste nutriente foi obtido quando não se adicionou SS ao substrato.

Observa-se aumento linear nos teores de P na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' não micorrizadas em função de doses crescentes de SS enquanto que em plantas micorrizadas houve aumento nos teores deste nutriente até a dose  $702,69 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  de substrato a partir do qual houve redução. Com relação aos teores de S na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas, verifica-se que os teores desse nutriente foram aumentados até a dose máxima de SS aplicado ao substrato enquanto que na m.s. total das não micorrizadas esse aumento ocorreu apenas até a dose  $975,15 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  de substrato. Para os teores de Mn, houve redução deste nutriente na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas e não micorrizadas pela aplicação de doses crescentes de SS ao substrato.

QUADRO 8 - Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', micorrizadas ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Micorrização	
	Sem	com
N , %	3,19 a	3,13 a
P , %	0,06 b	0,19 a
K , %	0,96 b	1,24 a
Ca , %	1,10 b	1,46 a
Mg , %	0,25 b	0,33 a
S , %	0,22 b	0,30 a
B , ppm	38,48 a	27,03 b
Cu , ppm	46,23 a	13,82 b
Mn , ppm	225,06 a	182,26 b
Zn , ppm	48,53 b	61,67 a

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 9 - Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', cultivadas em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Doses de SS (gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /m )			
	0	320	640	1280
N , %	3,62 a	3,12 b	3,06 b	2,85 b
P , %	0,10 b	0,12 a	0,13 a	0,13 a
K , %	1,24 a	1,16 ab	1,01 b	0,99 b
Ca , %	0,71 c	1,37 b	1,46 ab	1,68 a
Mg , %	0,32 a	0,27 b	0,28 b	0,29 b
S , %	0,15 d	0,24 c	0,31 b	0,35 a
B , ppm	37,33 a	33,13 b	30,34 b	30,22 b
Cu , ppm	47,52 a	29,10 b	23,70 b	19,77 b
Mn , ppm	253,71 a	187,51 b	194,46 b	178,96 b
Zn , ppm	76,69 a	48,83 b	44,57 b	50,31 b

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

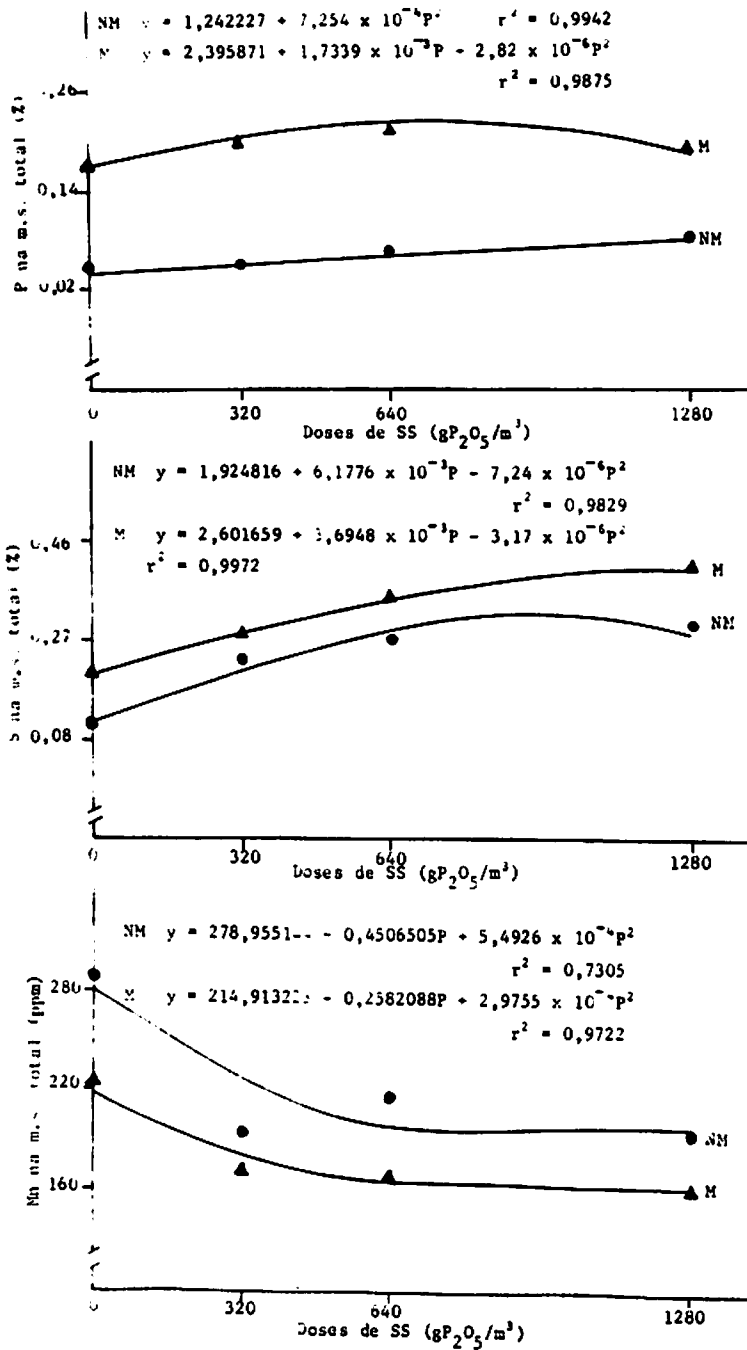


FIGURA 3 - Efeitos de doses de SS nos teores de P, S e Mn na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas (M) ou não (NM) com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Os teores de N para tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas obtidas neste estudo, concordam com MOSSE (76) e com Rhodes e Gerdemann (1980) citados por ZAMBOLIM & SIQUEIRA (123) de que fungos MVA não favorecem a absorção de N. Essa afirmativa foi confirmada em trabalho realizado por CAMARGO (13) no qual os teores de N permaneceram inalterados em limoeiros 'Cravo' micorrizados. O  $\text{NO}_3^-$  e o  $\text{NH}_4^+$  ao contrário de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , são prontamente móveis no solo, não sendo portanto, fator limitante a sua realimentação pela difusão no interior da área de depleção ao redor das raízes, HUGHES et alii (41).

Em geral, observou-se neste estudo, redução dos teores de N na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra', com a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato, o que concorda com relatos de SOUZA (108) e CARVALHO (17) para diferentes variedades de citros e condições de cultivo. Esse efeito ocorreu devido aos teores de N não acompanharem o aumento da matéria seca total das plantas, diluindo-se nos seus tecidos. Além disso, o Ca e o P podem interferir na absorção de N, existindo portanto correlação negativa entre cada um desses nutrientes com o N no solo, CARVALHO (17) e SILVA (100).

Os maiores teores de P na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas em relação às não micorrizadas, obtidas neste estudo, confirmam os relatos encontrados na literatura sobre a maior absorção e utilização de nutrientes, principalmente P, pelas micorrizas, através de modificações fisiológicas espaciais ou geométricas e temporais, SIQUEIRA & OLIVEIRA (102). Esse efeito é decorrente do aumento do volume total de solo explorado pelas hifas e micélio do fungo, que permitem a absorção de nutrientes fora da zona de esgotamento, PEARSON & TINKER (83) e GRAY & GERDEMANN (34).

As maiores concentrações de P na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' verificadas neste estudo, concordam com resultados obtidos por MEN

GE et alii (68) e por NEMEC (77) para diferentes espécies de citros, fungos MVA e fertilizações fosfatadas. As tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas com G. clarum apresentaram maiores concentrações de P em relação às não micorrizadas, em todas as doses de SS adicionadas ao substrato (0, 320, 640 e 1280 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato. Isto ocorreu também para laranjeiras Azeda e Citranges Troyer quando fertilizadas com 0, 6, 28, 56, 278 e 556 ppm P aplicadas ao solo inoculadas com Glomus fasciculatum, MENGE et alii (68).

Os maiores benefícios da micorrização com relação ao aumento na absorção de P pelas plantas cítricas com resultante aumento na concentração de P na m.s. total, em condições de baixas doses de SS aplicadas ao substrato verificadas no presente estudo, confirmam os resultados apresentados por ANTUNES (1) e por MENGE et alii (68). Dessa forma, a micorrização é de grande importância para a nutrição de tangerineiras 'Cleopatra', podendo reduzir substancialmente a aplicação de SS ao substrato.

Os teores médios de P na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' que apresentaram maiores crescimentos foram de 0,13% sendo praticamente o mesmo encontrado por BUENO (11), aos seis meses pós-semeadura.

Os aumentos na absorção de K pelas tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas com G. clarum em relação às não micorrizadas, obtidas neste estudo, concordam com resultados relatados por vários autores para diferentes porta-enxertos, espécies de citros e condições de fertilização, CARDOSO et alii (16) e MENGE et alii (65).

O K ao contrário do P, se difunde por fluxo de massa não favorecendo a formação de zonas de esgotamento na rizosfera onde as hifas poderiam atuar como uma extensão do sistema radicular para absorção de nutrientes. Sendo assim as plantas podem beneficiar-se da associação para absorção de K



somente quando a concentração iônica deste nutriente na solução do solo for extremamente baixa, conforme discutido por SIQUEIRA et alii (104). Dessa forma, maiores teores de K na m.s. total desses porta-enxertos micorrizados estão provavelmente relacionados com outros fatores que possam interferir no processo de retirada de K pela planta, e não devido à presença de micorriza.

Os resultados referentes aos teores de K na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' observados neste estudo, também foram verificados por CARVALHO (17) que obteve redução nos teores deste nutriente na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' quando foi aplicado doses crescentes de SS ao substrato. Os efeitos de diluição e o antagonismo existente entre o Ca, presente no fertilizante fosfatado, sobre a absorção de K são as prováveis causas apontadas por CARVALHO (17) e por SOUZA (108).

Os teores médios de K na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' em plantas que apresentaram maiores crescimentos foram de 0,99%, estando próximos aos encontrados por BUENO (11), que foram de 1,11%.

Os maiores teores de Ca na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas em relação às não micorrizadas, verificados neste estudo, confirmam os resultados obtidos por ZAMBOLIM & PINTO (122) em vários porta-enxertos de citros.

Aplicação de doses crescentes de SS ao substrato resultou em aumento nos teores de Ca na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra', o que concorda com os resultados obtidos por BUENO (11) para o mesmo porta-enxerto, utilizando-se, porém, superfosfato triplo. Esse efeito pode ser atribuído aos elevados teores de Ca presente no superfosfato simples.

Os teores médios de Ca na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' em plantas que apresentaram maiores crescimentos foram de 1,68% de Ca, sen

do superiores aos obtidos por BUENO (11) que foram de 1,24%.

Tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas com G. clarum apresentaram maiores teores de Mg na m.s. total em relação às não micorrizadas, o que concorda com ZAMBOLIM & PINTO (122) e CARDOSO et alii (16) para diferentes porta-enxertos de citros, espécies de fungos MVA e condições de fertilização.

Redução nos teores de Mg na m.s. total de tangerineiras 'Cleopatra' observados neste estudo, decorrentes de doses crescentes de superfosfato simples, foram também verificados por BUENO (11) para o mesmo porta-enxerto, porém, utilizando superfosfato triplo.

Os teores médios de Mg na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' em plantas que apresentaram maiores crescimentos foram de 0,29% sendo superiores aos obtidos por BUENO (11) que foram de 0,22%.

Em geral, reduções nos teores de B na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas em relação às não micorrizadas, obtidas neste estudo, concordam com os resultados observados por ZAMBOLIM & PINTO (122) para vários porta-enxertos de citros micorrizados com diferentes espécies de fungos MVA. Esse efeito pode ser explicado possivelmente pela diluição do B no maior volume de m.s. total dos porta-enxertos micorrizados.

Os teores de B na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' observados neste estudo, concordam com vários autores que obtiveram redução nos teores desse nutriente com adição de doses crescentes de diferentes fontes de P, porta-enxertos de citros e condições de cultivo (11, 17, 79, 100). Conforme discutido por BUENO (11) e SILVA (100), as possíveis causas da redução nos teores de B com aumento das doses de SS e superfosfato triplo ao substrato são devidas à competição iônica entre P e B por serem estes nutrientes absorvidos como ânions, e ao efeito de diluição.

Os teores médios de B na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' em plantas que apresentaram maiores crescimentos foram de 30,22 ppm sendo superiores aos obtidos por BUENO (11) que foram de 18,78 ppm.

Os efeitos positivos da micorrização sobre os teores de S na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' estão de acordo com KATO (45) que encontrou aumentos nos teores desse nutriente em plantas de mandioca inoculadas com Entrophospora colombiana e com G. clarum.

Aumento nos teores de S na m.s. total de tangerineiras 'Cleopatra' verificados com a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato concordam com CARVALHO (17) para diferente espécie de citros e métodos de aplicação de SS. Segundo esse autor este acréscimo nos teores de S na m.s. total de plantas cítricas pode ter sido favorecido pela presença do P e do Ca existentes no superfosfato simples e por uma possível atividade microbianna do solo capaz de liberar o S para as plantas, além da presença deste nutriente nestes fertilizantes.

Os teores médios de S na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' em plantas que apresentaram maiores crescimentos foram de 0,35% sendo inferiores aos obtidos por BUENO (11), que foram de 0,68%.

Os teores de Cu na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas foram menores do que nos tratamentos não micorrizados o que concorda com TIMMER & LEYDEN (116) e com LAMBERT et alii (48) sendo este efeito devido à diluição de Cu nos tecidos das plantas micorrizadas por apresentarem maiores crescimentos.

Aplicação de doses crescentes de SS ao substrato reduziram os teores de Cu na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' concordando com relatos de vários autores (6, 11, 79, 81, 100, 110). Essa redução nos teores de

Cu na m.s. total das plantas, decorrente de elevadas doses de SS adicionadas ao substrato, pode ser devido à ocorrência de interações e possíveis distúrbios na retirada e funcionamento metabólico de Cu podendo reduzir a absorção desse nutriente, como esclarece OLSEN et alii (81).

Os teores de Cu na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 19,77 ppm estando acima dos valores encontrados por BUENO (11) que foram de 5,37 ppm.

Reduções nos teores de Mn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas em relação às não micorrizadas, obtidas neste estudo, estão de acordo com KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46) e TIMMER & LEYDEN (117). Os teores de Mn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas e não micorrizadas em função de doses crescentes de SS também foram reduzidas. Esses efeitos foram provavelmente devido à diluição dos teores de Mn em plantas que apresentaram maiores crescimentos.

Os teores de Mn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' foram reduzidos pela adição de doses crescentes de P ao substrato estando de acordo com os relatos de BINGHAM & MARTIN (7), NICOLI (79) e SILVA (100) e segundo estes últimos autores esse efeito pode ser devido à presença de Ca no superfosfato simples.

Verificou-se no presente estudo, altos teores de Mn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' utilizadas. Uma das prováveis causas desse efeito poderia ser o fornecimento de 2% de Mn contidos na formulação do fertilizante foliar nitrogenado utilizado neste estudo.

Os teores de Mn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' em plantas que apresentaram maiores crescimentos foram de 178,96 ppm. Os teores de Mn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' obtidos neste estudo foram su

periores aos verificados por BUENO (11) que foram de 102,33 ppm.

O efeito benéfico da associação micorrízica em aumentar a absorção de Zn em tangerineiras 'Cleopatra', verificado neste estudo, foi também obtido por MANJUNATH et alii (58) para esse porta-enxerto.

Os teores de Zn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra' foram reduzidos pelas doses crescentes de SS aplicadas ao substrato, o que confirma os relatos de vários autores para plantas cítricas (6, 7, 11, 81, 100, 110). Esse decréscimo, segundo OLSEN et alii (81), pode ser devido à interação P-Zn no substrato, alteração na translocação e função metabólica de Zn na planta e ao efeito de diluição desse nutriente na parte aérea em resposta ao crescimento por P.

Os teores de Zn na m.s. total das tangerineiras 'Cleopatra', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 50,3 ppm de Zn estando acima dos valores obtidos por BUENO (11) na m.s. total desse porta-enxerto que foram de 31,62 ppm.

#### 4.2. Experimento 2

Os resumos das análises de variância para a colonização micorrízica nas raízes dos limoeiros 'Rugoso' aos 135 dias pós-semeadura, encontram-se no Quadro 10. Os valores médios da percentagem de colonização micorrízica nas raízes em função das doses de SS, são apresentados no Quadro 11.

A colonização das raízes de limoeiro 'Rugoso' somente foi constatada nas plantas micorrizadas sendo significativamente reduzida pela adição de SS ao substrato.

A adição de P solúvel pode reduzir a colonização do fungo MVA nas raízes, conforme amplamente relatados por GERDEMANN (26) e MOSSE (76) o que tem sido observado por GRAHAM & TIMMER (33) e WEIR et alii (121) para o limoeiro 'Rugoso'. O mecanismo pelo qual o P inibe a formação micorrízica baseia-se na hipótese proposta por SIQUEIRA et alii (103).

Os resumos das análises de variância para a produção de matéria seca total, altura de plantas e diâmetro de caule dos limoeiros 'Rugoso', encontram-se no Quadro 12.

Os valores médios de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total referentes aos tratamentos com e sem micorriza e aos tratamentos com doses de SS aplicadas ao substrato, são apresentados nos Quadros 13 e 14, respectivamente.

Em geral, a micorrização e a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato aumentaram a altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso'.

As equações de regressão para o diâmetro de caule dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados ou não, em função das doses de SS aplicadas ao substrato,

QUADRO 10 - Resumo da análise de variância referente à colonização micorrízica em raízes de limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

F.V.	G. L	QME e Significância <sup>1/</sup>
		% colonização
Doses (P)	3	405,37**
Erro	21	67,70
C.V., %		13,27

<sup>1/</sup> Dados transformados para  $\text{arc. sen} \sqrt{x/100}$

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRC 11 - Médias das percentagens de colonização micorrizica nas raízes de limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Característica	Micorrização	Doses de SS (gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> )				Médias por micorrização
		0	320	640	1280	
Colonização, %	Sem	0	0	0	0	0 B
	Com	90,98a	70,37b	74,59b	72,93b	77,21 A

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna, e minúsculas na linha, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ao nível de 1% de probabilidade.



QUADRO 12 - Resumos das análises de variância para produção de matéria seca total, altura de plantas e diâmetro de caule dos limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

F.V.	G.L.	QME e Significância		
		Matéria seca total (g/pl.)	Altura de plantas (cm)	Diâmetro de caule (mm)
Inoculação (I)	1	609,10**	610,89**	15,57**
Doses (P)	3	155,76**	114,32**	3,03**
I x P	3	10,35	9,19	0,33*
Erro	49	5,93	8,15	0,10
C.V., %		34,30	26,67	10,99

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

QUADRO 13 - Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', micorrizados ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Micorrização	
	Sem	Com
Altura de plantas, cm	7,61 b	13,79 a
Diâmetro de caule, mm	2,43 b	3,42 a
Matéria seca total, g/pl.	4,01 b	10,18 a

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 14 - Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Doses de SS (gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> )			
	0	320	640	1280
Altura de plantas, cm	7,95 c	9,69 bc	10,89 b	14,28 a
Diâmetro de caule, mm	2,53 c	2,66 c	3,00 b	3,51 a
Materia seca total, g/pl	3,90 c	5,84 bc	7,37 b	11,26 a

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

são apresentadas na Figura 4.

Observa-se que a micorrização aumentou o diâmetro de caule dos limoeiros 'Rugoso' sendo esse efeito mais acentuado em condições de menores doses de SS ao substrato.

Os resumos das análises de variância referentes aos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', encontram-se no Quadro 15. Os teores médios dos macro e micronutrientes na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' referentes aos tratamentos com e sem micorriza e aos tratamentos com doses de SS aplicadas ao substrato, encontram-se nos Quadros 16 e 17, respectivamente.

A micorrização aumentou significativamente os teores de P, K, Ca, Mg e S na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' e reduziu os teores de N, B, Cu, Mn e Zn.

Os teores de N, Mg, B, Cu, Mn e Zn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' foram reduzidos pela aplicação de doses crescentes de SS ao substrato. Não houve alteração nos teores de K na m.s. total das plantas com adição de doses crescentes de SS, porém os teores de P, Ca e S foram aumentados.

As equações de regressão para os teores de Ca, S e Zn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados ou não, em função das doses de SS aplicadas, são apresentadas na Figura 5.

Verifica-se que o maior benefício da micorrização sobre os teores de Ca na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' ocorreu quando adicionou-se  $891,42 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  de substrato. Para os teores de S na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' o efeito benéfico da micorrização foi obtido apenas quando não se adicionou SS.

Observa-se que a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato

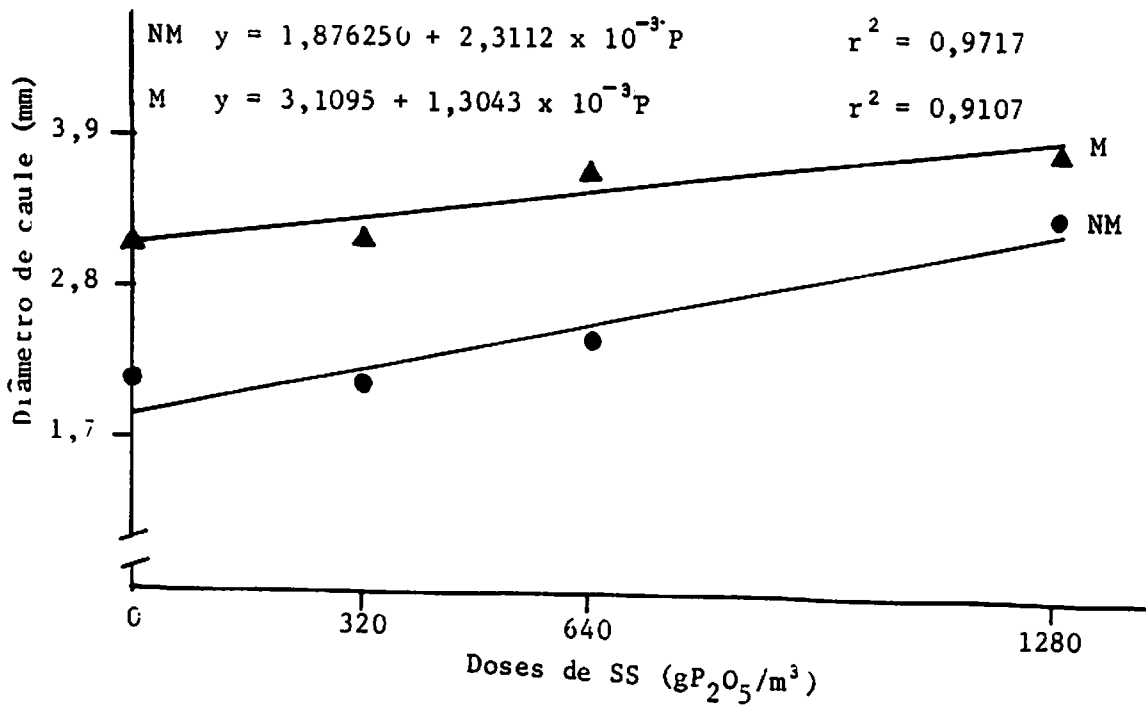


FIGURA 4 - Efeitos de doses de SS no diâmetro de caule de limoeiros 'Rugoso' micorrizados (M) ou não (NM) com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

QUADRO 15 - Resumos das análises de variância para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco, na matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizas ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

F.V.	G.L.	QME e significância									
		N <sup>1/</sup>	P <sup>1/</sup>	K <sup>1/</sup>	Ca <sup>1/</sup>	Mg <sup>1/</sup>	S <sup>1/</sup>	B	Cu	Mn	Zn
Inoculação (I)	1	31,65**	15,18**	7,67**	33,17**	7,04**	0,25*	650,31**	9737,98**	2597,43*	4270,78*
Doses (P)	3	11,19**	0,26**	0,47	23,93**	0,61**	3,48**	960,55**	972,43**	17081,88**	6515,43**
I x P	3	0,47	0,13*	0,99*	0,56*	0,35**	1,17**	624,38**	1019,87**	455,72	2587,56*
Erro	7	0,81	0,04	0,29	0,14	0,04	0,04	15,08	103,17	379,58	679,89
C.V., %		8,33	11,53	9,79	6,62	8,05	7,18	11,67	43,79	10,30	35,61

<sup>1/</sup> Dados transformados para  $\text{arc. sen} \sqrt{x/100}$

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

QUADRO 16 - Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', micorrizados ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Micorrização	
	Sem	Com
N , %	3,99 a	3,08 b
P , %	0,05 b	0,16 a
K , %	0,83 b	1,06 a
Ca, %	0,77 b	1,28 a
Mg, %	0,17 b	0,28 a
S , %	0,25 b	0,27 a
B , ppm	36,44 a	30,07 b
Cu, ppm	35,52 a	10,85 b
Mn, ppm	195,36 a	182,63 b
Zn, ppm	81,37 a	65,03 b

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 17 - Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso', cultivados em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Doses de SS (gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> )			
	0	320	640	1280
N , %	4,12 a	3,71 ab	3,49 b	2,86 c
P , %	0,09 b	0,10 b	0,11 ab	0,12 a
K , %	0,99 a	0,98 a	0,96 a	0,86 a
Ca, %	0,51 d	1,00 c	1,24 b	1,47 a
Mg, %	0,28 a	0,20 b	0,22 b	0,21 b
S , %	0,17 c	0,23 b	0,31 a	0,34 a
B , ppm	42,22 a	36,92 b	28,78 c	25,11 d
Cu, ppm	34,83 a	20,32 b	18,68 b	18,92 b
Mn, ppm	235,67 a	159,35 c	181,17 b	179,80 b
Zn, ppm	100,55 a	76,04 ab	55,89 b	60,31 b

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, dife<sub>re</sub>rem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.



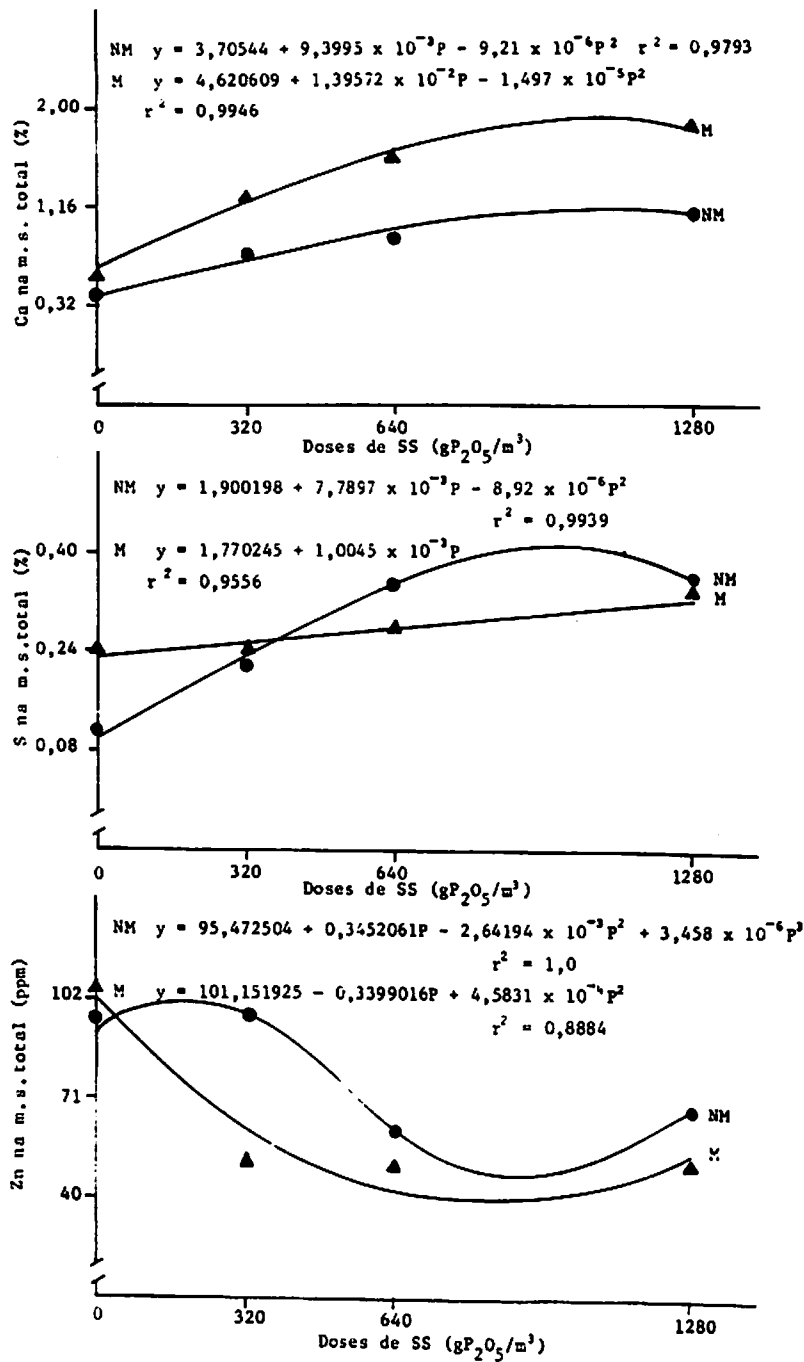


FIGURA 5 - Efeitos de doses de SS nos teores de Ca, S e Zn na matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados (M) ou não (NM) com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

to resultou em aumento nos teores de Ca e S na m.s. total de limoeiros 'Rugoso' micorrizados e não micorrizados. Para os teores de Zn, houve redução deste nutriente na m.s. total de limoeiros 'Rugoso' tanto micorrizados quanto não micorrizados quando adicionou-se doses crescentes de SS ao substrato.

A micorrização reduziu os teores de N na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' concordando com a afirmativa de MOSSE (76) de que fungos MVA não favorecem a absorção desse nutriente. Isto parece ser devido ao fato do  $\text{NO}_3^-$  e do  $\text{NH}_4^+$  serem prontamente móveis no solo não favorecendo, portanto, a formação de zonas de esgotamento ao redor das raízes onde as hifas poderiam atuar como uma extensão do sistema radicular para absorção de nutrientes conforme discutidos por HUGHES et alii (41).

A redução nos teores de N em plantas micorrizadas, na maioria dos casos, é resultante de efeitos de diluição devido ao maior acúmulo de matéria seca nessas plantas, SIQUEIRA & OLIVEIRA (102), sendo também verificado para plantas cítricas, KRIKUN & LEVY (47).

A aplicação de doses crescentes de SS ao substrato reduziu os teores de N na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' conforme verificadas por vários autores para diferentes espécies de citros e condições de cultivo (17, 79, 100, 108). Esse efeito pode ser explicado pela diluição das concentrações de N nos tecidos da planta decorrente do aumento no crescimento vegetativo pela aplicação de SS ao substrato, JARREL & BEVERLY (43), e pela correlação negativa do Ca e P com o N no solo que podem interferir na absorção do N, CARVALHO (17) e SILVA (100).

Os maiores teores de P na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados em relação aos não micorrizados, obtidos neste estudo, concordam com relatos sobre a maior absorção e utilização de elementos minerais pouco mó

veis no solo como o P, BOWEN et alii (9), HAYMAN & MOSSE (40) e MOSSE (76). O principal mecanismo responsável por esse efeito benéfico é devido, principalmente, à translocação de P para as raízes através da hifa externa que explora o solo além da zona de esgotamento, GRAY & GERDEMANN (34) e Rhodes & Gerdemann (1975) citados por RHODES & GERDEMANN (91).

As maiores concentrações de P na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados, verificados neste estudo, concordam com resultados obtidos por KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46) para estes mesmos porta-enxertos, submetidos porém, a diferente fertilização fosfatada e espécie de fungo MVA.

Os teores médios de P na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 0,12%.

Os aumentos na absorção de K pelos limoeiros 'Rugoso' micorrizados com G. clarum em relação aos não micorrizados, concordam com resultados obtidos por ANTUNES & CARDOSO (2) e ZAMBOLIM & PINTO (122) para diferentes porta-enxertos, espécies de fungos MVA e condições de fertilização.

As plantas podem beneficiar-se da associação micorrízica para absorção de K somente quando a concentração iônica deste nutriente na solução do solo for extremamente baixa já que a retirada de K não favorece zonas de esgotamento no interior da área de depleção ao redor das raízes, SIQUEIRA et alii (104). Assim, maiores teores de K na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados estão provavelmente relacionados com algum mecanismo que possa acelerar outras partes do processo de retirada de K pela planta e não devido à maior superfície de absorção pela micorriza.

Para o limoeiro 'Rugoso' a adição de SS em doses crescentes não influenciou os teores de K na m.s. total das plantas. Isto foi verificado também por CAMARGO (13) e por REUTHER et alii (90) em plantas cítricas. Segundo

CAMARGO (13), o resultado anteriormente descrito foi atribuído ao alto conteúdo inicial de K no substrato, cerca de 160 ppm, que pode ter proporcionado quantidade suficiente do nutriente disponível às plantas. Esse fato provavelmente explique o resultado obtido no presente estudo, apesar do teor médio inicial de 47 ppm de K encontrado no substrato.

Os teores médios de K na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 0,86%.

O efeito da micorrização dos limoeiros 'Rugoso' nos teores de Ca na m.s. total dessas plantas, obtidas neste estudo, concordam com relatos de ZAMBOLIM & PINTO (122) que verificaram maiores teores desse nutriente em vários porta-enxertos micorrizados com diferentes espécies de fungos MVA.

A micorrização promoveu maior aumento nos teores de Ca na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' na dose  $640 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  de substrato. Resultados semelhantes foram obtidos por MENGE et alii (68) para laranjeiras Azeda micorrizadas e fertilizadas com 278 ppm de P.

O aumento nos teores de Ca na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' com a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato, verificados neste estudo, confirmam os resultados obtidos por diversos autores para diferentes porta-enxertos de citros, fontes de P, níveis de SS e métodos de aplicação (6,17,79,110). Esse efeito pode ser atribuído aos elevados teores de Ca presente no superfosfato simples.

Os teores médios de Ca na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 1,47%.

Limoeiros 'Rugoso' micorrizados com G. clarum apresentaram maiores teores de Mg na m.s. total em relação aos não micorrizados concordando com resultados obtidos por ZAMBOLIM & PINTO (122) para vários porta-enxertos de ci

tros micorrizados com diferentes espécies de fungos MVA.

O efeito da aplicação de doses crescentes de SS ao substrato nos teores de Mg na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', observadas neste estudo, estão de acordo com os resultados obtidos por BUENO (11) para diferentes porta-enxertos, tipos de solo e fonte de P.

Os teores médios de Mg na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 0,21%.

Em geral, reduções nos teores de B na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados com relação aos não micorrizados, verificados neste estudo, confirmam os resultados observados por KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46) para esses mesmos porta-enxertos micorrizados, porém, com Glomus mosseae. Esse efeito pode ser atribuído possivelmente pelo efeito de diluição, JARREL & BEVERLY (43).

Em geral, reduções nos teores de B na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' com aplicação de doses crescentes de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato simples concordam com resultados obtidos por CARVALHO (17) para diferentes métodos de aplicação, níveis de SS e porta-enxertos de citros. Esse efeito pode ser atribuído devido ao maior crescimento das plantas ocasionando o efeito de diluição, JARREL & BEVERLY (43) e à competição iônica entre P e B por serem estes nutrientes absorvidos como ânions, conforme discutidos por BUENO (11) e SILVA (100).

Os teores médios de B na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 25,11%.

Os aumentos na absorção de S pelos limoeiros 'Rugoso' micorrizados com G. clarum em relação aos não micorrizados, concordam com Rhodes & Gerdemann (1978) citados por KATO (45) que encontraram esses mesmos resultados em

plantas de cebola micorrizadas.

Os efeitos da aplicação de doses crescentes de SS ao substrato nos teores de S na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', verificados neste estudo, estão de acordo com BUENO (11) e CARVALHO (17), que trabalharam com limoeiros 'Cravo'. Segundo esses autores, a elevação nos teores de S na m.s. total das plantas cítricas pode ter sido favorecida pela presença do P e do Ca existente no superfosfato simples e no superfosfato triplo e por uma possível atividade microbiana do solo, além da presença deste nutriente nestes fertilizantes.

Os teores médios de S na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 0,34%.

As menores concentrações de Cu na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados em relação aos não micorrizados concordam com LAMBERT et alii (48) e com TIMMER & LEYDEN (116), sendo esse efeito decorrente dos maiores crescimentos das plantas micorrizadas resultando em diluição desse nutriente nos seus tecidos.

Reduções nos teores de Cu na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' com a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato foram também verificados por vários autores (6, 11, 79, 81, 100, 110). Isto pode ser devido à ocorrência de interações e possíveis distúrbios na retirada e funcionamento metabólico de Cu, quando doses elevadas de SS são adicionadas ao substrato, OLSEN et alii (81).

Os teores de Cu na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 18,92 ppm.

Reduções nos teores de Mn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados em relação aos não micorrizados, concordam com KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46) e TIMMER & LEYDEN (118).

Os teores de Mn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' estão de acordo com vários autores que obtiveram redução nos teores desse nutriente com adição de doses crescentes de SS, NICOLI (79) e SILVA (100), podendo esse efeito ser devido à presença de Ca no superfosfato simples segundo esses autores.

Uma das prováveis causas dos altos teores de Mn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' poderia ser o fornecimento de 2% de Mn contidos na formulação do fertilizante foliar nitrogenado utilizado neste estudo.

Os teores de Mn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 179,80 ppm.

Os menores teores de Zn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' micorrizados em relação aos não micorrizados, obtidos neste estudo, concordam com os resultados encontrados por KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46) na m.s. da parte aérea dos limoeiros 'Rugoso' inoculados com Glomus mosseae.

Reduções nos teores de Zn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso' com a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato foram também observadas por BUENO (11) e SILVA (100) para diferentes porta-enxertos cítricos. As possíveis causas desse efeito parecem relacionadas com a interação P-Zn no substrato, à alteração na translocação e função metabólica de Zn na planta e ao efeito de diluição desse nutriente na parte aérea em resposta ao crescimento por P.

Os teores de Zn na m.s. total dos limoeiros 'Rugoso', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 60,31 ppm.

#### 4.3. Experimento 3

Os resumos das análises de variância referentes à colonização micorrízica nas raízes dos limoeiros 'Cravo' aos 135 dias pós-semeadura, encontram-se no Quadro 18. Os valores médios da percentagem de colonização micorrízica nas raízes em função das doses de SS são apresentados no Quadro 19. A colonização das raízes de limoeiro 'Cravo' somente foi constatada nas plantas micorrizadas não sendo alterada pela adição de SS ao substrato.

O efeito inibitório do fungo não foi claramente observado conforme verificado por vários autores (38, 115, 116, 117, 118) para diferentes porta-enxertos de citros e espécies de fungos. Mas houve tendência à redução da percentagem de colonização micorrízica na dose mais elevada de SS.

Estes resultados não concordam com aqueles obtidos por CAMARGO (13), para o mesmo porta-enxerto e fungo MVA, em que a presença de cerca de 700 ppm de P no substrato não foram suficientes para reduzir a colonização micorrízica nas raízes de limoeiros 'Cravo'. Provavelmente essa variação seja decorrente das características próprias do substrato, sistema de cultivo, percentagem de colonização micorrízica e tempo de condução de cada experimento.

Os resultados observados para os limoeiros 'Cravo' no que se refere à influência da dose elevada de SS sobre o desenvolvimento da colonização micorrízica nas raízes e à resposta em crescimento da planta, concordam com resultados obtidos por SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (101), em cafeeiro. Segundo esses autores, a taxa de colonização pode ser reduzida, não favorecendo o crescimento da planta ou até mesmo apresentar efeito depressivo da simbiose em condições de elevado P disponível no solo, e conseqüentemente na planta. Assim, a redução no peso de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' micorrizados em relação aos



QUADRO 18 - Resumo da análise de variância referente à colonização micorrízica em raízes de limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizadas com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

F.V.	G.L.	QME e significância $\frac{1}{\%}$ colonização
Doses (P)	3	155,04
Erro	16	98,21
C.V., %		22,26

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\text{arc. sen } \sqrt{x/100}$

QUADRO 19 - Médias das percentagens de colonização micorrízica nas raízes de limoeiro 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Característica	Micorrização	Doses de SS ( $gP_2O_5/m^3$ )				Médias por micorrização
		0	320	640	1280	
Colonização, %	Sem	0	0	0	0	0 B
	Com	47,73a	58,57a	53,99a	36,35a	49,16A

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade.

não micorrizados, em maiores doses de SS aplicada ao substrato, pode ser provavelmente devida ao dreno de fotossintatos da planta pelo fungo. Efeito depressivo de *G. clarum* em raízes de limoeiros 'Cravo' foi também verificado por ANTONES (1), para o mesmo porta-enxerto, quando aplicado 200 ppm P ao solo. Apesar de MENGE et alii (68) não terem observado efeito depressivo da associação micorrízica sobre o crescimento de laranjeiras Azeda na dose 556 ppm de P aplicadas ao substrato na forma de superfosfato simples, houve tendência dessas plantas micorrizadas à menor produção de matéria seca da parte aérea em relação às não micorrizadas. Essa variação nos níveis de P que podem ser considerados inibitórios à colonização micorrízica podem ser atribuídos a características inerentes às espécies de fungo MVA e de plantas hospedeiras, e ao substrato em estudo, conforme verificado por SIQUEIRA et alii (103), SILVIA & SCHENCK (112) e FERNANDES et alii (24), além de outras condições particulares de cada experimento.

Os resumos das análises de variância para a produção de matéria seca total, altura de plantas e diâmetro de caule dos limoeiros 'Cravo', encontram-se no Quadro 20.

Os valores médios de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' referentes aos tratamentos com e sem micorriza e aos tratamentos com doses de SS aplicadas ao substrato, são apresentados nos Quadros 21 e 22, respectivamente.

Em geral, a micorrização não alterou a altura de plantas, diâmetro de caule e a produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo'.

A aplicação de doses crescentes de SS ao substrato beneficiou o crescimento em altura, diâmetro e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' independente da micorrização ou não.

QUADRO 20 - Resumos das análises de variância para produção de matéria seca total, altura de plantas e diâmetro de caule dos limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizados ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

F.V.	G.L.	QME e significância		
		Matéria seca total (g/pl.)	Altura de plantas (cm)	Diâmetro de caule (mm)
Inoculação (I)	1	5,58	7,25	0,02
Doses (P)	3	128,21**	245,77**	3,39**
I x P	3	19,79**	10,12	0,35*
Erro	32	3,74	4,31	0,09
C.V., %		44,27	20,37	12,22

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

QUADRO 21 - Médias de altura de plantas, diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo', micorrizados ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Micorrização	
	Sem	Com
Altura de plantas, cm	9,78 a	10,63 a
Diâmetro de caule, mm	2,48 a	2,53 a
Matéria seca total, g/pl.	3,99 a	4,74 a

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 22- Médias para altura de plantas, diâmetro de caule, produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Doses de SS (gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> )			
	0	320	640	1280
Altura de plantas, cm	5,57 c	8,46 b	9,58 b	17,20 a
Diâmetro de caule, mm	1,98 c	2,30 bc	2,40 b	3,33 a
Matéria seca total, g/pl.	1,05 c	2,98 bc	3,99 b	9,44 a

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

As equações de regressão para diâmetro de caule dos limoeiros 'Cravo' micorrizadas ou não, em função das doses de SS aplicadas ao substrato, são apresentadas na Figura 6.

A micorrização não influenciou o crescimento em diâmetro de caule dos limoeiros 'Cravo' na ausência de adição de SS e nas doses 320 e 640 g  $P_2O_5/m^3$  aplicadas ao substrato. Observa-se, porém, efeito depressivo da micorrização sobre o crescimento em diâmetro de caule dos limoeiros 'Cravo' em dosagens superiores a 645,71 g  $P_2O_5/m^3$  aplicadas ao substrato.

As equações de regressão para a produção de matéria seca dos limoeiros 'Cravo' micorrizados ou não, em função das doses de SS aplicadas ao substrato, são apresentadas na Figura 6.

Efeitos benéficos da micorrização sobre a produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' foram obtidos apenas com dosagens inferiores a 992,17 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato. O maior incremento na produção de matéria seca total das plantas micorrizadas em relação às não micorrizadas foi obtido quando adicionou-se 427,42 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato.

Os resumos das análises de variância referentes aos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', encontram-se no Quadro 23. Os teores médios dos macro e micronutrientes na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' referentes aos tratamentos com e sem micorriza e aos tratamentos com doses de SS aplicadas ao substrato, encontram-se nos Quadros 24 e 25, respectivamente.

A micorrização aumentou significativamente os teores de P, K, Ca e Mg na m.s. total dos limoeiros 'Cravo'. Entretanto, não alterou os teores de N, S, Cu e Zn e reduziu os teores de B e Mn.

De maneira geral, independente da micorrização ou não, a aplica

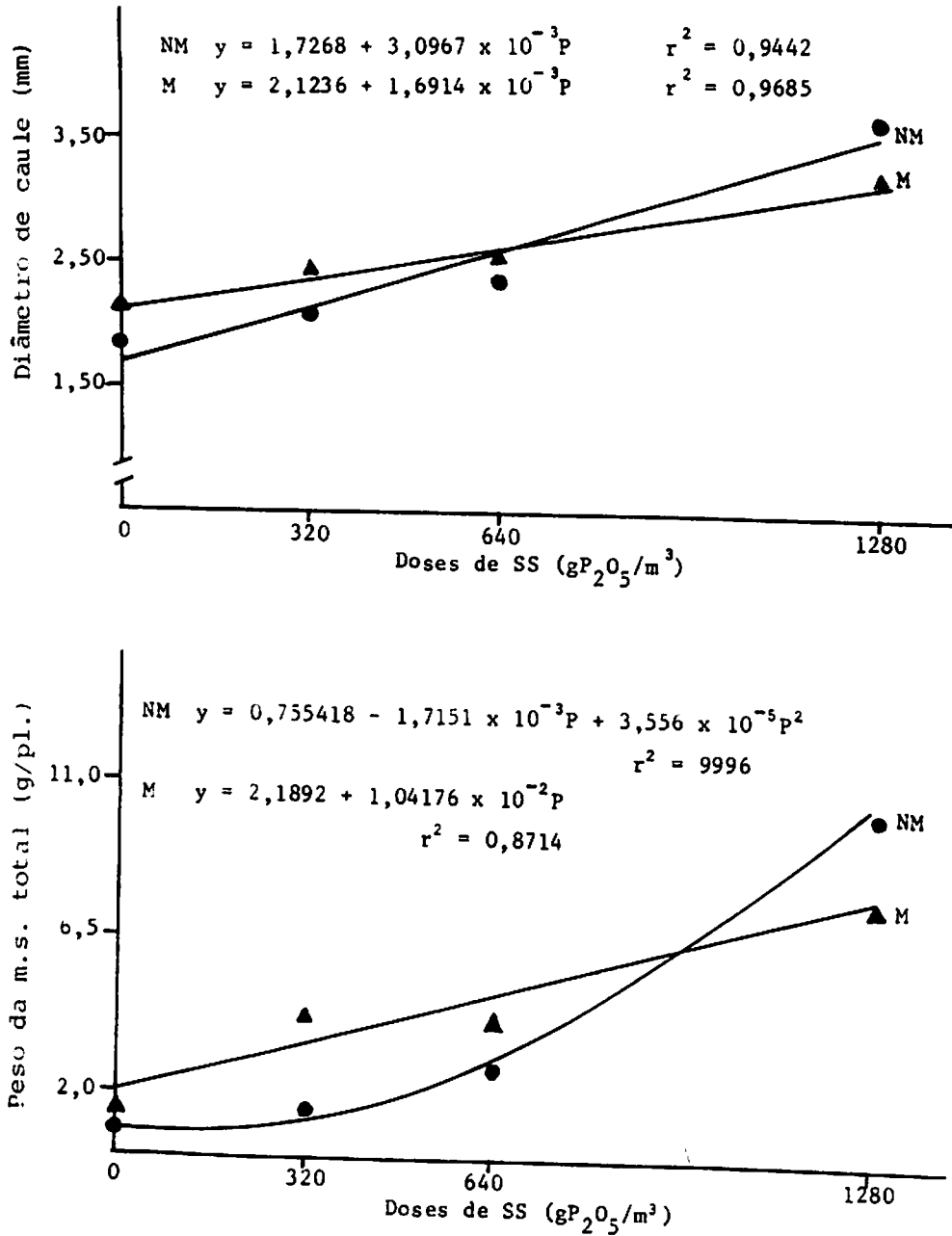


FIGURA 6 - Efeitos de doses de SS no diâmetro de caule e produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' micorrizados (M) ou não (NM) com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.



QUADRO 23 - Resumos das análises de variância para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco, na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS e micorrizas ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

F.V.	G.L.	QME e significância									
		N <sup>1/</sup>	P <sup>1/</sup>	K <sup>1/</sup>	Ca <sup>1/</sup>	Mg <sup>1/</sup>	S <sup>1/</sup>	B	Cu	Mn	Zn
Inoculação (I)	1	0,26	1,31**	2,31*	3,21**	0,57**	0,02	724,71**	753,07	11828,09**	460,97
Doses (P)	3	2,98**	0,10	1,11	11,54**	0,15*	5,63**	1166,77**	288,52	1991,23	899,64**
I x P	3	1,02	0,15*	0,91	0,44*	0,03	0,21*	168,45*	622,02	3220,47*	255,49
Erro	32	0,50	0,04	0,44	0,14	0,04	0,05	44,04	461,44	751,85	196,63
C.V., %		6,23	12,49	11,22	6,91	8,25	8,11	18,24	56,22	14,76	29,89

<sup>1/</sup> Dados transformados para  $\text{arc. sen} \sqrt{x/100}$

\* e \*\* significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidades respectivamente, pelo teste de

BIBLIOTECA CENTRAL - ESAL

QUADRO 24 - Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo', micorrizados ou não com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Micorrização	
	Sem	Com
N , %	3,93 a	3,82 a
P , %	0,06 b	0,09 a
K , %	0,98 b	1,15 a
Ca, %	0,81 b	1,00 a
Mg, %	0,17 b	0,21 a
S , %	0,26 a	0,27 a
B , ppm	40,64 a	32,12 b
Cu, ppm	33,86 a	42,54 a
Mn, ppm	202,92 a	168,53 b
Zn, ppm	43,50 a	50,29 a

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 25 - Médias para os teores de macro e micronutrientes na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo', cultivados em substrato com diferentes doses de SS, aos 135 dias pós-semeadura.

Características	Doses de SS (gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> )			
	0	320	640	1280
N , %	3,71 ab	4,24 a	4,13 a	3,45 b
P , %	0,06 a	0,06 a	0,08 a	0,08 a
K , %	1,10 a	1,22 a	0,99 a	0,94 a
Ca, %	0,46 c	1,04 b	1,00 b	1,23 a
Mg, %	0,22 a	0,18 ab	0,17 b	0,18 b
S , %	0,10 b	0,30 a	0,35 a	0,36 a
B , ppm	46,51 a	43,52 a	32,61 b	22,88 c
Cu, ppm	36,27 a	38,63 a	32,56 a	45,33 a
Mn, ppm	184,32 a	205,77 a	179,58 a	173,23 a
Zn, ppm	58,71 a	42,87 ab	49,47 ab	36,53 b

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, aos níveis de 1% de probabilidade.

ção de doses crescentes de P ao solo tendeu a reduzir os teores de N, Mg, B e Mn na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', sendo que os teores de P, K, Cu e Mn não foram alterados. Os teores de Ca e S foram aumentados pela adição de P ao solo.

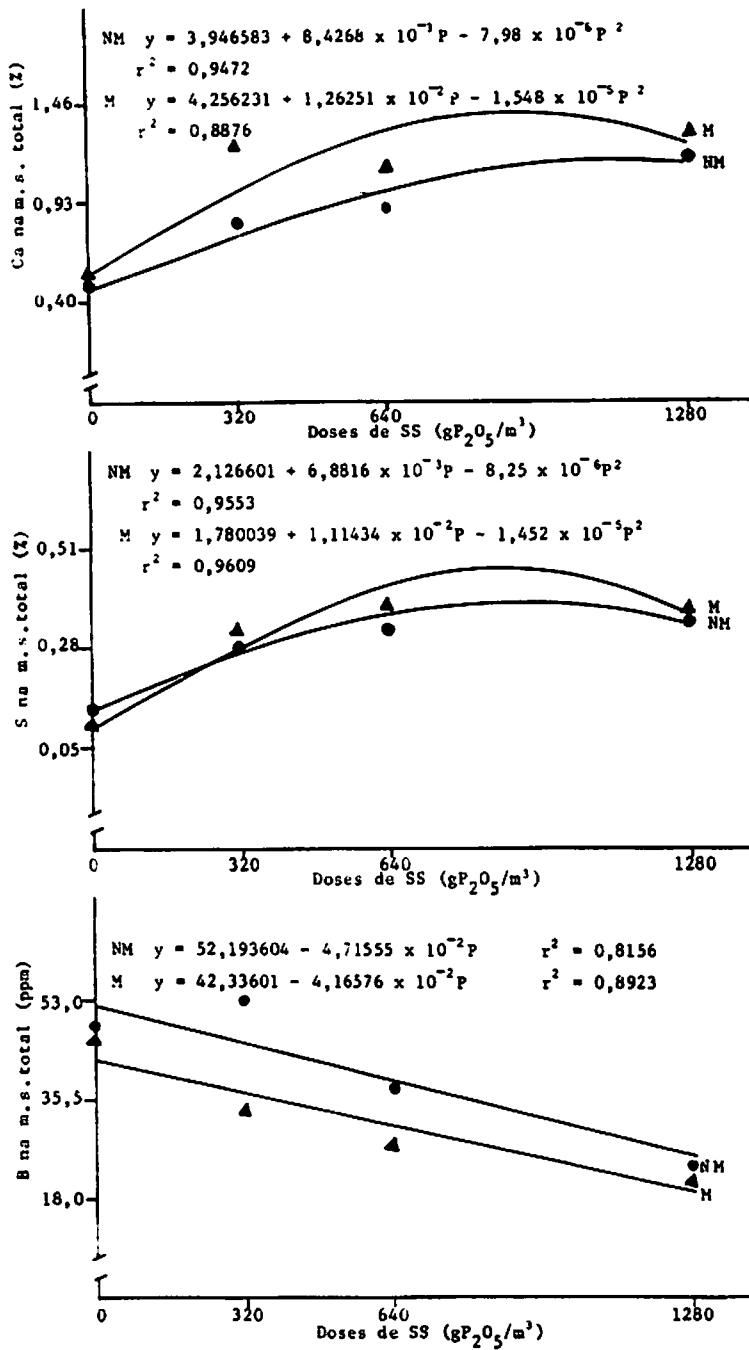
As equações de regressão para os teores de Ca, S e B na m.s. total pelos limoeiros 'Cravo' micorrizados ou não, em função das doses de SS aplicadas, são apresentadas na Figura 7.

Verifica-se que o maior benefício da micorrização sobre os teores de Ca na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' foi obtido quando adicionou-se 62,85 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato. Para os teores de S na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' o efeito benéfico da micorrização ocorreu apenas nas dosagens maiores que 215,84 g  $P_2O_5/m^3$  aplicadas ao substrato.

A micorrização não alterou os teores de N na m.s. total de limoeiro 'Cravo' o que concorda com resultados obtidos por CAMARGO (13) para o mesmo porta-enxerto, espécie de fungo MVA em diferentes substratos e sistemas de cultivo.

Maiores teores de N na m.s. total das plantas de limoeiro 'Cravo' foram obtidos nas doses 0, 320 e 640 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato, provavelmente porque essas doses de SS não foram suficientes para estabelecerem correlação negativa com o N.

Redução nos teores de N na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' com a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato foram também verificadas por CARVALHO (17), NICOLI (79) e SILVA (100) para o mesmo porta-enxerto, porém, em diferentes condições de cultivo. Esse efeito pode ser devido às concentrações de N nos tecidos da planta não acompanharem o aumento no crescimento vegetativo pela aplicação de SS ao substrato, JARREL & BEVERLY (43). Além disso, a



GURA 7 - Efeitos de doses de SS nos teores de Ca, S e B na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' micorrizados (M) ou não (NM) com *G. clarum*, aos 135 dias pós-semeadura.

presença de Ca e P no fertilizante fosfatado utilizado pode ter interferido negativamente na absorção do N, conforme discutido por CARVALHO (17) e por SILVA (100).

Os maiores teores de P na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' micorrizados em relação aos não micorrizados, obtidos neste estudo, concordam com KRIKUN & LEVY (47) e ZAMBOLIM & PINTO (122). Esse efeito benéfico é devido, principalmente, à formação de micélio externo à raiz que explora o solo além dos pelos absorventes constituindo uma superfície adicional e melhor distribuída para retirada de elementos minerais pouco móveis como o P, GERDEMANN (26), MOSSE (73) e MOSSE (74).

Em geral, os teores de P encontrados na m.s. total de limoeiros 'Cravo' não apresentaram aumentos significativos com aplicação de doses crescentes de SS ao substrato, não concordando com resultados obtidos para esse porta-enxerto por vários autores, BUENO (11), CARVALHO (17) e MENGE et alii (65).

Os teores médios de P na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' que apresentaram maiores crescimentos foram de 0,08% estando próximos dos teores desse nutriente obtidos por NICOLI (79) e SILVA (100) aos 6 meses pós-semeadura.

A micorrização promoveu maior aumento nos teores de K na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' concordando com relato de CAMARGO (13) para o mesmo porta-enxerto, porém para diferente espécie de fungo MVA, sistemas de cultivo e substrato. A associação micorrízica parece interferir indiretamente no processo de retirada de K pela planta e não diretamente através do aumento da superfície de absorção. Esse efeito parece ser devido à retirada de K não favorecer zonas de esgotamento no interior da área de depleção ao redor das raízes

fazendo com que as plantas se beneficiem da associação micorrízica somente quando a concentração iônica deste nutriente na solução do solo for extremamente baixa, SIQUEIRA et alii (104).

A adição de SS em doses crescentes não influenciou os teores de K na m.s. total das plantas o que concorda com CAMARGO (13) para o mesmo porta-enxerto. Segundo esse autor, o efeito acima descrito foi atribuído ao alto conteúdo inicial de K no substrato, cerca de 160 ppm que pode ter proporcionado quantidade suficiente do nutriente disponível às plantas. Esse fato provavelmente explique o resultado obtido no presente estudo, apesar do teor médio inicial de 47 ppm de K encontrado no substrato.

Os teores médios de K na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 0,94% sendo superiores aos encontrados por CARVALHO (17) e por NICOLI (79) que foram de 0,65 e 0,85%, respectivamente. Estas diferenças podem ser atribuídas às condições particulares de cada experimento, além da presença de fungos MVA neste estudo.

Os maiores teores de Ca na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' micorrizados em relação aos não micorrizados, concordam com trabalho desenvolvido por ZAMBOLIM & PINTO (122) para vários porta-enxertos de citros.

A maior resposta da micorrização dos limoeiros 'Cravo' sobre os teores de Ca na m.s. total dessas plantas ocorreu quando aplicou-se 662,85 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato. Resultados semelhantes foram obtidos por MENGE et alii (68) para laranjeiras Azeda micorrizadas e fertilizadas com 278 ppm de P.

Aumentos nos teores de Ca na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' foram observados com a aplicação de doses crescentes de SS ao substrato o que confirma os resultados verificados por CARVALHO (17), NICOLI (79) e SILVA(100), podendo ser atribuído aos elevados teores de Ca presente no superfosfato sim-

ples.

Os teores médios de Ca na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 1,23% sendo inferiores aos encontrados por CARVALHO (17), que foram de 1,41%.

Limoeiros 'Cravo' micorrizados apresentaram maiores teores de Mg na m.s. total em relação aos não micorrizados, estando de acordo com CARDOSO et alii (16).

Redução nos teores de Mg na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' pela aplicação de doses crescentes de SS foram também verificados por BUENO (11) em diferentes porta-enxertos, tipos de solo, porém, utilizando superfosfato triplo.

Os teores médios de Mg na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 0,18% sendo superiores aos obtidos por CARVALHO (17), que foram de 0,15%.

Em geral, reduções nos teores de B na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' micorrizados em relação aos não micorrizados concordam com KLEIN-SCHMIDT & GERDEMANN (46) para limoeiros 'Rugoso' micorrizados com Glomus mosseae. Esse efeito pode ser possivelmente devido à diluição do B no tecido da planta, JARREL & BEVERLY (43).

Os teores de B na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' com aplicação de doses crescentes de SS concordam com BUENO (11), CARVALHO (17) e SILVA (100) para o mesmo porta-enxerto, diferentes condições de cultivo e fertilização. Esse efeito pode ser atribuído à diluição de B no tecido das plantas e à competição iônica entre P e B, conforme discutidos por BUENO (11) e SILVA (100).

Os teores médios de B na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 22,88 ppm sendo inferior



res aos obtidos por CARVALHO (17), que foram 27,48 ppm.

Os teores de S na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' micorrizados em relação aos não micorrizados concordam com KATO (45) que encontrou aumentos nos teores desse nutriente em plantas de mandioca inoculadas com Entrophospho-  
ra colombiana e com G. clarum.

Aplicação de doses crescentes de SS ao substrato aumentaram os teores de S na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' concordando com CARVALHO (17) e SILVA (100) quando trabalharam com esse porta-enxerto.

O aumento nos teores de S na m.s. total das plantas cítricas po-  
de ter sido favorecida pela presença deste nutriente, do P e do Ca no superfos-  
fato simples e por uma possível atividade microbiana do solo, conforme discuti-  
do por CARVALHO (17).

Os teores médios de S na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 0,36% sendo superiores àqueles encontrados por CAMARGO (13), CARVALHO (17) e SILVA (100) que foram de 0,14, 0,23 e 0,22%, respectivamente.

Não houve efeito da micorrização sobre os teores de Cu na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', concordando com resultados obtidos por CAMARGO (13) em limoeiros 'Cravo' inoculados com G. clarum.

Os teores de Cu na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' não foram alterados pela adição de doses crescentes de SS ao substrato, como verificados por CAMARGO (13) e por CARVALHO (17) para esse porta-enxerto. Esse efeito pode ser atribuído à natureza do substrato utilizado, onde os teores de Cu eram possivelmente elevados.

Os teores de Cu na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 45,33 ppm sendo superiores aos

obtidos por CARVALHO (17) e CAMARGO (13), que foram em torno de 6,6 ppm.

A micorrização promoveu redução nos teores de Mn na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' o que concorda com KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46) e TIMMER & LEYDEN (118).

A aplicação de doses crescentes de SS ao substrato não influenciaram os teores de Mn na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', o que concorda com CAMARGO (13).

Altos teores de Mn na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' observados neste estudo, provavelmente seja devido ao fertilizante foliar nitrogenado conter 2% de Mn na sua formulação.

Os teores de Mn na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 173,23 ppm. Os valores desse nutriente na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' foram superiores aos obtidos por CAMARGO (13) e CARVALHO (17) que foram de 113 e 50,41 ppm de Mn, respectivamente, e próximos ao encontrado por NICOLI (79) que foi de 188 ppm.

Não houve efeito da micorrização sobre os teores de Zn na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', o que foi verificado também por CAMARGO (13) quando esse porta-enxerto foi inoculado com G. clarum.

A aplicação de doses crescentes de SS ao substrato reduziram os teores de Zn na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' o que confirma os relatos de SILVA (100) e SPENCER (110) para plantas cítricas. Esse efeito pode ser devido à interação P-Zn no substrato, à alteração na translocação e função metabólica de Zn na planta e ao efeito de diluição desse nutriente na parte aérea por não acompanharem o crescimento da planta, segundo OLSEN et alii (81).

Os teores de Zn na m.s. total dos limoeiros 'Cravo', em plantas que apresentaram maiores crescimentos, foram de 36,53 ppm. Os valores desse nu-

triente encontrados na m.s. total dos limoeiros 'Cravo' foram superiores aos obtidos por BUENO (11) e CARVALHO (17), que foram de 28,18 e 12,47 ppm de Zn, respectivamente.

### Considerações Gerais:

Apesar do efeito significativo do P na redução das percentagens de colonização micorrízica para os limoeiros 'Rugoso' e tangerineiras 'Cleopatra', neste estudo, não foram verificados efeitos depressivos sobre a produção de matéria seca desses porta-enxertos. Isto poderia ser explicado possivelmente, pelas maiores percentagens de colonização micorrízica obtidas para as tangerineiras 'Cleopatra' e para os limoeiros 'Rugoso', em relação aos limoeiros 'Cravo'. Esse efeito sugere a possibilidade de menor susceptibilidade dos limoeiros 'Cravo' à colonização.

Os três porta-enxertos de citros estudados demonstraram ser dependentes das MVA para crescimento e esse efeito pode ser atribuído à maior absorção de nutrientes, principalmente P, K, Ca e Mg, proporcionada pela presença do fungo G. clarum nas raízes. Em geral, esta dependência foi mais acentuada em condições de menores doses de SS no substrato.

Considerando-se os aumentos percentuais na produção de matéria seca total dos três porta-enxertos estudados, decorrentes da micorrização, aparentemente o limoeiro 'Rugoso' é o porta-enxerto mais dependente das MVA, seguido pela tangerineira 'Cleopatra'. Essa variação na dependência micorrízica em diferentes variedades de citros era de se esperar uma vez que diferentes espécies de plantas e mesmo variedades de uma mesma espécie diferem na sua capacidade de extrair P d- mesmo solo conforme verificado para o milho e outras

culturas (30, 48, 51, 107, 113), sendo portanto, apontadas por MOSSE (72) e MOSSE (76) como possível explicação para a ocorrência de diferenças nas respostas das plantas à micorrização.

Os resultados obtidos neste estudo confirmam que algumas espécies de plantas cítricas são altamente dependentes das MVA e evidenciam que diferentes porta-enxertos variam na sua dependência micorrízica, o que concorda com vários autores (23, 46, 67, 77). O limoeiro 'Rugoso' mostrou ser mais dependente das micorrizas do que a tangerineira 'Cleopatra', KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (46). Em estudo desenvolvido no Centro Nacional de Pesquisa em Mandioca e Fruticultura - EMERAPA (23), tangerineira 'Cleopatra' apresentou maior dependência micorrízica com relação ao limoeiro 'Cravo'. No entanto, NEMEC (77) observou que a dependência micorrízica dos porta-enxertos de citros decresceram na seguinte ordem: limoeiro 'Cravo', tangerineira 'Cleopatra' e limoeiro 'Rugoso'. Segundo MENGE et alii (67), esses relatos conflitantes sobre a magnitude do efeito das micorrizas sobre diferentes espécies de citros em substratos fumigados podem ser explicados pelos efeitos de diferentes condições de fertilidade do substrato. Outros fatores que determinam a infectividade e efetividade dos fungos MVA podem também estarem envolvidos, conforme abordado por TINKER (119).

O maior crescimento das plantas micorrizadas em relação às não micorrizadas verificadas neste estudo pode ser atribuído principalmente à maior absorção de P do solo o que concorda com os resultados obtidos por vários autores para diferentes porta-enxertos de citros (16, 44, 46, 62, 98, 122).

Com relação ao efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento inicial dos três porta-enxertos estudados, maiores respostas foram obtidas na maior dose de SS adicionada ao substrato. Esses resultados confirmam portanto,

a importância da nutrição de P para o crescimento de diferentes variedades de citros, conforme já relatado por vários autores (11, 13, 17, 79, 100).

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1. Experimento 1

- A presença de G. clarum nas raízes de tangerineiras 'Cleopatra', em geral, promoveu maiores crescimentos em altura, diâmetro e peso de matéria seca total.
- O maior incremento relativo no peso de matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' decorrente da micorrização ocorreu quando adicionou-se 1074,28 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato.
- Em geral, tangerineiras 'Cleopatra' micorrizadas apresentaram maiores teores de P, K, Ca, Mg, S e Zn e menores teores de B, Cu e Mn na matéria seca total.
- Os maiores benefícios da micorrização sobre os teores de P e S na matéria seca total foram obtidos em condições de menores doses de SS aplicadas ao substrato e quando não se adicionou SS, respectivamente.
- As percentagens de colonização micorrízica foram reduzidas pela adição de doses crescentes de SS ao substrato.

- Tangerineiras 'Cleopatra', em geral, apresentaram maiores crescimentos em altura, diâmetro e peso de matéria seca total quando adicionou-se doses crescentes de SS ao substrato.

- A aplicação de SS ao substrato resultou em redução dos teores de N, K, Mg, B, Cu, Mn e Zn na matéria seca total das tangerineiras 'Cleopatra' e em aumento dos teores de P, Ca e S.

## 5.2. Experimento 2

- A presença de G. clarum nas raízes de limoeiros 'Rugoso', em geral, promoveu maiores crescimentos em altura, diâmetro e peso de matéria seca total.

- Os maiores incrementos relativos ao crescimento em diâmetro dos limoeiros 'Rugoso' decorrentes da micorrização ocorreram em dosagens menores que  $640 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  de substrato.

- Em geral, limoeiros 'Rugoso' micorrizados apresentaram maiores teores de P, K, Ca, Mg e S e menores teores de N, B, Cu, Mn e Zn na matéria seca total.

- Os maiores benefícios da micorrização sobre os teores de Ca e S na matéria seca total foram obtidos na dose  $891,42 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  e na ausência de SS aplicados ao substrato, respectivamente.

- As percentagens de colonização micorrízica foram reduzidas pela adição de doses crescentes de SS ao substrato.

- Limoeiros 'Rugoso', em geral, apresentaram maiores crescimentos

em altura, diâmetro e peso de matéria seca total quando adicionou-se doses crescentes de SS ao substrato.

- A aplicação de SS ao substrato resultou em redução dos teores de N, Mg, B, Cu, Mn e Zn na matéria seca total dos limoeiros 'Rugoso' e em aumento nos teores de P, Ca e S.

### 5.3. Experimento 3

- A presença de G. clarum nas raízes de limoeiros 'Cravo', em geral, não promoveu maiores crescimentos em altura, diâmetro e peso de matéria seca total.

- A micorrização não influenciou o crescimento em diâmetro de caule dos limoeiros 'Cravo' quando não se adicionou SS, 320 e 640 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato. Porém, observou-se efeito depressivo da micorrização sobre o crescimento em diâmetro em dosagens superiores a 645,37 g  $P_2O_5/m^3$  aplicadas ao substrato.

- O maior incremento relativo na produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' decorrentes da micorrização ocorreu quando adicionou-se 427,42 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato.

- Efeitos benéficos da micorrização sobre a produção de matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' foram obtidos apenas com dosagens inferiores a 992,17 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato.

- Em geral, limoeiros 'Cravo' micorrizados apresentaram maiores teores de P, K, Ca, Mg, S e Zn e menores teores de B e Mn na matéria seca total.



- O maior benefício da micorrização sobre os teores de Ca na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' foi obtido quando adicionou-se 662,85 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato.

- O efeito benéfico da micorrização sobre os teores de S na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' ocorreu apenas nas dosagens maiores que 215,84 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato.

- As percentagens de colonização micorrízica não foram alteradas pela adição de doses crescentes de SS ao substrato.

- Limoeiros 'Cravo', em geral, apresentaram maiores crescimentos em altura, diâmetro e peso de matéria seca total quando adicionou-se doses crescentes de SS ao substrato.

- A aplicação de SS ao substrato resultou em redução dos teores de N, Mg, B e Zn na matéria seca total dos limoeiros 'Cravo' e em aumento dos teores de Ca e S.

## 6. RESUMO

Esse estudo teve por objetivo avaliar os efeitos do fungo micorrízico vesicular-arbuscular (FMVA), Glomus clarum (Schenck & Smith) e de quatro doses de superfosfato simples (SS) aplicados ao substrato, sobre o crescimento inicial e nutrição de três porta-enxertos de citros em material obtido de zero a vinte centímetros de profundidade de um Latossolo Roxo Distrófico fumigado, em condições de casa-de-vegetação.

Foram realizados três experimentos, utilizando-se as espécies Citrus reshni (Hort. ex Tan.) cv Cleopatra, Citrus jambhiri Lush cv Rugoso e Citrus limonia Osbeck cv Cravo. Os tratamentos em todos os experimentos constaram das seguintes doses crescentes de SS aplicadas no solo: 0, 320, 640 e 1280 g  $P_2O_5/m^3$  de substrato equivalente a 0, 280, 560 e 1120 kg de P/ha, respectivamente, na presença e ausência de G. clarum.

Em geral, 'Cleopatra' e 'Rugoso' micorrizados aumentaram o crescimento em altura, diâmetro de caule e produção de matéria seca total. O benefício da micorrização para o 'Cravo' somente foi observado para produção de matéria seca total e em dosagens inferiores a 992,17 g  $P_2O_5/m^3$  de SS adicionados

ao substrato. Em elevadas doses de SS houve efeito depressivo do G. clarum sobre a produção de matéria seca total e diâmetro de caule de limoeiro 'Cravo'.

Doses crescentes de SS aplicados ao substrato induziram maiores crescimentos em altura, diâmetro e produção de matéria seca total em 'Cleopatra', 'Rugoso' e 'Cravo'.

A micorrização promoveu aumentos na absorção de fósforo, cálcio e enxofre em todas as espécies estudadas e aumentou a concentração de zinco em 'Cleopatra'.

Doses crescentes de SS corresponderam a aumentos nas concentrações de P na matéria seca total de 'Cleopatra' e do 'Rugoso' e a aumentos nos teores de cálcio e enxofre nas três espécies de citros.

Adição de doses crescentes de SS ao substrato reduziram a colonização por G. clarum apenas nas raízes de 'Cleopatra' e 'Rugoso'.

## 7. SUMMARY

Effects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza and Simple Superphosphate on Growth and Nutrition of Citrus Rootstocks.

The objective of this study was to assess the effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (VAMF), Glomus clarum (Schenck & Smith) and four doses of simple superphosphate (SS) applied to substrate on the initial growth and nutrition of three rootstocks of citrus on material gained from zero to twelve centimeters of fumigated Dusk Red Latossol under conditions of glasshouse.

Three assays were carried out using the following rootstocks: Citrus reshni (Hort. ex Tan) cv Cleopatra, Citrus jambhiri Lush cv Rugoso, Citrus limonia Osbeck cv Cravo. Treatments of all assays were composed of 0, 320, 640 and 1280 g  $P_2O_5/m^3$  of substrate corresponding to 0, 280, 560 and 1120 kg P/ha, respectively, in presence and absence of G. clarum.

In general, 'Cleopatra' mandarin and 'Rough' lemon mycorrhizal increased height, diameter of stem and total dry weight. The benefit of G. clarum

on roots of 'Rough' lemon was only observed for total dry weight and in doses lower than  $992,17 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$  of SS applied to substrate. High doses of SS had depressing effect of G. clarum on total dry weight and on diameter of stem of 'Rough' lemon.

Increasing doses of SS applied to substrate resulted to higher height, diameter and total dry weight on 'Cleopatra', mandarin, 'Rough' lemon and 'Rangpur' lime.

The presence of VAM promoted an increase on absorption of phosphorus, calcium and sulphur in all rootstocks of citrus and increased zinc concentration on 'Cleopatra' mandarin.

Increasing doses of SS corresponded to the enhancement on concentrations of P total dry weight of 'Cleopatra' mandarin and 'Rough' lemon and contents of calcium and sulphur were increased on all three rootstocks.

Increasing doses of SS decreased the colonization of G. clarum in roots of 'Cleopatra' mandarin and 'Rough' lemon only.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTUNES, V. Crescimento do limbeiro 'Cravo' (Citrus limonia Osbeck) sob influência da inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e da aplicação de fósforo. Piracicaba, ESALQ, 1987. 99p. (Tese MS).
2. \_\_\_\_\_ & CARDOSO, E.J.B.N. Influência de diferentes fontes de fósforo na eficiência de associação micorrízica vesículo-arbuscular em porta-enxerto de citros. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZA, 2, São Paulo, 1987. Programa e resumos... São Paulo, USP, 1987. p.34.
3. 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):109-115, June 1977.
4. BHAT, K.K.S.; NYE, P.H. & BALDWIN, J.P. Diffusion of phosphate to plant roots in soil. IV. the concentration distance profile in the rhizosphere of roots, with root hairs in a low P soil. Plant and Soil, The Hague, 44:63-72, 1976.

5. BIELESKI, R.L. Phosphate pools, phosphate transport and phosphate availability. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, 24:225-52, 1973.
6. BINGHAM, F.T. & MARTIN, J.P. Effects of phosphorus on minor elements. California Citrograph, Riverside, 40(6):246-8, Mar. 1954.
7. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Effects of soil phosphorus on growth and minor element composition of citrus. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 20(3):382-5, July 1956.
8. BLACK, C.A. Soil-plant relationships. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1967. 792p.
9. BOWEN, G.D.; BEVEGE, D.I. & MOSSE, B. Phosphate physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizas. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., eds. Endomycorrhizas. London, Academic Press, 1975. p.241-76.
10. BUCKMAN, M.O. & BRADY, C.N. Natureza e propriedade dos solos. 4.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1974. 594p.
11. 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).
12. CALDEIRA, S.F.; CHAVES, M.G. & ZAMBOLIM, L. Associação de micorriza vesicular-arbuscular com café, limão-rosa e capim gordura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 18(3):223-8, mar. 1983.

13. CAMARGO, I.P. Efeitos de doses, fontes de fósforo e de fungos micorrízicos sobre o limoeiro 'Cravo' até a repicagem. Lavras, ESAL, 1989. 104p. (Tese MS).
14. CAMBRAIA, J.F. Influência de substratos e do superfosfato triplo no crescimento e nutrição do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) até a repicagem. Lavras, ESAL, 1979, 131p. (Tese MS).
15. CAMPOS, J.B. & PRATES, H.S. Diversificação de porta-enxertos, uma medida urgente. Jornal do Fundecitros, Araraquara, 1(2):7, fev. 1985.
16. CARDOSO, E.J.B.N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A.P.D. & OLIVEIRA, M.H.A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxertos de citros. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(1):25-30, jan./abr. 1986.
17. CARVALHO, S.A. Métodos de aplicação do superfosfato simples e do calcário dolomítico no limoeiro 'Cravo' em sementeira. Lavras, ESAL, 1987. 124p. (Tese MS).
18. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 3ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1973, 80p.
19. COX, G.; SANDERS, F.E.; TINKER, P.B. & WILD, J.A. Ultrastructural evidence relating to host-endophyte transfer in a vesicular-arbuscular mycorrhiza. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., eds. Endomycorrhizas. London, Academic Press, 1975. p.297-312.



20. CRESS, W.A.; THRONEBERRY, G.O. & LINDSEY, D.L. Kinetics of phosphorus absorption by mycorrhizal and nonmycorrhizal tomato roots. Plant Physiology, Washington, 64(3):484-7. Sept, 1979.
21. DANIELS, B.A. & MENGE, J.A. Evaluation of the commercial potential of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, Glomus epigaeus. The New Phytologist, London, 87:345-54, 1981.
22. 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. 1984.
23. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CNPMF avalia importância da micorriza na cultura de citros. Toda Fruta, São Paulo, 4(33):23-4, abr. 1989.
24. FERNANDES, A.B.; SIQUEIRA, J.O.; MENEZES, M.A.L. & GUEDES, G.A.A. Efeito diferenciado do fósforo sobre o estabelecimento e efetividade da simbiose micorrízica vesicular-arbuscular (MVA) em milho e soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17., Londrina (PR), 1986. Resumos... Londrina, SECS-EMBRAPA-IAPAR, 1986. p.33.
25. FONTANEZZI, G.B.S.; SOUZA, P. & OLIVEIRA, E. Efetividade de fungos micorrízicos vesicular-arbuscular para limoeiro 'Cravo'. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZA, 2, São Paulo, 1987. Programa e resumos... São Paulo, USP, 1987. p.37.

26. GERDEMANN, I.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.
27. \_\_\_\_\_. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and plant growth. Annual Review of Phytopatology, Palo Alto, 6:397-418, 1968.
28. GEUS, J.G. de. Fertilizer guide for tropical and subtropical farming. The Hague, Centre d'Etude de L'Azote. 1967. 727p.
29. GIOVANETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. The New Phytologist, London, 84:489-500, 1980.
30. GOEDERT, W.J. & SOUZA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, Brasília, 1984. Anais... Brasília, EMBRAPA-DEP. 1984. p.255-90.
31. GRAHAM, J.H. Citrus mycorrhizae: potencial benefits and interactions with pathogens. Hortscience, Alexandria, 21(6):1302-6, Dec. 1986.
32. \_\_\_\_\_; LINDERMAN, R.G. & MENGE, J.A. Development of external hyphae by different isolates of mycorrhizae Glomus spp. in relation to root colonization and growth of Troyer Citrange. The New Phytologist, London, 91:183-9, 1982.

33. GRAHAM, J.H. & TIMMER, L.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizal development and growth response of rough lemon in soil and soil less media: effect of phosphorus source. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 109(1):118-21, Jan. 1984.
34. GRAY, L.E. & GERDEMANN, J.W. Uptake of phosphorus - 32 by vesicular-arbuscular mycorrhizae. Plant and Soil, The Hague, 30(3):415-22, June 1969.
35. GREVE, A. Borbulhas com técnica espanhola. In: LARANJA & CIA. Informativo da Citrosuco Paulista S/A dirigido aos citricultores. 1989. p.3 (Informativo da Citrosuco Paulista, 16).
36. \_\_\_\_\_. A muda cítrica. In: FUNDECITROS/CATI. Guia do citricultor. s.l., 1985. p.1-10.
37. HATTINGH, M.J. & GERDEMANN, J.M. Inoculation of brasilian sour orange with an endomycorrhizal fungus. Phytopathology, St Paul, 65(9):1013-6, Sept. 1975.
38. HAYMAN, D.S. Influence of soils and fertility on activity and survival of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Phytopathology, St Paul, 72(8): 1110-25, 1982.
39. \_\_\_\_\_ & MOSSE, B. Plant growth response to vesicular-arbuscular mycorrhiza. III. Increased uptake of labile P from soil. The New Phytologist, London, 71:41-7, 1972.

40. HAYMAN, D.S. & MOSSE, B. The role of vesicular-arbuscular mycorrhiza in the removal of phosphorus from soil by plant roots. Review Ecology Biol. Sol., 9(3):463-70, 1972.
41. HUGHES, M.; MARTIN, L.W. & BREEN, P.J. Mycorrhizal influence on the nutrition of strawberries. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 103(2):179-81, 1978.
42. HUNTER, H.A. Laboratory analysis of vegetal tissues samples. Raleigh, International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program - N.C.S.U., 1975. 5p. (Mimeografado).
43. JARRELL, W.M. & BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. Advances in Agronomy, New York, 34:197-224, 1981.
44. JOHNSON, C.R.; MENGE, J.A.; SCHWAB, S. & TING, I.P. Interaction of photoperiod and vesicular-arbuscular mycorrhizae on growth and metabolism of sweet orange. The New Phytologist, London, 90(4):665-9, 1982.
45. KATO, O.R. Efeito de micorriza vesicular-arbuscular no crescimento e nutrição da mandioca (Manihot esculenta Crantz) em solo adubado com doses crescentes de superfosfato triplo. Lavras, ESAL, 1987. 177p. (Tese MS).
46. KLEINSCHMIDT, G.D. & GERDEMANN, J.W. Stunting of citrus seedlings in fumigated nursery soils related to the absence of Endomycorrhizae. Phytopathology, St Paul, 62:1447-53, Dec. 1972.

47. KRIKUN, J. & LEVY, Y. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on citrus growth and mineral composition. Phytoparasitica, Bet Dagan, 8(3):195-200, 1980.
48. LAMBERT, D.H.; BAKER, D.E. & COLE, JR. H. The role of mycorrhizae in the interactions of phosphorus with zinc, copper and other elements. Soil Science Society of American Journal, Madison, 43:976-80, 1979.
49. LOPES, E.S. & SIQUEIRA, J.O. Vesicular-arbuscular mycorrhiza - 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 Brazilian agriculture. Londrina, IAPAR, 1981. p.225-42.
50. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & 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.
51. LYNESS, A.S. Varietal differences in the phosphorus feeding capacity of plants. Plant Physiology, Washington, 11(4):665-88. Oct. 1936.
52. Mc GRAW, A.C. & SCHENCK, N.C. Growth stimulation of citrus, ornamental and vegetation crops by selected mycorrhizal fungi. Proceedings of Florida State Horticultural Society, Delan, 93:201-5, 1981.
53. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral das plantas. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.

54. MALAVOLTA, E. Elementos de química agrícola, adubos e adubações. São Paulo, Livrotypes, 1954. 308p.
55. \_\_\_\_\_. Manual de química agrícola. Nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Ceres, 1976. 528p.
56. \_\_\_\_\_. Nutrição mineral. In: FERRI, M.G. Fisiologia vegetal. São Paulo, USP, 1979. V.1, p.97-113.
57. \_\_\_\_\_; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.D. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. 727p.
58. MANJUNATH, A. & BAGYARAJ, D.J. Component of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculum and their effects on growth of onion. The New Phytologist, London, 87(2):355-361, Feb. 1981.
59. MARTIN, J.P. Effect of fumigation fertilization, and various other soil treatments on growth of orange seedlings in old citrus soils. Soil Science, Baltimore, 66:273-88, 1948.
60. \_\_\_\_\_; ALDRICH, D.G.; MURPHY, W.S. & BRADFORD, G.R. Effect of soil fumigation on growth and chemical composition of citrus plants. Soil Science, Baltimore, 75:137-51. 1953.

61. MARTIN, J.P.; BAINES, R.C. & PAGE, A.L. Observations the occasional temporary growth inhibition of citrus seedlings following heat or fumigation treatment of soil. Soil Science, Baltimore, 95(3):175-85, 1963.
62. MARX, D.H.; BRYAN, W.C. & CAMPBELL, W.A. Effect of endomycorrhizae formed by Endogone mosseae on growth of citrus. Mycologia, New York, 63(5): 1222-6, 1971.
63. MENGE, J.A. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 61(3):1015-24, 1983.
64. \_\_\_\_\_; GERDEMANN, J.W. & LEMBRIGHT, H.W. Mycorrhizal fungi and citrus. The Citrus Industry, 16:8, Oct. 1975.
65. \_\_\_\_\_; JARRELL, W.N.; LABANAUSKAS, C.K.; OJALA, J.C.; KUSZAR, C.; JOHNSON, E.L.V. & SIBERT, D. Predicting mycorrhizal dependency of Troyer citrange on Glomus fasciculatus in California citrus soil and nursery mixes. Soil Science Society of American Journal, Madison, 46(4):762-8, July/Aug. 1982.
66. \_\_\_\_\_ & JOHNSON, E.L.V. Commercial production of mycorrhizal inoculum may benefit citrus growers. Citrograph, Los Angeles, 139-43, Apr. 1978.
67. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & PLATT, R.G. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrient regimes. The New Phytologist, London, 81:553-9, 1978.

68. 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 of Society of American Journal, Madison, 42(6):926-30, Nov./Dec. 1978.
69. \_\_\_\_\_; LEMERIGHT, H. & JOHNSON, E.L.V. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nurseries. Proceedings of International Society of Citriculture, Lake Alfred, 1:129-32, 1977.
70. \_\_\_\_\_; NEMEC, S.; DAVIS, R.M. & MINASSIAN, V. Mycorrhizal fungi associated with citrus and their possible interactions with pathogens. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 3, Florida, 1977. Proceedings... Orlando, International Society of Citriculture, 1977. p.872-6.
71. \_\_\_\_\_ & TIMMER, L.W. Procedures for inoculation of plants with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in the laboratory greenhouse and field. In: SCHENCK, N.C. ed. Methods and principles of mycorrhizal research. St Paul, The American Phytopathological Society, 1982. p. 59-68.
72. MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 11:171-96, 1973.
73. \_\_\_\_\_. Observations on the extra-matrical mycelium of a vesicular-arbuscular endophyte. Transactions British Mycological Society, New York, 42(4):439-48, 1959.



74. MOSSE, B. Specificity of vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., eds. Endomycorrhizas. London, Academic Press, 1975. p.469-84.
75. \_\_\_\_\_. Vesicular-arbuscular mycorrhiza: an extreme form of fungal adaptation. In: Symbiotic associations, ed. P.S. NUTMAN; B. MOSSE. Symposium Society of General Microbiology, 13:146-170, 1963.
76. \_\_\_\_\_. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Hawaii, Institute for Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 81p. (Research Bulletin, 194).
77. NEMEC, S. Response of six citrus rootstocks to three species of Glomus, a mycorrhizal fungus. Proceedings of Florida State Horticultural Society, Delan, 91:10-4, 1978.
78. \_\_\_\_\_. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with citrus in Florida and California and notes on their distribution and ecology. Mycologia, Bronx, 73(4):112-27, Jan./Feb. 1971.
79. 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, 1983. 103p. (Tese MS).
80. OLIVEIRA, E. Fungos endogonaceae em cafeeiros das regiões "Alto Paranaíba" e "Triângulo" em Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1988. 73p. (Tese MS).

81. OLSEN, S.R.; BOWMAN, 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.
82. \_\_\_\_\_; KEMPER, W.D. & JACKSON, R.D. Phosphate diffusion to plant roots. Soil Science Society of American Proceedings, 26(3):222-7, 1962.
83. PEARSON, V. & TINKER, P.B. Measurement of phosphorus fluxes in the external hyphae of endomycorrhizas. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKERS, P.B., eds. Endomycorrhizas. London, Academic Press, 1975. p.277-87.
84. PHILLIPS, A.B. & WEBB, J.R. Production, marketing and use of phosphorus fertilizers. In: OLSON, R.A. Fertilizer technology & use. 2.ed. Madison, Soil Science of America, 1971. 611p.
85. PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, A.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for assessment at infection. Transactions British Mycological Society, London, 55(1):58-61, Aug./Sept. 1970.
86. POMPEU JR., J. Importância da escolha de copas e porta-enxertos na produtividade dos citros. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1, Jaboticabal, 1984. Anais... Jaboticabal, FCAV, 1985. p.33-7.
87. PRATES, H.S. & GREVE, A. Programa de plantas matrizes de citros. Jornal do Fundecitrus, Araraquara, 33(39):6, maio 1988.

88. RALJ, B. van. The use of phosphates on the main crop in Brazil. Phosphorus in Agriculture, Paris, 76:121-31, Sept. 1979.
89. \_\_\_\_\_; ROSAND, P.D. & LOBATO, E. Adubação fosfatada no Brasil - apreciação geral, conclusões e recomendações. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-DID. Adubação fosfatada no Brasil. Brasília, 1982. p.9-28.
90. REUTHER, W.; GARDNER, F.R.; SMITH, P.F. & ROY, W.R. Phosphate fertilizer trials with oranges in Florida. I. Effects on yield, growth, and leaf and soil composition. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 53:71-84, 1949.
91. RHODES, L.H. & GERDEMANN, J.W. Translocation of calcium and phosphate by external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizae. Soil Science, Baltimore, 126(2):125-6.
92. RODRIGUEZ, O. Nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O. & VIEGAS, F. Citricultura Brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 1980. V.2, p.387-428.
93. ROSS, J.P. & GILLIAM, J.W. Effect of Endogone mycorrhiza on phosphorus uptake by soybeans from inorganic phosphates. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 37(2):237-9, Mar./Abr. 1973.
94. SANDERS, F.E. & TINKER, P.B. Mechanism of absorption of phosphate from soil by Endogone mycorrhizas. Nature, London, 233:278-9, Sept. 1971.

95. SANDERS, F.E. & TINKER, P.B. Phosphate flow into mycorrhizal roots. Pesticide Science, England, 4:385-95, 1973.
96. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
97. SCHENCK, N.C. & PÉREZ, Y. Manual of the identification of VA mycorrhizal fungi. Gainesville, University of Florida, 1987. 245p.
98. \_\_\_\_\_ & TUCKER, D.P.H. Endomycorrhizal fungi and development of citrus seedlings in Florida fumigated soils. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 99(3):284-7, Jan. 1974.
99. SHEAN-SHONG, T. & YUN-SHIOU, H. The occurrence and formation of vesicular-arbuscular mycorrhizae of citrus and maize. Botanic Bulletin, Academia Sinica, 21(2):119-34, 1980.
100. 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).
101. 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.
102. \_\_\_\_\_ & OLIVEIRA, E. Micorrizas na agricultura tropical. Brasília, ABEAS, 1988. 42p. (Curso de Agricultura Tropical os Solos Tropicais).

103. SIQUEIRA, J.O.; HUBBELL, D.H. & VALE, R.R. Effects of phosphorus on formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19(12):1465-74, Dez. 1984.
104. \_\_\_\_\_ & RIBEIRO, V.M.A. Efeito da micorriza vesicular-arbuscular (MVA) na produção de matéria seca e absorção de potássio do sienito nefelínico de Poços de Caldas pelo milho e soja. Ciência e Prática, Lavras, 7(2):197-204, jul./dez. 1983.
105. SMITH, F.A. & SMITH, S.E. Mycorrhizal infection and growth of Trifolium subterraneum: comparison of natural and artificium inoculum. The New Phytologist, London, 88:311-25. 1981.
106. SMITH, P.E. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.P. ed. Nutrition of fruit crops; tropical, subtropical, temperate tree and small fruits. 3.ed. Somerville, Somerset Press, 1966. cap.7, p.174-207.
107. SMITH, S.N. Response of inbred lines and crosses in maize to variations of nitrogen and phosphorus supplied as nutrients. Journal of the American Society of Agronomy, Wisconsin, 26(9):785-804, 1984.
108. SOUZA, M. de. Efeito do P, K e Ca no crescimento da parte aérea da laranja 'Pera Rio' (Citrus sinensis L. Osbeck) em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. Piracicaba, ESALQ, 1976. 132p. (Tese Doutorado).

109. SOUZA, M. de. Nutrição e adubação para produzir mudas de frutíferas. In-  
forme Agropecuário, Belo Horizonte, 9(102):40-3, jun. 1983.
110. SPENCER, W.F. Effects of heavy applications of phosphate and lime on nu-  
trient uptake freeze injury and root distribution of grapefruit trees.  
Soil Science, Baltimore, 89(5):311-8, May 1960.
111. \_\_\_\_\_. Phosphorus fertilization of citrus. Gainesville, University of  
Florida, 1963. 48p. (Bulletin 653).
112. SYLVIA, D.M. & SCHENCK, N.C. Application of superphosphate to mycorrhizal  
plants stimulates sporulation of phosphorus - tolerant vesicular-arbus-  
cular mycorrhizal fungi. The New Phytologist, London, 95(4):655-661,  
Dec. 1983.
113. THOMAS, W. The feeding power of plants. Plant Physiology, Washington,  
5(4):443-9, Oct. 1930.
114. TIMER, L.W. & LEYDEN, R.F. Effect of phosphorus fertilization and inter-  
action with mycorrhizal fungi and Phytophthora parasitica on the growth  
of sour orange seedlings. Journal of Rio Grande Valley for Horticul-  
tural Society, 33:75-81, 1979.
115. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Relationship of mycorrhizal fungi to fertilization  
of Texas citrus. Proceedings of the American Phytopathological Society,  
St Paul, 3:274, 1976. (Abstract).

116. TIMER, L.W. & LEYDEN, R.F. The relationship of mycorrhizal infection to phosphorus - induced copper deficiency in sour orange seedlings. The New Phytologist, London, 85(1):15-23, May 1980.
117. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Relationship of seedbed fertilization and fumigation to infection of sour orange seedlings by mycorrhizal fungi and Phytophthora parasitica. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 103(4):537-41, July 1978.
118. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Stunting of citrus seedlings in fumigated soils in Texas and its correction by phosphorus fertilization and inoculation with mycorrhizal fungi. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 533(4):533-7, July 1978.
119. TINKER, P.B. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizas on plant nutrition and plant growth. Physiologie Vegetale, Paris, 16(4):743-51, 1978.
120. VELAYUTHAM, M. The problem of phosphate fixation by minerals and soil colloids. Phosphorus in Agriculture, Paris, 34(77):1-8, mar. 1980.
121. WEIR, R.G.; LETHAM, D.B. & BROADBENT, P. The effect of phosphorus and vesicular-arbuscular mycorrhizal development on growth of citrus in a sandmount series soil. Proceedings of the International Society of Citriculture, Lake Alfred, 288-92, 1978.

122. ZAMBOLIM, L. & PINHO, L.R.M. Resposta de porta-enxerto de citrus a fungos micorrízicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Resumos... s.n.t. p.83.
123. \_\_\_\_\_ & SIQUEIRA, J.O. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura. Belo Horizonte, EPAMIG, 1985. 36p. (Série Documentos, 26).