

LUIZ FERNANDO CORBEIRA DA SILVA

FUNGOS MICORRÍZICOS VESICULAR-ARBUSCULARES
NO CRESCIMENTO INICIAL E NUTRIÇÃO DO ABACATEIRO,
MANGUEIRA E MAMOEIRO

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

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

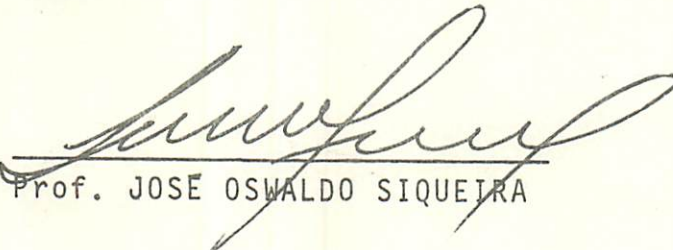
LAVRAS - MINAS GERAIS

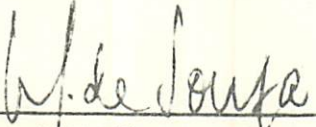
1988

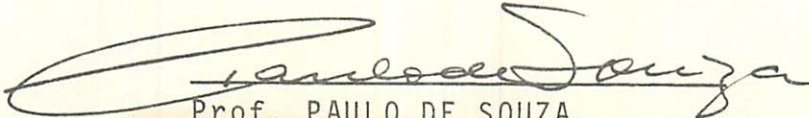


FUNGOS MICORRÍZICOS VESICULAR-ARBUSCULARES NO CRESCIMENTO
INICIAL E NUTRIÇÃO DO ABACATEIRO, MANGUEIRA E MAMOEIRO

APROVADA:


Prof. JOSÉ OSWALDO SIQUEIRA


Prof. MAURÍCIO DE SOUZA


Prof. PAULO DE SOUZA

Aos meus pais Fernando e Encarnação

Ao meu irmão José Luiz

Aos meus sogros Antônio e Zilda

Aos meus cunhados e cunhadas

À meus sobrinhos

Pela esperança e continuação
da vida

HOMENAGEM

À esposa Meire e nossos
filhos Fernanda e Henrique

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, pelos ensinamentos e oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas Técnico-científicas - CNPq, pela bolsa concedida durante o curso e à Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP pelos recursos financeiros para a execução do projeto.

Ao professor José Oswaldo Siqueira, pelos ensinamentos, incentivos e orientação durante a realização desta pesquisa o meu eterno agradecimento.

Aos professores Maurício de Souza e Paulo de Souza, pelas consultas e sugestões, imprescindíveis durante as diversas fases deste trabalho e pela atenção dispensada a todo momento.

Aos funcionários dos departamentos de Solos, Agricultura, Fitossanidade, da Biblioteca Central, da Coordenadoria de Pós-graduação, da Divisão Interna de Registro e Controle Acadêmico, do Centro de Programação de Dados, pelo apoio e dedicação nos momentos necessários.

Aos professores Alfredo Scheid Lopes, Geraldo Aparecido de Aquino Guedes, Nilton Curi, Paulo César Lima, José Geraldo de Andrade, Dorval Botelho dos Santos, José da Cruz Machado, Janice Elaine Pittis, Hilário Antônio de Castro, pelos valiosos conhecimentos transmitidos durante o curso.

À pesquisadora Elizabeth de Oliveira, pela orientação na fase de obtenção dos fungos e ao Dr. Norman C. Schenck, pela identificação dos mesmos.

Aos amigos Aduino Barros Fernandes, Guilherme Luiz Naves Alves, Maria Eloisa Salustiano e Osvaldo H. Kato pelo auxílio e sugestões na montagem dos experimentos.

A todos os colegas do curso de pós-graduação, especialmente à Sandra Maria Estevan Maia, João Batista Donizetti, Sérgio Alves de Carvalho, Paulo Roberto Alves de Oliveira, Edson Diogo Tavares, Aledir Cassiano da Rocha, Arnaldo Colozzi-Filho, Mauro A. de Paula, pela amizade, companheirismo e apoio nesta etapa de minha vida.

À minha esposa Meire Torres Pereira da Silva, pelo apoio, incentivo e compreensão, e aos nossos filhos Fernanda e Henrique Pereira Corbeira da Silva, pela paciente compreensão durante todas as etapas do curso.

Em especial:

Aos meus pais pela compreensão, carinho e incansável incentivo durante toda a minha vida.

Aos familiares dos professores José Oswaldo Siqueira, Alfredo Scheid Lopes e Maurício de Souza, pela amizade e carinho com que nos receberam.

A Deus, por ter estado sempre comigo, mesmo nas horas mais difíceis.

BIOGRAFIA

LUIZ FERNANDO CORBEIRA DA SILVA, filho de Fernando Ferreira da Silva e Encarnação Corbeira da Silva, nasceu em Santa Rita do Passa Quatro, Estado de São Paulo, aos 8 de janeiro de 1955.

Concluiu o 1º e 2º grau na Escola Estadual Alberto Cardoso de Mello Neto em São Paulo, Estado de São Paulo.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica em julho de 1981, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, Estado de Minas Gerais.

Em agosto de 1984, iniciou o curso de Pós-graduação a nível de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, em Lavras - MG, tendo concluído em 1988.

Em abril de 1987 foi contratado pela Florestas Rio Doce S/A, para exercer a função de pesquisador na área de Solos na Coordenação de Pesquisas Florestais Carajás, em Açailândia - Maranhão.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares	3
2.2. Efeitos das MVA no crescimento das plantas	5
2.3. Relação entre a fertilidade do solo e benefícios das MVA	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Material	17
3.2. Métodos	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Abacateiro	29
4.2. Mangueira	37
4.3. Mamoeiro	46
5. CONCLUSÕES	54
6. RESUMO	56
7. SUMMARY	58

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
APÊNDICE	73

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Valores médios de algumas características químicas e físicas, nas amostras dos substratos antes do cultivo das espécies testadas - médias de 8 repetições	18
2	Características dos fungos MVA utilizados como inóculos	19
3	Características de crescimento e de micorrização em abacateiro inoculado com fungos MVA, em relação àqueles não inoculados, coletadas na 21ª semana pós-repicagem, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988	30
4	Teores foliares e incrementos relativos de alguns nutrientes no abacateiro inoculado com fungos MVA, em relação àqueles não inoculados, na 21ª semana pós-repicagem, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - LAVRAS - MG, 1988	35

- 5 Avaliação da colonização por fungos MVA em amostras de raízes de mangueira 'Ubã', na 25^a semana pós-repicagem, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988 38
- 6 Características de crescimento e de micorrização em mudas de mangueira 'Ubã' inoculadas com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, coletadas na 25^a semana pós-repicagem, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988 40
- 7 Teores foliares e incrementos relativos de alguns nutrientes na mangueira 'Ubã', inoculadas com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, na 25^a semana pós-repicagem, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988 44
- 8 Características de crescimento e de micorrização em mudas de mamoeiro 'solo' inoculadas com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, na 6^a e 15^a semanas pós-semeadura, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988 47

Quadro

9	Teores foliares e incrementos relativos de alguns nutrientes no mamoeiro 'solo' inoculados com fungos MVA, em relação àqueles não inoculados, na 15 ^a semana pós- <u>semeadura</u> , na presença e ausência do super-fosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988	52
A1	Resumo da análise de variância para as características de crescimento, de micorrização e dos teores foliares de alguns nutrientes na 21 ^a semana pós-repique do abacateiro 'híbrido', ESAL - Lavras - MG, 1988	74
A2	Resumo da análise de variância para as características de crescimento, de micorrização e dos teores foliares de alguns nutrientes na 25 ^a semana pós-repique da mangueira 'Ubã', ESAL - Lavras - MG, 1988	75
A3	Resumo da análise de variância para as características de crescimento, de micorrização e dos teores de alguns nutrientes na matéria seca total, no mamoeiro 'solo', ESAL - Lavras - MG, 1988	76
A4	Valores médios de pH e teores no solo de alguns nutrientes após o cultivo do abacateiro 'híbrido', da mangueira 'Ubã' e do mamoeiro 'solo', em condição de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988	77

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Crescimento das mudas de abacateiro inoculadas com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988	32
2	Crescimento relativo ao controle, não inoculado, de mudas de abacateiro, na 21 ^a semana pós-repicagem, inoculadas com fungos MVA, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988 ...	34
3	Crescimento de mudas de mangueira inoculadas com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988	41

- 4 Incrementos relativos em altura e diâmetro de mudas de mangueira 'Ubã' inoculadas com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988 43
- 5 Crescimento das mudas de mamoeiro 'solo' inoculadas com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988 48
- 6 Crescimento relativo ao controle, não inoculado, de mudas de mamoeiro 'solo', na 6^a e 15^a semanas pós - semeadura, na ausência e presença do superfosfato, em presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988 49
- 1A Percentual médio dos fungos MVA na inoculação múltipla, após o cultivo das espécies, na ausência e presença do superfosfato simples, no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988 78

1. INTRODUÇÃO

Micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) são associações simbióticas mutualistas, sem estágio patogênico, formadas entre alguns fungos do solo e as raízes da maioria das plantas superiores. A planta fornece carboidratos para o fungo, enquanto este favorece a absorção de nutrientes da solução do solo e translocação na planta, além de outros efeitos, como favorecimento nas relações hídricas da planta e redução nos danos causados pelo ataque de patógenos (ZAMBOLIM & SIQUEIRA, 80).

Em condições de sementeiras, mudas de abacateiros, citros, pessegueiros, e outras, apresentam desenvolvimento retardado, quando o solo ou substrato é tratado com fumigantes, visando a erradicação de pragas e doenças do sistema radicular, MARTIN et alii (39). Isto deve-se à baixa capacidade da planta em absorver fósforo (P) do substrato, pois a fumigação resulta também na erradicação dos propágulos dos fungos que formam as MVA, que são importantes para a absorção de nutrientes e desenvolvimento das mudas (MENGE, 43).

Considerando que a produção atual de mudas de frutei -

ras semeadas ou repicadas para sacolas plásticas é um procedimento bastante difundido, a melhoria da fertilidade dos substratos, normalmente fumigados, surge a necessidade da aplicação de grandes quantidades de fertilizantes minerais; como os superfosfatos e corretivos da acidez do solo ou da re-infestação do solo ou substrato com fungos MVA, a fim de obter mudas de boa qualidade (3, 36, 37, 40 e 63).

A ocorrência de MVA em abacateiros é conhecida há mais de 20 anos, quando GINSBURG & AVIZOHAR-HERSHENSON (22) verificaram a ocorrência generalizada desta simbiose em condições naturais. Mas seus benefícios para o desenvolvimento e nutrição da planta são foram demonstrados em 1978 (MENGE et alii, 44) e confirmados em 1985 (MORANTES, 48). Com relação à mangueira, sabe-se que ela forma MVA, ST. JOHN (61), mas os benefícios da micorrização para o crescimento de mudas não são conhecidos. O mamoeiro também forma MVA e beneficia da micorrização, RAMIREZ et alii (58).

Como muito pouco se conhece dos efeitos das MVA sobre mudas de abacateiro, de mangueira e de mamoeiro, no presente trabalho foram avaliados os efeitos da inoculação com diferentes espécies de fungos MVA, no crescimento inicial e nutrição destas espécies frutíferas, crescendo em substratos desinfestados com e sem adição do superfosfato simples, em casa de vegetação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares

As micorrizas são associações mutualistas não patogênicas, formadas entre certos grupos de fungos do solo e as raízes da maioria das plantas. O termo foi proposto por Frank, um botânico alemão em 1885, que postulou que os fungos colonizavam as raízes da planta hospedeira e o micélio produzido externamente no solo, funcionava como uma extensão do sistema radicular aumentando a interface raiz-solo, trazendo benefícios à planta, como o favorecimento na absorção de nutrientes e de água do solo. Com base no tipo morfológico e anatômico das raízes colonizadas, as micorrizas são atualmente classificadas de acordo com LEWIS (32) em: ectomicorrizas; micorrizas vesicular-arbusculares (MVA); micorrizas Ericales; micorrizas arbutóides e micorrizas das Orquidaceae.

As MVA são associações endomicorrízicas, formadas por fungos da classe Zigomicotina, pertencentes à família Endogonaceae e a maioria das plantas vasculares, com exceção apenas da família Orchidaceae e da Ordem Ericales, como também daquelas que a

presentam associações do tipo ectomicorrízicas, como a Pinaceae e Betulaceae e plantas das famílias Brassicaceae, Chenopodiaceae, Nyctaginaceae e Cyperaceae, que não formam micorrizas, GERDEMANN (19). Elas são caracterizadas pela presença de vesículas e arbusculos na região do cortex das raízes, nunca atingindo o endoderme e o cilindro central. O cortex é invadido inter e intracelularmente pelas hifas do fungo simbionte, estando as células infectadas conectadas diretamente com a região externa das raízes, através do micélio externo, que se espalha e se ramifica no solo. Os arbusculos são estruturas temporárias intracelulares, formados por sucessivas ramificações dicotômicas na hifa, nas células corticais da raiz, formando aglomerados de pequenos filamentos, consistindo assim o "sítio de troca" entre os dois organismos. Estes filamentos desintegram-se e formam uma massa granular designada como estágio de digestão. As vesículas, são estruturas formadas ao longo ou nas extremidades das hifas que se desenvolvem inter ou intracelularmente e devido à presença de gotas de lipídeos, em seu interior, sugere a função de órgão de reserva temporária, podendo possivelmente, atuar como propágulo em algumas espécies. Os esporos são assexuais e formam-se internamente na raiz ou no micélio externo, sendo designados de clamidosporos ou zigosporos, de acordo com a espécie fúngica envolvida, GERDEMANN (19).

O estabelecimento das MVA, ocorre com a germinação dos esporos ou do crescimento de hifas, produzindo o tubo germinativo, sendo que nesta fase são estimulados pelos exsudatos radicu-

lares ou por certos fatores intrínsecos do solo, SIQUEIRA (64). Após a fase de crescimento do tubo germinativo, ocorre a formação das hifas infectivas, que são altamente ramificadas e septadas, que em contacto com as raízes susceptíveis da planta hospedeira, formam o apressório na superfície da mesma. Nos apressórios ocorre a síntese de enzimas pectolíticas, que devido a um ba lanceamento sincronizado, permite às hifas, agora asseptadas, a penetrarem nas células da epiderme, colonizando o sistema radicular inter e intracelularmente, sem o surgimento de lesões ou invasões no sistema vascular, caracterizando assim, um processo al tamente equilibrado, próprio da simbiose mutualista (1, 35, 80). As raízes colonizadas sofrem pouca ou nenhuma alteração na sua morfologia, somente a nível celular, pois a medida em que os ar**bu**sculos desintegram-se, o núcleo das células tornam-se mais avo lumados. Por isso, a visualização da infecção deve ser feita mi croscopicamente, após as raízes serem devidamente clarificadas com produtos químicos, PHILLIPS & HAYMAN (55). No solo, a presença deste simbiote pode ser constatada através da técnica do peneiramento e decantação via úmida, seguido de observação microscopi ca dos esporos típicos destes fungos, GERDEMANN & NICOLSON (20).

2.2. Efeitos das MVA no crescimento das plantas

Os resultados de pesquisas com plantas frutíferas e es pécies florestais, bem como com plantas anuais de interesse agro pastoril, evidenciam a importância e o potencial das MVA para o timizar o crescimento da maioria das plantas, principalmente quan

do estas são cultivadas em solos de baixa fertilidade, ZAMBOLIM & SIQUEIRA (80). Conforme recentemente revisados por LOPES et alii (35), os benefícios da micorrização resultam de um ou vários mecanismos, a seguir:

- a) aumento na absorção e melhor utilização dos nutrientes;
- b) aumento na nodulação e fixação do N_2 atmosférico;
- c) alteração na relação planta-patógenos;
- d) alteração na relação água-solo-planta;
- e) aumento na produção de fito-hormônios;
- f) modificações de ordem anatômica e fisiológica no hospedeiro;
- g) melhor adaptabilidade da planta às condições adversas.

Em condições de viveiros ou em casa de vegetação, frequentemente observa-se uma redução nas MVA. Isto é provocado pelo tratamento do substrato com produtos fumigantes, principalmente o brometo de metila (41, 47, 66). Muito embora ocorra um estímulo primário para o crescimento das plantas, devido a erradicação dos propágulos de patógenos do sistema radicular, MARTIN et alii (39), as plantas frequentemente, apresentam-se atrofiadas, com as folhas reduzidas e cloróticas, com concentrações de fósforo (P), cobre (Cu) e de zinco (Zn), nos tecidos foliares, reduzidos a níveis de deficiências, KLEINSCHMIDT & GERDEMANN (27), HATTINGH & GERDEMANN (24). Como a fumigação interfere pouco na disponibilidade desses nutrientes TUCKER & ANDERSON (75), e o brometo de metila dissipa-se rapidamente após a fumigação, ocorrendo dificilmente casos de fitotoxidez de brometo nas plantas, as diminuições no crescimento das mudas parecem ser devido a falta de

MVA. Isto torna a inoculação com fungos MVA, após a fumigação do substrato, muito importante para a diminuição desse problema. No entanto a falta de inoculante disponível comercialmente dificulta a utilização desta prática em larga escala e exige avanços científicos.

Resultados das pesquisas envolvendo inoculações artificiais em mudas de abacateiro (39, 44, 46, 48); cacauzeiros, EZETA & SANTOS (16); citros, (23, 24, 27, 45, 47, 50, 51, 72, 73); mamoeiro, RAMIREZ et alii (58); macieira, (11, 18, 56); pessegueiro, GILMORE (21), LAMBERT et alii (58); eucaliptos, ZAMBOLIM et alii (79); *Platanus occidentalis*, POPE (57); cafeeiro, COLOZZI-FILHO et alii (7), COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (8) e muitas outras, têm demonstrado a importância e o potencial da inoculação com estes fungos na formação de mudas.

Os efeitos benéficos proporcionados às mudas pelos fungos MVA, estão relacionados com a interação solo-planta-microorganismo e a dependência micorrizica da planta que é definida de acordo com GERDEMANN (19), como o grau na qual a planta hospedeira é dependente da condição micorrizica para o máximo de desenvolvimento ou produção, em um dado nível de fertilidade do solo, e expressada numericamente pela relação entre o crescimento de plantas micorrizadas dividido pelo daquelas sem micorrizas, multiplicado por 100, MENGE et alii (45). Esta dependência é alta em condição controlada, ou em áreas onde a população de fungos MVA indígenas foi eliminada pela ação do homem e decresce em função da elevação na fertilidade do substrato, especialmente do P,

SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (65). Assim, os efeitos benéficos da inoculação artificial são mais acentuados em solos pobres e desinfectados, evidenciando-se a importância e a potencialidade desta simbiose nos viveiros de mudas comerciais. A magnitude da resposta à inoculação é imprevisível, pois, depende também de fatores relacionados ao meio ambiente e ao próprio fungo. Assim a dependência ao micotrofismo por uma dada espécie vegetal constitui um fator importante à resposta da inoculação artificial e está diretamente relacionada com a morfologia do sistema radicular, sendo maior em plantas com raízes com poucos pelos absorventes, como as do tipo "Magnolióide", que apresentam raízes curtas e grossas, conforme Baylis (1975), citado por MARONEX et alii (38), do que em plantas que apresentam as raízes com diâmetros menores e abundância de pelos absorventes, denominadas de raízes do tipo graminóide. Existe ainda um tipo intermediário de raiz, que engloba a maioria das espécies apresentando baixa dependência, à medida que diminui o diâmetro da raiz e a presença de pelos absorventes aumenta, ST. JOHN (60).

Solos com baixa população de fungos MVA ou mesmo com alta população, mas dominada por espécies pouco efetivas, também são passíveis de apresentarem respostas positivas às inoculações com espécies mais efetivas na promoção de crescimento quando introduzidas em solos naturais. Dessa maneira, a resposta à inoculação depende da infectividade natural do solo ou substrato, e do seu nível de fertilidade, principalmente o teor de P disponível, pois este afeta diretamente a formação e funcionamento da simbio

se, SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (65). Como não existe evidência de especificidade a nível de infecção, a extensão dos benefícios se rã influenciada pela combinação fungo-planta-ambiente, o que pre cisa ser estudado, caso a caso, para o conjunto de variáveis de solo e espécies de fungo para cada planta que se pretende praticar a inoculação.

2.3. Relação entre a fertilidade do solo e benefícios das MVA

Os efeitos benéficos das MVA são mais acentuados em so los de média e baixa fertilidade, MOSSE (49), principalmente naqueles deficientes em P. A baixa difusão do íon $H_2PO_4^-$ na maioria dos solos atua como fator limitante na absorção de P pela planta, provocando o desenvolvimento de zonas de esgotamento ao redor das raízes absorventes. Também a "fixação" de fosfatos nas superfícies das argilas do tipo 1:1 e dos sesquióxidos de ferro e alumínio resultam em um baixo nível de aproveitamento do P aplicado como fertilizante, notadamente em solos sob vegetação de cerrado, que apresentam baixa disponibilidade natural de P e alta capacidade de "fixação", LOPES (33).

Plantas colonizadas, geralmente, apresentam concentrações diferentes de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, se comparadas com plantas não colonizadas do mesmo tamanho, LOPES et alii (35). Bielecki (1973) citado por LOPES et alii (35) calculou que numa extensão de 1 mm de raiz colonizada, da qual saem qua

tro hifas de 25 μ m de diâmetro e 10 mm de comprimento, a absorção do P será sessenta vezes maior do que a mesma extensão de raiz sem colonização. Também a absorção de P nas plantas colonizadas será dez vezes maior do que as não colonizadas, quando a difusão do P no solo for limitante, levando em consideração que a absorção é proporcional à superfície das raízes. A habilidade do fungo MVA em absorver nutrientes, está intimamente relacionada com sua capacidade de desenvolver micélio externo, além disto, o fluxo de P nas hifas pode diferir entre as espécies fúngicas e isto pode em parte explicar as diferenças na efetividade dos vários fungos para a promoção de crescimento na planta, COOPER (10).

Não há evidências de que as MVA sejam capazes de dissolver formas insolúveis de P no solo, SANDERS & TINKER (62). Plantas micorrizadas e não micorrizadas utilizam a mesma fonte de P do solo, GERDEMANN (19), entretanto, as MVA aumentam a utilização de nutrientes de formas pouco solúveis nativas ou aplicadas ao solo, LOPES & SIQUEIRA (34), como é o caso dos fosfatos de Ca, Al e Fe, rochas fosfatadas e potássicas, micas e fosfatos orgânicos, devido as hifas externas manterem um contato mais íntimo com o substrato e assim remover o fosfato e/ou outros nutrientes a medida em que vão sendo liberados dos sítios de adsorção, HAYMAN & MOSSE (25). Além disto, a micorrização resulta em modificações nos parâmetros cinéticos e fisiológicos envolvidos na absorção dos nutrientes em solução, sendo principalmente, menor valor km (CRESS et alii, 12), maior fluxo de entrada, para o caso do P, e absorção fora da zona de esgotamento. Assim, as raízes coloniza

das, juntamente com o micélio externo esgotam o P na solução mais rapidamente provocando maior dessorção de P adsorvido nos colóides do solo e uma maior dissolução das formas pouco solúveis de fosfato, PARFITT (53) e de outros nutrientes, tais como o potássio em micas e silicatos, LOPES et alii (35).

As plantas micorrizadas contêm, geralmente, maior concentração interna de P do que as plantas não micorrizadas, de mesmo tamanho e esse fato não pode ser explicado pela acumulação de P no fungo simbionte, uma vez que este ocorre somente nas raízes, as quais não são analisadas na maioria dos trabalhos, STRIBLEY et alii (70). Um possível mecanismo deriva da sugestão de Harley (1969) citado por SIQUEIRA et alii (67), que as respostas de crescimento à inoculação MVA, são determinados por dois processos opostos: um efeito estimulante devido ao aumento na absorção de P e um efeito acompanhante detrimental causado pela drenagem de fotossintatos da planta hospedeira para o fungo, sendo que resultados de DAFT & HOGARTH (13) e SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (65) corroboram com essa evidência. A natureza exata do dreno dos fotossintatos é ainda desconhecida, mas tem sido aceito que este processo ocorre nos arbúsculos e pode ser resultado de um consumo de carbono pelo próprio fungo, embora, somente 10% do peso seco das MVA é biomassa fúngica e aumentando a perda de carbono através da respiração das raízes, a acumulação de carbono no citoplasma das células corticais poderia atuar como um enorme dreno, TINKER (74). O conceito dos processos opostos se baseia na evidência de micorrizas que são benéficas em solos deficientes em P,

podem causar uma redução efetiva na produção, quando as plantas são adequadamente supridas em P e que essa depressão inicial na produção pode mais tarde tornar em aumentos de produção, à medida em que o P do solo é esgotado pelas plantas micorrizadas (10, 67, 70).

Em relação aos demais nutrientes, os resultados encontrados são muito contraditórios e inconstantes, ABBOTT & ROBSON (2). As modificações verificadas nos teores dos demais nutrientes resultam de efeitos secundários, provocados pelo desenvolvimento diferenciado das plantas micorrizadas ou do efeito da aplicação de fosfato no solo, TINKER (74). MOSSE (49) sugeriu que a redução em peso seco era devido à concentração de P, que atingia níveis tóxicos, mas isto não explica os resultados discutidos por STRIBLEY et alii (70). Elucidações implicando outros nutrientes do solo, além do P, como fatores que controlam o incremento em peso seco não tem sido aceito. Em nenhum dos exemplos discutidos por STRIBLEY et alii (70), o crescimento tinha sido limitado por outros nutrientes, em ordem de importância, pois a adição de P sozinho resultou em alta resposta em produção. Também se o crescimento tivesse aumentado pelo acréscimo na absorção de outros nutrientes pela micorriza, isto é provável que a concentração de P teria diminuído pelo efeito da diluição interna ao invés de aumentada.

YOST & FOX (78) relataram que em solos com baixa disponibilidade de P, a absorção de P pelas plantas colonizadas foi em média vinte e cinco vezes maior do que as não colonizadas. MEN

GE et alii (45) verificaram que a efetividade simbiótica em plântulas de laranja azeda, quando adubadas com 0, 6, 28 e 56 ppm de P variou de 847, 989, 247 e 153%, respectivamente e em doses maiores de P não houve diferenças entre plantas colonizadas e não colonizadas. Resultados semelhantes foram relatados por GRAHAM & TIMMER (23). DAVIS & MENGE (14), obtiveram maior peso seco das raízes das plantas cítricas inoculadas ao nível de 56 ppm de P em relação aos níveis de 6 e de 600 ppm de P aplicado. Para o abacateiro, MENGE et alii (46) relataram que a inoculação com fungos micorrízicos pode ser comparada, dentro das condições do experimento, a uma adubação com 640 ppm de P, ou seja, 1280 kg de P_2O_5 /ha nas plantas não colonizadas pelo fungo *Glomus fasciculatum*.

Ao mesmo tempo que a micorrização favorece a absorção de P, grandes quantidades desse nutriente inibe a formação da simbiose. O mecanismo pelo qual o fósforo controla o processo da infecção nas raízes não é bem conhecido. RATANAYAKE et alii (59), consideram que modificações na permeabilidade das membranas nas células corticais em função do P no solo, é o fator controlador da colonização. Em elevados níveis de P aumenta a biossíntese de fosfolipídeos, tornando a membrana celular menos permeável o que favorece a exsudação de açúcares e aminoácidos requeridos pelos propágulos na rizosfera. SIQUEIRA et alii (67), estudando a germinação e o crescimento do tubo germinativo dos fungos MVA, encontraram que a inibição na germinação e crescimento do tubo germinativo dos esporos, ocorria quando havia presença de grande quantidade de açúcares e ácidos orgânicos no meio. Isto levou estes

autores a formularem nova hipóteses, que foi mais tarde trabalhada por SIQUEIRA et alii (68), cujo mecanismo pode ser assim resumido: elevados níveis de P favorece a sua absorção e concentração de Pi nas folhas, onde estimula a fotossíntese e síntese de sacarose que, quando exportada via floema, acumula nas células corticais em concentrações suficientes para inibir o crescimento do fungo nas raízes e por consequência a colonização. Esse efeito negativo do P, é diferenciado para as espécies fúngicas. SYLVIA & SCHENCK (71) estudaram a aplicação de superfosfatos em plântulas colonizadas com vários fungos MVA e mostraram que a tolerância para os níveis iniciais de P no solo depende da espécie de fungo, sendo muito inibidos, quando o nível inicial de P no solo é elevado e que *Glomus clarum*, *Gl. mosseae* e *Gigaspora margarita* colonizaram raízes em solos com nível inicial de P elevado e as espécies *Gl. etunicatum*, *Gl. macrocarpum* e *G. gigantea* não colonizaram as raízes, quando o nível de P, no solo era elevado e tiveram também a esporulação reduzida em solos com níveis iniciais moderados de P. *G. heterogama*, não colonizou as raízes em solos com alto nível inicial de P, mas a esporulação aumentou quando foi aplicado o superfosfato em solos com moderado nível inicial de P, mostrando que, na maioria das vezes, a esporulação, após a aplicação do superfosfato, associa-se à tolerância com o P no solo pelos fungos MVA. Isto evidencia a necessidade de variar o nível de P no solo, quando se pretende selecionar fungos mais efetivos.

Outros nutrientes podem afetar o estabelecimento das MVA, LOPES et alii (35). O N, na forma amoniacal, reduz a colo-

nização, ou a presença de elementos tóxicos ou fungistáticos, tais como o Al, Fe, Mn e outros metais presentes no solo, podendo ser esses efeitos inibitórios reduzidos com a aplicação de calcário dolomítico, em solos ácidos, favorecendo tanto a formação da simbiose, como também, o desenvolvimento da planta hospedeira. Entretanto, a depressão no crescimento da planta, devido a uma supercalagem, em solos intemperizados tropicais, tem sido atribuída a redução da capacidade em absorver o P, induzindo a deficiência de elementos traços, pelo fato de que altas doses de calcário pode provocar redução no crescimento das plantas hospedeiras. A colonização das raízes por *Gl. mosseae* e *G. margarita* foi reduzida, SIQUEIRA et alii (67), ressaltando a possibilidade de que altas doses de calcário, podem elevar o nível de cálcio, que em altas concentrações reduz a germinação dos esporos.

Assim, a distribuição e abundância das MVA é resultado direto do conteúdo de certos elementos no solo sobre o fungo simbiote, ou indiretamente, via hospedeiro, afetando o estabelecimento e o funcionamento da simbiose e também na formação de novos propágulos (LOPES et alii, 53) que parecem mais vigorosas e abundantes em solos fumigados ou esterelizados do que em solos não tratados.

Em condições normais, a maioria das plantas estão colonizadas pelos fungos MVA e são dependentes deles para otimizar a absorção de nutrientes. O teor de P no solo, constitui um dos principais fatores de sucesso da inoculação com fungos simbiotes em termos de resposta em crescimento e da longevidade da es-

pécie introduzida. A inoculação com fungos MVA, a nível de viveiros de mudas, apresenta um enorme potencial, mas há necessidade de mais pesquisas, visando o desenvolvimento de técnicas operacionais e economicamente viáveis para se praticar a inoculação em larga escala e avaliar seus benefícios para as mudas após o transplante para o campo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos: no primeiro utilizando-se mudas de abacateiro (*Persea americana* Mill), no segundo, mudas de mangueira (*Mangifera indica* L.) e no terceiro, mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.), todos em condições de casa de vegetação, no Departamento de Ciência do Solo, da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, Minas Gerais, no período de janeiro a novembro de 1986.

3.1. Material

Como substrato, foi utilizado material de solo, da camada superficial (0 a 20 cm) de um Latossolo Roxo^{1/}, distrófico, álico, textura argila pesada, sob vegetação de mata, não cultivado, localizado no Campus da ESAL, Lavras - MG, misturado na proporção 5:1 com vermiculita, produzida pela Eucatex S/A, de granulometria média. As principais características do solo e misturas utilizadas são apresentadas no Quadro 1.

^{1/} Classificado pelo Professor Nilton Curi, do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

Quadro 1. Valores médios de algumas características químicas e físicas nas amostras dos substratos antes do cultivo das espécies testadas - médias de 8 repetições

Características*	Solo natural(s)	Condições dos substratos**			
		A	B	C	D
pH H ₂ O (1:2,5)	4,8	5,6	5,7	6,0	5,6
P disponível (ppm)	1,0	1,0	28,0	7,0	52,0
K disponível (ppm)	16,0	109,0	90,0	81,0	78,0
Ca ⁺⁺ trocável (mE)	0,5	4,0	5,7	4,3	6,0
Mg ⁺⁺ trocável (mE)	traços	2,3	2,2	2,9	3,3
Al ⁺⁺⁺ trocável (mE)	1,3	0,1	0,1	0,1	0,1
Dens. part. (g/cm ³)	-	2,59	2,59	2,81	2,81
Dens. solo (g/cm ³)	-	0,96	0,96	0,84	0,84
Volume total de poros (cm ³)	-	63,00	63,00	70,00	70,00

* EMBRAPA (15); BLAKE (5); FREIRE et alii (17).

A = solo natural após calagem e adição de vermiculita; B = substrato A após adição de superfosfato simples; C = substrato A armazenado por seis meses; D = substrato C após adição de superfosfato simples.

Para a correção da acidez e da fertilidade do solo, foram utilizados calcário dolomítico calcinado, contendo 45,0% de CaO e 18,0% de MgO e superfosfato simples, contendo 18,0% de P₂O₅, 20,4% de CaO e 12,0% de SO₄⁼.

Para a inoculação, utilizaram-se esporos produzidos em vasos de cultivo, de diferentes espécies de fungos MVA, conforme Quadro 2.

Quadro 2. Características dos fungos MVA utilizados como inóculos

Espécie e codificação ^{1/}	Origem	Multiplicação
<i>Acaulospora scrobiculata</i> (SCR) (Trappe)	Isolado IAC Valinhos (SP)	<i>Sorghum bicolor</i> em Solo (LV) + vermiculita (3:1)
<i>Glomus clarum</i> (CLA) (Nicolson & Schenck)	Universidade Flórida Gainesville (EUA)	<i>Brachiaria decumbens</i> Solo (LR) + vermiculita (3:1)
<i>Glomus intraradices</i> (INT) (Schenck & Smith)	Universidade Flórida Gainesville (EUA)	<i>Brachiaria decumbens</i> Solo (LV) + vermiculita (3:1)
<i>Glomus macrocarpum</i> (MAC) (Tuslane & Tuslane)	Universidade Flórida Gainesville (EUA)	<i>Sorghum bicolor</i> em Solo (LV) + vermiculita (3:1)
<i>Gigaspora heterogama</i> (HET) (Gerdemann & Trappe)	Isolado IAC Campinas (SP)	<i>Brachiaria decumbens</i> em Solo (LV) + vermiculita (3:1)
<i>Gigaspora margarita</i> (MAR) (Becker & Hall)	Isolado IAC Itapetininga (SP)	<i>Sorghum bicolor</i> em Solo (LV) + vermiculita (3:1)

^{1/} Reconhecimento e confirmação feita por Dr. Norman C. Schenck, da Universidade da Flórida, Gainesville EUA, em Lavras, ESAL, 1986.

Para o experimento com mudas de abacateiro, foram utilizadas sementes de uma variedade híbrida, obtida das raças Antilhana e Guatemalteca, procedentes de frutos periformes, maduros, pesando em média 700 gramas, coletados em uma única árvore, no pomar da ESAL, durante o mês de abril de 1986. Para o experimento com mudas de mangueira, foram utilizadas sementes da variedade 'Ubã', provenientes de frutos oblongo-oval, maduros, pesando em média 150 gramas, coletados em uma única árvore, no município de Teófilo Otoni - MG, no mês de janeiro de 1986. Para o experimento com mudas de mamoeiro foram utilizadas sementes da linhagem 'Solo', provenientes de um único fruto, com formato oblongo, maduro, pesando 600 gramas, coletado no município de Lavras - MG, no mês de maio de 1986.

Nos experimentos com mudas de abacateiro e de mamoeiro foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 3,0 e 1,0 dm³ de substrato, respectivamente, e no de mudas de mangueira, foram utilizadas sacolas plásticas sanfonadas, com capacidade para 5,0 dm³ de substrato.

3.2. Métodos

Ao material de solo destorroado, seco ao ar e peneirado, adicionou-se calcário dolomítico calcinado, na dosagem de 2 kg/m³ (4 ton/ha) de material de solo, de acordo com o critério de recomendação de calagem, COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (9), sendo o solo incubado úmido por 30 dias.

Após a incubação, o material de solo foi novamente destorroado e seco ao ar, sendo adicionada a vermiculita na proporção de uma parte desta para cinco partes do material de solo. O superfosfato simples foi adicionado nas dosagens de 0 e 3,0 kg/m³ (6 ton/ha) de substrato, segundo os critérios adotados por SOUZA (69). O substrato foi fumigado com brometo de metila + cloropicrina (Bromex), na dosagem de 262 cc/m³ de substrato, por 48 horas em câmara de expurgo, permanecendo em seguida 72 horas exposto ao ar para ventilação.

Para a obtenção das mudas, as sementes utilizadas foram desinfestadas superficialmente com uma solução de hipoclorito de sódio a 5% v/v, durante dez minutos, sendo em seguida, lavadas em água destilada e esterelizada. As sementes de abacateiro, provenientes de frutos maduros, foram preparadas segundo VARGAS-RAMOS (76) e colocadas em bandejas, contendo apenas vermiculita autoclavada (121°C por 30 minutos), para germinação em casa de vegetação, no setor de Fruticultura da ESAL, com controle automático de temperatura e umidade. Aos 28 dias pós-semeadura, com o início da germinação, as sementes foram padronizadas com base no diâmetro, na região mediana dos cotilédones, mantendo-as no intervalo entre 40-50 mm, sendo então classificadas em seis estágios de desenvolvimento (sendo três estágios sem a emergência do caulículo e os outros três já emergentes) e repicadas para o substrato. As sementes de mangueira, provenientes de frutos maduros, foram preparadas, segundo VARGAS-RAMOS (77) e colocadas em bandejas, contendo vermiculita autoclavada (121°C por 30 minutos), pa

ra germinarem em casa de vegetação no Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

Dois meses pós-plantio, as plântulas foram selecionadas, entretanto devido ao caráter poliembriônico da espécie, cada amêndoa deu origem, em média, a quatro plântulas, sendo utilizada somente a mais vigorosa de cada amêndoa, eliminando-se as demais. As plântulas padronizadas foram então repicadas para o substrato após a poda da raiz, cotilédones e da metade do limbo foliar e, selecionadas com base na altura do caule em seis classes de tamanho, baseando-se à altura da haste principal.

As sementes de mamoeiro, coletadas em fruto maduro, foram preparadas, segundo ALVARENGA (3) e colocadas em bandeja, com vermiculita autoclavada (121°C por 30 minutos), para germinação, por um período de dez dias. O plantio foi realizado, distribuindo-se oito sementes pré-germinadas, por vaso com substrato definitivo, sendo entretanto, mantidas em casa de vegetação no setor de Fruticultura da ESAL, com controle automático de temperatura e de umidade, até quinze dias pós-germinação, por ocasião do primeiro desbaste.

Para a inoculação os fungos listados no Quadro 2, foram obtidos de vasos de cultivo com no mínimo seis meses de idade. A partir destes, foram obtidas suspensões puras de esporos, pela técnica de peneiramento e decantação via úmida, GERDEMANN & NICOLSON (20), seguida de centrifugação em água a 3.000 rpm por 3 minutos e com sacarose 1M a 2.000 rpm por 2 minutos. A densida-

de final de cada suspensão foi aferida com média de quatro avaliações. Alíquotas das suspensões contendo, aproximadamente, 600 esporos de cada espécie, a ser testado isoladamente foram depositadas no local de plantio das sementes pré-germinadas ou das plântulas. Para a inoculação múltipla, foram aplicadas alíquotas proporcionais, contendo, aproximadamente 100 esporos de cada espécie fúngica. Na tentativa de reestabelecer parte da microbiota e o equilíbrio entre as mudas não inoculadas e inoculadas, foi adicionado no controle, sem inoculação, dez ml de um filtrado dos materiais de solo dos substratos dos inóculos, coletados abaixo da peneira 0,053 mm e passado duas vezes através de papel de filtro comum.

Os tratamentos constaram de mudas inoculadas com fungos listado no Quadro 2, a mistura desses denominada inoculação múltipla, e mudas não inoculadas (controle), todos na ausência e presença do superfosfato simples, sendo que para o abacateiro e mangueira, foram delineados em blocos casualizados, devido a variação nos parâmetros utilizados na padronização das plântulas, e para o mamoeiro, inteiramente ao acaso, em esquemas fatoriais 8 x 2 com seis repetições. Cada vaso contendo uma plântula, no caso do abacateiro e da mangueira, ou duas plântulas, para o mamoeiro, foi considerado a parcela experimental. Para evitar contaminações entre os tratamentos, os vasos foram agrupados por fungos, sendo feito rodízios casualizados quinzenalmente, nos vasos de abacateiro e de mamoeiro, mensalmente nas sacolas de mangueira.

Após a inoculação e repicagem das mudas de abacateiro,

a umidade do substrato foi ajustada e mantida com 80% do volume total de poros ocupados pela água, FREIRE et alii (17), através de irrigação diária, utilizando água deionizada, durante todo o experimento. Aos trinta dias pós-repicagem, 18% das plântulas foram substituídas, pois apresentavam sintomas de murcha, provocado pelo estrangulamento do caulículo, na região apical dos cotilédones. As alturas das plântulas foram determinadas na 4^a, 6^a, 8^a, 10^a, 15^a e 21^a semanas pós-repicagem a partir do colo até a gema apical. O diâmetro do caule foi determinado a 5 cm do colo, na 21^a semana, utilizando-se um paquímetro. No final da 21^a semana, quando pelo menos um dos tratamentos havia atingido altura ideal para o plantio no campo, para as mudas francas, SOUZA^{1/}, efetuou-se a colheita, cortando a parte aérea na região do colo, com auxílio de uma tesoura de poda. As folhas foram destacadas e determinou-se a área foliar, no LI-COR Portable Area Meter modelo Li-3000, em seguida, foram lavadas com água destilada e agrupadas com os respectivos caules, foram colocadas em estufa com ventilação forçada, ajustada a 62-68°C, por 72 horas para a determinação da matéria seca, conforme NICOLI (52). O sistema radicular foi cuidadosamente retirado e lavado em água corrente. Amostras de uma grama de raízes frescas e tenras foram preservadas em FAA (Formaldeído:Álcool:Ácido Acético) até a avaliação da taxa de colonização radicular, PHILLIPS & HAYMAN (55), o restante foi colocado em estufa com ventilação forçada, ajustada a 62-68°C, durante 72 horas para determinação da matéria seca das raí

^{1/} SOUZA, M. Comunicação pessoal.

zes das plântulas.

Assim como feito para o abacateiro, após a inoculação e repicagem das plântulas de mangueira, a umidade do substrato foi ajustada e controlada com irrigações diárias, de forma a manter 70% do VTP ocupado com água deionizada, até a colheita. Aos dez dias pós-repicagem, parte das plântulas foi substituída, pois as mesmas apresentavam-se murchas. A partir da 12^a semana em intervalos regulares de duas em duas semanas, aplicou-se solução nutritiva de Hoagland sem P, diluída dez vezes, na base de 10 ml/planta. Pulverizações com chlorotalonil (Daconil \overline{BR}), a 0,25% p.a., foram realizadas na 12^a, 16^a e 21^a semanas pós-repicagem, na tentativa de reduzir as injúrias foliares. A altura das plantas foi determinada na 6^a, 15^a, 21^a e 25^a semanas pós-repicagem, com uma régua comum a partir do colo até a gema apical. O diâmetro do caule foi determinado na 10^a e 25^a semanas, no intervalo entre o 1º surto de crescimento, com um paquímetro. No final da 25^a semana, efetuou-se a colheita, cortando-se a parte aérea, com uma tesoura de poda, na região do colo, procedendo-se da mesma maneira com a parte aérea e as raízes, da metodologia empregada no abacateiro para a determinação da matéria seca e o preparo para avaliação da taxa de colonização radicular.

Aos quinze dias após a emergência das sementes de mamoeiro, foi realizado o desbaste das plântulas, sendo a umidade ajustada e controlada através de pesagem e irrigação diária com água deionizada para manter 60% do VTP ocupado pela água, até a colheita. No desbaste, 33,3% dos vasos do tratamento inoculado com

G. margarita sem SS, não haviam germinado, sendo então transpl^untadas para estes, plantas excedentes nos vasos do mesmo tratamen^uto, preenchendo dessa maneira a falha de germinação. A cada interval^o de dez dias, durante todo o experimento, foi aplicada solu^ção nutritiva de Hoagland sem P, diluída dez vezes, na base de 10 ml/vaso. Na 6^a e 10^a semanas pós-germinação, devido às condi^ções de baixa umidade e temperatura, foi realizada pulveriza^ções com chlorotalonil (Daconil BR) a 0,25% p.a. para controlar a o^ocorrência de *Oidium caricae* Noack, mantendo a umidade do substrato um pouco elevada nesses períodos. As alturas das plântulas, foram determinadas na 6^a, 10^a e 15^a semanas pós-germinação, a partir do colo até a gema apical. No final da 15^a semana, quando as plântulas de pelo menos um dos tratamentos atingiram o ponto ideal para plantio no campo, SOUZA^{1/}, efetuou-se a colheita, cortando a parte aérea, na região do colo, com uma tesoura de poda, sendo lavadas em água destilada e colocadas em estufa com ventilação forçada para secagem. Do sistema radicular foram retiradas amostras de 0,5 gramas de raízes frescas e tenras sendo preservadas em FAA até a avaliação da taxa de colonização radicular. O restante foi colocado junto à parte aérea respectiva, para a determinação da matéria seca total, após 72 horas de secagem.

Amostras de raízes das três espécies, preservadas em FAA, foram clarificadas em solução de KOH a 10% a temperatura de 90°C por 30 minutos, KORMANIK et alii (28) e coradas com fucsina ácida, KORMANIK & MacGRAW (29) e no caso das amostras de manguei

^{1/} SOUZA, M. Comunicação pessoal.

ra, as raízes foram coradas com azul de tripano em lactofenol, PHILLIPS & HAYMAN (55). A taxa de colonização radicular foi obtida pela intersecção das linhas, na placa quadriculada, conforme descrito por AMBLER & YOUNG (4), sendo que para o ensaio com mudas de mangueira, devido a intensa presença de substâncias taníferas, a quantificação realizada normalmente nessas pesquisas, não pode ser feita, sendo apenas qualificadas de acordo com a presença ou não das estruturas típicas de cada espécie fúngica envolvida, no interior das raízes. Em amostras do substrato, coletadas após a retirada das raízes, foi realizada a extração de esporos, em sub-amostras de 30 ml de substrato, utilizando-se o peneiramento e decantação via úmida, GERDEMANN & NICOLSON (20) seguida de centrifugações em água e em sacarose. A densidade de esporos presentes nas sub-amostras foi avaliada em placa com canaletas circulares, sob microscópio estereoscópico binocular, através de contagens. Das amostras do substrato, outras sub-amostras foram preparadas para as determinações de P, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Al⁺⁺⁺ do solo e pH em água, de acordo com EMBRAPA (15). Os teores de nutrientes foram determinados apenas nas folhas das mudas de abacateiro e de mangueira. No mamoeiro, foi preparada a planta toda para análise. Após serem moídas, amostras de 0,5 gramas foram submetidas à digestão nitro-perclórica e os teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn, foram determinados nos extratos. O teor de P foi determinado por Colorimetria, o K por Fotometria de Chama, o S por Turbidimetria e os teores dos demais, por Espectrofotometria de Absorção Atômica, conforme HUNTER (26). A efetividade simbiótica, foi calculada pela expressão numérica da relação en-

tre a matéria seca da parte aérea, para o abacateiro e mangueira, ou matéria seca total, no mamoeiro, das plantas micorrizadas, dividida pelo daquelas não micorrizadas, multiplicada por 100 e subtraindo-se 100. O crescimento relativo ao controle e incremento relativo ao controle em altura e diâmetro, foram determinados pela expressão numérica da relação entre o crescimento e incrementos em altura e diâmetro das plantas micorrizadas, dividido pelo daquelas não micorrizadas, multiplicado por 100. O incremento relativo ao controle nos teores de P, Cu e Zn foram determinados pela expressão numérica da relação entre as concentrações na materia seca das plantas micorrizadas, dividido pelo daquelas não micorrizadas, multiplicado por 100 e subtraído 100, para os teores de P, Cu e Zn, respectivamente.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, de acordo com modelos apropriados para os delineamentos utilizados, conforme CAMPOS (6) e PIMENTEL GOMES (54). Os valores obtidos de colonização radicular e da densidade de esporos em 30 ml de substrato sofreram transformações para $\text{arc sen } \sqrt{X'}$ e $\text{Log } \sqrt{X + 0,5}$, respectivamente. Análises de correlação foram realizadas para as variáveis de crescimento, fúngicas e dos teores de nutrientes na matéria seca das plantas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Abacateiro

Observações microscópicas em amostras de raízes clarificadas e coloridas, mostraram que todas as plantas cultivadas em substratos inoculados com os fungos MVA, apresentavam-se colonizadas, na 21^a semana pós-repicagem e as plantas não inoculadas, não apresentavam sinais de colonização (Quadro 3). As taxas de colonização radicular, na ausência de superfosfato simples (SS) foram maiores nas plantas inoculadas com as espécies pertencentes ao gênero *Glomus*, *Gigaspora* e quando se praticou a inoculação múltipla (IM), quando comparadas com aquelas inoculadas com *Acaulospora scrobiculata*, que apresentaram taxa de colonização em torno de 17% (Quadro 3). Contudo a adição de SS ao substrato, resultou em redução significativa na intensidade de colonização radicular de *Glomus intraradices*, *Gl. macrocarpum*, *Gigaspora heterogama*, *G. margarita* e inoculação múltipla (IM). A colonização micorrízica é mais prevalente em condições de média e baixa fertilidade, pois a adição de P solúvel reduz a colonização radicular (MOSSE, 49).

Quadro 3. Características de crescimento e de micorrização em abacateiro inoculado com fungos MVA, em relação àqueles não inoculados, coletadas na 21ª semana pós-repicação, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Características	SS	Tratamentos fúngicos*							
		NI	SCR	CLA	INT	MAC	HET	MAR	IM
Altura final (cm)	-SS	34,4Aa	35,8Aa	41,6Aa	42,5Aa	36,1Aa	41,5Aa	36,7Ba	35,4Aa
	+SS	35,2Aa	37,9Aa	42,5Aa	42,1Aa	35,1Aa	42,3Aa	44,1Aa	34,2Aa
Diâmetro final (mm)	-SS	8,7Aa	8,1Aa	8,6Aa	7,9Aa	7,5Aa	9,0Aa	7,9Aa	8,2Aa
	+SS	7,6Ba	8,1Aa	8,0Aa	8,6Aa	8,5Aa	8,6Aa	8,1Aa	8,2Aa
Área foliar (cm²/planta)	-SS	918,0Aa	896,0Aa	1147,0Aa	1051,0Aa	882,0Aa	1086,0Aa	1070,0Aa	1158,0Aa
	+SS	761,0Aa	898,0Aa	1083,0Aa	1110,0Aa	953,0Aa	1228,0Aa	1318,0Aa	1138,0Aa
MS p. aérea (g/planta)	-SS	18,1Aab	18,0Aab	19,7Aab	18,4Aab	16,6Ab	20,3Aa	17,5Aab	16,5Ab
	+SS	15,4Bb	17,1Aab	18,3Aab	19,2Aa	17,1Aab	20,2Aa	18,9Aab	16,9Aab
MS raiz (g/planta)	-SS	6,1Aa	7,6Aa	8,7Aa	7,1Ba	6,5Aa	8,6Aa	6,9Ba	8,5Aa
	+SS	7,1Aa	8,1Aa	8,2Aa	9,1Aa	6,9Aa	8,6Aa	9,1Aa	7,6Aa
Colonização (%)	-SS		17 Ab	65 Aa	66 Aa	70 Aa	71 Aa	72 Aa	64 Aa
	+SS		13 Ac	65 Aa	46 Bb	59 Ba	62 Ba	58 Ba	56 Bab
Dens. esporos (nº/30 ml)	-SS		8 Abc	20 Abc	0 Ac	68 Ab	42 Ab	10 Bbc	168 Aa
	+SS		4 Ab	8 Ab	0 Ab	29 Bab	8 Bb	60 Aa	37 Bab
Efet. simb.** (%)	-SS		1 Aa	11 Aa	3 Ba	-8 Ba	13 Ba	-3 Ba	-9 Ba
	+SS		12 Aa	20 Aa	24 Aa	12 Aa	35 Aa	23 Aa	11 Aa
Cresc. Rel. Cont.*** (%)	-SS	100	106 Aa	123 Aa	125 Aa	108 Aa	121 Aa	107 Aa	105 Aa
	+SS	100	114 Aa	125 Aa	124 Aa	104 Aa	125 Aa	128 Aa	100 Aa

Para cada característica, as médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** ES = $\{ |(MVA/NI) \times 100 | - 100 \}$

*** CRControle = $| (MVA/NI) \times 100 |$

Embora as taxas de colonização radicular diferirem de maneira substancial para os diferentes fungos MVA inoculados, (13 a 72%), a colonização não foi significativamente correlacionada com as características vegetativas avaliadas. Não foi verificado efeito significativo para inoculação na altura das plantas (Figura 1), diâmetro final, área foliar total e na acumulação de matéria seca nas raízes das plantas inoculadas, mesmo quando 72% das raízes estavam colonizadas (Quadro 3 e A-1). A matéria seca produzida na parte aérea das plantas inoculadas com *G. heterogama* sem SS, *G. heterogama* e *Gl. intraradices* com SS, foram superiores às demais inoculações e a testemunha. No tratamento sem inoculação, a produção de matéria seca na parte aérea das plantas foi significativamente menor quando adicionou-se SS ao substrato.

A densidade de esporos (DE) no solo (Quadro 3) mostrou comportamento bem diferenciado entre as espécies, sendo que o número de esporos, em amostras de 30 ml de substrato, foi significativamente reduzido para *Gl. macrocarpum*, *G. heterogama* e IM, quando SS foi adicionado ao substrato. As DE mais elevadas foram verificadas na IM e com *G. margarita*, nos tratamentos sem e com SS, respectivamente. Para o *Gl. intraradices*, não foi encontrado esporos na rizosfera, independente da presença ou ausência do SS. Em geral, ocorreu a predominância de esporos das espécies de *Gl. macrocarpum* e das espécies de *Gigaspora* na ausência e presença de SS, respectivamente.

A efetividade simbiótica (ES), índice que traduz a contribuição percentual dos fungos MVA na acumulação de matéria se-

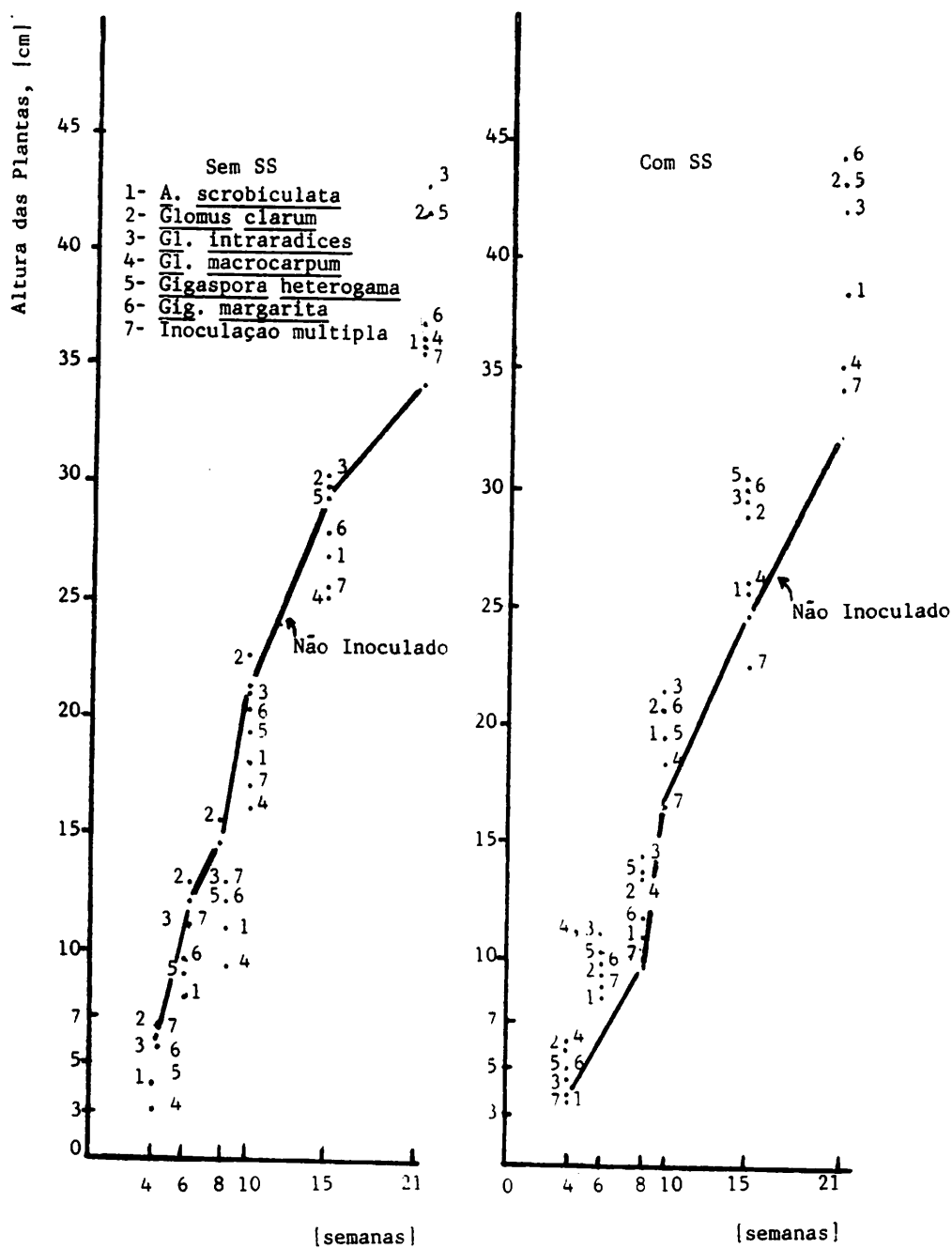


Figura 1. Crescimento de mudas de abacateiro inoculadas com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

ca na planta hospedeira, não apresentou diferenças significativas entre as espécies de fungos MVA inoculadas, na 21^a semana pós-epicagem independente da adição de SS. Entretanto, a adição de SS aumentou significativamente a ES nos tratamentos com *Gl. macrocarpum*, *Gl. intraradices*, *G. heterogama*, *G. margarita* e na IM, conforme Quadro 3 e Figura 2. O crescimento relativo ao controle (Quadro 3), índice que traduz a contribuição percentual dos fungos MVA no ganho em altura da planta hospedeira, não apresentou diferenças significativas entre as espécies e nem tampouco em relação ao SS, na 21^a semana pós-epicagem (Figura 2).

Os teores de nutrientes na matéria seca das folhas das plântulas encontram-se no Quadro 4. Os teores de Cu e Mn, não foram apresentados por terem mostrado enorme variabilidade entre as repetições. A inoculação com as diferentes espécies e aplicação de SS influenciaram significativamente os teores de P, Ca, S e Zn. Para os teores de P, só foi verificado efeito significativo para a inoculação com *G. margarita* na ausência de SS, e com *Gl. clarum* na presença do SS, que apresentaram teores mais elevados do que o tratamento não inoculado (Quadro 4). Os teores de S foram superiores nas plantas inoculadas com *G. margarita* e IM, na ausência de SS e *Gl. clarum* e *Gl. intraradices* quando adicionou-se o SS. Todos os tratamentos de inoculação elevaram os teores de Zn, quando SS não foi aplicado. Com SS apenas *A. scrobiculata*, *G. heterogama* e IM, mostraram teores mais elevados desse nutriente. Para os demais nutrientes apresentados não foram verificados efeitos significativos.

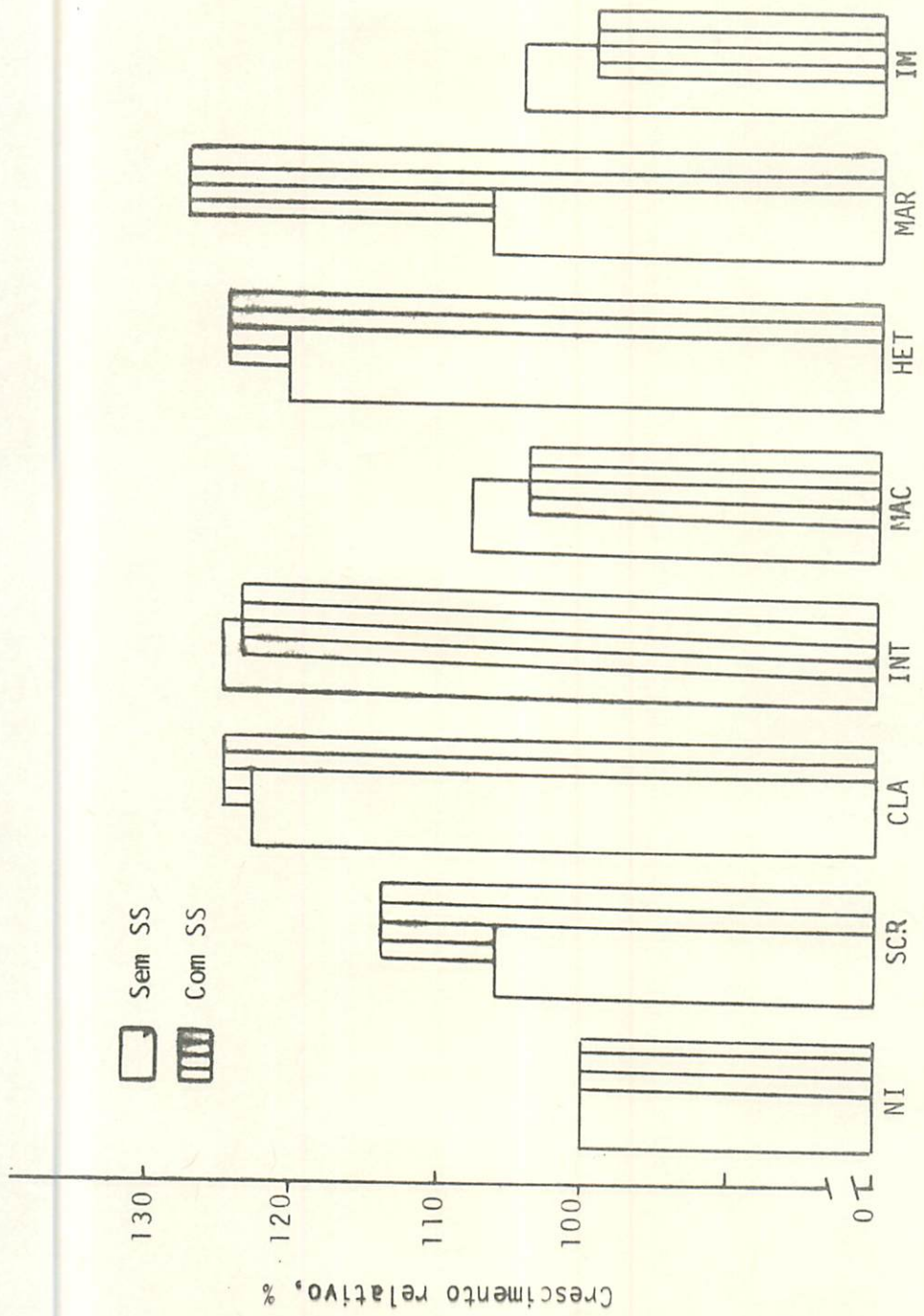


Figura 2. Crescimento relativo ao controle, não inoculado, de mudas de abacateiro, na 21ª semana pós-repicagem, inoculadas com fungos MVA, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Quadro 4. Teores foliares e incrementos relativos de alguns nutrientes no abacateiro inoculado com fungos MVA, em relação àqueles não inoculados, na 21ª semana pós-repicagem, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Variáveis	SS	Tratamentos fúngicos*															
		NI		SCR		CLA		INT		MAC		HET		MAR		IM	
Fósforo (%)	-SS	0,05Ab		0,05Bb		0,07Bb		0,08Aab		0,08Aab		0,07Ab		0,11Aa		0,09Aab	
	+SS	0,06Ab		0,10Aab		0,12Aa		0,10Aab		0,06Ab		0,09Aab		0,08Bb		0,11Aab	
Potássio (%)	-SS	0,82Aab		0,72Aab		0,80Aab		0,82Aab		0,84Aa		0,70Ab		0,73Aab		0,75Aab	
	+SS	0,74Aa		0,76Aa		0,79Aa		0,81Aa		0,75Ba		0,70Aa		0,70Aa		0,73Aa	
Cálcio (%)	-SS	1,10Ab		1,13Bab		1,19Bab		1,24Aab		1,15Aab		1,23Aab		1,38Aa		1,23Aab	
	+SS	1,22Aa		1,35Aa		1,37Aa		1,33Aa		1,13Aa		1,39Aa		1,25Aa		1,39Aa	
Magnésio (%)	-SS	0,62Aa		0,66Aa		0,73Aa		0,73Aa		0,70Aa		0,71Aa		0,74Aa		0,73Aa	
	+SS	0,70Aa		0,72Aa		0,74Aa		0,77Aa		0,64Aa		0,77Aa		0,68Aa		0,70Aa	
Enxofre (%) (x100)	-SS	1,30Bb		1,40Bb		1,60Bb		1,60Bb		1,90Ab		1,60Bb		3,00Aa		2,10Aa	
	+SS	1,80Ab		2,60Aab		2,90Aa		3,00Aa		1,60Ab		2,60Aab		1,80Bb		2,70Aab	
Zinco (ppm)	-SS	13	Ad	22	Bcd	43	Ab	23	Ac	23	Ac	29	Ac	41	Bbc	77	Ba
	+SS	19	Ab	32	Ac	28	Bcd	28	Ac	26	Ac	34	Ac	51	Ab	90	Aa
IRP** (%)	-SS			0		40		60		60		40		120		80	
	+SS			67		100		66		0		50		33		83	
IRZn** (%)	-SS			65		216		73		99		118		201		464	
	+SS			63		46		43		35		76		195		360	

Para cada variável, as médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas ou maiúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

* NI - Não inoculado; SCR - *A. scrobiculata*; CLA - *Gl. clarum*; INT - *Gl. intraradices*; MAC - *Gl. macrocarpum*; HET - *G. heterogama*; MAR - *G. margarita* e IM - Inoculação múltipla.

** IRP e IRZn = $\{ |(MVA/NI) \times 100 | - 100 \}$

A adição de SS elevou os teores de P nos tratamentos inoculados com *A. scrobiculata*, *Gl. clarum* e diminuiu nos inoculados com *G. margarita*. Não teve efeito sobre o K e Mg e aumentou o teor de Ca nas inoculações com *A. scrobiculata* e *Gl. clarum*. Os teores de S foram superiores em todos os tratamentos, exceto com *Gl. macrocarpum* e na IM, e reduziram na *G. margarita*. Os teores de Zn foram maiores nas inoculações com *A. scrobiculata*, *G. margarita* e inoculação múltipla e menores na inoculação com *Gl. clarum*. Análise dos nutrientes no substrato no final do experimento mostrou diferenças significativas entre as concentrações no substrato inoculado e não inoculado (Quadro 4A).

Embora todos os fungos estudados tenham se estabelecido nas raízes do abacateiro, sua contribuição para o crescimento e nutrição desta planta foi pequena, assim como o efeito do SS (Figura 2). Verificou-se efeitos significativos para algumas das variáveis vegetativas e teores de nutrientes, entretanto, esses efeitos não evidenciam a alta dependência micorrízica do abacateiro na condição estudada. Esses resultados corroboram com outros publicados (MENGE et alii, 44; EZETA & SANTOS, 16), onde os efeitos dos fungos MVA sobre o crescimento foram pequenos. O estado nutricional das mudas foi favorecido, a julgar pelos efeitos da inoculação sobre os teores relativos de P e Zn na planta, conforme Quadro 4. Esse benefício, associado à maior tolerância ao estresse de deficiência hídrica e provocado pelo transporte ou manuseio das mudas (MENGE et alii, 44), pode ser de maior importância prática do que simplesmente o aumento no desenvolvimento

vegetativo. Isto sugere estudos adicionais, visando conhecer melhor as implicações da micorrização na qualidade e sobrevivência de mudas de abacateiro no campo.

4.2. Mangueira

Devido ao alto grau de pigmentação nas raízes, as observações microscópicas das raízes tornaram-se difíceis, mas foram suficientes para mostrar que todas as plantas na 25^a semana pós-repicagem, inoculadas apresentavam as estruturas típicas dos fungos MVA, enquanto que nas plantas não inoculadas não foram encontradas evidências da presença dos fungos. Dada a essa dificuldade, a taxa de colonização não pode ser estimada pelo método em uso (ST. JOHN, 61; KORMANIK et alii, 28). Mesmo assim, as observações de raízes, permitiram verificar que *A. scrobiculata* e *Gl. intraradices* estabeleceram-se fracamente, enquanto que nas demais espécies o estabelecimento foi com maior intensidade, (Quadro 5).

Os efeitos dos diversos tratamentos sobre as variáveis vegetativas são apresentados no Quadro 6. A aplicação de SS diminuiu a altura final, diâmetro, ES, o crescimento relativo em altura no tratamento com *Gl. macrocarpum* e incremento em altura, surtos de crescimento, matéria seca da parte aérea, ES e crescimento relativo em altura no tratamento com *Gl. clarum* e não exerceu efeitos significativos nos demais (Quadro A2). Quando se praticou a IM, a aplicação de SS elevou a produção de matéria seca

Quadro 5. Avaliação da colonização por fungos MVA em amostras de raízes de mangueira 'U**̄**bā', na 25^a semana pós-repicagem, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Tratamentos	Micélio externo		Vesículas/esporos		Arbúsculos	
	Sem SS	Com SS	Sem SS	Com SS	Sem SS	Com SS
Categoria de colonização						
NI - não inoculado	-	-	-	-	-	-
SCR - <i>A. scrobiculata</i>	-	+	-	-	-	+
CLA - <i>Gl. clarum</i>	+++	+++	+++ / +++	+++ / +++	+++	+++
INT - <i>Gl. intraradices</i>	+	-	-	-	++	-
MAC - <i>Gl. macrocarpum</i>	+	+	+ / +	+ / +	++	+
HET - <i>G. heterogama</i>	+++	++	-	- / +	+++	+++
MAR - <i>G. margarita</i>	+++	++	++ / +++	- / -	+++	+++
IM - Inoc. múltipla	+++	+++	+++ / +++	+++ / +++	+++	+++

* - Ausente; + escasso; ++ médio; +++ abundante.

da parte aérea (Quadro 6 e Figura 3). Os efeitos dos diferentes tratamentos fúngicos não foram muito acentuados. Verificou-se que a inoculação múltipla, na presença de SS, aumentou o diâmetro final, incremento em diâmetro, número de folhas, matéria seca da parte aérea e densidade de esporos. A DE foi aumentada, tanto na ausência quanto na presença do SS, quando se praticou a inoculação múltipla. A inoculação com *G. margarita* aumentou a produção de raízes e DE na ausência de SS. Para as demais variáveis não foi verificado efeitos significativos (Quadro 6). Observa-se no entanto, que as plantas inoculadas com *Gl. clarum*, *Gl. macrocarpum*, *G. margarita* e IM, na ausência de SS, apresentaram uma tendência de crescimento linear constante, principalmente no intervalo da 21^a à 25^a semana pós-repicagem, onde as demais inoculações e a testemunha, não inoculada, apresentaram estabilização no crescimento. Comportamento semelhante pode ser observado apenas para as inoculações com *G. margarita* e IM na presença do SS.

Para a densidade de esporos observa-se comportamento bem diferenciado entre as espécies de fungos MVA inoculadas, sendo que o número de esporos em amostras de 30 ml de substrato, retiradas da rizosfera, foi significativamente reduzido apenas para *Gl. macrocarpum* com a adição de SS. As maiores densidades de esporos foram verificadas na ausência do SS para *Gl. macrocarpum* e IM. Esporos de *Gl. intraradices*, independentemente do SS, não foram encontrados na rizosfera das plantas inoculadas com o fungo isoladamente ou na IM (Quadro 6 e Figura A1). Quando foi realizada a inoculação múltipla, ocorreu a predominância das espécies *Gl. clarum* e *Gl. macrocarpum* na ausência e presença de SS (Figura A1).

Quadro 6. Características de crescimento e de micorrização em mudas de mangueira 'Ubã' inoculadas com fungos MVA, em relação às que não foram inoculadas, coletadas na 25ª semana pós-repicagem, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Variáveis	SS	Tratamentos fúngicos*								
		NI	SCR	CLA	INT	MAC	HET	MAR	IM	
Alt. final	-SS	20,83Aa	21,67Aa	25,50Aa	22,47Aa	25,92Aa	22,17Aa	25,92Aa	25,67Aa	
(cm/muda)	+SS	22,75Aab	22,25Aab	21,50Ab	21,00Ab	21,42Bc	20,67Ab	27,69Aab	27,83Aa	
Inc. Alt.	-SS	8,07Aa	8,82Aa	13,05Aa	9,38Aa	13,17Aa	9,40Aa	13,17Aa	13,17Aa	
(cm/muda)	+SS	10,02Aab	9,32Aab	8,88Bab	8,32Ac	9,15Aac	7,87Ac	14,73Aa	18,05Aa	
Diam. final	-SS	3,82Aa	3,70Aa	4,15Aa	3,70Aa	4,88Aa	3,87Aa	4,30Aa	4,38Aa	
(mm/muda)	+SS	3,82Aa	3,83Aa	3,88Aa	3,78Aa	3,70Aa	3,47Aa	4,58Aa	4,72Aa	
Inc. Diam.	-SS	1,15Aa	1,03Aa	1,52Aa	1,13Aa	1,88Aa	1,38Aa	1,67Aa	1,78Aa	
(mm/muda)	+SS	1,17Aa	1,28Aa	1,42Aab	1,25Aa	0,88Bc	1,00Ac	2,03Aa	2,17Aa	
Folhas	-SS	10,80Aa	12,00Aa	13,30Aa	10,30Aa	14,00Aa	12,50Aa	13,00Aa	13,70Aa	
(nº/muda)	+SS	12,30Aa	10,70Ab	10,50Bc	11,50Ac	11,80Aa	11,00Ac	14,80Aa	16,00Aa	
Surtos	-SS	2,70Aa	2,80Aa	3,30Aa	3,70Aa	3,30Aa	2,80Aa	3,00Aa	3,20Aa	
(nº/muda)	+SS	2,80Aa	2,70Aa	2,50Bb	2,80Aa	3,00Aa	2,70Aa	3,20Aa	3,00Aa	
MS raiz	-SS	1,35Ab	1,33Ab	1,80Aa	1,54Ab	2,10Aa	1,87Aa	2,92Aa	2,83Aa	
(g/muda)	+SS	1,50Aa	1,48Aa	1,40Aa	1,24Aa	1,42Aa	1,20Aa	2,43Aa	2,58Aa	
MS p. aérea	-SS	2,73Aa	2,80Aa	3,98Aa	3,46Aa	4,31Aa	3,18Aa	4,46Aa	3,89Bb	
(g/muda)	+SS	3,41Ab	3,11Ab	3,03Ac	2,68Ac	2,94Bc	2,44Ac	4,61Aa	5,32Aa	
Esporos	-SS		8 Ab	6 Abc	0 Ac	24 Aa	8 At	1 Ac	25 Aa	
(nº/30m²)	+SS		4 Ab	3 Ac	0 Ab	1 Bc	3 At	1 Ac	17 Aa	
ES **	-SS		3 Aa	8 Aa	30 Aa	7 Aa	2c Aa	85 Aa	50 Aa	
(%)	+SS		-5 Aa	-10 Bb	-18 Aa	-10 Bb	-27 Aa	51 Aa	52 Aa	
CRC ***	-SS	100 Aa	104 Aa	125 Aa	106 Aa	126 Aa	107 Aa	126 Aa	125 Aa	
(%)	+SS	100 Aa	98 Aa	94 Bb	93 Aa	95 Bb	91 Aa	124 Aa	121 Aa	
IRC alt. ***	-SS	100 Aa	113 Aa	175 Aa	117 Aa	173 Aa	127 Aa	177 Aa	172 Aa	
(%)	+SS	100 Aa	96 Aa	88 Bb	86 Aa	94 Bb	81 Aa	156 Aa	149 Aa	
IRC diam. ***	-SS	100 Aa	91 Aa	144 Aa	107 Aa	141 Aa	125 Aa	140 Aa	173 Aa	
(%)	+SS	100 Aa	119 Aa	129 Aa	112 Aa	80 Bc	93 Aa	173 Aa	207 Aa	

Para cada variável, as médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas ou maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

* NI - Não inoculado; SCR - *A. scrobiculata*; CLA - *Gl. clarum*; INT - *Gl. intra radices*; MAC - *Gl. macrocarpum*; HET - *G. heterogama*; MAR - *G. margarita* e IM - Inoculação múltipla.

** ES = Efetividade simbiótica = $\{ |(MVA/NI) \times 100 - 100| \}$.

*** CRC ou IRC = Crescimento ou incremento relativo ao controle = $(MVA/NI) \times 100$.

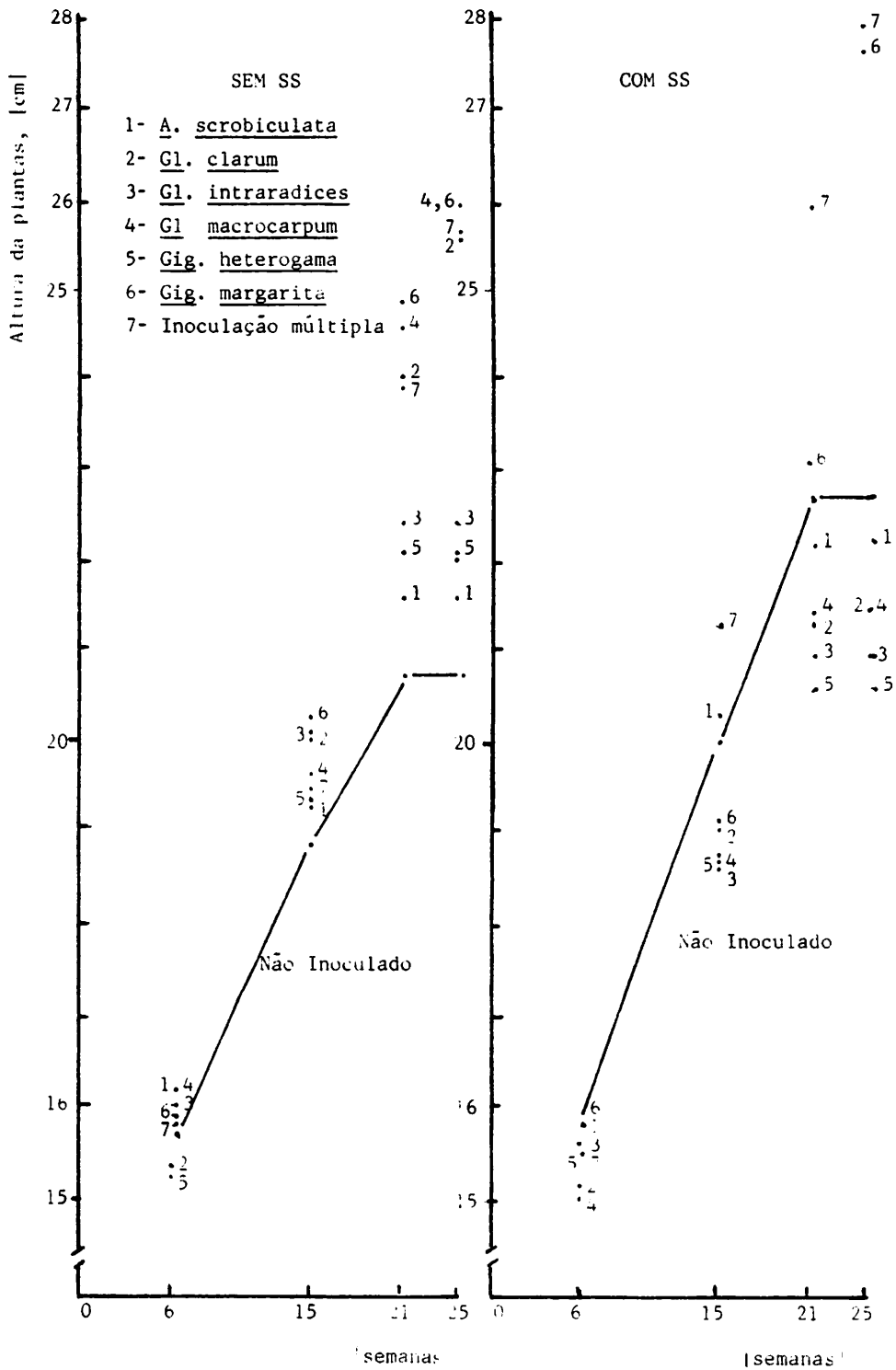
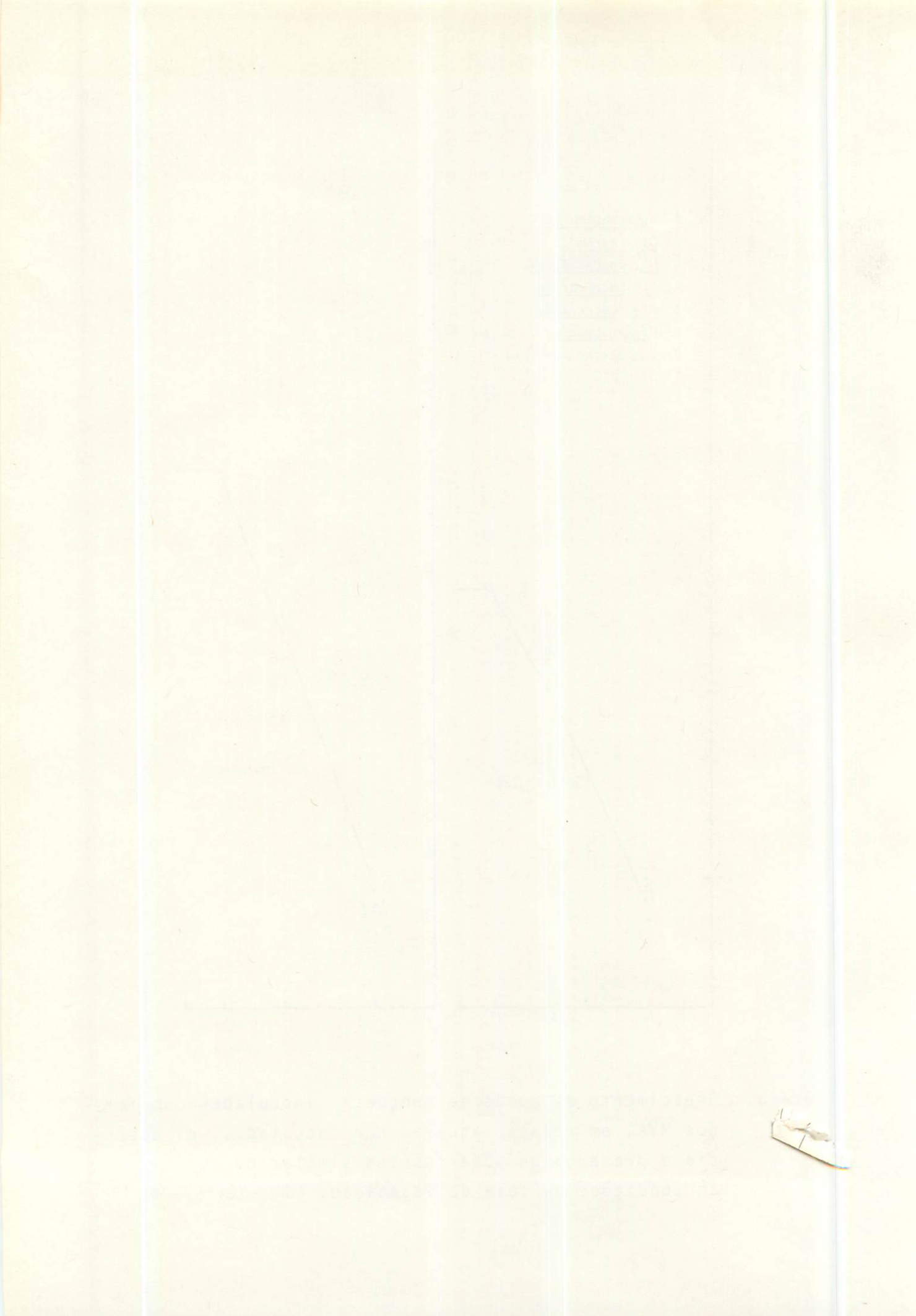


Figura 3. Crescimento de mudas de mangueira inoculadas com fungos MVA, em relação às que não foram inoculadas, na ausência e presença de superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988



A efetividade simbiótica (ES) (Quadro 6), embora sem diferenças estatísticas significativas indicam tendências de efeitos depressivos nos tratamentos com adição de SS, sendo esse efeito mais pronunciado nas inoculações com *Gl. clarum*, *Gl. macrocarpum*, *Gl. intraradices* e *G. heterogama*. SIQUEIRA & COLOZZI FILHO (65) propuseram um modelo conceitual para prever as respostas à micorrização, que vão de efeitos benéficos, em condições sub-ótimas de P, a relações parasíticas, em condições ótimas e supra-ótimas de P no solo. Observa-se que com a adição de SS, apenas os tratamentos inoculados com *G. margarita* e inoculação múltipla, se mostraram superiores em relação ao tratamento não inoculado. As inoculações com *Gl. clarum*, *Gl. macrocarpum* e *G. margarita* promoveram aumentos de crescimento na ausência do SS.

Resultados semelhantes foram observados para os índices de crescimento relativo ao controle e no incremento relativo em altura, ambos na 25ª semana pós-repicagem, entretanto, com a adição de SS, apenas a inoculação com *Gl. macrocarpum* promoveu redução significativa no incremento relativo em diâmetro, sendo que nesta condição, somente a IM foi superior à testemunha, não inoculada (Figura 4).

Os efeitos dos tratamentos sobre os teores de nutrientes na matéria seca das folhas são apresentados no Quadro 7. A adição de SS elevou os teores de P em todos os tratamentos à exceção de *Gl. macrocarpum* e *G. heterogama* que apresentaram elevados teores desse nutriente mesmo sem a aplicação de SS ao substrato. O SS elevou também os teores de Ca na testemunha, não inoculada,

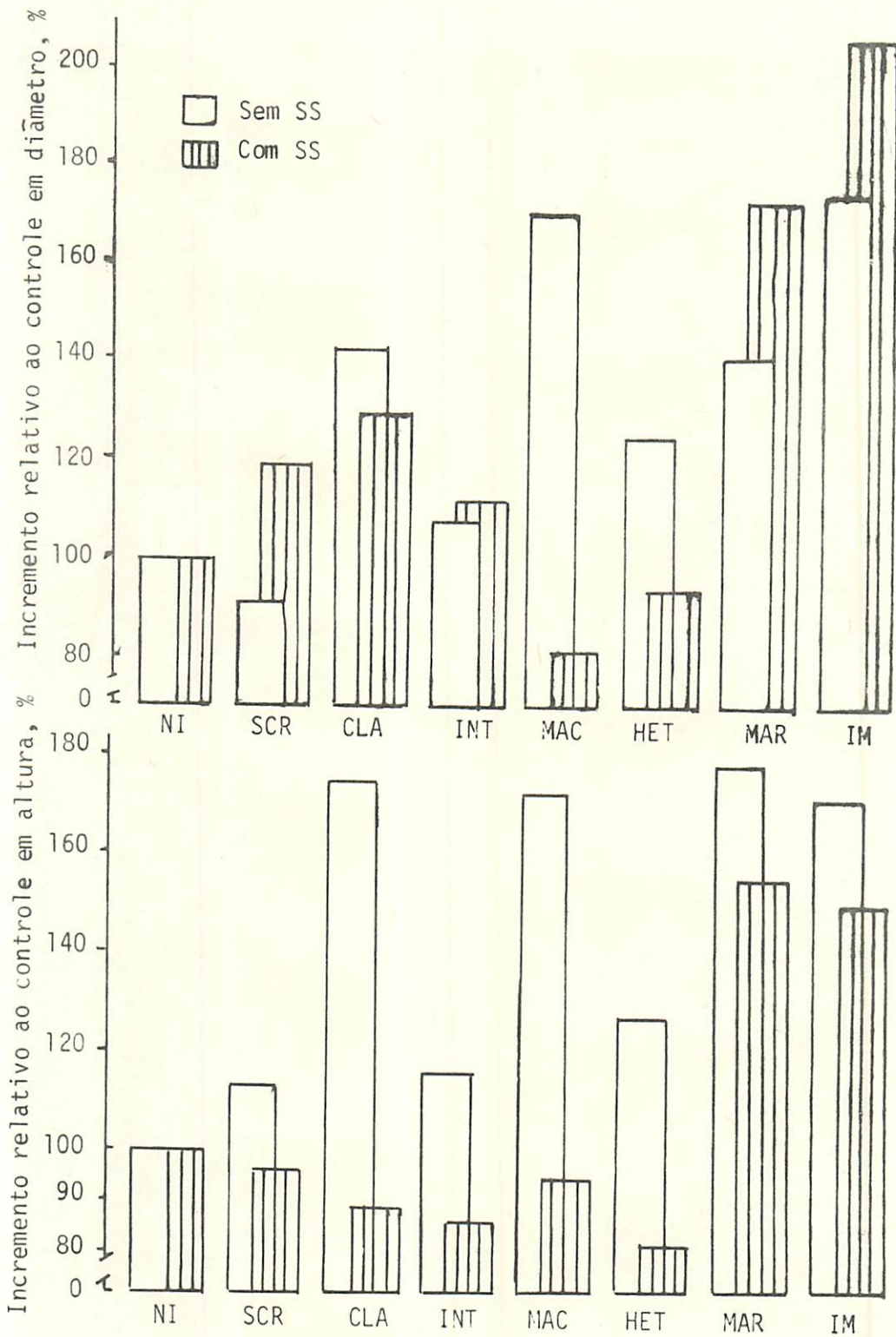


Figura 4. Incrementos relativos em altura e diâmetro de mudas de mangueira 'Ubã' inoculadas com fungos MVA, em relação às que não foram inoculadas, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Quadro 7. Teores foliares e incrementos relativos de alguns nutrientes na mangueira 'U**u**bã', inoculadas com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, na 25ª se-
mana pós-repicagem, na ausência e presença do superfosfato simples no subs-
trato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Variáveis	SS	Tratamentos fúngicos*							
		NI	SCR	CLA	INT	MAC	HET	MAR	IM
Fósforo (%)	-SS	0,06Bb	0,07Bb	0,07Bb	0,09Bb	0,14Aa	0,13Aab	0,14Ba	0,15Ba
	+SS	0,13Ab	0,13Ab	0,19Aa	0,13Ab	0,13Ab	0,14Ab	0,18Aab	0,20Aa
Potássio (%)	-SS	1,07Ab	1,17Aab	1,17Aab	1,20Aab	1,30Aab	1,28Aab	1,32Aab	1,35Aa
	+SS	1,23Aab	1,02Ab	1,16Aab	1,21Aab	1,31Aa	1,20Aab	1,10Bab	1,14Bab
Cálcio (%)	-SS	1,03Bb	1,01Bb	1,16Aab	1,09Bb	1,24Aab	1,13Ab	1,28Bab	1,43Aa
	+SS	1,38Aab	1,29Ab	1,26Ab	1,25Ab	1,27Ab	1,24Ab	1,46Aab	1,56Aa
Magnésio (%)	-SS	0,34Ab	0,34Ab	0,37Aab	0,34Ab	0,36Ab	0,35Ab	0,38Aab	0,43Aa
	+SS	0,36Aab	0,34Aab	0,35Aab	0,32Aab	0,33Aab	0,31Ab	0,38Aa	0,38Ba
Enxofre (%)	-SS	0,01Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,01Ba	0,01Aa	0,01Ba	0,01Ba	0,02Aa
	+SS	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa
Cobre (ppm)	-SS	9 Aa	8 Aab	6 Aab	2 Bc	2 Abc	4 Abc	3 Abc	5 Ab
	+SS	5 Bb	4 Bab	2 Bb	4 Aab	3 Ab	3 Ab	3 Ab	7 Aab
Zinco (ppm)	-SS	16 Aab	18 Aab	20 Aab	20 Bab	15 Ab	15 Ab	15 Ab	22 Aa
	+SS	13 Ab	17 Ab	13 Bb	26 Aa	14 Ab	14 Ab	15 Ab	21 Aab
IRC P (%)	-SS		16	16	50	133	116	133	150
	+SS		0	46	0	0	7	38	54
IRC Cu (%)	-SS		-36	-30	-71	-69	-49	-60	-38
	+SS		-20	-56	-19	-50	-37	-39	21
IRC Zn (%)	-SS		12	25	29	-7	-4	-6	40
	+SS		24	-2	92	8	9	9	59

Para cada variável, as médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas ou maiúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

* NI - Não inoculado; SCR - *A. scrobiculata*; CLA - *Gl. clarum*; INT - *Gl. intraradices*; MAC - *Gl. macrocarpum*; HET - *Gig. heterogama*; MAR - *Gig. margarita* e IM - Inoculação múltipla.

** Incremento relativo ao controle = $\{ |(MVA/NI) \times 100| - 100 \}$

G. margarita, *Gl. intraradices* e *A. scrobiculata*; de S no *Gl. intraradices*, *G. heterogama* e *G. margarita*; de Cu e de Zn no *Gl. intraradices*. Diminuiu os teores de K nas inoculações com *G. margarita* e IM e os de Ca na inoculação com *Gl. intraradices* e *G. margarita*, os de Mg na IM, os de Cu na testemunha, não inoculada, *A. scrobiculata* e *Gl. clarum* e os de Zn na inoculação com *Gl. clarum*.

Os efeitos dos diferentes tratamentos fúngicos foram os seguintes: a IM aumentou os teores de P tanto na presença quanto na ausência de SS, sendo que a inoculação com *G. margarita* e *Gl. clarum* só aumentou os teores de P na ausência de SS. Para os teores de K, Ca, Mg e S, os efeitos foram muito pequenos ou ausentes. O teor de Cu foi reduzido com a inoculação com *G. margarita*, *Gl. intraradices*, *Gl. macrocarpum*, *G. heterogama* e IM, quando na ausência de SS. Os teores de Zn aumentaram na IM sem o SS e na inoculação com *Gl. intraradices* com SS.

A inoculação aumentou os teores de P nas folhas em até 150% quando não se aplicou o SS. Esse efeito parece estar relacionado com os efeitos no crescimento, o mesmo não se verificando para os teores de Cu e Zn, que também sofreram grandes alterações. Análise de nutrientes no solo no final do estudo, não mostrou diferenças significativas entre as concentrações no solo inoculado e não inoculado (Quadro A4).

Embora seja relatado que a mangueira é uma planta que forma micorriza em seu habitat natural, ST. JOHN (61), o efeito da inoculação sobre o crescimento desta planta não é conhecido.

Considerando seu sistema radicular lenhificado, pouco ramificado e com poucos pelos absorventes, esperava-se uma elevada dependência micorrízica desta planta. Embora ela pareça se beneficiar da micorrização, este fato não foi confirmado no presente trabalho. A baixa taxa de crescimento inicial, além da remoção dos resíduos embrionários e a secção das folhas na repicagem, podem ter condicionado a baixa disponibilidade de fotossintatos para os fungos resultando em uma lenta colonização das raízes. Deve-se considerar que como foi verificado para o cacauero (EZETA E SANTOS, 1966) e também observado em outras espécies vegetais, a dependência micorrízica ou os benefícios desta associação pode aumentar em função da idade da muda, como parece indicar na Figura 3. O fungo *G. margarita* e a IM, parecem os mais promissores para futuros estudos com a mangueira.

4.3. Mamoeiro

Os efeitos da adição de SS como o da inoculação foram bem mais evidentes no mamoeiro do que nas duas outras espécies estudadas. Esses efeitos nas variáveis vegetativas e relacionadas à micorrização são resumidos no Quadro 8 e Figuras 5 e 6 e análises estatísticas no Quadro A3.

Já na 6ª semana após a emergência os efeitos dos tratamentos já podiam ser observados. RAMIREZ et alii (1958) relataram que esses efeitos podem ser observados a partir da 4ª semana pós-inoculação. Nesse período, como na época de colheita (15ª sema

Quadro 8. Características de crescimento e de micorrização em mudas de mamoeiro 'solo' inoculados com fungos MVA, em relação àquelas não inoculadas, na 6^a e 15^a semanas pós-semeadura, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Variáveis	SS	Tratamentos fúngicos												
		NI	SCR	CLA	INT	MAC	HET	MAR	IM					
Alt. 6 ^a sem. (cm/planta)	-SS	4,42Bb	4,47Bb	5,50Bab	4,48Bb	6,45Ba	5,02Bab	4,05Bb	5,65Bab					
	+SS	7,22Ab	6,77Ab	7,27Aab	6,82Aab	8,13Aab	8,30Aa	7,27Aab	6,87Aab					
Alt. 15 ^a sem. (cm/planta)	-SS	6,30Bc	6,35Bc	10,80Bb	7,13Bc	13,90Ba	10,90Bb	9,30Bbc	11,30Aab					
	+SS	12,20Ab	13,30Aab	14,20Aab	15,30Aab	15,50Aab	16,10Aa	14,30Aab	12,80Ab					
Mat. seca (g/vaso)	-SS	0,16Bb	0,14Bb	1,09Ba	0,25Bb	1,19Ba	1,03Aa	0,58Bab	1,19Aa					
	+SS	1,23Ab	1,38Aab	2,14Aa	1,65Aab	1,75Aab	1,51Aab	1,54Aab	1,28Ab					
Colonização (%)	-SS		28 Ab	61 Aa	27 Ab	65 Aa	66 Aa	63 Aa	64 Aa					
	+SS		14 Bc	44 Bb	34 Ab	59 Aa	53 Aa	43 Bb	59 Aa					
Esporos (nº/30 ml)	-SS		2 Ab	19 Aab	0 Ab	26 Aa	36 Aa	5 Ab	39 Aa					
	+SS		3 Ab	8 Bb	0 Ab	24 Aa	5 Bb	3 Ab	33 Aa					
Efetividade* (%)	-SS		-14 Ac	57 Aab	109 Abc	606 Aab	637 Aa	319 Ab	684 Aa					
	+SS		18 Aa	36 Ba	42 Aa	45 Ba	34 Ba	32 Ba	14 Ba					
CRC 6 ^a sem.** (%)	-SS	100 Ab	102 Ab	126 Aab	103 Ab	145 Aa	115 Ab	93 Ab	128 Aab					
	+SS	100 Aa	94 Aa	101 Ba	95 Aa	114 Ba	116 Aa	101 Aa	96 Aa					
CRC 15 ^a sem.** (%)	-SS	100 Ac	101 Ac	173 Aab	115 Abc	217 Aa	174 Aab	153 Ab	180 Aab					
	+SS	100 Aa	121 Aa	119 Ba	127 Aa	130 Ba	135 Ba	119 Ba	107 Ba					

Para cada variável, as médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas ou maiúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

* Efetividade simbiótica = $\{|(MVA/NI) \times 100| - 100\}$; ** Crescimento relativo ao controle = $(MVA/NI) \times 100$

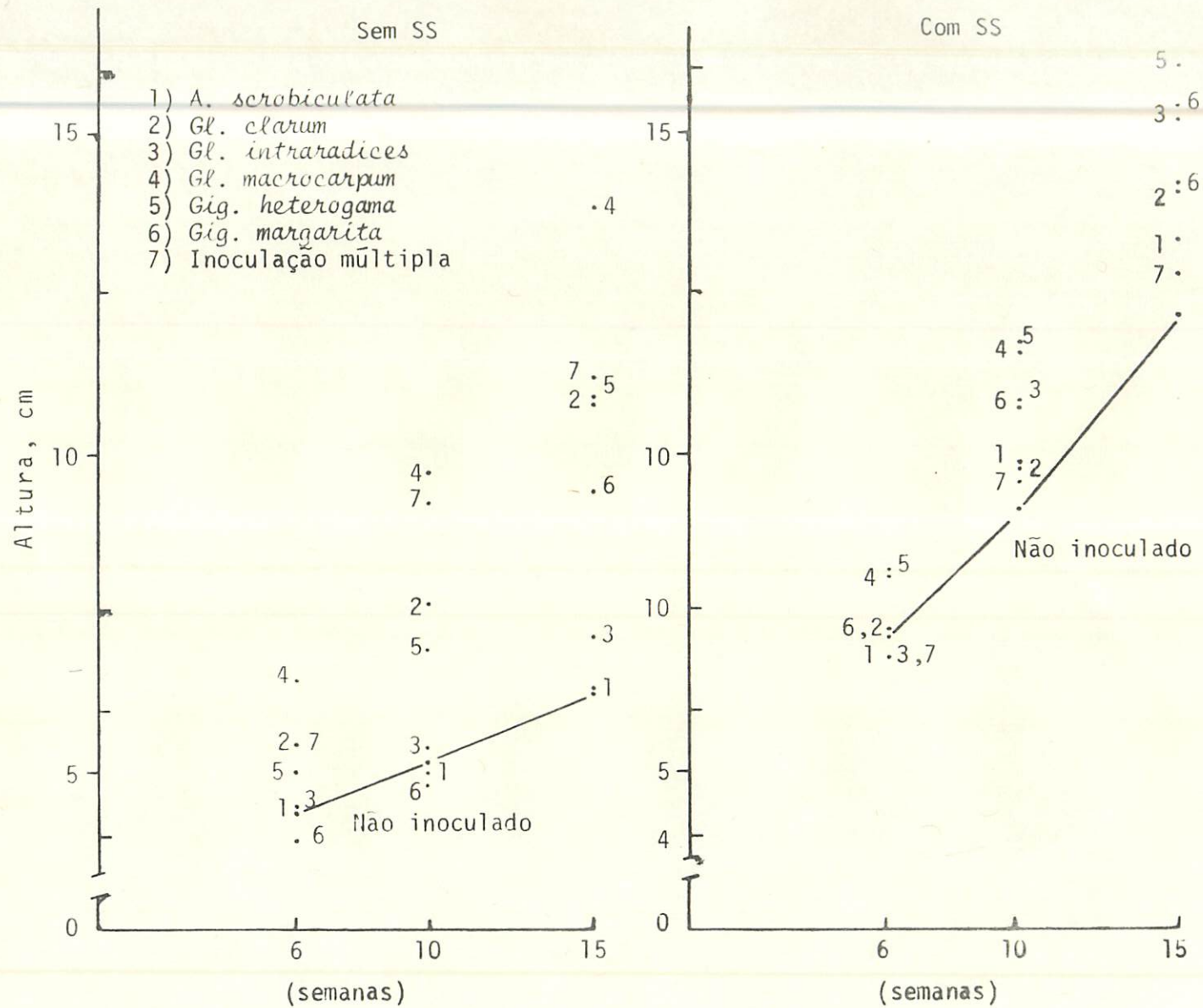


Figura 5. Crescimento de mudas de mamoeiro 'solo' inoculadas com fungos MVA, em relação às que não foram inoculadas, na ausência e presença do superfosfato simples no substrato em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

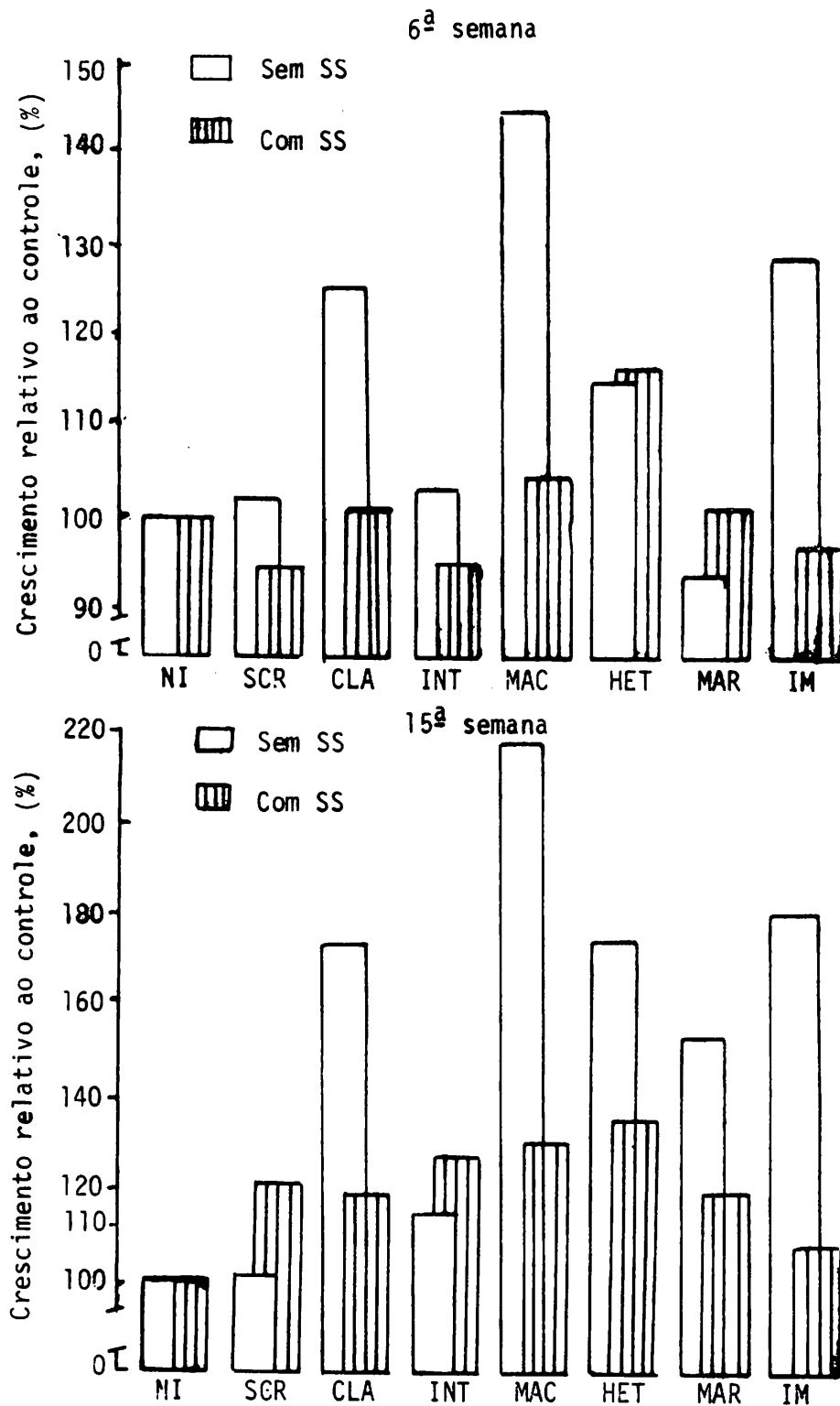


Figura 6. Crescimento relativo ao controle, não inoculado, de mudas de mamoeiro 'solo', na 6ª e 15ª semanas pós-semeadura, na ausência e presença do superfosfato, em presença do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

na), a aplicação de SS aumentou a altura das plantas. A produção de matéria seca total também foi favorecida pela adição de SS, com exceção dos tratamentos IM e *G. heterogama*. A taxa de colonização e a densidade de esporos foram reduzidas pela adição de SS nos tratamentos *Gl. clarum*, *G. margarita* e *A. scrobiculata*. A aplicação de SS também reduziu a efetividade simbiótica e o crescimento relativo das plantas inoculadas com *Gl. clarum*, *Gl. macrocarpum*, *G. heterogama*, *G. margarita* e IM. A matéria seca total foi aumentada pela inoculação com *Gl. clarum*, *Gl. macrocarpum*, *G. heterogama* e IM, na ausência de SS e *Gl. clarum* na presença, evidenciando uma maior adaptabilidade deste fungo a níveis mais elevados de P disponível no solo pois, de acordo com SYLVIA & SCHENCK (71), os fungos MVA diferem entre si na tolerância ao P no solo. A taxa de colonização foi mais elevada nos fungos que promoveram aumentos no crescimento das plantas. Na presença de SS, *Gl. macrocarpum*, *G. heterogama* e IM, mostraram altas taxas de colonização. A densidade de esporos foi superior nos fungos *Gl. clarum*, *Gl. macrocarpum*, *G. heterogama* e *G. margarita*, independente do uso do SS. A efetividade simbiótica desses fungos na ausência de SS decresceu na seguinte ordem: IM = *G. heterogama* *Gl. macrocarpum* = *Gl. clarum* *G. margarita* *Gl. intraradices* *A. scrobiculata*. Já na presença de SS, os diferentes fungos não diferiram entre si quanto a ES, sendo esta de magnitude bem inferior. Os efeitos dos fungos sobre o crescimento relativo puderam ser verificados já na 6ª semana, quando *Gl. macrocarpum* e IM, mostram-se superiores na ausência de SS, enquanto que na presença de SS todos se comportaram igualmente para esse efeito. Na 15ª se

mana, esse efeito foi muito acentuado na ausência de SS e pequeno na presença. Esses resultados estão de acordo com outros, que mostram que os efeitos benéficos da micorrização diminuem com a elevação do P disponível no solo.

Os teores de nutrientes na matéria seca total são apresentados no Quadro 9. A aplicação de SS aumentou os teores de P, K, Ca, S e Zn e diminuiu os de Mg e Cu, sendo esses efeitos dependentes dos tratamentos fúngicos. Os teores de P só foram aumentados quando as plantas foram inoculadas com *Gl. clarum* na ausência de SS, sendo esse aumento da ordem de 120%. Os teores de P, K, Ca e Zn não foram influenciados pela inoculação quando na presença de SS. Já na ausência, K foi aumentado por todos os fungos, menos para *A. scrobiculata*. Enquanto Ca só foi afetado negativamente pelo *Gl. intraradices*, Mg foi reduzido por todos os fungos menos para a *A. scrobiculata*. Os teores de S não foram influenciados na ausência de SS e foram aumentados pelo *Gl. macrocarpum* na presença de SS, o mesmo se verificando para Cu, que foi também favorecido pela *G. heterogama* na ausência de SS. Análise de nutrientes no solo no final do estudo não mostrou diferenças significativas entre as concentrações no solo inoculado e não inoculado (Quadro A4).

Análises de correlação entre as variáveis fúngicas e de crescimento e nutrição, não explicaram satisfatoriamente os resultados aqui apresentados. Exceção foi verificada entre a relação da taxa de colonização e a eficiência simbiótica. Portanto, os efeitos da inoculação sobre os teores de nutrientes por mudas

Quadro 9. Teores foliares e incrementos relativos de alguns nutrientes no mamoeiro 'solo' inoculado com fungos MVA, em relação àqueles não inoculados, na 15ª semana pós-semeadura, na presença e ausência do superfosfato simples no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Variáveis	SS	Tratamentos fúngicos								
		NI	SCR	CLA	INT	MAC	HET	MAR	IM	
Fósforo (%)	-SS	0,17Bb	0,18Bb	0,37Aa	0,26Ab	0,26Bb	0,24Ab	0,26Ab	0,33Aab	
	+SS	0,32Aab	0,27Aab	0,35Aa	0,22Ab	0,35Aa	0,19Ab	0,17Bb	0,35Aa	
Potássio (%)	-SS	2,04Bb	2,08Bb	3,11Aa	2,74Aa	2,82Aa	2,95Aa	3,04Aa	2,87Aa	
	+SS	2,46Aa	2,56Aa	2,54Ba	2,71Aa	2,74Aa	2,63Ba	2,40Ba	2,74Aa	
Cálcio (%)	-SS	0,97Ba	0,96Ba	0,84Bab	0,76Bb	0,90Aab	0,84Bab	0,83Bab	0,91Bab	
	+SS	1,15Aab	1,15Aab	1,12Aab	1,00Ab	0,98Ab	1,08Aab	1,10Aab	1,19Aa	
Magnésio (%)	-SS	2,20Aa	2,01Aa	1,41Ac	1,43Ac	1,51Abc	1,70Ab	1,30Ac	1,38Ac	
	+SS	1,67Ba	1,61Bab	1,50Aab	1,32Ab	1,38Ab	1,47Bab	1,29Ab	1,51Aab	
Enxofre (%)	-SS	0,06Aab	0,07Ba	0,05Bab	0,06Bab	0,05Bb	0,05Bab	0,05Bab	0,04Bb	
	+SS	0,06Ab	0,08Aab	0,08Aab	0,09Aab	0,10Aa	0,08Aab	0,08Aab	0,08Ab	
Cobre (ppm)	-SS	21 Ab	18 Ab	50 Ab	33 Ab	51 Ab	108 Aa	72 Aab	84 Aab	
	+SS	13 Ab	14 Ab	29 Ab	16 Ab	68 Aa	57 Bab	52 Aab	58 Bab	
Zinco (ppm)	-SS	112 Bb	126 Ab	128 Aab	100 Bb	156 Aab	198 Aa	164 Aab	135 Ab	
	+SS	134 Aab	119 Aab	148 Aab	123 Aab	116 Bab	142 Bab	97 Bab	168 Aa	
IRC P*	-SS		6	115	53	53	41	53	94	
	+SS		-12	10	-29	9	-37	-45	16	
IRC Cu*	-SS		-17	132	55	139	401	235	291	
	+SS		53	120	21	424	305	307	323	
IRC Zn*	-SS		13	41	-11	39	76	47	21	
	+SS		2	14	1	-8	10	-20	29	

Para cada variável, as médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

* Incremento relativo ao controle = $\{ |(MVA/NI) \times 100| - 100 \}$

de mamoeiro foram mais pronunciadas para P, Cu e Zn quando não adicionou SS ao substrato. As modificações verificadas nos teo - res dos demais nutrientes, resultam de efeitos secundários provo - cados pelo desenvolvimento diferenciado da inoculação ou do efei - to da aplicação de P, conforme ABBOTT & ROBSON (2). Esses efei - tos parecem explicar seus benefícios da micorrização para o cres - cimento do mamoeiro, como tem sido relatado na literatura para ou - tras espécies vegetais, HAYMANN & MOSSE (25).

Esses resultados confirmam relatos preliminares sobre os benefícios dos fungos MVA para o crescimento de mudas de mamoeiro, RAMIREZ et alii (58) e indicam os fungos *Gl. macrocarpum*, *Gl. clarum*, *G. heterogama* isolados ou em inoculação múltipla como promissores para estudos mais detalhados, visando o uso des - tes, na mamãocultura brasileira.

5. CONCLUSÕES

A avaliação dos efeitos da inoculação com fungos MVA no desenvolvimento inicial de mudas de abacateiro, de mangueira e do mamoeiro, para as condições em que foram conduzidos o presente estudo, permitiram as seguintes conclusões:

- Todos os fungos testados estabeleceram-se nas raízes das plantas estudadas, sendo suas contribuições para o crescimento e nutrição, mais evidentes no mamoeiro do que no abacateiro e mangueira.
- Os maiores incrementos relativos nos teores de P, devido a inoculação, ocorreram na ausência do superfosfato simples; para os demais nutrientes as modificações resultaram de efeitos secundários provocados pelo desenvolvimento diferenciado devido a inoculação ou a adição do superfosfato simples.
- Das espécies estudadas, somente o mamoeiro mostrou elevada dependência micorrízica, sendo os fungos *Gl. clarum*, *Gl. macrocarpum* e *G. heterogama* inoculados separadamente ou em inoculação múltipla os mais efetivos.

- Mesmo tendo mostrado baixa dependência, o abacateiro beneficiou-se mais da *G. heterogama* e a mangueira do *Gl. macrocarpum* e *G. margarita*, sendo estes muito promissores para estudos adicionais.
- As respostas positivas às inoculações quando o superfosfato simples não foi adicionado ao substrato, indicam que o favorecimento na nutrição fosfatada é o principal mecanismo pelo qual esses fungos beneficiaram o crescimento inicial destas espécies vegetais.

6. RESUMO

Estudou-se os efeitos da inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares (MVA) aplicados isoladamente e em mistura, no crescimento inicial e nutrição de abacateiro (*Persea americana*, Mill.), de mangueira (*Mangifera indica*, L. cv. 'Ubã') e de mamoeiro (*Carica papaya* L. cv. 'Solo') em substrato desinfestado e adubado ou não com superfosfato simples em quantidade equivalente a 3,0 kg/m³. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação no Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no Estado de Minas Gerais, durante o ano de 1986. Em cada experimento foram testadas seis espécies fúngicas, sendo: *Acaulospora scrobiculata*; *Glomus clarum*; *Gl. intraradices*; *Gl. macrocarpum*; *Gigaspora heterogama*; *G. margarita*; inoculação múltipla (IM) e o controle não inoculado, tanto na ausência como na presença de superfosfato simples. O crescimento do abacateiro não apresentou diferenças significativas para as espécies fúngicas testadas e nem tampouco em relação ao superfosfato simples (SS), na 21^a semana pós-repicagem. Os incrementos relativos nos teores foliares de P, devido a inoculação, quando SS não foi adicionado, são de maior importância prática, do que

simplesmente o aumento no desenvolvimento vegetativo das mudas. Para a mangueira, os efeitos dos tratamentos fúngicos não foram muito acentuados, provavelmente devido à baixa taxa de crescimento inicial desta espécie. Somente as inoculações com *Gl. clarum*, *Gl. macrocarpum*, *G. margarita* e IM na ausência de SS mostraram tendência de crescimento linear constante, especialmente, no intervalo entre a 21ª e 25ª semanas pós-repicagem, sugerindo que a dependência micorrízica aumenta com a idade da muda. A inoculação aumentou os teores de P nas folhas em até 150%, quando SS não foi aplicado. Para os demais nutrientes os efeitos foram muito pequenos ou ausentes. No mamoeiro, os efeitos dos tratamentos fúngicos e da adição de SS foram bem mais evidentes e observados desde a 6ª semana pós-inoculação. Esse efeito foi mais acentuado na ausência do SS e muito pequeno, quando este foi aplicado ao substrato, mostrando que os benefícios da micorrização diminuem com o aumento do P disponível no solo. Os fungos mais efetivos e promissores para o mamoeiro são: *G. heterogama*, *Gl. macrocarpum* e *Gl. clarum* isolados ou em inoculação múltipla. Os dados indicam que a absorção de P e seus efeitos na planta constituem o principal mecanismo pelo qual esses fungos beneficiam o crescimento inicial do mamoeiro. Ficou evidenciado a necessidade da inoculação com fungos MVA para se obter mudas de boa qualidade de mamoeiro em substratos fumigados. Para as outras duas espécies vegetais estudadas, há necessidade de estudos adicionais visando avaliar os efeitos da pré-colonização no comportamento pós-transplante das mudas.

7. SUMMARY

EFFECTS OF VESICULAR ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON INITIAL GROWTH AND NUTRITION OF AVOCADO, MANGO AND PAPAYA

The effects of VAM fungal inoculation on initial growth and nutrition of avocado (*Persea americana*, Hill), mango (*Mangifera indica* L.) and papaya (*Carica papaya* L.) were studied in a fumigated substrate in the presence and absence of 3 kg/m³ of simple superphosphate. The experiments were conducted under greenhouse for different growth period according to plant species. The inoculant fungi were: *Acaulospora scrobiculata*, *Glomus clarum*, *Glomus intraradices*, *Glomus macrocarpum*, *Gigaspora heterogama*, *Gigaspora margarita* inoculated separately, and multiple inoculation. Avocado growth did not show significant differences for symbiotic effectiveness among the different fungal species by the 21st week of growth. However, inoculation improved plant P status, when superphosphate was not added to the substrate. Mango seedlings benefited only when inoculated with *Gl. clarum*, *Gl. macrocarpum* and *G. margarita*. Their mycorrhizal dependency increased with seedling age. When superphosphate was added, inoculation increased

leaf P concentration by as much as 150%. Such effect was minimal for the other plant nutrients analyzed. In papaya, the effects of inoculation were more pronounced than those verified in avocado and mango seedlings. The beneficial effects of inoculation decreased with the increase in soil P availability. *G. heterogama* and *Gl. macrocarpum* exhibited the highest effectiveness for papaya. The data indicated that the improved P uptake and its host effects, are the main growth benefits for the initial seedling growth of avocado, mango and papaya. In order to obtain good quality papaya outplants, fumigated substrates should be inoculated with VAM fungi. For the other two species, the effects of VAM fungal inoculation needs further studies.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBOTT, L.K. & ROBSON, A.D. The role of vesicular-arbuscular myco-rhizal fungi in Agriculture and the selection of fungi for inoculation. Australian Journal of Agriculture Research, Melburn, 33:389-408, 1982.
2. _____ & _____. The effect of mycorrhizal on plant growth. In: POWELL, C.L. & BAGYARAJ, D.J. ed. V.A. Mycorrhiza, Boca Raton, Florida, CRC Press, 1984. p.113-30.
3. ALVARENGA, L.R. Propagação do mamoeiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 12(134):18-24, fevereiro, 1986.
4. AMBLER, J.R. & YOUNG, J.L. Techniques for determing root length infected by vesicular-arbuscular mycorrhiza. Soil Science Society of American Journal, Madison, 41:551-5, 1977.

5. BLAKE, G.R. Particule density. In: BLACK, C.A., ed. Methods of Soil Analysis: Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling, Madison, American Society of Agronomy, 1965. pt.1, cap. 29, p.371-3.
6. CAMPOS, H. de. Estatística aplicada à experimentação com ca-na-de-açúcar. FEALQ, Piracicaba, 1984. 292p.
7. COLOZZI-FILHO, A.; SOUZA, P. de; OLIVEIRA, E. & CARVALHO, M. M. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro 'Catuai' micorrizadas. Fitopatologia Brasileira, Brasília, 10:335, 1985. (Resumos).
8. _____ & SIQUEIRA, J.O. Micorrizas vesicular-arbusculares em mudas de cafeeiro. I. Efeitos de *Gigaspora margarita* e adubação fosfatada no crescimento e nutrição. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10:199-205. 1986.
9. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80p. (3ª a aproximação).
10. COOPER, K.M. Growth responses to the formation of endotrophic mycorrhizas in Solanum, Leptospermum and New Zealand Ferns. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., ed. Endomycorrhizas, London, Academic Press, 1975. p.391-407.

11. COVEY, R.P.; KOCH, B.L. & LARSEN, H.J. Influence of vesicular arbuscular mycorrhiza on growth of apple and corn in low phosphorus soil. Phytopathology, St. Paul, 71(7):712-5, 1981.
12. CRESS, W.A.; THRONEBERRY, T.O. & LINDSEY, D.L. Kinetics of phosphorus adsorption by mycorrhizal and non-mycorrhizal tomato roots. Plant Physiology, Baltimore, 64:484-7, 1982.
13. DAFT, M.J. & HOGARTH, B.G. Competitive interactions amongst four species of *Glomus* on maize and onion. Transaction of British Mycological Society, London, 80(2):339-45, 1983.
14. DAVIS, R.M. & MENGE, J.A. Influence of *Glomus fasciculatum* and soil phosphorus on *Phytophthora* root rot of Citrus. Phytopathology, St. Paul, 70(5):447-52, 1980.
15. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de Métodos de Análise de Solos, Rio de Janeiro, 1979. n.p.
16. EZETA, F.N. & SANTOS, O.M. Importância da Endomicorriza na nutrição mineral do cacauzeiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 5:22-7, 1981.
17. FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S. & AQUINO, L.H. de. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras - MG. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 4:5-8, 1980.

18. GEDDEDA, Y.I.; TRAPPE, J.M. & STEBBINS, R.L. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizae and phosphorus on apple seedlings. Journal of American Society for Horticultural Science, Ames, 109(1):24-7, 1984.
19. GERDEMANN, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: TORREY, J.D. & CLARKSON, D.T. ed. The development and function of roots, New York, Academic Press, 1975. p.575-91.
20. _____ & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizae endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transaction of the British Mycological Society, London, 46:235-44, 1963.
21. GILMORE, A.E. The influence of endotrophic mycorrhizae on the growth of peach seedlings. Journal of American Society for Horticultural Science, Ames, 96(1):35-7, 1971.
22. GINSBURG, O. & AVIZOHAR-HERSHENSON, Z. Observations of vesicular-arbuscular mycorrhiza associated with avocado roots in Israel. Transaction of the British Mycological Society, London, 48(1):101-4, 1965.
23. GRAHAN, J.H. & TIMMER, L.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizal development and growth response of rough lemon in soil and soilless media: effect of phosphorus source. Journal of American Society for Horticultural Science, Ames, 109(1): 118-21, 1984.

24. HATTINGH, M.J. & GERDEMANN, J.W. Inoculation of brazilian sour orange seed with endomycorrhizal fungus. Phytopatology, St. Paul, 65(9):1013-6, 1975.
25. HAYMAN, D.S. & MOSSE, B. The role of vesicular-arbuscular mycorrhiza in the removal of phosphorus from soil by plant roots. Revistãe Ecologic Biologic Societie, Paris, 9(3): 463-70, 1972.
26. HUNTER, A.H. Laboratory analysis of vegetal tissues samples. Raleigh, International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program. North Caroline State University, 1975 (mimeografado).
27. KLEINSCHMIDT, G.D. & GERDEMANN, J.W. Stunding of citrus seedlings in fumigated nursery soils related to the absence of endomycorrhizae. Phytopathology, St. Paul, 62(12): 1447-52, 1972.
28. KORMANIK, P.P.; BRYAN, W.C. & SCHULTZ, R.C. Procedures and equipments for staining large number of plant root sample for endomycorrhizal assay. Canadian Journal of Microbiology Ottawa, 26:536-9, 1980.
29. _____ & MCGRAW, W.C. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots. In: SCHENCK, N.C. ed. Methods and Principles of Mycorrhizal Research, APS, St. Paul, 1982. p.37-47.

30. KRISHNA, K.R. & BAGYARAJ, D.J. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza and soluble phosphate of *Abelmoscus esculentus* (L.) Mench. Plant and Soil, Netherlands, 64:209-13, 1982.
31. 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, 43:976-0, 1979.
32. LEWIS, D.H. Comparative aspects of the carbon nutrition of mycorrhizas. In: SANDER, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., ed. Endomycorrhizas, London, Academic Press, 1975. p. 119-48.
33. LOPES, A.S. Solos sob cerrado: características, propriedades e manejo. Ed. Instituto da Potassa & Fosfato. Instituto Internacional da Potassa, Piracicaba, 162p. 1981.
34. LOPES, E.S. & SIQUEIRA, J.O. Vesicular-arbuscular mycorrhizas: Their potential in phosphate nutrition in tropical regions. p.225-42. In: The Soil/Root System in Brazilian Agriculture, ed. RUSSEL, R.S.; IGUE, K. & MEHTA, Y.R. Fundação do Instituto Agronômico do Paraná, IAPAR, 1981.
35. _____; _____ & ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7(1):1-19, 1983.

36. MANICA, I. Cultura do mamoeiro. Viçosa, UFV, 1971. 20p.
(Boletim, 28).
37. MARANCA, G. Fruticultura comercial: mamão, goiaba e abacaxi. São Paulo, NOBEL, 1978. 121p.
38. MARONEX, D.M.; HENDRIX, J.W. & KIERMAN, J. Mycorrhizal fungi and their importance in horticultural crop production. In: HENDER, W.J.; MARDUSKY, F.J. & PIERCE, L.C. ed., Horticultural Reviews, AVI Publishing Company, Inc. Connecticut, 3, p.172-213, 1981.
39. MARTIN, J.P.; FARMER, W.J. & ERWIN, J.O. Influence of steam treatment and fumigation of soil on growth and elemental composition of avocado seedlings. Soil Science Society of American Journal, Madison, 37:56-60, 1973.
40. MEDINA, J.C. Mamão: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, ITAL, 1980, (Frutas tropicais, 7), p. 7-112.
41. MENGE, J.A. Effect of soil fumigants and fungicides on vesicular-arbuscular fungi. Phytopathology, St. Paul, 72(8): 1125-32, 1982.
42. _____. The feasibility of using VA mycorrhizal fungi to improve crop production in fumigated and non fumigated soils. In: FERGUSON, J.J. ed., Applications of Mycorrhizal fungi in crop production. p.29-34, University of Florida, Gainesville, 1984.

43. MENGE, J.A. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal in agriculture. Canadian Journal of Botany Ottawa, 61: 1015-24, 1983.
44. _____; DAVIS, R.M.; JOHNSON, E.L.V. & ZENTMEYER, G.A. Mycorrhizae fungi increase growth and reduce transplant injury on avocado. California Agriculture, Berkeley, 32 (4):6-7, 1978.
45. _____; JOHNSON, E.L.V. & PLATT, R.G. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrients regimes. The New Phytologist, St. Paul, 81:553-9, 1978.
46. _____; LA RUE, J.; LABANAUSKAS, C.K. & JOHNSON, E.L.V. The effect of two mycorrhizal fungi upon growth and nutrition of avocado seedlings grown with six fertilizer treatment. Journal of American Society for Horticultural Science, Ames, 105(3):400-4, 1980.
47. _____; NEMEC, S.; DAVIS, R.M. & MINASSIAN, V. Mycorrhizal fungi associated with citrus and their possible interactions with pathogens. Proceedings of the International Society of Citriculture, Orlando, 3:872-7, 1977.
48. MORANTES, D.R. Estudio preliminar del efecto de microorganismos sobre el crecimiento de Aguacate (*Persea americana* Mill). In: SIEVERDING, E.; PRAGER, M.S. & OTERO, N.V. ed. Investigaciones sobre Micorrizas en Colombia. Memorias del Primer Curso Nacional sobre Micorrizas, 1984. Universidad Nacional de Colombia, 1985. p.171-5.

49. MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhizas. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 11:171-96, 1973.
50. NEMEC, S. Response of six citrus rootstocks to three species of *Glomus*, a mycorrhizal fungus. Proceedings of Florida State Horticultural Society, Delano, 91:10-4, 1978.
51. _____ & O'BANNON, J.H. Response of *Citrus aurantiun* to *Glomus etunicatum* and *Gl. mosseae* after soil treatment with selectant fumigants. Plant and Soil, Netherlands, 53:351-9, 1979.
52. NICOLI, A.M. Influência de fontes e níveis de fósforo no crescimento e nutrição mineral do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) em vasos, até a repicagem. Lavras, ESAL, 1982. 103p. (Tese Mestrado).
53. PARFITT, R.L. The availability of form phosphate: Goethite bridging complexes, desorption and uptake by ryegrass. Plant and Soil, Netherlands, 53:55-65, 1979.
54. PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba, Nobel, 1976. 430p.
55. PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasite and vesicular-arbuscular-mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transaction of the British Mycological Society, London, 64: 158-61, 1970.

56. PLENCHETTE, C.; FURLAN, V. & FORTIN, J.A. Growth stimulating of apples trees in unsterilized soil under field conditions with VA mycorrhiza inoculation. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 59:2003-8, 1981.
57. POPE, P.E. Influence of *Glomus fasciculatum* mycorrhizae on some physical and chemical characteristics of *Platanus occidentalis* seedlings. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 58:1601-6, 1980.
58. RAMIREZ, B.N.; MITCHELL, D.J. & SCHENCK, N.C. Establishment and growth effects of three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on papaya. Mycologia, New York, 67:1039-41, 1975.
59. RATANAYAKE, M.; LEONARD, R.T. & MENGE, J.A. Root exudation in relation to supply of phosphorus and its possible relevance to mycorrhizal formation. The New Phytologist, London, 81:543-52, 1978.
60. St. JOHN, T.V. Root size, root hairs and mycorrhizal infections: A re-examination of Baylis's hypothesis with tropical trees. The New Phytologist, London, 84:483-7, 1980.
61. _____. Uma lista de espécies de plantas tropicais brasileiras naturalmente infectadas com micorrizas vesicular-arbusculares. Acta Amazônica, Manaus, 10(1):229-34, 1980.
62. SANDERS, F.E. & TINKER, P.B. Phosphate flow into mycorrhizal roots. Pesticide Science, England, 4:385-95, 1973.

63. SIMÃO, S. Manual de Fruticultura. São Paulo, Ceres, 530p. 1971.
64. SIQUEIRA, J.O. Nutricional and factors affecting spore germination, germ tube growth and root colonization by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Gainesville, University of Florida, 1983. 125p. (Dissertação Ph.D).
65. _____ & 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, 10:207-11, 1986.
66. _____; _____; FARIA, F.H.S. & OLIVEIRA, E. de. Efetividade simbiótica de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares para o algodoeiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10:213-8, 1986.
67. _____; HUBBELL, D.H. & MAHAMUD, A.W. Effect of liming on spore germination, germ tube growth and root colonization by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. Plant and Soil, Netherlands, 76:115-25, 1984.
68. _____; _____ & VALE, R.R. Effect of phosphorus on formation of the vesicular arbuscular mycorrhizal simbioses. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19(12):1465-72, 1984.

69. SOUZA, M. de. Nutrição e adubação para produzir mudas de frutíferas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 9(102):40-3, 1983.
70. STRIBLEY, D.P.; TINKER, P.B. & SNELGROVE, R.C. Effect of VAM fungi on relation of plant growth, internal phosphorus concentration and soil phosphate analysis. Journal of Soil Science, Edinburgh, 31(4):655-72, 1980.
71. SYLVIA, D.M. & SCHENCK, N.C. Application of superphosphate to mycorrhizal plants stimulates sporulation of phosphorus tolerant vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. The New Phytologist, London, 95:655-61, 1983.
72. TIMMER, L.W. & LEYDEN, R.F. Relationship of seedbed fertilization and fumigation to infection of sour orange seedling by mycorrhizal fungi and *Phytophthora parasitica*. Journal of American Society for Horticultural Science, Ames, 103(4):537-41, 1978.
73. _____ & _____. Stunting of citrus seedlings in fumigated soils in Texas and its correction by phosphorus fertilization and inoculation with mycorrhizal fungi. Journal of American Society for Horticultural Science, Ames, 103(4):533-7, 1978.
74. TINKER, P.B. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizas on plant nutrition and plant growth. Physiologie vegetal, France, 16:743-51, 1978.

75. TUCKER, D.P. & ANDERSON, C.A. Correction of citrus seedlings stunting on fumigated soils by phosphate application. Proceedings of Florida Horticultural Society, Delano, 85: 10, 1972.
76. VARGAS-RAMOS, V.H. Propagação e implantação de pomar de abacateiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8(86):63-6, 1982.
77. _____. Propagação e implantação de pomar de mangueira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8(86):20-7, 1982.
78. YOST, R.S. & FOX, R.L. Contribution of mycorrhizae to P nutrition of crops growing on an oxisol. Agronomy Journal, Madison, 71:903-8, 1979.
79. ZAMBOLIM, L.; BARROS, N.F. & COSTA, L.N. Influência de micorrizas do tipo vesicular-arbusculares no crescimento e absorção de nutrientes por mudas de *Eucalyptus* spp. Revista Árvore, Viçosa, 6(1):64-73, 1982.
80. _____ & SIQUEIRA, J.O. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura, Belo Horizonte, EPAMIG, 1985, 36p. (Série Documentos, 26).

APÊNDICE

Quadro A1. Resumo da análise de variância para as características de crescimento, de micorrização e dos teores foliares de alguns nutrientes na 21ª semana pós-repique do abacateiro 'híbrido', ESAL - Lavras - MG, 1988

Causas de variação	GL	Matéria seca		Alt. final	Diâmetro final	Nº folhas	(E.S.)	(Col.)	(D.E.)	(CR. 21ª)	% P x 100	% K x 100	% Ca x 100	% Mg x 100	% S x 1000	Zn ppm
		P. aérea	Raiz													
Inocula.	7(6) ¹	19,80**	6,77**	137,18**	0,81	49,25**	768,28**	1604,61**	77,13**	1026,00	0,263**	2,17**	9,87**	1,25*	0,106**	5333,24**
SS	1(1)	1,65	8,12	33,72	0,02	49,59	6813,00**	708,26**	70,28**	241,74	0,413**	1,24	23,10**	0,44	0,782**	579,67**
Inoc. x SS	7(6)	5,49	3,72	22,67	1,28	21,93	118,03	37,18**	44,38**	233,68	0,220**	0,59	4,06	0,99	0,240**	278,21**
Blocos	5(5)	27,54**	24,42**	32,24	5,47**	6,26	959,43**	8,98	6,78	2317,74**	0,071	0,38	3,57	0,99	0,021	73,74
Resíduos	75(65)	3,75	2,47	31,23	0,74	17,18	216,44	11,11	7,31	562,39	0,039	0,58	2,40	0,58	0,028	44,02
C.V. (%)		10,76	20,15	14,48	10,47	17,40	13,32	6,86	63,91	20,55	24,66	9,99	12,33	10,83	25,67	17,74

(¹) Graus de liberdade para efetividade simbiótica (E.S.), taxa de colonização (Col.), densidade de esporos (D.E.) e crescimento relativo na 21ª semana (CR 21ª).

*, ** Indicam efeitos significativos pelo teste F ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Quadro A2. Resumo da análise de variância para as características de crescimento, de mi corrização e dos teores foliares de alguns nutrientes na 25ª semana pós-repi cagem da mangueira 'Ubã', ESAL - Lavras - MG, 1988

Causas de variação	Gl	Mat. seca		Alt. final	Incremento		Diâmet. final	(E.S.)	(D.E.)	(CR. Fin)	Inc. relativo		Σ P x 100	Σ K x 100	Σ Ca x 100	Σ Mg x 100	Σ S x 1000	Cu ppm	Zn ppm
		Parte aérea	Raiz		Alt.	Diâmet.					Altura	Diâmetro							
Inocul.	7(6) ¹	5,94**	3,85**	58,56**	60,11**	1,31**	1,27**	8578,37**	20,23**	1384,14**	8976,92**	11528,99**	1,05**	5,1	17,0**	0,69**	0,05*	34,67**	141,95**
SS	1(1)	0,58	1,83	9,56	8,40	0,19	0,04	38442,96**	18,21**	4725,00**	38958,10**	613,44	5,13**	8,4	65,0**	0,67*	0,74	26,35**	18,29
Inoc. x SS	7(6)	2,69**	0,25	21,10	19,21	0,47	0,62*	2926,21	5,37**	454,75	2466,96	6027,41	0,54**	5,2*	3,0	0,16	0,01	17,21**	33,25*
Blocos	5(5)	18,30*	5,30**	169,62**	39,11**	1,43*	0,28**	9580,54**	1,16	1659,19**	14156,69**	3894,55	0,09	1,8	1,0	0,05	0,01	2,12	18,91
Resíduo	75(65)	1,11	0,57	11,22	12,44	0,22	0,21	2599,25	0,81	308,08	2267,69	3165,44	0,06	2,3	2,0	0,13	0,02	2,69	14,04
C.V. (%)		29,94	42,05	14,91	32,93	11,77	32,08	40,57	39,37	15,93	36,87	42,02	19,26	12,66	12,49	10,13	22,44	33,89	21,62

()¹ Graus de liberdade para efetividade simbiótica (E.S.), densidade de esporos (D.E.), crescimento relativo final (CR. Fin) e incremento relativo (I.R.) em altura e diâmetro.

*, ** Indicam efeitos significativos pelo teste F ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Quadro A3. Resumo da análise de variância para as características de crescimento, de micorrização e dos teores de alguns nutrientes na matéria seca total, no mamoeiro 'solo', ESAL - Lavras - MG, 1988

Causas de variação	GL	Altura da planta na			Matéria seca total	(E.S.)	(Col.)	(D.E.)	Crêsc. relativo			% P x 100	% K x 100	% Ca x 100	% Mg x 100	% S x 1000	Zn ppm
		6ª semana	10ª semana	15ª semana					6ª semana	10ª semana	15ª semana						
Inocul.	7(6) ¹	4,31*	15,33**	38,49**	1,28**	247599,08**	1183,32**	41,49**	1714,03**	6063,21**	5798,96**	4,00**	65,00**	5,0**	59,0*	0,46**	4535,90**
SS	1(1)	129,74**	315,38**	532,04**	17,55**	3010779,25**	710,14**	17,02**	3870,57**	7575,30**	30396,27**	1,10	31,00**	114,0**	53,0**	16,30**	3981,00
Inoc. x SS	7(6)	1,67*	12,06**	17,36**	0,58**	227928,33**	98,75**	5,10**	785,54*	5586,12**	4395,81**	2,10**	48,00**	1,0	16,0**	0,49**	4393,32**
Resíduos	80(60)	0,68	1,16	2,59	0,18	31942,78	22,64	1,51	287,24	581,74	705,29	0,30	7,00	1,0	2,0	0,08	1062,80
C.V. (%)		13,40	12,51	13,58	37,23	54,50	10,71	38,11	15,52	18,99	18,94	21,00	9,82	10,36	8,53	12,96	23,71

()¹ Graus de liberdade para efetividade simbiótica (E.S.), taxa de colonização (Col.), densidade de esporos (D.E.) e crescimento relativo (C.Rel.).

*, ** Indicam efeitos significativos pelo teste F ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Quadro A4. Valores médios de pH e teores no solo de alguns nutrientes após o cultivo do abacateiro 'híbrido', da mangueira 'Ubã' e do mamoeiro 'solo', em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988

Inoculação	SS	pH em água ¹			Ca (meq/100cd)			Mg (meq/100cd)			K (ppm)			P (ppm)		
		Abacate	Manga	Mamão	Abacate	Manga	Mamão	Abacate	Manga	Mamão	Abacate	Manga	Mamão	Abacate	Manga	Mamão
Não inoculado	-SS	6,6	6,4	5,9	4,37	3,59	4,61	3,49	2,86	2,17	35	71	82	3	2	7
	+SS	6,4	6,1	6,1	6,00	5,34	5,80	3,49	3,17	1,97	63	73	67	19	19	26
<i>A. scrobiculata</i>	-SS	6,7	6,5	5,9	4,25	3,07	4,53	3,16	2,82	2,16	74	80	95	2	2	7
	+SS	6,3	6,2	5,7	5,96	5,34	6,21	3,87	3,00	2,19	80	80	66	16	17	29
<i>Gl. clarum</i>	-SS	6,8	6,5	6,0	4,32	3,47	4,37	3,40	2,74	1,95	70	73	88	2	1	7
	+SS	6,4	6,0	5,9	5,43	5,57	5,55	3,54	3,27	1,90	57	77	65	19	18	27
<i>Gl. intraradices</i>	-SS	6,7	6,4	6,4	4,10	3,45	4,34	3,02	2,97	1,91	64	73	86	2	1	6
	+SS	6,2	6,3	5,9	5,59	5,58	5,74	3,86	3,48	1,90	101	80	69	19	17	26
<i>Gl. macrocarpum</i>	-SS	6,6	6,2	6,3	4,33	3,60	4,42	3,36	3,06	1,97	85	81	72	3	2	7
	+SS	6,2	6,3	5,9	5,99	5,51	6,20	4,05	3,19	2,23	124	72	69	21	18	28
<i>G. heteroama</i>	-SS	6,5	6,1	6,1	4,11	3,35	4,43	3,19	2,85	2,02	65	70	79	3	1	7
	+SS	6,3	6,0	5,9	5,52	5,32	5,91	3,78	3,20	2,03	99	77	73	21	18	27
<i>G. margarita</i>	-SS	6,5	6,4	6,0	4,02	3,44	4,65	3,38	3,00	2,20	76	72	91	2	2	6
	+SS	6,3	6,3	5,9	5,97	5,38	6,28	4,14	3,32	2,67	93	72	67	20	18	28
Inoculação múltipla	-SS	7,0	6,6	6,1	4,41	3,47	4,46	3,20	2,92	2,45	76	68	91	3	1	6
	+SS	6,4	6,1	5,8	5,66	4,98	6,27	3,13	3,01	2,73	79	67	76	19	21	25

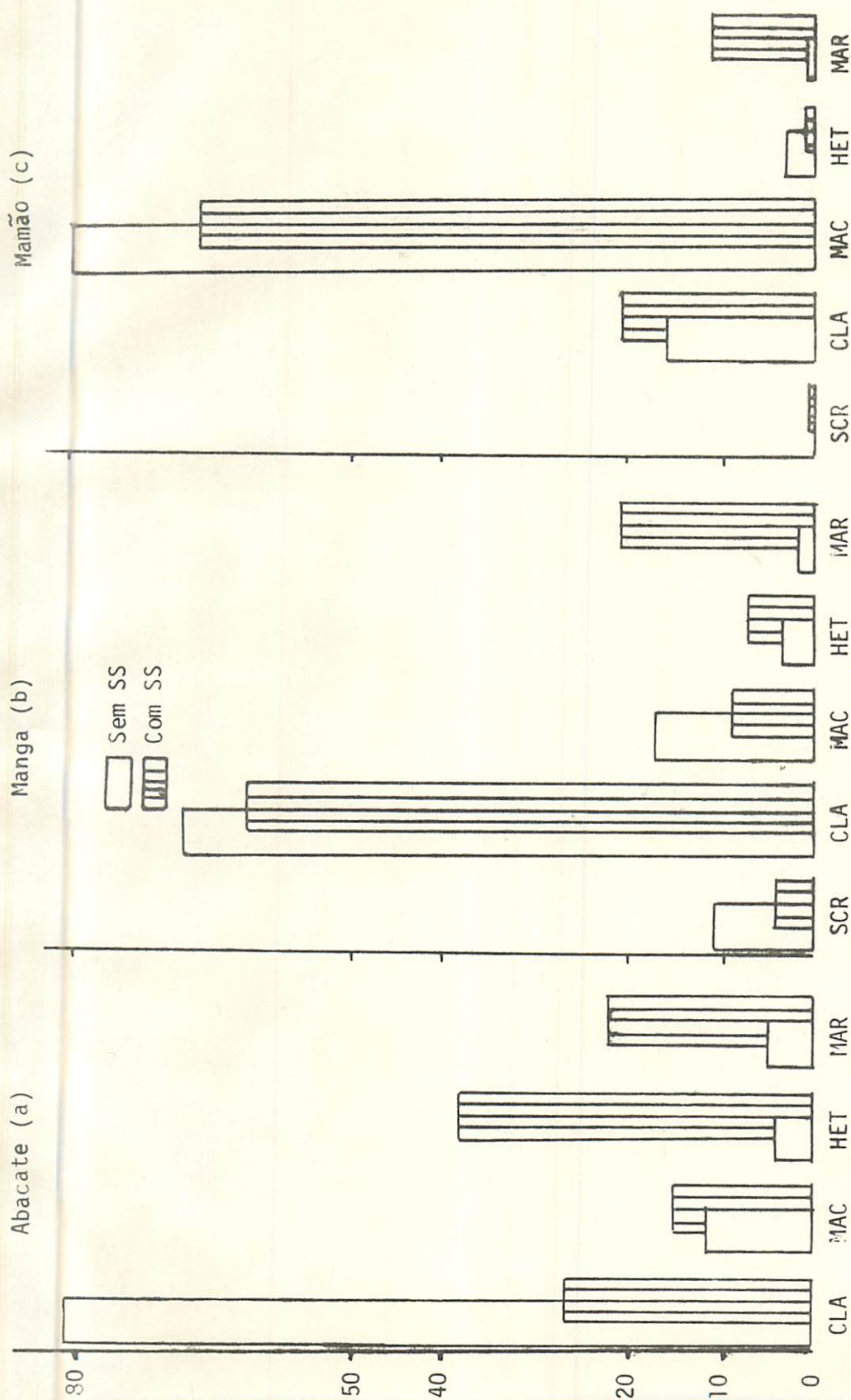


Figura 1A. Percentual médio dos fungos MVA na inoculação múltipla, após o cultivo das espécies, na ausência e presença do superfosfato simples, no substrato, em condições de casa de vegetação, ESAL - Lavras - MG, 1988