

ELIZABETH DE OLIVEIRA

FUNGOS ENDOGONACEAE EM CAFEIROS DAS REGIÕES  
"ALTO PARANAÍBA" E "TRIÂNGULO" EM MINAS GERAIS

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

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

LAVRAS - MINAS GERAIS

1988

1955

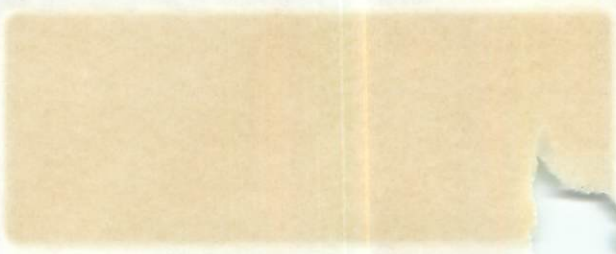
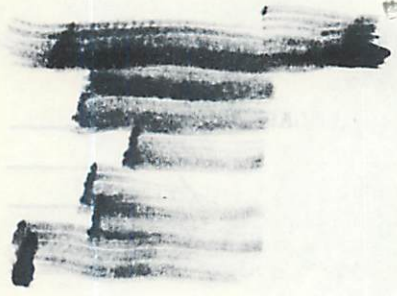
17/02/55

RICARDO DE OLIVEIRA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
CURSO DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS

Trabalho apresentado à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do curso de Pós-Graduação  
em Agronomia, área concentração pro-  
cessos, para obtenção do grau de

"MESTRE"

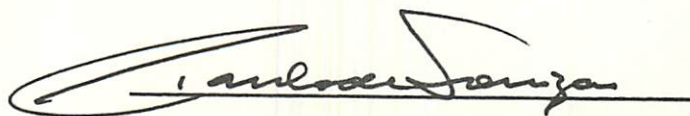


UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
CURSO DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS

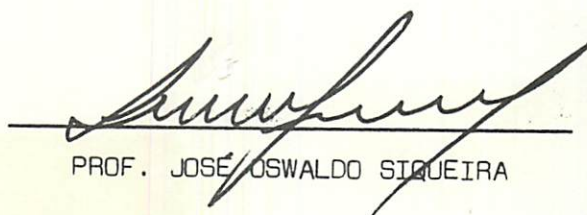
1955

FUNGOS ENDOGONACEAE EM CAFEIROS DAS REGIÕES "ALTO  
PARANAÍBA" E "TRIÂNGULO" EM MINAS GERAIS

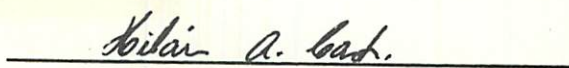
APROVADA:



PROF. PAULO DE SOUZA



PROF. JOSÉ OSWALDO SIQUEIRA



PROF. HILÁRIO ANTONIO DE CASTRO

À minha família,

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão - FAEPE, pelo apoio que permitiu a realização do curso e pelo auxílio na publicação deste trabalho.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, especialmente aos Departamentos de Fitossanidade, Ciência do Solo e de Agricultura, pelo apoio e ensinamentos.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, em especial à pesquisadora Rosângela D'Arc de Lima, pela coleta das amostras de solo utilizadas neste estudo.

À Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP e à Fundação Salim Farah Maluf, pelo apoio financeiro ao programa de pesquisa em endomicorizas da ESAL, no qual este estudo está inserido.

Às laboratoristas Ana Maria dos Santos, Ana Lúcia B. de S. Costa, Mara Márcia Vitorino e Lola de Souza Figueiredo, pelo auxílio e dedicação nos trabalhos de laboratório.

Ao colega Arnaldo Colozzi Filho pela colaboração no trabalho, amizade, convívio e estímulo.

À bibliotecária Maria Helena de Castro, pelo auxílio na recuperação e organização das informações bibliográficas.

Aos professores Paulo de Souza, José Oswaldo Siqueira e Hilário Antonio de Castro, pela orientação, ensinamentos, críticas e sugestões, em especial ao professor José Oswaldo Siqueira, pelo estímulo na realização deste estudo.

Aos meus familiares e amigos que tornaram agradável minha permanência em Lavras.



## BIOGRAFIA DA AUTORA

ELIZABETH DE OLIVEIRA, filha de João de Batista de Oliveira e de Sebastiana de Souza Oliveira, nascida no município de Lavras, Minas Gerais, aos 3 dias de março de 1956.

Em 1978 graduou-se na Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, obtendo os diplomas de Bacharelado e de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas.

Em 1978 iniciou estudos na área de micorrizas, no Instituto Agronômico de Campinas-IAC, como estagiária e posteriormente bolsista do CNPq.

Em 1981 foi contratada pela Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão - FAEPE, através do convênio MA-SNAP-FAEPE.

Realizou pesquisa sobre micorrizas no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU/EMBRAPA, no Instituto Agronômico de Campinas, na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL e na Universidade Federal de Minas Gerais.

Em março de 1984 iniciou o curso de pós-graduação a nível de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitossanidade, na Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Atualmente, está lotada na Delegacia Federal de Agricultura do Estado de Minas Gerais - DFA.

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Número de amostras de solo coletadas na rizosfera de cafeeiros, em municípios das regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo", em Minas Gerais e número de amostras resultantes dos agrupamentos de acordo com os tipos de solo em cada município .....	11
2	Ocorrência e densidade de esporos das espécies de FMVA em 87 amostras da rizosfera de cafeeiros em regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo", em Minas Gerais .....	23
3	Distribuição de frequência para taxas de colonização micorrízica e respectivas densidades de esporos em cafeeiros do "Alto Paranaíba" e "Triângulo Mineiro" .....	43



## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mapa do Estado de Minas Gerais - localização geográfica dos municípios das regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo Mineiro" onde foram coletadas amostras na rizosfera de cafeeiros .....	10
2	Distribuição de frequência para classes de Zn no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10% .	26
3	Distribuição de frequência para classes de Cu no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10% .	28
4	Distribuição de frequência para classes de Fe no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10% .	31
5	Distribuição de frequência para classes de Mn no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10% .	32
6	Distribuição de frequência para classes de Ca + Mg no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10% .....	34
7	Distribuição de frequência para classes de pH no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10% ..	36
8	Distribuição de frequência para classes de P no solo e ocorrência de FMVA com índice superior a 10% .....	37

Figura

Página

- 9 Distribuição de frequência para classes de K no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10% ..... 40

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Taxonomia, identificação e ocorrência dos fungos micorrízicos vesicular-arbusculares (FMVA) .....	3
2.2. Micorrizas vesicular-arbusculares em cafeeiro .....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1. Coleta de amostras .....	9
3.2. Avaliação da taxa de colonização micorrízica das raízes .....	9
3.3. Extração dos esporos .....	12
3.4. Preparo de lâminas para microscopia e identificação dos fungos .....	13
3.5. Análises de fertilidade do solo .....	13
3.6. Estudo estatístico .....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4.1. Ocorrência de gêneros e espécies de fungos micorrízicos .....	15
4.1.1. Espécies de <u>Acaulospora</u> .....	15
4.1.2. Espécies de <u>Gigaspora</u> .....	18
4.1.3. Espécies de <u>Scutellospora</u> .....	18
4.1.4. Espécies de <u>Entrophospora</u> .....	19
4.1.5. Espécies de <u>Glomus</u> .....	19

4.1.6. Espécies de <u>Sclerocystis</u> .....	21
4.1.7. Esporos sésseis .....	21
4.2. Relações entre características de fertilidade do solo e ocorrência das espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares predominantes .....	24
4.2.1. Zinco .....	25
4.2.2. Cobre .....	27
4.2.3. Ferro .....	29
4.2.4. Manganês .....	30
4.2.5. Cálcio e magnésio .....	33
4.2.6. pH .....	33
4.2.7. Fósforo .....	36
4.2.8. Potássio .....	38
4.2.9. Considerações gerais .....	39
4.3. Colonização micorrízica das raízes .....	42
5. CONCLUSÕES .....	45
6. RESUMO .....	46
7. SUMMARY .....	48
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
APÊNDICE .....	62

## 1. INTRODUÇÃO

As simbioses micorrízicas do tipo vesicular-arbusculares são formadas por raízes de plantas e fungos da família Endogonaceae que habitam o solo. Na maioria dos casos, os fungos colonizam o córtex das raízes formando vesículas, provavelmente estruturas de reserva, e arbúsculos que são ramificações finas e dicotômicas das hifas, no interior das células do hospedeiro, onde ocorrem trocas de nutrientes entre os dois organismos. Externamente às raízes, as hifas se ramificam no solo e formam esporos característicos, que além de garantirem a sobrevivência e dispersão dos fungos são utilizados na taxonomia destes. Estas simbioses são mutualísticas e os fungos se beneficiam das plantas em fotossintatos e às plantas se beneficiam dos fungos pela absorção mais eficiente dos nutrientes do solo, principalmente do fósforo (44, 51, 71). Plantas micorrizadas, geralmente, desenvolvem-se melhor que as não micorrizadas sendo seu grau de dependência micorrízica função da espécie de planta, das condições de fertilidade do substrato (7, 27, 32, 44, 48) e da espécie de fungo presente nas raízes (41, 52, 54).

Em condições naturais as micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) são de ocorrência generalizada e poucas espécies vegetais não formam esta simbiose (NICOLSON, 51).

SIQUEIRA (67) considera que, apesar de não ser ainda uma realidade a manipulação dos fungos micorrízicos como se processa com Rhizobium spp,

culturas que são propagadas por mudas produzidas em viveiros, permitem com maior facilidade a inoculação micorrízica. O cafeeiro reúne tais características, pois a desinfestação do substrato, para impedir a disseminação de patógenos, resulta no extermínio de fungos micorrízicos nativos e em baixos índices de colonização micorrízica nas mudas (SIQUEIRA, 69). Assim a inoculação de fungos micorrízicos selecionados, em mudas de cafeeiro poderia ser benéfica, ser praticada em larga escala e para que isto se torne realidade, o conhecimento de fatores do solo e da planta que influenciam o desenvolvimento de micorrizas, poderia contribuir muito para os trabalhos de seleção de fungos, visando efetividade simbiótica, adequabilidade às condições de campo e o desenvolvimento de técnicas de inoculação das mudas.

Esse trabalho foi conduzido com o objetivo de verificar a ocorrência natural de fungos formadores de MVA em cafeeiros das regiões marginais e recentes da cafeicultura do "Alto Paranaíba" e do "Triângulo", em Minas Gerais, como também avaliar as possíveis relações desta ocorrência com a fertilidade do solo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Taxonomia, identificação e ocorrência dos fungos micorrízicos vesicular-arbusculares (FMVA)

Os FMVA pertencem à família Endogonaceae (Zigomycotina - Zigomycetos - Endogonales), sendo atualmente reconhecidos seis gêneros: Glomus, Sclerocystis, Gigaspora, Acaulospora, Entrophosphora e Scutellospora. Estes gêneros são separados considerando-se a maneira pela qual os esporos são formados, que se infere da sua morfologia, e a estrutura destes. Os gêneros Glomus e Sclerocystis formam clamidosporos, provavelmente em reprodução assexuada. Acaulospora, Entrophosphora, Gigaspora e Scutellospora formam zigosporos, provavelmente, também em reprodução assexuada e que em morfologia assemelham-se a zigosporos (TRAPPE & SCHENCK, 78; SCHENCK & PÉREZ, 19).

A posição sistemática destes fungos deixa dúvidas por estes não se apresentarem no estado perfeito zigomicota e pela ocorrência atípica de anastomoses entre hifas somáticas que normalmente caracterizam Ascomycotina e Basidiomycotina (WILLIAMS, 87). Estas evidências sugerem que, futuramente estes poderão ser transferidos para outra subdivisão em Eumycota.

Estes gêneros incluem um total de mais de 100 espécies e para o número de espécies incluídas em cada um, apresentam-se na seguinte ordem decrescente: Glomus (63 espécies); Gigaspora (26 espécies); Acaulospora (22 es-



écies); Sclerocystis (9 espécies); Entrophospora (3 espécies); (OLIVEIRA, 53).

A separação de espécies é feita com base na morfologia e estrutura dos esporos. Os esporos são observados ao microscópio ótico para determinações de suas características, dimensões e reações das paredes a reagentes. Não se encontra na literatura uma padronização nos critérios utilizados para descrições de espécies. Entretanto, normalmente são determinados: forma, cor, diâmetro, ornamentação de paredes dos esporos; número, espessura e características de justaposição e elasticidade das paredes destes esporos; reações das paredes ao reagente de Melzer; formação de esporos no interior de raízes; frequência de fragmentos de solo e matéria orgânica aderidos externamente à paredes dos esporos e outras peculiaridades que sejam marcantes para o reconhecimento da espécie (TRAPPE & SCHENCK, 78; OLIVEIRA, 53).

Entre os elementos utilizados para identificação de espécies, as paredes dos esporos são de extrema importância (WALKER, 81) e podem ser melhor observadas em esporos quebrados em lâminas com água, lactoglicerina, lactofenol ou polivinil álcool (PVL) contendo lactofenol (TRAPPE & SCHENCK, 78). Algumas vezes a caracterização exata deste parâmetro pode ser limitada como em esporos velhos de certas espécies em que ocorrem engrossamentos de até 20  $\mu$ m. Além disto, hiperparasitas podem causar artefatos como poros com distribuição irregular na superfície dos esporos ou engrossamentos irregulares na superfície interna, decorrentes de deposições de material em pontos de penetração. Identificações seguras, geralmente requerem numerosos esporos sendo recomendável a observação de pelo menos 20 ou, preferivelmente, 50 ou mais, embora, frequentemente, dependendo da espécie, apenas um esporo seja suficiente.

Chaves para identificação taxonômica destes fungos, a nível de espécie, têm sido elaboradas como a dicotômica de HALL & FISH (30) e a sinóptica de TRAPPE (75), entretanto, quase sempre é necessário recorrer às descrições originais (OLIVEIRA, 53).

Em 1974, GERDEMANN & TRAPPE (24) monografaram a família Endogonaceae e consideraram a infreqüência de coleções destes fungos, em micotecas e em herbários uma barreira para estudos taxonômicos. Entretanto, com o crescente interesse pelas micorrizas vesicular-arbusculares, constatou-se que estes se encontram entre os fungos mais comuns do solo. Uma vez que estes são simbiontes obrigatórios, alternativas de cultivo "in vivo" têm sido desenvolvidas, facilitando tais estudos (FERGUSON & WOODHEAD, 18). Apesar disto, os métodos atualmente disponíveis ainda são limitantes para estudos acurados da taxonomia e biologia dos fungos micorrízicos vesicular-arbusculares (WALKER, 82).

Face à existência de espécies dimórficas entre os fungos micorrízicos e à freqüência de contaminações entre espécies, em vasos de cultivo, WALKER (82) recomenda o estabelecimento de culturas monospóricas para estudos taxonômicos acurados.

Os esporos dos FMVA são comumente encontrados na rizosfera das plantas e algumas vezes no interior de raízes mortas (TRAPPE & SCHENCK, 78). A espécie Acaulospora myriocarpa, que forma pequenos esporos hialinos pode ser encontrada também no interior de carapaças de insetos e de sementes velhas e no interior de esporos vazios de outras espécies de Endogonaceae (SCHENCK et alii, 64).

Em estudos sobre a ocorrência natural destes fungos nas décadas de 50-80, uma diversidade de tipos morfológicos de esporos foram encontrados, sendo referidos na literatura como amarelo-vacuolado, bulboso reticulado, tipo 1 tipo 2 e outros (MOSSE, 48; GERDEMANN & NICOLSON, 23) devido às limitações encontradas para identificações taxonômicas. Nestes estudos e em outros mais recentes, com identificações taxonômicas padronizadas e precisas, foram feitas tentativas para determinar possíveis efeitos do ambiente sobre sua ocorrência e distribuição. São relatados nestes trabalhos efeitos da umidade, matéria orgânica e de variações sazonais sobre a densidade de esporos (10, 17, 25, 30, 60, 66, 83). Entretanto, existem poucas informações disponíveis na

literatura sobre efeitos de características de fertilidade do solo sobre a ocorrência de espécies. LOPES et alii (40), estudando a ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em cafeeiros do estado de São Paulo constataram predominância de espécies do gênero Acaulospora, verificaram que espécies de Gigaspora não ocorreram em solos com pH acima de 6,5 e que espécies de Glomus foram menos frequentes em solos com pH com valor abaixo de 5,0. Estes dados concordam com os de outras regiões do mundo e com aqueles obtidos em laboratório por SIQUEIRA et alii (70) sobre condições ótimas de pH para germinação de esporos do gênero Gigaspora.

Os FMVA não são específicos na associação com raízes de hospedeiros, entretanto, variações na efetividade da simbiose ocorrem para diferentes espécies vegetais e condições de solo (MOSSE, 48). Níveis altos de fósforo no solo influenciam a formação e funcionamento da simbiose (SIQUEIRA, 68). Assim como ocorre com o fósforo, os níveis de outros elementos nutrientes ou a acidez do solo poderiam influenciar a ocorrência natural de certas espécies de FMVA.

Em levantamentos de ocorrência destes fungos em solos do estado de Minas Gerais, predominam espécies do gênero Acaulospora e não foram determinados possíveis fatores limitantes à ocorrência de outros gêneros (13, 18, 62).

## 2.2. Micorrizas vesicular-arbusculares em cafeeiro

As primeiras observações sobre a ocorrência das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) em cafeeiro foram feitas por Jansen, em 1897 (citado por LOPES et alii, 38).

Em 1976, o Dr. Paulo de Souza (comunicação pessoal), constatou a presença de esporos dos gêneros Glomus, Acaulospora e Gigaspora em solos da

rizosfera de cafeeiros cultivados em solos sob cerrados do Brasil e variação de 20 a 80% nas taxas de colonização micorrízica nas raízes dessas plantas. Inoculando mudas de cafeeiros com Glomus macrocarpum, G. mossae, Gigaspora gigaspora gigantea e com uma população mista de Gigaspora calospora e Gigaspora margarita, o Dr. Paulo de Souza (dados não publicados) obteve maior crescimento das plantas inoculadas com G. calospora e G. margarita. Estas plantas apresentaram também maiores teores de nutrientes, principalmente cobre, na parte aérea, em relação aos outros tratamentos.

Em 1978, CARDOSO (11) sugeriu que as diferenças em desenvolvimento de mudas de cafeeiros obtidas em viveiro, poderiam ser devidas a variações nas taxas de colonização micorrízica verificadas nas raízes dessas plantas.

Em 1983, LOPES et alii (41) estudaram a efetividade simbiótica de várias espécies de FMVA e demonstraram a maior efetividade de G. margarita na promoção do desenvolvimento de mudas de cafeeiro em condições de casa-de-vegetação, fato também verificado na produção a campo (LOPES et alii, 43).

Este efeito de G. margarita sobre o crescimento de mudas de cafeeiro tem sido confirmado em outros experimentos e atribuído à melhor nutrição das plantas, principalmente em fósforo (14, 21, 42, 43, 88). Por outro lado, altos níveis de fósforo no solo pode reduzir o estabelecimento e influenciar o funcionamento da simbiose para o cafeeiro (SIQUEIRA, 68; COLOZZI-FILHO, 14).

Seguindo Gigaspora margarita, a espécie Glomus clarum mostrou ser efetiva na promoção do desenvolvimento de mudas de cafeeiro (COLLOZZI-FILHO et alii, 12). Em levantamento da ocorrência de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares em cafeeiros do estado de São Paulo, as espécies Gigaspora margarita e G. clarum não foram encontradas, sendo constatada predominância de espécies do gênero Acaulospora. Estudos sobre a ocorrência de micorrizas em cafeeiros do sul do estado de Minas Gerais também mostraram baixas frequências de ocorrência de G. margarita e de G. clarum e predominância de espécies

do gênero Acaulospora (FERNANDES, 18).

A avaliação da formação de micorrizas em mudas de cafeeiros de viveiros do sul de Minas Gerais mostrou predominância de espécies de Acaulospora, baixas taxas de colonização micorrízica e nos casos de amostras com mais de 200 ppm de fósforo no substrato, a taxa de colonização foi 38% menor que nas amostras com fósforo entre 20 e 99 ppm, sugerindo influência deste elemento no estabelecimento da simbiose (SIQUEIRA et alii, 66).

Estes dados sugerem um potencial para a introdução de Gigaspora margarita e Glomus clarum em cultivos novos, visando melhor desenvolvimento das plantas e aumentos de produtividade de cafeeiros e para isto os conhecimentos básicos sobre a ocorrência e relações dos FMVA no agrossistema cafeeiro torna-se de grande interesse.

Considerando-se o fato de que as regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo", em Minas Gerais sempre foram consideradas marginais e por isto são recentes na cafeicultura, o estudo dos FMVA nestes locais poderia contribuir para sua utilização futura na região.

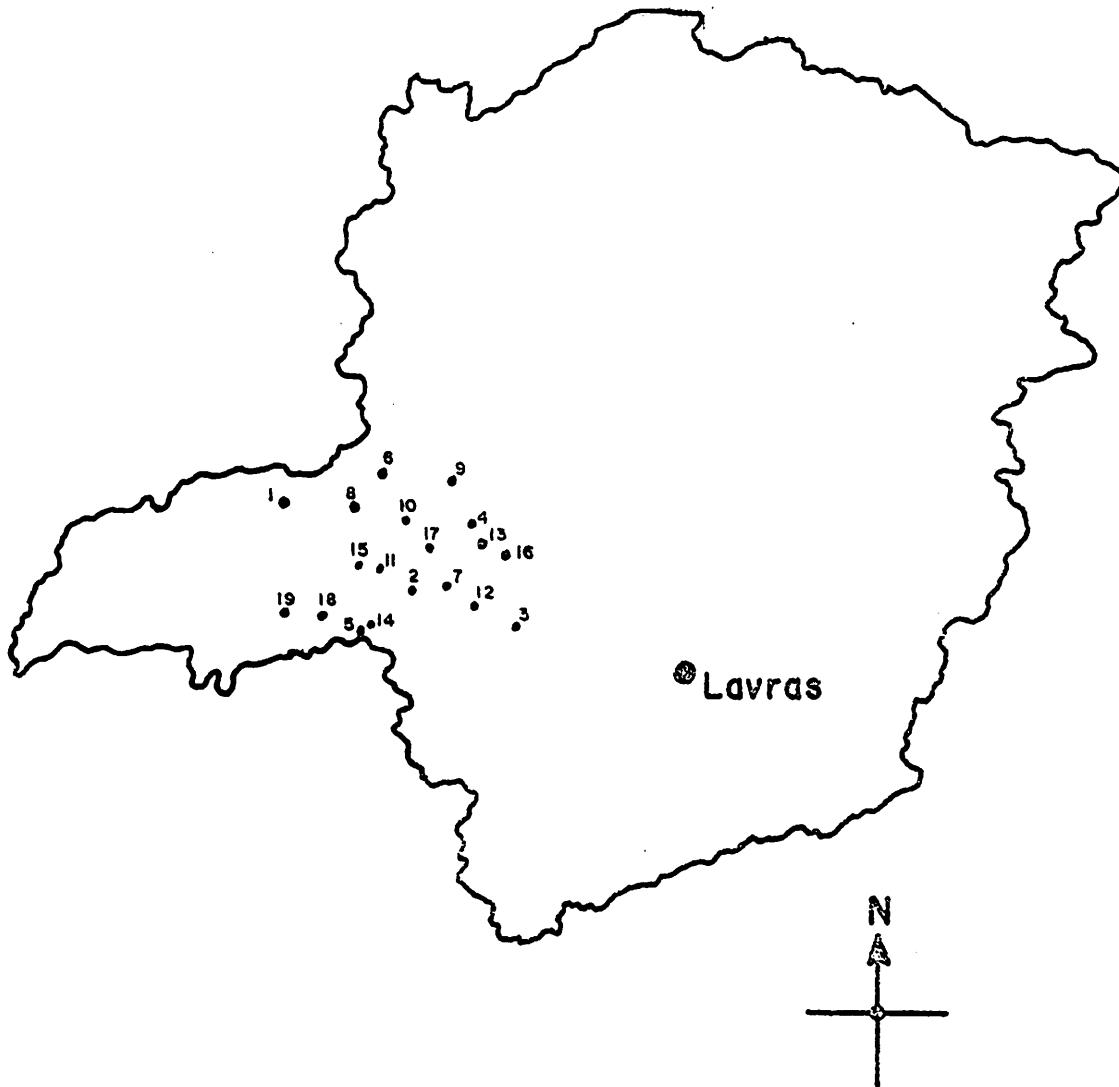
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Coleta de amostras

Em abril de 1986, foram coletadas 239 amostras de solo e raízes de cafeeiro em lavouras de 22 municípios, localizados na região do "Alto Paranaíba" e "Triângulo Mineiro", no estado de Minas Gerais (Figura 1). As amostragens foram realizadas a uma profundidade de 0-20 cm, utilizando-se enxada, com volumes aproximados de 2 l de solo, sendo cada uma composta por 12 subamostras correspondentes a 12 pontos de amostragem em cada lavoura. Estas foram acondicionadas em sacos plásticos, em caixas de isopor e transportadas para o laboratório onde foram agrupadas por município, de acordo com os tipos de solo, resultando deste agrupamento, apenas 87 amostras (Quadro 1) que foram utilizadas para determinações das taxas de colonização micorrízica nas raízes dos cafeeiros, extração e contagem de esporos e identificação de FMVA presentes e análises de fertilidade do solo.

#### 3.2. Avaliação da taxa de colonização micorrízica das raízes

As raízes de cafeeiro foram separadas do solo, lavadas e fixadas em FAA fraco (13 ml de formalina, 5 ml de ácido acético glacial e 200 ml



1. Araguari, 2. Araxá, 3. Bambuí, 4. Carmo do Paranaíba, 5. Conquista, 6. Coromandel, 7. Ibiá, 8. Monte Carmelo, 9. Patos de Minas, 10. Patrocínio, 11. Perdizes, 12. Pratinha, 13. Rio Paranaíba, 14. Sacramento, 15. Santa Juliana, 16. São Gotardo, 17. Serra do Salitre, 18. Uberaba, 19. Veríssimo. (\*) Medeiros, Romaria e Santa Rosa não constam no mapa.

FIGURA 1 - Mapa do Estado de Minas Gerais - localização geográfica dos municípios das regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo Mineiro" onde foram coletadas amostras na rizosfera de cafeeiros.



QUADRO 1 - Número de amostras de solo coletadas na rizosfera de cafeeiros, em municípios das regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo", em Minas Gerais e número de amostras resultantes dos agrupamentos de acordo com os tipos de solo em cada município.

Município (Nº das amostras)	Nº de amostras coletadas	Nº de amostras após agrupamentos
Araguari (57, 64, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 82)	23	14
Araxá (29, 30)	12	2
BambuÍ (36, 37)	10	2
Carmo do Paranaíba (40, 41)	13	2
Conquista (73)	2	1
Coromandel (62, 63, 65, 67, 85)	8	5
Ibiá (31, 32)	14	2
Medeiros (28)	9	1
Monte Carmelo (58, 59, 66, 68, 86)	8	5
Patos de Minas (48, 43, 84)	6	3
Patrocínio (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50)	59	29
Perdizes (54)	1	1
Pratinha (42)	3	1
Rio Paranaíba (38, 39)	16	2
Romaria (56)	2	1
Sacramento (55, 60)	2	2
Santa Juliana (26)	4	1
Santa Rosa da Serra (51, 52, 53)	25	3
São Gotardo (12, 34, 35)	11	3
Serra do Salitre (8, 9, 10, 33)	8	4
Uberaba (61, 87)	1	2
Veríssimo (80)	2	1
<b>Total</b>	<b>239</b>	<b>87</b>

de etanol 50%), (PHILLIPS & HAYMAN, 55). Amostras dessas raízes foram cortadas em segmentos de tamanho aproximado 1 a 2 cm, colocadas em cápsulas plásticas com pequenos orifícios e imersas em solução de KOH em água, 10%, frio, durante uma noite. Na manhã seguinte esta solução foi aquecida a mais ou menos 90°C, durante 15 minutos em chapa aquecedora. Após esse tratamento, a solução de KOH foi drenada, as raízes foram lavadas e imersas em solução de fucsina ácida, 0,01% durante 15 minutos a mais ou menos 90°C em chapa aquecedora. Este método foi modificado do método descrito por KORMANIK & MCGRAW (37).

Para avaliação de colonização micorrízica as amostras de raízes coradas foram colocadas em placa quadriculada (GIOVANETTI & MOSSE, 26) e contados nas interseções com as linhas horizontais, o número de segmentos colonizados em 100 segmentos observados. Esta avaliação foi feita em microscópio estereoscópico com luz transmitida, com aumentos até 80x.

### 3.3. Extração dos esporos

Após homogeneização do solo das amostras, de cada uma foram utilizados 100 ml para extração de esporos de fungos micorrízicos. Este solo foi peneirado via úmida em peneiras "Granutest" com malhas de 0,710 e 0,053 mm de abertura como sugerido por GERDEMANN & NICOLSON (23). O material retido na peneira de 0,710 mm foi utilizado para observação direta em microscópio estereoscópico. O material retido na peneira de 0,053 mm foi centrifugado por 3 minutos em água e 2 minutos em solução de sacarose (50%), 3000 rpm, recolhido em peneira com malha de 0,044 mm de abertura, lavado e transferido para placa de petri. Os esporos foram observados em microscópio estereoscópico com aumentos de 20 a 80x, recolhidos com micropipetas e transferidos para vidros de relógio.

### 3.4. Preparo de lâminas para microscopia e identificação dos fungos

Os esporos obtidos em cada amostra foram montados em uma lâmina com PVL (polivinil álcool lactofenol) e esta foi selada com "Permout". O PVL foi preparado conforme sugerido por TRAPPE & SCHENCK (78).

Os esporos foram observados em microscópio ótico composto com aumentos de 32 a 1000 x. Foram feitas mensurações dos esporos utilizando-se um micrômetro de fio móvel com 100 divisões e precisão de 1  $\mu$ m. O diâmetro de esporos foi determinado apenas em esporos inteiros e a espessura total das paredes em esporos rompidos ou inteiros. A identificação de espécies foi feita recorrendo-se às descrições originais. O número de esporos de cada espécie presente nas lâminas foi contado.

### 3.5. Análises de fertilidade do solo

As análises químicas de fertilidade do solo das amostras foram realizadas em laboratório do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras. Os teores de zinco, cobre, manganês e ferro foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando-se o extrator de Mehlich I. O fósforo, potássio, cálcio e magnésio e pH foram determinados de acordo com a metodologia de VETTORI (79).

### 3.6. Estudo estatístico

Para determinação da predominância de gêneros e espécies de fungos micorrízicos foram consideradas as frequências relativas de ocorrência

cia destes nas amostras e consideradas as amplitudes de variação e médias de produção de esporos de cada espécie encontrada. Para avaliação de possíveis influências de características de fertilidade do solo sobre a ocorrência dos fungos, foram feitas distribuições de frequência, apenas para espécies que ocorreram em pelo menos 10% das amostras, em classes determinadas de pH, Ca + Mg, P, K, Zn, Cu, Fe e Mn. Foram feitas também distribuições de frequência das amostras nestas mesmas classes. Esta metodologia foi adotada considerando-se: 1) a falta de padrões estatísticos definidos para avaliações de efeitos de características do solo sobre a ocorrência de espécies dos FMVA, em condições naturais, que pudessem ser utilizados como referencial, neste trabalho; 2) A possibilidade de inferências equivocadas sobre efeitos das características do solo na ocorrência de determinadas espécies de fungos, em casos com poucas repetições do evento (menos de 9 vezes). Quando possível, de acordo com os resultados obtidos nas análises químicas das amostras (Quadro 1 do apêndice), foram incluídos nas classes, valores limites de níveis considerados baixo, médio e alto desses elementos e do pH, na fertilidade de solos sob "cerrado" conforme LOPES (39).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Ocorrência de gêneros e espécies de fungos micorrízicos

Foram encontradas nove espécies do gênero Acaulospora, três espécies do gênero Gigaspora, três espécies do gênero Scutellospora, duas espécies do gênero Entrophospora, onze espécies do gênero Glomus e três espécies do gênero Sclerocystis. Foram encontrados também três tipos de esporos sésseis que poderiam ser de espécies de Acaulospora e ou de Entrophospora. Todas as espécies encontradas bem como considerações sobre sua identificação taxonômica, são relacionadas a seguir:

#### 4.1.1. Espécies de Acaulospora

A. appendicula (Spain, Sieverding & Schenck). Foram observados 8 azigosporos desta espécie, em maioria rompidos na lâmina, constatada variação em diâmetro 66,2 a 264  $\mu$ m, apresentando as demais características típicas conforme descrição original (SCHENCK et alii, 66).

A. gerdemanni (Schenck & Nicolson). Foi observado apenas 1 azigosporo desta espécie sendo suas características típicas conforme descrição original (NICOLSON & SCHENCK, 50).

A. laevis (Gerdemann & Trappe). Foram observados 36 azigosporos com diâmetro variando de 122,8 a 196  $\mu\text{m}$ , sendo esta e outras características de acordo com a descrição original (GERDEMANN & TRAPPE, 24), exceto a espessura de parede que variou de 2 a 8,8  $\mu\text{m}$  e que na descrição original é relatada com variação de 2 a 4  $\mu\text{m}$ .

A. longula (Spain & Schenck). Em 18 azigosporos observados não foram encontradas variações em características, em relação à descrição original (SCHENCK et alii, 65). Os azigosporos eram globosos, amarelo muito claro, com diâmetro entre 63 a 112  $\mu\text{m}$  e parede variando de 1,7 a 4,0  $\mu\text{m}$ , frequentemente com fragmentos do solo aderidos à parede externa muscilaginosa. Nenhum azigosporo foi observado com a hifa inflada e algumas vezes foi difícil a distinção desta espécie de Acaulospora morrowae.

A. mellea (Spain & Schenck). Foram observados 31 azigosporos globosos ou elípticos, com variação em diâmetro de 86,1 a 126  $\mu\text{m}$  e de 84 a 105 x 86,6 a 121,8  $\mu\text{m}$ , respectivamente, parede com espessura variando de 2,3 a 4,6  $\mu\text{m}$ , em cor amarelo-marrom, sendo estas e outras características de acordo com as relatadas na descrição original (SCHENCK et alii, 65). Devido à ausência de hifa terminal inflada nos azigosporos e frequentemente, dificuldades para observação detalhada de paredes, algumas vezes foi difícil a separação desta espécie de esporos pequenos de Acaulospora laevis, esporos grandes de A. morrowae e de esporos de Entrophospora colombiana.

A. morrowae (Spain & Schenck). Foram observados 243 azigosporos, geralmente globosos (67,8 a 124,5  $\mu\text{m}$  de diâmetro), raramente elipsoides ou irregulares (76,9 x 99,1 a 95,3 x 126  $\mu\text{m}$ ), com espessura de parede variando de 0,8 a 4,62  $\mu\text{m}$ . A coloração dos esporos variou de amarelo claro quando jovens, amarelo brilhante à maturidade e amarelo-marrom quando envelhecidos. Alguns azigosporos excederam o limite máximo de diâmetro (120  $\mu\text{m}$ ) relatado na descrição original (SCHENCK et alii, 65), entretanto as características de parede concordaram com esta. Não foram observados azigosporos com a hifa terminal inflada. Algumas vezes foi difícil a separação desta espécie de

Acaulospora longula, A. mellea e de Entrophospora colombiana.

A. scrobiculata (Trappe). Foram observados 804 azigosporos e incluídos nesta espécie adotando-se como critério mais importante para a identificação da espécie, a presença de depressões na sua parede. Foram encontrados azigosporos típicos conforme a descrição original (TRAPPE, 76) e muitos com variações em cor, em morfologia das depressões na parede e em diâmetro. A cor dos azigosporos variou de hialinos, oliva, marrom claro até marrom escuro. Foram observadas depressões na parede em forma cilíndrica, elíptica, forma de Y, lineares, irregulares e em formas geométricas irregulares. Estes azigosporos eram geralmente, globosos (75,2 a 176  $\mu\text{m}$  de diâmetro), raramente elípticos (109,2 x 149,7 a 123,5 x 179,5  $\mu\text{m}$ ) e com espessura de parede variando de 3,2 a 6,3  $\mu\text{m}$ . Variações na morfologia e em reações de parede a reagentes corantes têm sido relatadas para azigosporos do tipo A. scrobiculata, provenientes de solos do Brasil (WALKER, 82; OLIVEIRA, 53). Considera-se a possibilidade de que estes azigosporos sejam pertencentes a espécies distintas, entretanto, para verificar esta hipótese, seria necessário o estudo de culturas monospóricas destes tipos morfológicos de azigosporos. Raramente foram encontrados azigosporos com restos da hifa terminal inflada impossibilitando assim a caracterização desta estrutura.

A. spinosa (Walker & Trappe). Foram observados 116 azigosporos, em geral típicos conforme descrição original (WALKER & TRAPPE, 86), globosos (89 a 268  $\mu\text{m}$  de diâmetro), ocasionalmente, com restos da hifa terminal inflada. Apenas um azigosporo de cor típica alaranjada apresentou diâmetro de 42  $\mu\text{m}$  e alguns apresentaram cor atípica subhialina para amarelo claro.

A. trappei (Ames & Linderman). Foram observados apenas azigosporos típicos conforme descrição original (AMES & LINDERMAN, 1).



#### 4.1.2. Espécies de Gigaspora

G. decipiens (Hall & Abbott). Foram observados 11 azigosporos globosos (255 a 528  $\mu\text{m}$  de diâmetro) com espessura de parede 8,8 a 45,8  $\mu\text{m}$ . Apenas um azigosporo não atingiu o limite inferior de variação em diâmetro relatado na descrição original em 320  $\mu\text{m}$  (HALL & ABBOTT, 29). Entretanto, todos apresentaram parede com mais de 7 lâminas que, de acordo com o Dr. N. C. Schenck (comunicação pessoal) os distingue de Gigaspora margarita.

G. gigantea (Nicolson & Gerdemann) Gerdemann & Trappe. Observado apenas 1 azigosporo com características de acordo com descrição da espécie (GERDEMANN & TRAPPE, 24).

G. margarita (Becker & Hall). Observados 4 azigosporos com variação em diâmetro de 480 a 503  $\mu\text{m}$  e espessura de parede em 3,5 a 4,4  $\mu\text{m}$ . A variação de diâmetro relatada na descrição desta espécie é de 260 a 480  $\mu\text{m}$  (BECKER & HALL, 4). Todos os azigosporos apresentaram de 4 a 7 lâminas na parede, o que os distingue de Gigaspora decipiens, de acordo com o Dr. N. C. Schenck (comunicação pessoal).

#### 4.1.3. Espécies de Scutellospora

S. gilmorei (Trappe & Gerdemann) Walker & Sanders. Observados apenas 2 azigosporos com características conforme descrição da espécie (GERDEMANN & TRAPPE, 24).

S. heterogama (Nicolson & Gerdemann) Walker & Sanders. Observado apenas 1 azigosporo com características conforme descrição da espécie (GERDEMANN & TRAPPE, 24).

S. pellucida (Nicolson & Schenck) Walker & Sanders. Observados 8 azigosporos com características de acordo com a descrição da espécie (NICOLSON & SCHENCK, 50).

#### 4.1.4. Espécies de Entrophospora

E. colombiana (Spain & Schenck). Foram observados 208 azigosporos globosos (76,4 a 116  $\mu\text{m}$  de diâmetro), espessura de parede de 2,1 a 4,4  $\mu\text{m}$ , com características conforme descrição da espécie (SCHENCK et alii, 66). Apenas 2 azigosporos excederam o limite máximo de 135  $\mu\text{m}$  de diâmetro, relatado na descrição da espécie. Não foram encontrados azigosporos com a hifa terminal inflada. Algumas vezes a impossibilidade de observação detalhada de paredes, de alguns destes azigosporos, dificultou sua separação de azigosporos de Acaulospora mellea e de A. morrowae.

E. infrequens (Hall) Ames & Schneider. Foram observados 6 azigosporos sem a hifa terminal inflada e com características peculiares conforme a descrição da espécie (AMES & SCHNEIDER, 2).

#### 4.1.5. Espécies de Glomus

G. clarum (Nicolson & Schenck). Foram observados 2 clamidosporos com características conforme descrição desta espécie (NICOLSON & SCHENCK, 50).

G. diaphanum (Morton & Walker). Foram observados 13 clamidosporos com características de acordo com a descrição da espécie (MORTON & WALKER, 47). Para alguns clamidosporos a dificuldade para observação detalhada da pa

rede dificultou sua separação de Glomus occultum.

G. etunicatum (Becker & Gerdemann). Foram observados 78 clamidosporos com variação em diâmetro de 92 a 126  $\mu\text{m}$  e em espessura de parede de 2,3 a 8,4  $\mu\text{m}$ , sendo estas e outras características dos clamidosporos típicas conforme a descrição da espécie (BECKER & GERDEMANN, 3).

G. fasciculatum (Thaxter sensu Gerdemann) Gerdemann & Trappe . Foram observados 2 esporocarpos com um total de 19 clamidosporos, com características conforme a descrição da espécie (GERDEMANN & TRAPPE, 24).

G. intraradices (Schenck & Smith). Foram observados 13 clamidosporos amarelos, com parede laminada, diâmetro variando de 87 a 100  $\mu\text{m}$  e espessura de parede de 3,6 a 6,7  $\mu\text{m}$ , sendo estas e outras características, incluindo a hifa de sustentação, de acordo com a descrição da espécie (SCHENCK & SMITH, 63). Apenas a presença de clamidosporos no interior das raízes não foi confirmada.

G. macrocarpum (Tul. & Tul.). Foram observados 3 clamidosporos amarelo-marrom-avermelhado com diâmetro variando de 71,8 a 84  $\mu\text{m}$ , com parede laminada e 5,7 a 5,9  $\mu\text{m}$  de variação em espessura e com fragmentos do solo aderidos à parede. Estas e outras características dos clamidosporos estão de acordo com a descrição da espécie. (GERDEMANN & TRAPPE, 24).

G. manihotis (Howeler, Sieverding & Schenck). Foram observados apenas 2 clamidosporos com características de acordo com a descrição de espécie (SCHENCK et alii, 65).

G. occultum (Walker). Foram observados 4 clamidosporos com características de acordo com a descrição da espécie (WALKER, 80).

Glomus sp - clamidosporos tipo 1 - Foi observado apenas 1 clamidosporo amarelo claro, com diâmetro de 197  $\mu\text{m}$  e espessura de parede de 2,1  $\mu\text{m}$ . Na parede observou-se ornamentação irregular como se esta apresentasse pequenas trincas. Este clamidosporo não foi identificado como pertencente a alguma espécie descrita em Glomus (3, 5, 6, 8, 9, 22, 24, 38, 45, 47,

49, 50, 56, 57, 59, 63, 65, 72, 73, 74, 76, 79, 80, 85) e foi considerado insuficiente para a caracterização de uma provável espécie nova.

Glomus sp - clamidosporos tipo 2 - Foram observados 3 clamidosporos com variação em diâmetro de 86 a 156  $\mu\text{m}$ , amarelos claros, com parede laminada e variação em espessura de 3,6 - 4,2  $\mu\text{m}$  e com uma parede externa hialina (0,5 - 1  $\mu\text{m}$  de espessura) presente. Estes clamidosporos não foram enquadrados entre as espécies descritas do gênero Glomus (3, 5, 6, 8, 9, 22, 24, 28, 38, 45, 47, 49, 50, 56, 57, 59, 63, 65, 72, 73, 74, 76, 79, 80, 85).

#### 4.1.6. Espécies de Sclerocystis

S. clavispora (Trappe). Foi observado apenas 1 esporocarpo sendo as características deste e dos clamidosporos de acordo com a descrição da espécie (TRAPPE, 11).

S. coremioides (Berk. & Broome). Foram observados 19 esporocarpos, em geral, com características conforme a descrição da espécie (GERDEMANN & TRAPPE, 3). Apenas um esporocarpo apresentou diâmetro de 94,5  $\mu\text{m}$ , muito inferior ao diâmetro mínimo de 340  $\mu\text{m}$  relatado na descrição da espécie e pequenos clamidosporos com variação em diâmetro de 11 x 22 - 18 x 34  $\mu\text{m}$ .

S. sinuosa (Gerdemann & Bakshi). Foram observados 2 esporocarpos com características conforme a descrição da espécie (GERDEMANN & BAKSHI, 22).

#### 4.1.7. Esporos sésseis

Foram encontrados 3 tipos distintos de esporos sésseis, com conteúdo lipídico e que podem ser, provavelmente, zigosporos de Acaulospora ou

de Entrophospora, sem a hifa terminal inflada e que não foram identificadas de acordo com descrições de espécies destes gêneros (1, 2, 16, 24, 33, 46, 50, 58, 64, 65, 76, 80, 84, 86).

Esporo séssil tipo 1 - Observado apenas um esporo hialino com diâmetro  $100 \mu\text{m}$  e espessura de parede  $1,7 \mu\text{m}$ .

Esporo séssil tipo 2 - Observados 8 esporos, frequentemente elipsoides ou irregulares, às vezes globosos, com variação em diâmetro de  $312$  a  $440 \mu\text{m}$ ,  $264 \times 380$  a  $381 \times 470 \mu\text{m}$ , cor amarelo ouro para esverdeado, com espessa parede externa laminada ( $7$  a  $21 \mu\text{m}$  de espessura), apresentando na parede interna ornamentação com "espinhos" de base mais larga, muito irregulares e um poro não ocluído, nitidamente visível na parede laminada. Apenas um esporo apresentou uma protuberância marrom escuro e com fragmentos do solo aderidos.

Esporo séssil tipo 3 - Foram observados 14 esporos marrom avermelhado com ornamentação superficial na parede em forma de placas circulares, elípticas ou irregulares, de tamanho irregular (com variação de  $6,1 \times 6,9$  a  $7,4 \times 10,1 \mu\text{m}$  de tamanho), algumas vezes com aspecto de depressões. Esporos geralmente globosos ( $96$  a  $126 \mu\text{m}$  de diâmetro) apresentando, frequentemente, restos de uma possível hifa terminal inflada. Não foi possível determinar o número e espessura de paredes nestes esporos.

As frequências de ocorrência e variações dos números de esporos das espécies encontradas são apresentados no Quadro 2.

O gênero Acaulospora predominou na rizosfera dos cafeeiros das regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo", em Minas Gerais. Este resultado concorda com dados obtidos em estudos de ocorrência de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares em outros cultivos e em diferentes locais do Brasil (13, 18, 20, 40, 62). Entretanto, considerando a influência sazonal na ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares (10, 17, 25, 30), é possível que espécies dos gêneros Entrophospora, Glomus, Gigaspora, Scutellospora e Sclerocystis sejam mais prevaescentes do que indicam esses resultados.

QUADRO 2 - Ocorrência e densidade de esporos das espécies de FMVA em 27 amostras da rizosfera de cafeeiros das regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo", em Minas Gerais.

Fungus	Frequência	Frequência	Esporos	
	Absoluta	Relativa	Média	Amplitude
	Nº de amostras	% do total	nº / 100 ml	
<b>ACAULOSPOORA</b>	65	98		
<i>A. appendicula</i>	6	9,2	1	
<i>A. gerdemanii</i>	1	1,2	1	
<i>A. laevis</i>	9	10,3	4	(1 - 8)
<i>A. longula</i>	12	13,8	1,5	(1 - 3)
<i>A. mellea</i>	17	19,5	1,8	(1 - 5)
<i>A. morrowae</i>	54	62,1	4,5	(1 -18)
<i>A. scrobiculata</i>	82	94,2	9,8	(1 -75)
<i>A. spinosa</i>	29	33,3	4,0	(1 -36)
<i>A. trappei</i>	2	2,3	1	-
<b>GIGASPOORA</b>	12	14		
<i>G. decipiens</i>	7	8,1	1,6	(1 - 3)
<i>G. gigantea</i>	1	1,2	1	-
<i>G. margarita</i>	4	4,6	1	(1 - 1)
<b>SCUTELLOSPORA</b>	6	9		
<i>S. gilmorei</i>	2	2,3	1	(1 - 1)
<i>S. heterogema</i>	1	1,2	1	-
<i>S. pellucida</i>	5	5,8	1,6	(1 - 4)
<b>ENTROPHOSPOORA</b>	48	55		
<i>E. colombiana</i>	47	54,0	4,4	(1 -15)
<i>E. infrequens</i>	3	3,4	2	(1 - 4)
<b>GLOMUS</b>	40	46		
<i>G. clarum</i>	1	1,2	2	-
<i>G. diaphanum</i>	5	5,8	2,6	(1 - 6)
<i>G. eturicatum</i>	26	29,9	3,8	(1 -13)
<i>G. fasciculatum</i>	2	2,3	9,5	(3 -16)
<i>G. intraradices</i>	7	8,1	1,8	(1 - 5)
<i>G. macrocarpum</i>	2	2,3	1,5	(1 - 2)
<i>G. manihotis</i>	2	2,3	2	(2 - 2)
<i>G. occultum</i>	2	2,3	2	(2 - 2)
<i>Glomus</i> sp. (Tipo 1)	1	1,2	1	
<i>Glomus</i> sp. (Tipo 2)	2	2,3	1,5	(1 - 2)
<b>SCLEROCYSTIS</b>	12	14		
<i>S. clavispore</i>	1	1,2	1	
<i>S. coremioides</i>	10	11,5	1,9	(1 - 4)
<i>S. sinuosa</i>	1	1,2	2	
<b>Esporos sésséis</b>				
Tipo 1	1	1,2	1	
Tipo 2	8	9,2	1	
Tipo 3	6	6,9	2,3	(1 - 5)

Foi constatada maior diversidade de espécies nos gêneros Glomus e Acaulospora em relação aos outros gêneros. Porém, as médias de número de esporos foram, em geral, maiores para as espécies de Acaulospora que para as espécies de Glomus. Essas diferenças na esporulação poderiam ser atribuídas à capacidade inata das espécies ou a fatores ecológicos seletivos e determinantes da esporulação e que não foram estudados neste trabalho.

Em ordem decrescente predominaram as espécies A. scrobiculata, A. morrowae, E. colombiana, A. spinosa, G. etunicatum, A. mellea, A. laevis, A. longula, S. coremioides, respectivamente, com frequências de ocorrência acima de 10%.

As espécies A. scrobiculata e A. morrowae são consideradas inefetivas para o cafeeiro (COLOZZI-FILHO et alii, 12). As outras espécies predominantes necessitam ainda estudos sobre sua efetividade para o cafeeiro.

#### 4.2. Relações entre características de fertilidade do solo e ocorrência das espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares predominantes

Para interpretação das relações entre características do solo e ocorrência dos FMVA, foram consideradas as limitações do estudo estatístico mencionadas na metodologia. Assim, a predominância das espécies de FMVA em determinadas classes dos elementos nutrientes, foi estudada considerando-se também a distribuição de frequência das amostras, nestas mesmas classes. Os gráficos de distribuição de frequência são apresentados em frequência absoluta e a discussão feita considerando-se as frequências relativas. Embora possam existir relações de influências deste nutrientes sobre o desenvolvimento dos FMVA, foram interpretados apenas os casos em que determinados níveis destes elementos no solo limitaram a ocorrência das espécies. De forma geral, sob este aspecto, não foram encontrados efeitos marcantes das características

... sobre germinação de esporos, HEPPEL & SMITH (34) verificaram efeito inibitório sobre a germinação de Glomus mossae na presença de 1,3 mg/l de manganês e 0,7 mg/l de zinco por litro de solução. Este efeito foi revertido quando os esporos foram transferidos para agar-água. Embora as condições de solução nutritiva e solo sejam bastante distintas, é pos



do solo sobre a ocorrência das espécies.

Os resultados das análises químicas dos teores de zinco, cobre, ferro, manganês, cálcio e magnésio, pH, fósforo e potássio nas amostras de solo da rizosfera dos cafeeiros são apresentados no Quadro 1A e suas relações com a incidência de espécies de FMVA, com frequência de ocorrência superior a 10%, são apresentadas a seguir:

#### 4.2.1. Zinco

LOPES (38) considera que o nível crítico de zinco em solos sob cerrado é de 1 ppm. Neste estudo, 97,7% das amostras analisadas apresentaram teores desse nutriente maiores que 1 ppm (Figura 2), provavelmente, devidos a adubações feitas aos cafeeiros.

A distribuição de frequência das amostras em classes de zinco e das espécies de fungos com frequência de ocorrência acima de 10%, são apresentadas na Figura 2. Verifica-se que, aparentemente, não houve influência dos teores de zinco disponíveis no solo sobre a ocorrência das espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares.

Em geral, houve tendência das espécies de fungos estudadas em acompanhar a distribuição de frequência das amostras. Apenas a espécie E. colombiana teve sua ocorrência limitada às amostras com teores de zinco menores que 11 ppm. Entretanto, apenas 5,7% das amostras apresentaram teores de zinco acima de 11 ppm.

Em estudos sobre germinação de esporos, HEPPEL & SMITH (34) verificaram efeito inibitório sobre a germinação de Glomus mossae na presença de 1,3 mg/l de manganês e 0,7 mg/l de zinco por litro de solução. Este efeito foi revertido quando os esporos foram transferidos para agar-água. Embora as condições de solução nutritiva e solo sejam bastante distintas, é pos

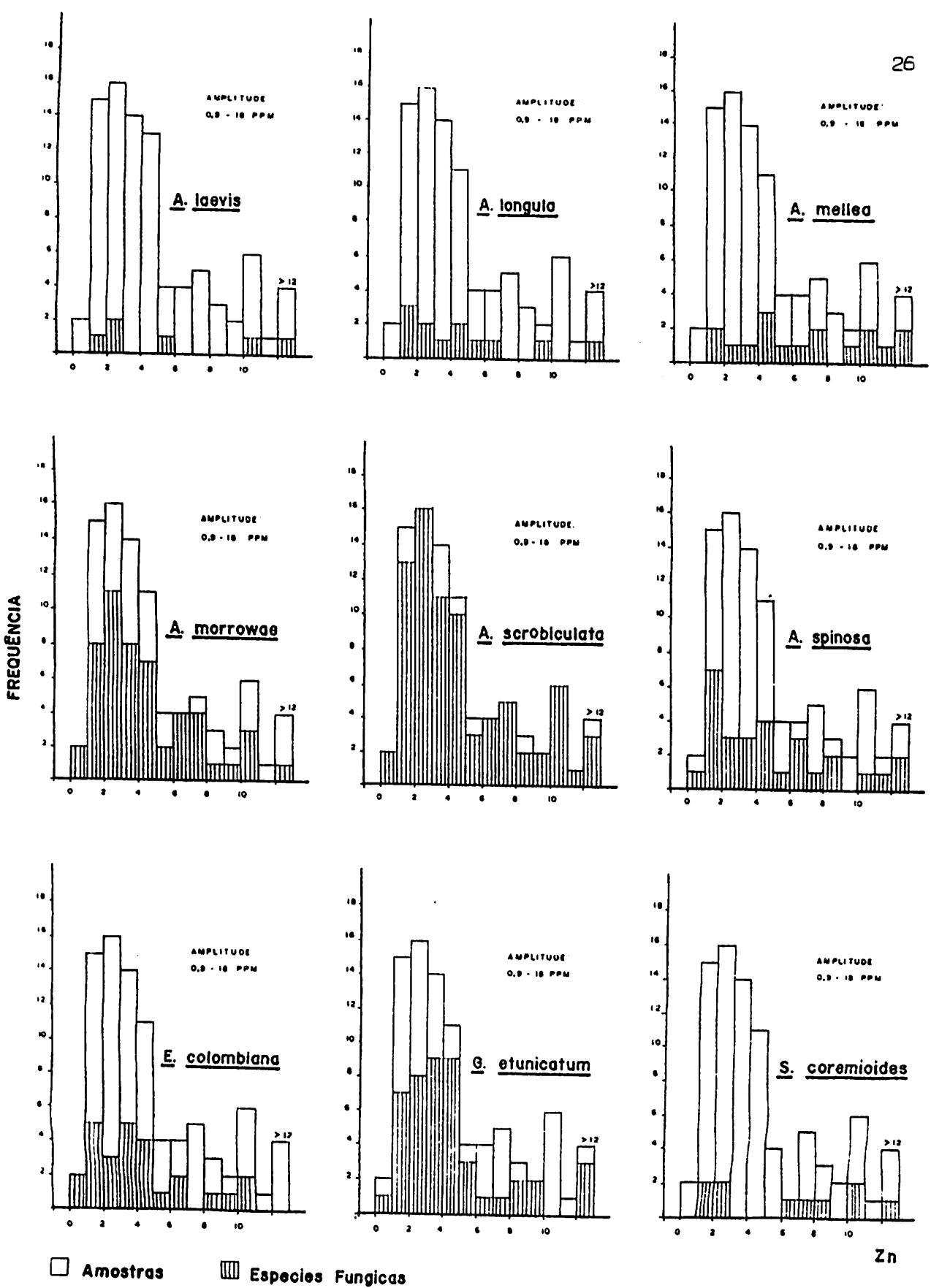


FIGURA 2 - Distribuição de frequência para classes de Zn no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10%.

sível que em determinadas concentrações no solo, o zinco possa atuar de forma semelhante sobre a germinação de esporos, limitando a sobrevivência destes fungos. E esse efeito poderia ser diferenciado para as espécies de fungos.

Considerando que esse nutriente afeta a germinação de esporos dos fungos micorrízicos vesicular-arbusculares (HEPPER & SMITH, 34), é possível que, entre outros, o zinco tenha sido um fator de pressão de seleção destes fungos para a sobrevivência em condições de alta fertilidade do solo. Assim, as espécies A. morrowae, A. spinosa, A. scrobiculata e E. colombiana, que apresentaram tendência em acompanhar a distribuição de frequência das amostras para o zinco (Figura 2), aparentemente, apresentam tal adaptabilidade.

As espécies A. laevis, A. longula, A. mellea e S. coremioides não apresentaram qualquer tendência quanto à ocorrência e distribuição, em função do zinco disponível no solo. Isto indica que outros fatores poderiam estar atuando sobre a ocorrência destas espécies.

Esses resultados, entretanto, não mostram claros efeitos do zinco sobre a ocorrência e distribuição das espécies de fungos.

#### 4.2.2. Cobre

A distribuição de frequência das amostras em classes de cobre e das espécies de fungos com frequência de ocorrência acima de 10%, nestas amostras, são apresentadas na Figura 3.

Segundo LOPES (39), o nível crítico de cobre em solos sob cerrado é de 1 ppm e 99% das amostras analisadas apresentaram teores maiores que este valor. Isto pode ser, certamente atribuído a adubações feitas para os cafeeiros.

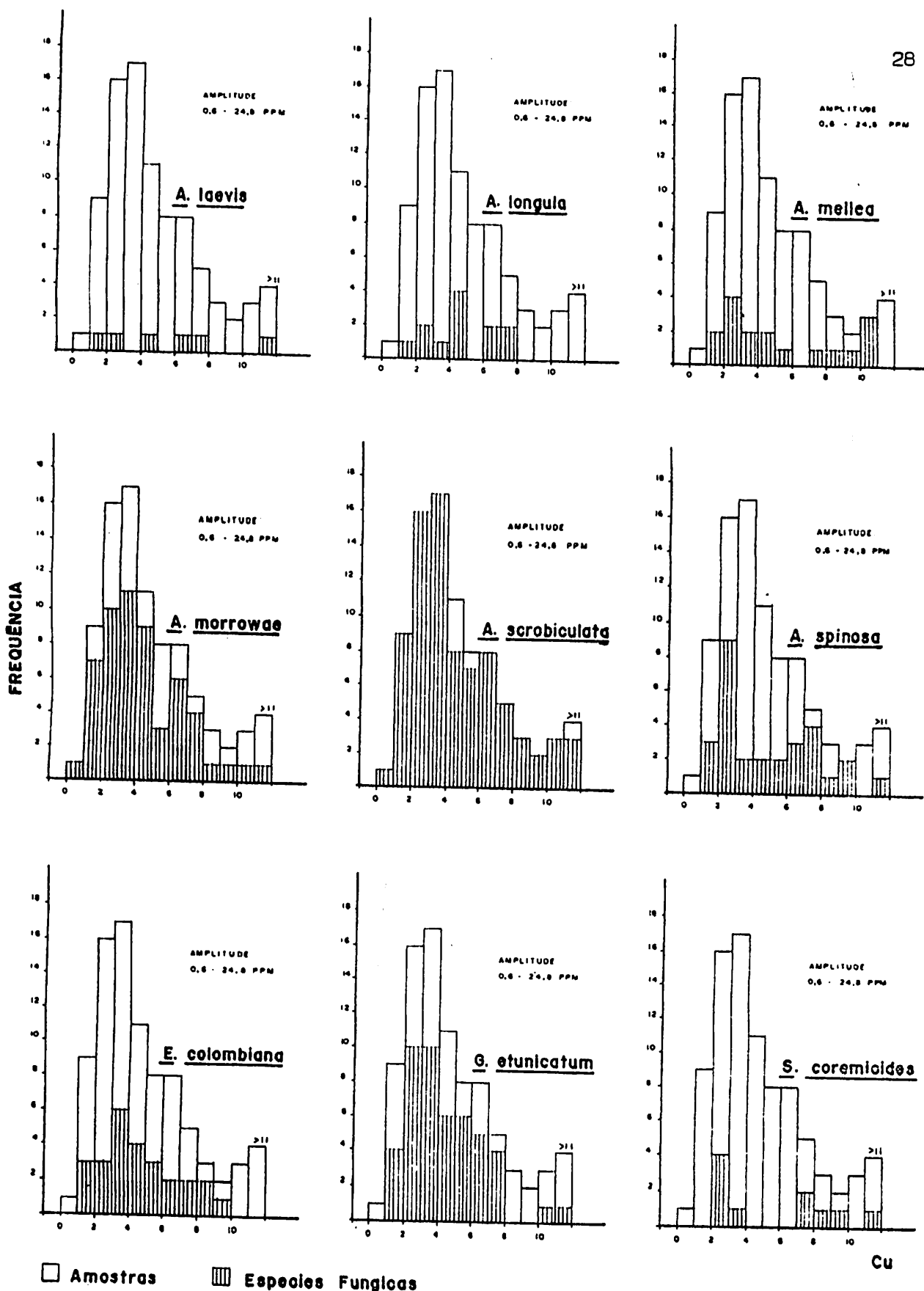


FIGURA 3 - Distribuição de frequência para classes de Cu no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10%.

As espécies A. morrowae, A. spinosa, A. scrobiculata e E. colombiana apresentaram tendência em acompanhar a distribuição de frequência das amostras para o cobre. Estas espécies, provavelmente, apresentam maior adaptabilidade que outras, para a sobrevivência em condições de alta fertilidade do solo. Assim, como considerado para o zinco, altos teores de cobre no solo poderiam contribuir para a seleção destas espécies, através da eliminação de outras menos adaptadas a tais condições, embora não sejam conhecidos efeitos específicos desse nutriente sobre esses fungos. Esses efeitos somados, possivelmente, ao de outros nutrientes em alta disponibilidade no solo, poderiam explicar a predominância destas espécies na rizosfera dos cafeeiros onde, em geral, a fertilidade é alta (Quadro 1A).

A espécie A. longula não ocorreu em 13,6% das amostras, sendo que estas apresentaram teores de cobre acima de 8 ppm. A espécie A. mellea não ocorreu em uma única amostra com teor de cobre maior que 11 ppm e em outra com menos de 1 ppm desse nutriente. Glomus etunicatum não ocorreu nas amostras com mais de 10 ppm de cobre, que correspondem a 8% do total e na única amostra com menos que 1 ppm de cobre. Nesta única amostra com menos de 1 ppm de cobre, ocorreram apenas as espécies A. spinosa e A. scrobiculata o que poderia ser atribuído à casualidade ou à influência de outros fatores não determinados neste estudo.

Como para o zinco, os resultados não mostram efeitos marcantes do cobre sobre a ocorrência e distribuição das espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares predominantes na rizosfera dos cafeeiros.

#### 4.2.3. Ferro

A distribuição de frequência das amostras em classes de ferro e das espécies de fungos com frequência de ocorrência acima de 10%, nestas a-

mostras, são apresentadas na Figura 4.

Em solos sob cerrado, em geral, não são conhecidos problemas de deficiência em ferro considerando-se adequado o suprimento deste nutriente para as plantas cultivadas nestes solos (LOPES, 39).

A ausência das espécies S. coremioides e E. colombiana na única amostra com mais de 80 ppm de ferro e em amostras com menos de 10 ppm de ferro, aparentemente, não poderia ser considerada evidência segura de efeitos deste elemento na ocorrência dos fungos devido ao pequeno número de amostras em que isto aconteceu.

Por outro lado, a ausência de S. coremioides em cerca de 18% das amostras, com teores de ferro acima de 60 ppm, sugere que altos teores de ferro no solo poderiam ser limitantes à ocorrência desta espécie.

#### 4.2.4. Manganês

A distribuição de frequência das amostras em classes de manganês e das espécies de fungos com frequência de ocorrência acima de 10%, nestas amostras, são apresentadas na Figura 5.

Embora sejam conhecidos efeitos inibitórios do manganês sobre a germinação de esporos de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares (HEPPER & SMITH, 34), neste trabalho não foram encontrados efeitos deste elemento sobre as espécies de fungos.

Em geral, as espécies de fungos apresentaram tendência em acompanhar a distribuição de frequência das amostras, exceto A. laevis e S. coremioides que não apresentaram qualquer tendência.

A ausência de A. mellea e A. spinosa em cerca de 5% das amostras com menos de 5 ppm de manganês pode ser atribuída ao acaso ou à interfe-

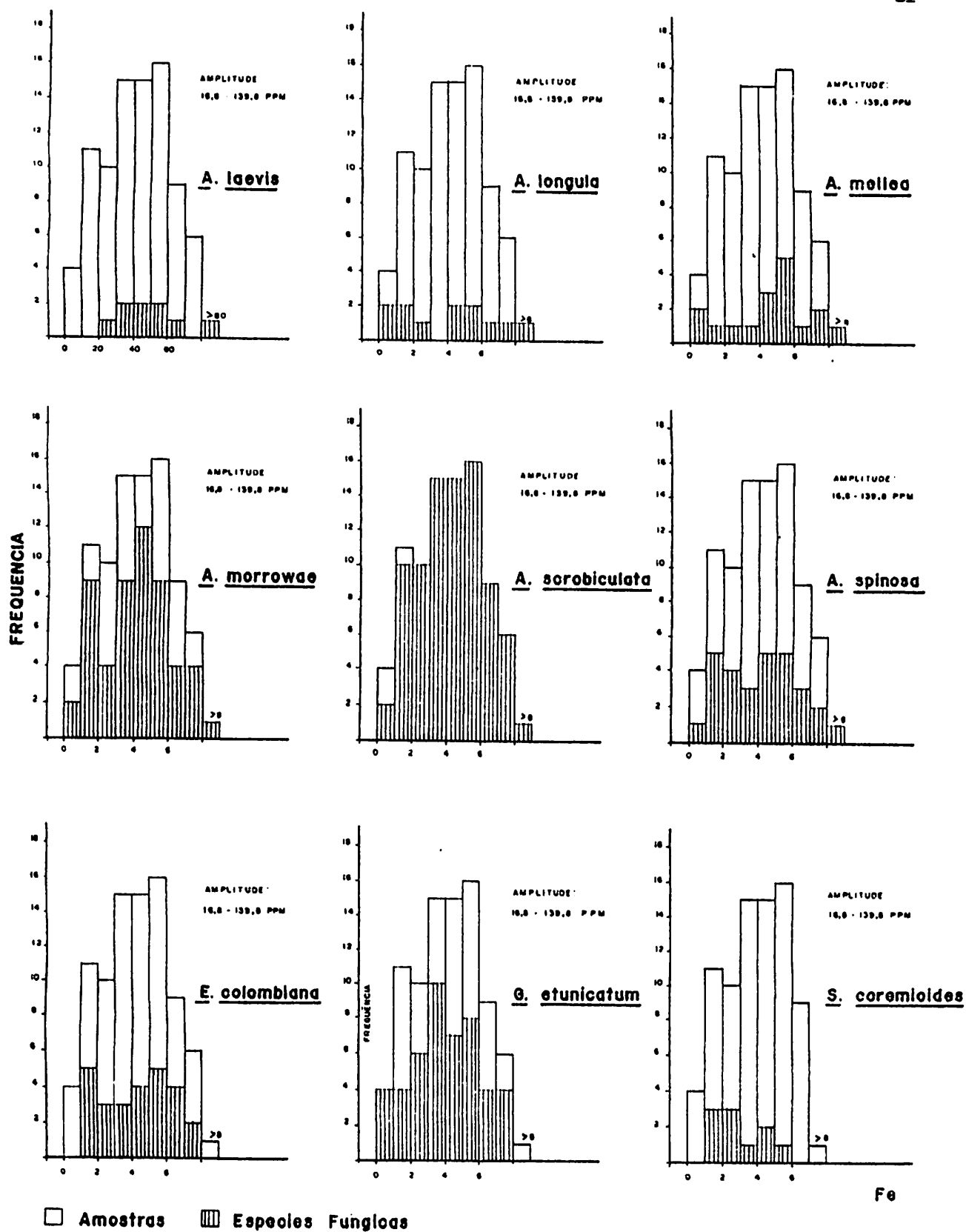


FIGURA 4 - Distribuição de frequência para classes de Fe no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10%.

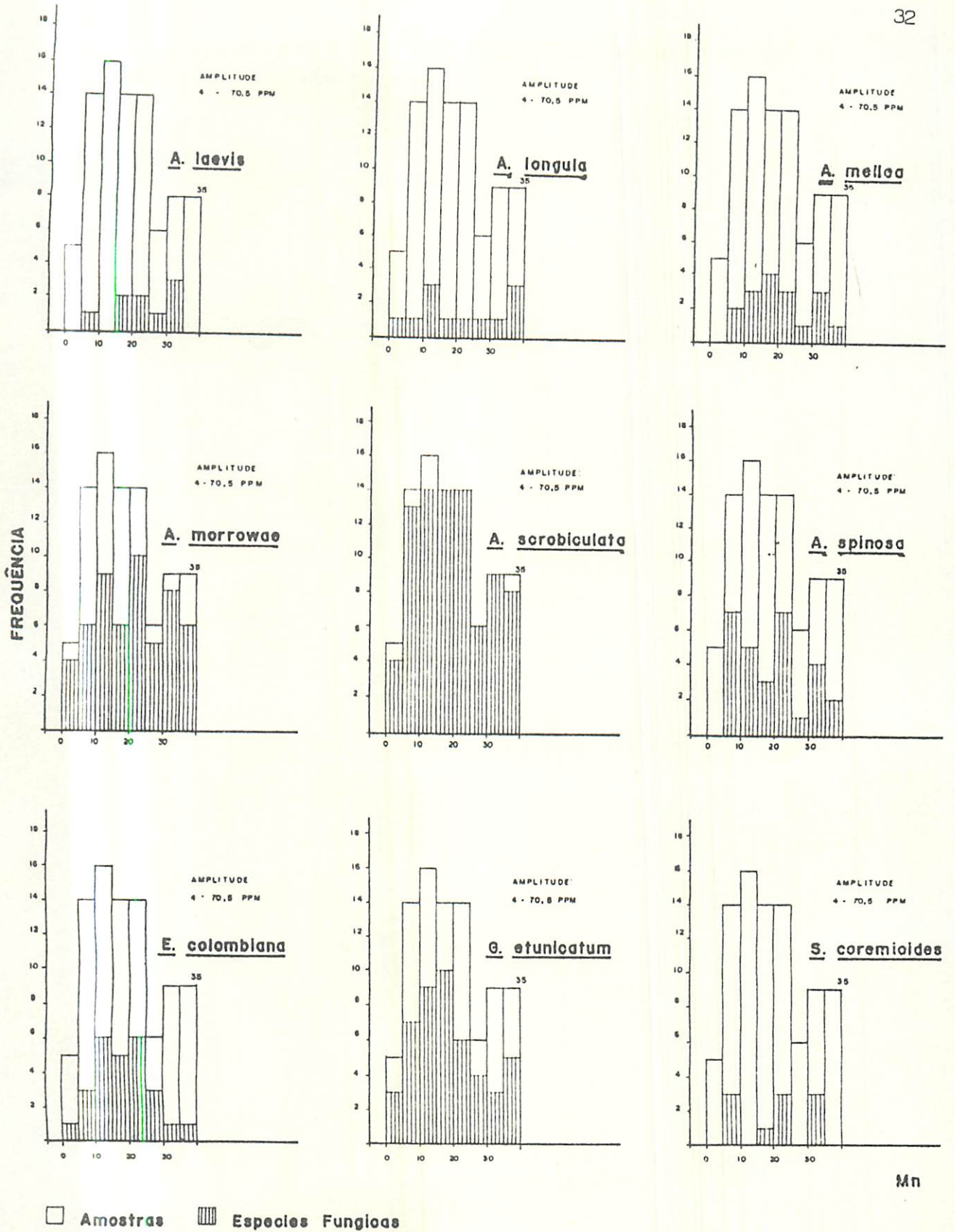


FIGURA 5 - Distribuição de frequência para classes de Mn no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10%.



rência de outros fatores, considerando-se pouco provável que estes simbiotes sejam exigentes em manganês para desenvolvimento.

#### 4.2.5. Cálcio e magnésio

A distribuição de frequência das amostras em classes de cálcio e magnésio e das espécies de fungos com frequência de ocorrência acima de 10%, nestas amostras, são apresentadas na Figura 6.

A espécie A. mellea ocorreu apenas em amostras com mais de 3 mE/100 cm<sup>3</sup> de cálcio + magnésio e S. coremioides apenas em amostras com mais de 4 mE/100 cm<sup>3</sup> de cálcio + magnésio.

Efeitos específicos destes elementos sobre os fungos micorrízicos vesicular-arbusculares não são conhecidos. Entretanto, estes elementos, indiretamente refletem as condições de acidez do solo e a germinação de esporos de algumas espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares é dependente de pH (DANIELS & TRAPPE, 15). Deve-se considerar, portanto, essa possibilidade na avaliação de efeitos do cálcio e magnésio sobre a ocorrência de espécies destes fungos.

#### 4.2.6. pH

A distribuição de frequência das amostras em classes de pH e das espécies de fungos com frequência de ocorrência acima de 10%, nestas amostras, são apresentadas na Figura 7.

Aproximadamente 90% das amostras apresentaram variação em pH de 5 a 6,5 e em cerca de 10% das amostras com pH acima de 6,5, não foram en-

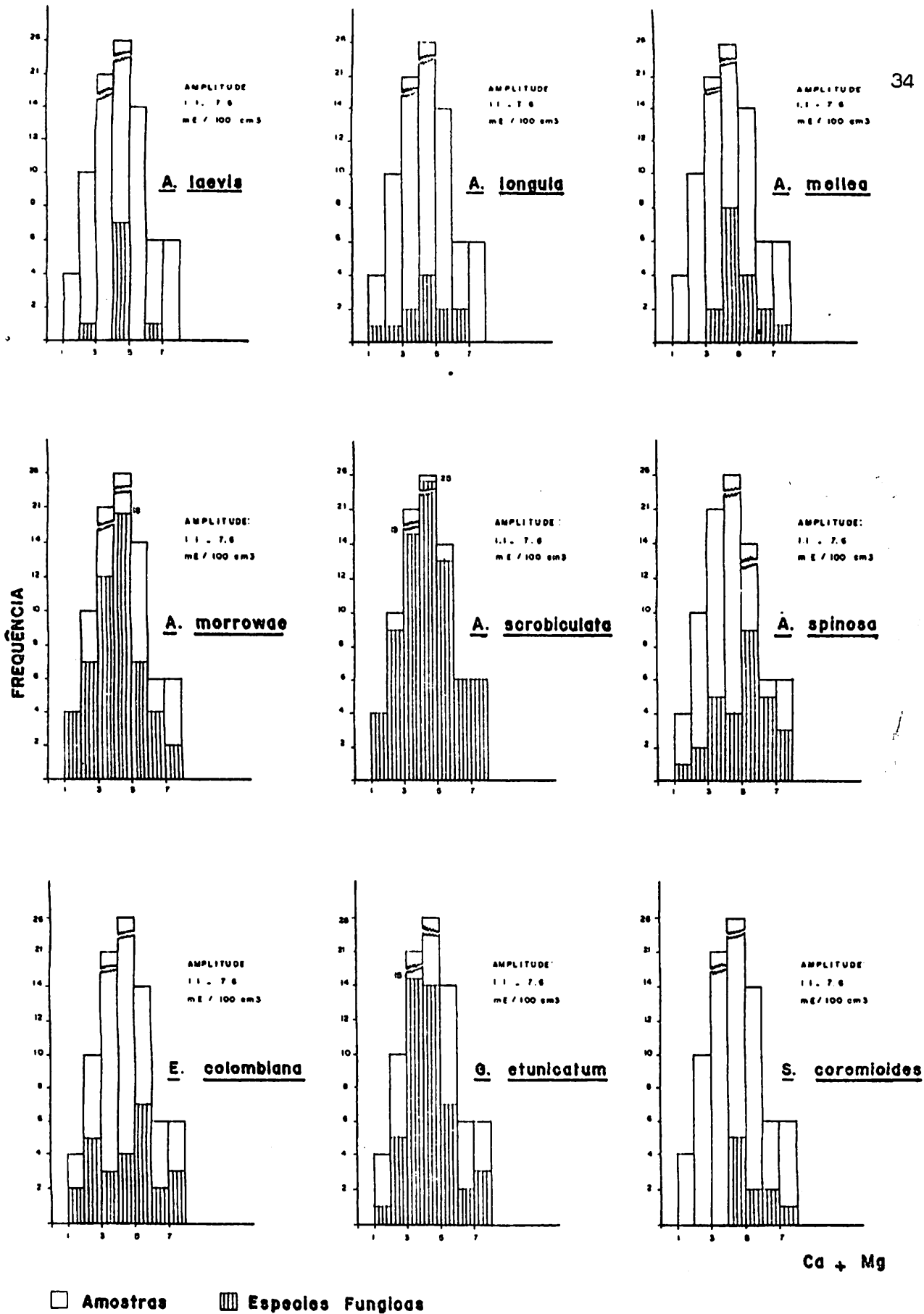
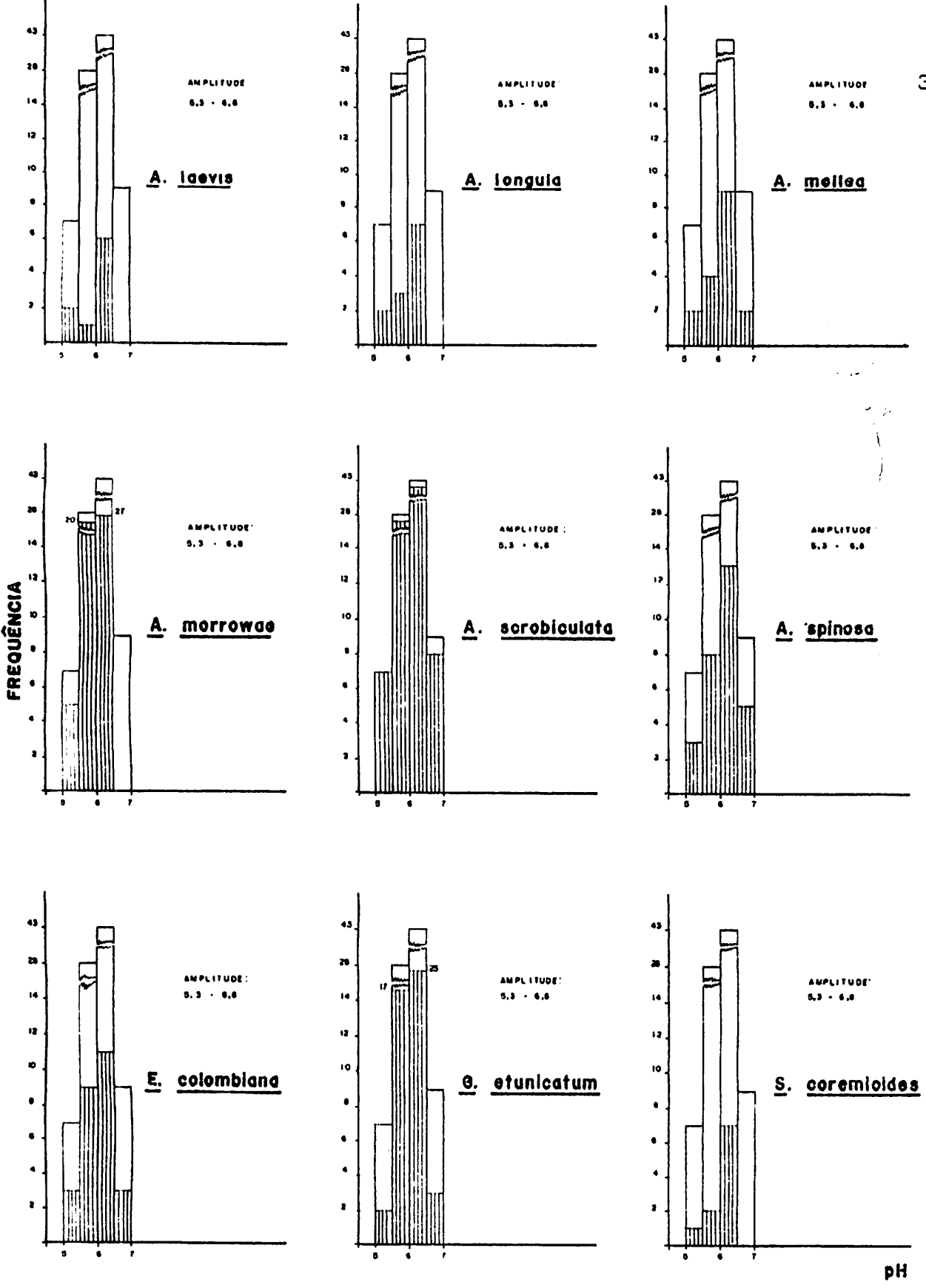


FIGURA 6 - Distribuição de frequência para classes de Ca + Mg no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10%.



□ Amostras      ▨ Especies Fungoas

FIGURA 7 - Distribuição de frequência para classes de pH no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10%.

contradas as espécies A. laevis, A. longula, A. morrowae e S. coremioides.

Segundo NICOLSON & SCHENCK (50), observações feitas no norte da Flórida indicam que a ocorrência de espécies de fungos Endogonaceae naquele local é influenciada pelo tipo de solo e pH. De acordo com esses autores, a espécie A. laevis é frequentemente encontrada apenas em solos com pH 4,0 a 4,5. Estes dados discordam dos resultados obtidos neste trabalho o que sugere serem outros fatores ecológicos determinantes da ocorrência de A. laevis.

#### 4.2.7. Fósforo

A distribuição de frequência das amostras em classes de fósforo e das espécies de fungos com frequência de ocorrência acima de 10%, nestas amostras, são apresentadas na Figura 8.

Em geral, as amostras de solo analisadas apresentaram teores médios e altos de fósforo disponível (Quadro 1A) decorrentes das adubações.

Cerca de 3% das amostras apresentaram teores de fósforo acima de 50 ppm e nestas amostras não foram encontradas as espécies A. longula, A. mellea e G. etunicatum. A espécie A. laevis foi encontrada apenas em amostras com teores de fósforo de 10 a 40 ppm e S. coremioides em amostras com menos de 40 ppm de fósforo.

DANIELS & TRAPPE (15), estudando fatores que afetam a germinação de Glomus epigeum, relatam o fósforo estimulou a germinação dos esporos quando utilizado em quantidades até 100 ppm, mostrando efeito inibitório sobre a germinação quando utilizado em quantidade de 200 ppm. Os efeitos do fósforo sobre os fungos micorrízicos vesicular-arbusculares, aparentemente, são diferenciados para as espécies destes organismos. HEPPEL (33), estudando outras espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares, obteve redução

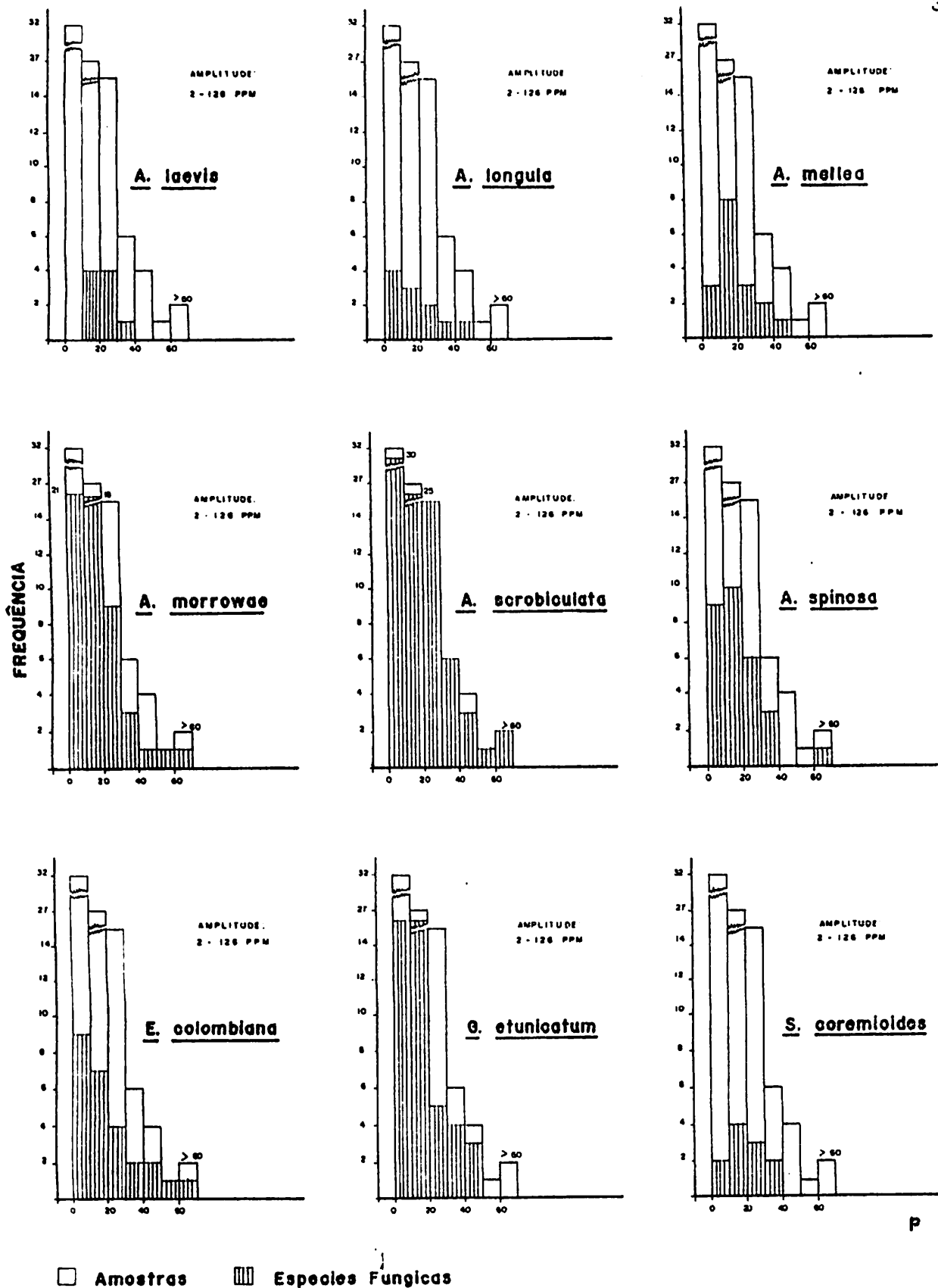


FIGURA 8 - Distribuição de frequência para classes de P no solo e ocorrência de FMVA com índice superior a 10%.

de 50% na germinação de esporos "in vitro" com concentrações de fósforo acima de 30 mM.

Neste estudo, considerando-se a boa fertilidade dos solos em fósforo, é possível que este nutriente seja um dos fatores que contribuem para a seleção de espécies com adaptabilidade a condições de alta fertilidade do solo, favorecendo sua predominância na rizosfera dos cafeeiros.

#### 4.2.8. Potássio

A distribuição de frequência das amostras em classes de potássio e das espécies de fungos com frequência de ocorrência acima de 10%, nestas amostras, são apresentadas na Figura 9.

Os teores de potássio encontrados nas amostras de solo analisadas foram altos (Quadro 1A), devido, certamente, a adubações feitas para os cafeeiros. Assim, também o potássio contribui para a alta fertilidade do solo na rizosfera dos cafeeiros.

Apenas 5,7% das amostras apresentaram teores de potássio acima de 280 ppm e nessas amostras não foi observada a presença de A. longula e A. laevis.

Os resultados não mostram, portanto, efeitos evidentes sobre a ocorrência das espécies de fungos.

DANIELS & TRAPPE (15), estudando fatores que influenciam a germinação de esporos de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares, relatam que o potássio não influencia este evento. Entretanto, deve-se considerar a hipótese de efeito diferenciado do nutriente sobre espécies destes organismos.

#### 4.2.9. Considerações gerais

Em geral, os efeitos das características de fertilidade do solo estudadas, sobre a ocorrência e distribuição das espécies de fungos predominantes foram pequenos. Nos casos em que, aparentemente, a ocorrência de espécies foi limitada por teores de nutrientes no solo ou pH, verifica-se que, apenas 5,7 a 18,3% das amostras apresentaram tais características.

Sendo impossível nessas condições, a determinação estatística da significância desses resultados, torna-se necessário sua confirmação em outros levantamentos.

É possível que as espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares, sejam distintas quanto à adaptabilidade a diferentes condições de fertilidade do solo. Assim, ambientes com grande diversidade de nichos ecológicos, quanto à fertilidade, permitiriam a sobrevivência de maior diversidade de espécies. A uniformização desses ambientes para determinadas condições de fertilidade poderia atuar como um fator de pressão de seleção, garantindo a sobrevivência das espécies mais aptas para tais condições. A fertilidade do solo como pressão de seleção poderia atuar por dois mecanismos: 1 - ação direta dos nutrientes sobre a germinação de esporos e desenvolvimento dos fungos ou indireta através das plantas afetando a colonização e esporulação; 2 - favorecimento do desenvolvimento de outros organismos do solo antagonísticos a esses fungos e que poderiam reduzir a esporulação. Pode-se considerar, portanto, a hipótese de que as condições de alta fertilidade do solo na rizosfera dos cafeeiros (Quadro 1A) tenham atuado diferentemente sobre comunidades de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares e que as espécies predominantes A. laevis, A. longula, A. mellea, A. morrowae, A. scrobiculata, A. spinosa, E. colombiana, G. etunicatum e S. coremioides, sejam adaptadas para a sobrevivência em solos férteis.

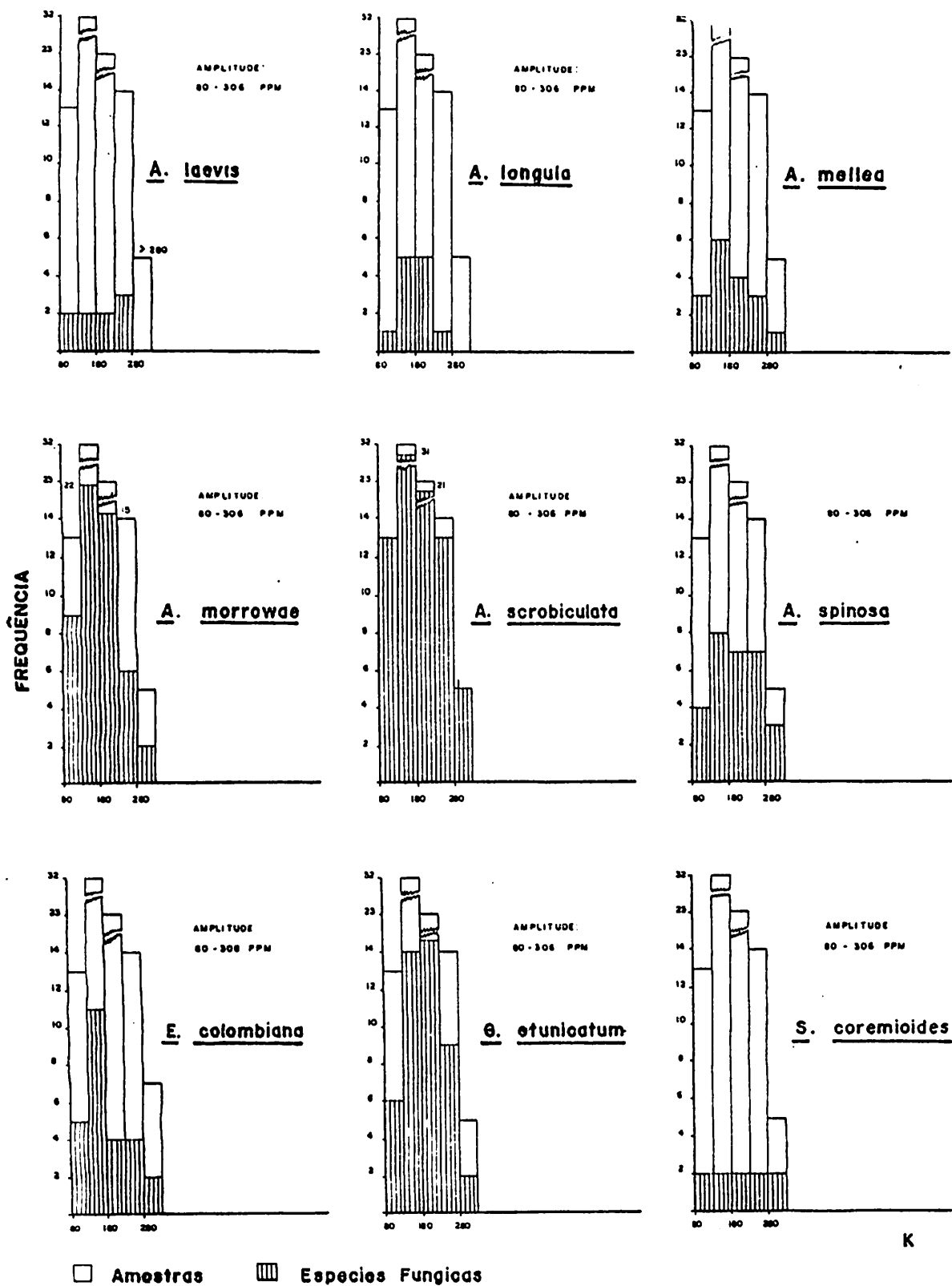


FIGURA 9 - Distribuição de frequência para classes de K no solo e ocorrência das espécies de FMVA com índice superior a 10%.



Esta possibilidade sugere que estas espécies de fungos necessitam ser testadas quanto à efetividade para o cafeeiro e que outras espécies selecionadas como efetivas para essa planta necessitam ser estudadas quanto à adaptabilidade a solos férteis.

As condições de fertilidade do solo como pressão de seleção das espécies de fungos explicaria também as baixas frequências de ocorrência da maioria das espécies encontradas (Quadro 2), provavelmente, menos adaptadas à alta fertilidade.

Entretanto, para a eventual comprovação desta hipótese seriam necessários estudos de ocorrência de espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares em ambientes com diferentes condições de fertilidade do solo e comparações sobre a predominância de espécies nestas condições.

Por outro lado, a ocorrência das espécies que foram encontradas com frequências abaixo de 10% (Quadro 1), pode ter sido determinada por outros fatores edafoclimáticos não considerados neste trabalho. Levantamentos feitos em outras épocas, por exemplo, poderiam resultar em maiores frequências de ocorrência destes fungos uma vez que são conhecidos efeitos sazonais sobre as micorrizas vesicular-arbusculares (10, 17, 25, 30).

Os resultados obtidos neste trabalho, são preliminares e indicativos de possíveis influências das características do solo estudadas, sobre a ocorrência e distribuição de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares. Não permitem, entretanto, conclusões definitivas sobre esse aspecto.

O tipo de solo influencia a efetividade da simbiose micorrízica (MOSSE, 48) e deve-se considerar portanto, a hipótese de que influencia também, a ocorrência de espécies de fungos micorrízicos. Assim, efeitos de características químicas do solo sobre a ocorrência de espécies destes fungos poderiam ser, eventualmente, melhor determinadas observando-se também o tipo de solo.

Considerando-se a heterogeneidade das amostras de solo estudadas neste trabalho, quanto à fertilidade (Quadro 1A), certamente reflexo de diferenças em adubações, a mistura de amostras de diferentes lavou- ras pode ser inadequada para este tipo de estudo. Amostras com diferentes po- pulações de fungos, se misturadas, poderiam mascarar os efeitos desses nutri- entes sobre a ocorrência de espécies.

#### 4.3. Colonização micorrízica das raízes

A presença de colonização de fungos micorrízicos vesicular - ar- busculares foi constatada em todas as amostras estudadas. A presença de vesí- culas características de gêneros clamidospóricos foi observada em muitos seg- mentos dessas raízes.

No Quadro 3 são apresentados os resultados de colonização micor- rízica nas raízes e número de esporos no solo.

Verifica-se que 79,3% das amostras apresentaram menos que 50% de segmentos de raízes colonizadas. Houve uma tendência de aumento do número de esporos na rizosfera das plantas com o aumento do número de segmentos de raízes colonizadas.

SIQUEIRA et alii (69) obtiveram taxas de 60 - 80% do comprimen- to de raízes de mudas de cafeeiro colonizadas por G. margarita com 3 - 40 ppm de fósforo disponível no solo. Essas taxas foram reduzidas até valores de 20% com aumento do fósforo disponível até 180 ppm, sendo mais drástica a redu- ção a partir de 80 ppm. Apesar das taxas de colonização micorrízica neste trabalho terem sido determinadas em percentagem de número de segmentos coloni- zados, poderia ser esperado efeito semelhante do fósforo sobre as micorrizas. Entretanto, 98% das amostras estudadas apresentaram teores de fósforo disponí- vel entre 2 e 60 ppm, níveis menores que os que causaram drástica redução na

colonização micorrízica do cafeeiro (SIQUEIRA et alii, 69), sendo pouco provável que esse nutriente seja o fator determinante das taxas de colonização obtidas. Por outro lado, considerando-se distintas as condições de ambiente e substrato para mudas e para o cafeeiro adulto, a confirmação dessa hipótese necessita de estudos adicionais.

A coleta das amostras para esse estudo foi feita no final do verão, coincidindo com o final do período chuvoso e época de início de maturação dos frutos. É provável que nessa época as plantas já tenham atingido o máximo de crescimento das raízes e possível que o desenvolvimento de raízes novas durante o período chuvoso tenha sido acompanhado por crescimento mais lento dos fungos em relação a estas. Entretanto, a eventual comprovação desta hipótese também necessita de estudos adicionais.

QUADRO 3 - Distribuição de frequência para taxas de colonização micorrízica e respectivas densidades de esporos em cafeeiros do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro.

Colonização micorrízica (%)	Frequência		Nº médio de esporos
	(nº de amostras)	% do total	
10 - 20	4	4,6	11
20 - 30	18	20,7	16
30 - 40	26	29,9	20
40 - 50	21	24,1	18
50 - 60	13	14,9	33
60 - 70	3	3,4	4
70 - 80	2	2,4	32
Total	87	100	

... (text is mirrored and mostly illegible) ...  
 ... (text is mirrored and mostly illegible) ...  
 ... (text is mirrored and mostly illegible) ...  
 ... (text is mirrored and mostly illegible) ...  
 ... (text is mirrored and mostly illegible) ...

... (text is mirrored and mostly illegible) ...  
 ... (text is mirrored and mostly illegible) ...  
 ... (text is mirrored and mostly illegible) ...

Número de páginas	Frequência (% de páginas)	%
11	4,6	10
16	20,7	26
20	29,5	31
18	24,1	30
33	14,9	31
4	4,4	20
5	3,4	8
	100	

Por outro lado, deve-se considerar a hipótese de que a idade das plantas pode ser um fator regulador do crescimento dos fungos nas raízes e que essa variável não foi considerada neste trabalho.

A tendência de aumento do número de esporos com aumento da taxa de colonização nas raízes concorda com dados obtidos por HAYMAN (31) e por JANSEN & JAKOBSEN (36) em trigo.

## 5. CONCLUSÕES

- A presença de esporos de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares e de colonização nas raízes dos cafeeiros do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro foi constatada em todas as amostras avaliadas.

- Em frequência de ocorrência o gênero Acaulospora predominou na rizosfera dos cafeeiros seguido por Entrophospora, Glomus ( Gigaspora e Sclerocystis ), Scutellospora, em ordem decrescente, respectivamente.

- Predominaram as espécies A. scrobiculata, A. morrowae, E. colombiana, A. spinosa, G. etunicatum, A. mellea, A. laevis, A. longula, S. coremioides em frequência de ocorrência, em ordem decrescente, respectivamente.

- Os gêneros Glomus e Acaulospora apresentaram maior diversidade em número de espécies que Entrophospora, Gigaspora, Sclerocystis e Scutellospora.

- As espécies G. margarita e G. clarum, efetivas para o cafeeiro, não são frequentes na rizosfera dos cafeeiros desta região.

- De forma geral, não foram verificadas influências, que pudessem ser consideradas marcantes, das características de fertilidade do solo sobre a distribuição das espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares que apresentaram índice de ocorrência superior a 10%.

## 6. RESUMO

Espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares ( FMVA ) contribuem de forma diferenciada na nutrição mineral e desenvolvimento do cafeeiro. Esses fungos são comuns na natureza e o conhecimento de sua ecologia pode contribuir para o desenvolvimento de tecnologia visando seu uso em larga escala na cafeicultura. Neste trabalho verificou-se a ocorrência natural de FMVA em cafeeiros das regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo Mineiro", no estado de Minas Gerais e suas possíveis relações com características de fertilidade do solo.

Foram estudadas 87 amostras de solo rizosférico, coletadas em abril de 1986. Os esporos dos FMVA foram extraídos do solo para identificação de espécies e as raízes utilizadas para avaliação da taxa de colonização micorrízica. Subamostras foram utilizadas para determinações do pH e teores de Zn, Cu, Fe, Mn, P, K, Ca + Mg.

Constatou-se a presença de colonização micorrízica nas raízes de cafeeiros de todas as amostras. Destas, 79,3% apresentaram menos de 50% de segmentos de raízes micorrizadas. Foram encontradas 31 espécies fúngicas dos gêneros Acaulospora, Entrophospora, Gigaspora, Scutellospora, Glomus e Sclerocystis sendo que dois tipos de clamidosporos de Glomus não foram identificados a nível de espécie; além de três tipos de esporos sésseis, possivelmente de FMVA, e não enquadrados entre espécies de Acaulospora e Entrophospo-

ra. Houve predominância do gênero Acaulospora, nas amostras, seguido por Entrophospora, Glomus, (Gigaspora e Sclerocystis) e Scutellospora que ocorreram em 98, 55, 46, 14, 14 e 9% das amostras, respectivamente. Os gêneros Glomus e Acaulospora apresentaram maior diversidade de espécies e em geral, as espécies de Acaulospora apresentaram maiores densidades de esporos que as de Glomus. Apenas as espécies Acaulospora scrobiculata, A. morrowae, Entrophospora colombiana, A. spinosa, Glomus etunicatum, A. mellea, A. laevis, A. longula e S. coremioides, apresentaram ocorrência acima de 10%. As espécies Gigaspora margarita e Glomus clarum, consideradas efetivas para o cafeeiro, ocorreram em menos de 10% das amostras.

De forma geral, não foram verificadas influências, que pudessem ser consideradas marcantes, das características de fertilidade do solo sobre a distribuição das espécies de FMVA que apresentaram índice de ocorrência superior a 10%.



## 7. SUMMARY

Species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (VAMF) contribute in different ways to the mineral nutrition and development of coffee tree. These fungi are common in nature and knowledge of their ecology can contribute to the development of technology aiming at their use in large scale in coffee crop. In this work, the natural occurrence of VAMF in coffee trees in the regions of the "Alto Paranaíba" and the "Triângulo Mineiro" in the state of Minas Gerais, and its possible relation with soil fertility features were examined.

Eighty-seven samples of rhizosphere soil collected in april, 1986 were studied. The spores of VAMF were extracted from soil for the identification of species and the roots used in the estimation of mycorrhizal infection rate. Sub-samples were used for measurements of pH and of Zn, Cu, Fe, Mn, P, K, Ca+Mg content.

The presence of mycorrhizal root colonization in coffee trees was confirmed in all samples. Of these, 79,3% exhibited less than 50% of mycorrhizal root segments. Thirty-one fungal species of the genera Acaulospora, Entrophospora, Gigaspora, Scutellospora, Glomus and Sclerocystis were found there being two kinds of Glomus chlamydospores which were not identified at the species level and three kinds of sessile spores, possibly of VAMF not placed among species of Acaulospora and Entrophospora. The genus Acaulospora

predominated in the samples followed by Entrophospora, Glomus, (Gigaspora and Sclerocystis) and Scutellospora that occurred at 98, 55, 46, 14, 14 and 9% of the samples, respectively. The genera Glomus and Acaulospora exhibited greater species diversity and, in general, the species of Acaulospora exhibited greater spore densities than those of Glomus. Only the species of Acaulospora scrobiculata, A. morrowae, Entrophospora colombiana, A. spinosa, Glomus etunicatum, A. mellea, A. laevis, A. longula e S. coremioides exhibited more than 10% occurrence. The species of Gigaspora margarita and Glomus clarum, considered to be effective for coffee trees occurred in less than 10% of the samples.

In general, marked influences of soil fertility features upon the distribution of the species of VAMF that exhibited occurrence index greater than 10% were not observed.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMES, R.N. & LINDERMAN, R.G. Acaulospora trappei sp. nov. Mycotaxon, Ithaca, 3:566-9, Apr./June. 1976.
2. \_\_\_\_\_ & SCHNEIDER, R.W. Entrophospora, a new genus in the Endogonaceae. Mycotaxon, Ithaca, 8(2):347-2, Apr./June. 1979.
3. BECKER, W.N. & GERDEMANN, J.W. Glomus etunicatus sp. nov. Mycotaxon, Ithaca, 6(1):29-32, July/Sept. 1977.
4. \_\_\_\_\_ & HALL, I.R. Gigaspora margarita, a new species in the Endogonaceae. Mycotaxon, Ithaca, 4(1):155-60, July/Sept. 1976.
5. BERCH, S.M. & FORTIN, J.A. Lectotypification of Glomus macrocarpum and proposal of new combinations: Glomus australe, Glomus versiforme, and Glomus tenebrosum (Endogonaceae). Canadian Journal of Botany, Ottawa, 61(10):2608-17, Oct. 1983.
6. \_\_\_\_\_ & TRAPPE, J.M. A new species of Endogonaceae, Glomus hoi. Mycologia, New York, 77(4):654-7, July/Aug. 1985.

7. BETHLENFALVAY, G.J.; ULRICH, J.M. & BROWN, M.S. Plant response to mycorrhizal fungi: Host, endophyte and soil effects. Soil Science of Society American Journal, Madison, 49(5):1164-8, Sept./Oct. 1985.
8. BHATTACHARJEE, M.; MUKERJI, K.G. Studies on Indian Endogonaceae. II . The genus Glomus. Sydowia, Horn, 39:14-77, 1980.
9. BOYETCHKO, S.M. & TEWARI, J.P. New species of Glomus (Endogonaceae, Zygomycotina) mycorrhizal with barley in Alberta. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 64(1):90-95, 1986.
10. BUWALDA, J.G.; STRIBLEY, A.P. & TINKER, P.B. Vesicular-arbuscular mycorrhizae of winter and spring cereals. Journal of Agricultural Science, London, 105(3):649-58, Dec. 1985.
11. CARDOSO, E.J.B.N. Ocorrência de micorriza em café. Summa Phytopathologica, Campinas, 4(2/4):136-7, jan./dez. 1978.
12. COLOZZI-FILHO, A.; SOUZA, P.; OLIVEIRA, E. & MOREIRA, M.C. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro 'Catuaí' micorrizadas. Fitopatologia Brasileira, Brasília, 10(2):335, 1985. (Resumos).
13. \_\_\_\_\_; SIQUEIRA, J.O. & OLIVEIRA, E. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em alguns eco e agrossistemas do estado de Minas Gerais. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Anais... Lavras, FAEPE, 1986. p.146.
14. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Micorrizas vesículo-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(3):199-205, set./dez. 1986.

15. DANIELS, B.A. & TRAPPE, J.M. Factors affecting spore germination of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus Glomus epigaeus. Mycologia, New York, 72(3):457-471, May/June 1980.
16. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Glomus epigaeus sp nov., a useful fungus for vesicular-arbuscular mycorrhizal research. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 57(5):539-42, Mar. 1979.
17. DICKMAN, L.A.; LIBERTA, A.E. & ANDERSON, R.C. Ecological interaction of little bluestem and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 62(11):2272-7, Nov. 1984.
18. FERNANDES, A.B. Ocorrência e distribuição de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares em cafeeiros da região sul do estado de Minas Gerais. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1987, 85p. (Tese MS).
19. FERGUSON, J.J. & WOODHEAD, S.H. Increase and maintenance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: SCHENCK, N.C. Methods and principles of mycorrhizal research. St. Paul, The American Phytopathological Society, 1982. p.47-54.
20. FERRAZ, J.M.G. Levantamento de micorriza vesiculo-arbuscular em culturas da Amazônia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 3(3):194-6, set./dez. 1979.
21. FLORENCE, M.L.A.; MIGUEL, A.E. & GUERRA NETO, E.G. Efeitos da inoculação do fungo micorrízico G. margarita no desenvolvimento de mudas de café, em substrato expurgado e não expurgado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 11, Londrina, 1984. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1984. p.168-70.

22. GERDEMANN, J.W. & BAKSHI, B.K. Endogonaceae of India: two new species. Transaction of the Bristh Mycological Society, London, 66(2):340-3 , Apr. 1976.
23. \_\_\_\_\_ & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil and decanting. Transactions of the Bristh Mycological Society, London, 46(2):235-44, 1963.
24. \_\_\_\_\_ & TRAPPE, J.M. The Endogonaceae in the Pacific Northwest. Mycologia Memoir, New York, 5:33-4, 1974.
25. GIOVANETTI, M. Seazonal variations of vesicular-arbuscular mycorrhizas and endogonaceous spores in maritime sand dune. Transactions of the Bristh Mycological Society, London, 84(4):679-84, 1985.
26. \_\_\_\_\_ & MOSSE, B. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist, Oxford , 84:489-500, 1980.
27. GRAHAM, J.H. & SYVERTSEN, J.P. Host determinants of mycorrhizal dependency of citrus rootstock seedlings. New Phytologist, 101(4):667-76 , 1985.
28. HALL, I.R. Species and mycorrhizal infections of New Zealand Endogonaceae. Transactions of the Bristh Mycological Society, London, 68(3): 341-56, June, 1977.
29. \_\_\_\_\_ & ABBOTT, L.K. Some Endogonaceae from south Western Australia. Transactions of the Bristh Mycological Society, London, 83(2):203-8 , Sept. 1984.

30. HALL, I.R. & FISH, B.J. A Key to the Endogonaceae. Transactions of the British Mycological Society, London, 73(2):261-70, Apr. 1979.
31. HAYMAN, D.S. Endogone spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. Transactions of the British Mycological Society, London, 54(1):53-63, 1970.
32. \_\_\_\_\_ & TAVARES, M.C. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. 15. Influence of soil pH on the symbiotic efficiency of different endophytes. The New Phytologist, Oxford, 100(3):367-78, 1985.
33. HEPPER, C.M. Effect of phosphate on germination and growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Transaction of the British Mycological Society, London, 80(3):487-490, June 1983.
34. \_\_\_\_\_ & SMITH, G.A. Observations on the germination of Endogone spores. Transaction of the British Mycological Society, London, 66(2):189-94, Apr. 1976.
35. JANOS, D.P. & TRAPPE, J.M. Two new Acaulospora species from Tropical America. Mycotaxon, Ithaca, 15:515-22, July/Sept. 1982.
36. JENSEN, A. & JAKOBSEN, I. The occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhiza in barley and wheat grown in some Danish soils with different fertilizer treatments. Plant and Soil, The Hague, 55(3):403-14, 1980.
37. KORMANIK, P.P. & MCGRAW, A.C. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots. In: SCHENCK, N.C. Methods and principles of mycorrhizal research. St. Paul, The American Phytopathological Society, 1982. p.37-45.

38. KOSKE, R.E. Glomus aggregatum emended: a distinct taxon in the Glomus fasciculatum complex. Mycologia, New York, 77(4):619-30, July/Aug. 1985.
39. LOPES, A.S. Solos sob "cerrado"; características, propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162p.
40. LOPES, E.S.; OLIVEIRA, E.; DIAS, R. & SCHENCK, N.C. Occurrence and distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in coffee (Coffea arabica L.) plantations in central São Paulo State, Brazil. Turrialba, Turrialba, 33(4):417-42, Oct./Dec. 1983.
41. \_\_\_\_\_; OLIVEIRA, E.; NEPTUNE, A.M.L. & MORAES, F.R.P. Efeito da inoculação do cafeeiro com diferentes espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7(2):137-41, maio/ago. 1983.
42. \_\_\_\_\_; TOLEDO, S.V.; HIROCE, R.; DIAS, R. & OLIVEIRA, E. Efeitos do fungo micorrízico Gigaspora margarita no desenvolvimento e aproveitamento do fósforo e do zinco em mudas de cafeeiro "Mundo Novo" em casa-de-vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro, IBC, 1983. p.121-2.
43. LOPES, E.S.; TOLEDO, S.V.; WUTKE, A.C.P.; CERVellini, G.S.; HIROCE, R. & DIAS, R. Efeitos do fungo micorrízico Gigaspora margarita no desenvolvimento de mudas de cafeeiro cv. Mundo Novo em condições de campo. In: CONGRESSO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, . 1983. Anais... Rio de Janeiro, IBC, 1983. p.122-3.



44. MENGE, J.A.; LABANAUSKAS, C.K.; JOHNSON, E.L.V. & PLATT, R.G. Partial substitution of mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in the greenhouse culture of citrus. Soil Science Society of American Journal, Madison, 42(6):926-30, Nov./Dec. 1978.
45. MILLER, A.A. & WALKER, C. Glomus maculosum sp. nov. (Endogonaceae): an endomycorrhizal fungus. Mycotaxon, Ithaca, 25(1):217-27, 1986.
46. MORTON, J.B. Three new species of Acaulospora (Endogonaceae) from high aluminium low pH soils in West Virginia. Mycologia, New York, 78(4): 641-48, 1986.
47. \_\_\_\_\_ & WALKER, C. Glomus diaphanum: a new species in the Endogonaceae common in West Virginia. Mycotaxon, Ithaca, 21:431-40, 1984.
48. MOSSE, B. The influence of soil type and Endogone strain on the growth of mycorrhizal plants in phosphate deficient soils. Revue D'Écologie et de Biologie du Sol, Montreuil, 9(3):529-37, 1972.
49. MUKERJI, K.G.; BHATTACHARJEE, M. & TEWARI, J.P. New species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Transactions of the British Mycological Society, London, 81(3):641-43, Dec. 1983.
50. NICOLSON, T.H. & SCHENCK, N.C. Endogonaceous mycorrhizal endophytes in Florida. Mycologia, New York, 71(1):170-98, Jan./Feb. 1979.
51. \_\_\_\_\_. Vesicular-arbuscular mycorrhiza - a universal plant symbiosis. Science Progress, Oxford, 55:561-81, 1967.

52. O'BANNON, J.H.; EVANS, D.W. & PEADRN, R.N. Alfafa varietal response to seven isolates of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Canadian Journal Plant Science, Ottawa, 60:859-63, 1980.
53. OLIVEIRA, E. Taxonomia da Endogonaceae. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Anais... Lavras, FAEPE, 1986. p.100-9.
54. \_\_\_\_\_; SOUZA, P. & MATTOS, A. Endomicorrizodependência da pimenta-do-reino. Fitopatologia Brasileira, Brasília, 9(2):427, jun. 1984. (Resumos).
55. PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, B.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society, London, 55(1):158-61, Aug. 1970.
56. ROSE, S.; DANIELS, B.A. & TRAPPE, J.M. Glomus gerdemannii sp nov. Mycotaxon, Ithaca, 8(1):297-301, Jan./Mar. 1979.
57. \_\_\_\_\_ & TRAPPE, J.M. Three new endomycorrhizal Glomus spp associated with actinorrhizal shrubs. Mycotaxon, Ithaca, 10(2):413-20, Jan./Mar. 1980.
58. ROTHWELL, F.M. & TRAPPE, J.M. Acaulospora bireticulata sp. nov. Mycotaxon, Ithaca, 8(2):471-5, Apr./June 1979.
59. \_\_\_\_\_ & VICTOR, B.J. A new species of Endogonaceae: Glomus botryoides. Mycotaxon, Ithaca, 20:163-7, 1984.

60. SAIF, S.R.; SHEIKH, N.A. & KHAN, A.G. Ecology of Endogone. I. Relationship of Endogone spore population with physical soil factors. Islamabad, Journal Science, Islamabad, 2(1):1-5, 1975.
61. SCHENCK, N.C. & PEREZ, Y. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. University of Florida. Gainesville, Florida, 1987. 245p.
62. \_\_\_\_\_; SIQUEIRA, J.O. & OLIVEIRA, E. Species of VA mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from some native and cultivated plants in south eastern Brazil. (Em preparação).
63. \_\_\_\_\_ & SMITH, G.S. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. Mycologia, New York, 74(1):77-92, Jan./Feb. 1982.
64. \_\_\_\_\_; SPAIN, J.L. & SIEVERDING, E. A new sporocarpic species of Acaulospora (Endogonaceae). Mycotaxon, Ithaca, 25(1):111-17. Jan./Mar. 1986.
65. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & HOWELER, R.H. Several new and unreported vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Colombia. Mycologia, New York, 76(4):685-99, July/Aug. 1984.
66. SHEIKH, N.A.; SAIF, S.R. & KHAN, A.G. Ecology of Endogone. II. Relationship of Endogone spore population with chemical soil factors. Islamabad Journal Science, Islamabad, 2(1):6-9, 1975.
67. SIQUEIRA, J.O. Micorrizas: forma e função. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Anais... Lavras, FAEPE, 1986. p.5-32.

68. SIQUEIRA, J.O. & COLOZZI-FILHO, A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(3):207-11, set./dez. 1986.
69. SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E.; FERNANDES, A.B. & FLORENCE, M.L. Micorrizas vesicular-arbusculares em mudas de cafeeiros no sul do estado de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(1):31-38, jan. 1987.
70. \_\_\_\_\_; HUBBELL, D.H. & SCHENCK, N.C. Spore germination and germ tube growth of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus in vitro. Mycologia, New York, 74(6):952-9, Nov./Dec. 1982.
71. \_\_\_\_\_ & PAULA, M.A. Efeito de micorrizas vesículo-arbusculares na nutrição e aproveitamento de fósforo pela soja em solo sob cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(2):97-102, maio/ago. 1986.
72. SMITH, G.S. & SCHENCK, N.C. Two new dimorphic species in the Endogonaceae: Glomus ambisporum and Glomus heterosporum. Mycologia, New York, 77(4):566-574, July/Aug. 1985.
73. TANG, Z. & ZANG, M. Additions to the key of Endogonaceae and a new species of mycorrhizal fungus, Glomus citricolum Tang et Zang. Acta Botanica Yunnanica, Yunnan, 6:295-301, 1984.
74. TANDY, P.A. Sporocarpic species of Endogonaceae in Australia. Australian Journal of Botany, 23:849-866, Melbourne, 1975.

75. TRAPPE, J.M. Synoptic keys to the genera and species of Zygomycetous mycorrhizal fungi. Phytopathology, St. Paul, 72(8):1102-108, 1982.
76. \_\_\_\_\_. Three new Endogonaceae: Glomus constrictus, Sclerocystis clavisporea, and Acaulospora scrobiculata. Mycotaxon, Ithaca, 6(2):359-366, Oct./Dec. 1977.
77. \_\_\_\_\_; BLOSS, H.E. & MENGE, J.A. Glomus deserticola sp. nov. Mycotaxon, Ithaca, 20(1):123-7, Apr./June 1984.
78. \_\_\_\_\_ & SCHENCK, N.C. Taxonomy of the fungi forming endomycorrhizae. In: SCHENCK, N.C. Methods and principles of mycorrhizal research. St. Paul, The American Phytopathological Society, 1982. p.91-101.
79. VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969, 24p. (Boletim Técnico, 7).
80. WALKER, C. Species in the Endogonaceae: a new species (Glomus occultum) and a new combination (Glomus geosporum). Mycotaxon, Ithaca, 15:49-61, July/Sept. 1982.
81. \_\_\_\_\_. Taxonomic concepts in the Endogonaceae: spore wall characteristics in species descriptions. Mycotaxon, Ithaca, 18(2):443-5, Oct./Dec. 1983.
82. WALKER, C. Taxonomy of the Endogonaceae. In: NORTH AMERICA CONFERENCE MYCORRHIZAE, 6, Bend, 1984. Proceedings... Bend, MOLINA, R., 1985. p.193-8.

83. WALKER, C. & MIZE, W.C. Populations of endogonaceous fungi at two locations in central Iowa. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 60(12): 2518-29, Dec. 1982.
84. \_\_\_\_\_; REED, L.E. & SANDERS, F.E. Acaulospora nicolsonii, a new endogonaceous species from Great Britain. Transactions of the British Mycological Society, 82(2):360-4, Sept. 1984.
85. \_\_\_\_\_ & RHODES, L.H. Glomus albidus: a new species in the Endogonaceae. Mycotaxon, Ithaca, 12(2):509-14, Jan./Mar. 1981.
86. \_\_\_\_\_ & TRAPPE, J.M. Acaulospora spinosa sp. nov. with a key to the species of Acaulospora. Mycotaxon, Ithaca, 12(2):515-21, Jan./Mar. 1981.
87. WILLIAMS, P.G. An alternative view of VA-endophytes. In: INTERNATIONAL BOTANICAL CONGRESS, 13, Sidney, 1981. (Abstract).
88. ZAMBOLIM, L. Fungos micorrízicos influenciaram o crescimento de mudas de café (Coffea arabica L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFE-EIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro, IBC, 1983. p.165-6.

APÉNDICE

QUADRO 1A - Valores de pH e teores de P, K, Ca + Mg, Zn, Cu, Fe e Mn nas amostras de solo na rizosfera de cafeeiros das regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo", em Minas Gerais.

Amostra Número, Local	pH água	Ca + Mg mE/100 cm <sup>3</sup>	ppm*					
			P	K	Zn	Cu	Fe	Mn
1. Patrocínio	5,9	3,0	7	172	3	5	27	12
2. Patrocínio	6,2	3,3	3	200	4	3	53	24
3. Patrocínio	5,7	3,6	5	200	7	6	47	23
4. Patrocínio	5,9	3,7	16	172	3	3	47	27
5. Patrocínio	5,6	2,2	42	224	5	1	32	17
6. Patrocínio	6,3	3,6	24	230	4	2	38	17
7. Patrocínio	6,3	3,3	4	174	11	4	46	17
8. Serra do Salitre	5,8	1,1	2	100	1	2	49	12
9. Serra do Salitre	6,2	4,8	42	162	5	4	59	11
10. Serra do Salitre	6,4	3,3	19	160	5	1	62	11
11. Patrocínio	6,1	3,5	38	246	3	3	41	10
12. São Gotardo	6,6	5,8	10	218	11	9	63	11
13. Patrocínio	6,4	4,3	6	194	13	5	45	34
14. Patrocínio	5,7	3,2	6	132	3	2	69	4
15. Patrocínio	5,7	3,6	3	160	11	3	42	34
16. Patrocínio	6,1	4,1	8	160	11	4	44	32
17. Patrocínio	6,1	3,8	15	172	5	2	57	9
18. Patrocínio	6,0	2,7	3	140	2	1	44	24
19. Patrocínio	6,8	3,8	14	238	5	5	44	41
20. Patrocínio	5,3	2,0	13	128	6	7	60	24
21. Patrocínio	6,2	4,2	12	266	5	2	34	19
22. Patrocínio	6,0	3,1	2	262	1	3	31	13
23. Patrocínio	5,3	4,8	24	190	3	1	68	10
24. Patrocínio	5,6	3,1	6	224	8	7	41	9



Amostra Número, Local	pH água	Ca + Mg mE/100 cm <sup>3</sup>	ppm*					
			P	K	Zn	Cu	Fe	Mn
25. Patrocínio	5,6	3,9	9	160	2	1	83	5
26. Santa Juliana	5,8	5,3	11	180	6	3	81	21
27. Patrocínio	6,0	2,5	4	202	2	3	51	35
28. Medeiros	6,0	4,3	8	238	3	4	51	23
29. Araxá	6,5	5,0	21	174	10	8	49	35
30. Araxá	6,2	3,7	14	194	4	4	54	22
31. Ibiá	6,2	4,5	35	212	13	8	63	35
32. Ibiá	6,1	3,1	11	194	4	2	44	31
33. Serra do Salitre	6,3	4,7	12	188	9	11	17	20
34. São Gotardo	6,3	6,4	25	300	11	15	35	10
35. São Gotardo	6,8	7,6	17	268	6	4	26	7
36. Bambuí	6,6	7,4	35	306	6	7	24	16
37. Bambuí	6,4	6,0	19	302	6	10	25	22
38. Rio Paranaíba	6,6	6,2	15	258	8	10	27	8
39. Rio Paranaíba	6,8	6,6	29	266	9	9	32	8
40. Carmo do Paranaíba	6,5	5,5	15	262	3	3	29	21
41. Carmo do Paranaíba	6,5	6,5	26	244	13	8	34	25
42. Pratinha	5,5	2,1	7	100	2	2	39	7
43. Patrocínio	5,5	3,0	7	117	1	2	24	11
44. Patrocínio	5,3	2,3	5	140	3	4	26	11
45. Patrocínio	6,3	4,2	10	119	9	3	27	15
46. Patrocínio	5,3	1,7	2	86	1	4	25	4
47. Patrocínio	5,7	2,0	2	218	2	5	23	6
48. Patos de Minas	5,9	3,8	9	222	4	4	17	5
49. Patrocínio	6,4	6,7	11	216	4	4	17	15
50. Patrocínio	6,5	4,7	18	300	4	4	19	9
51. Santa Rosa da Serra	5,7	3,6	13	125	3	3	83	35
52. Santa Rosa da Serra	5,5	4,6	18	256	2	1	140	30

Amostra Número, Local	pH água	Ca + Mg mE/100 cm <sup>3</sup>	P	K	Zn	ppm*		
						Cu	Fe	Mn
53. Santa Rosa da Serra	5,9	4,4	16	166	3	3	79	34
54. Perdizes	5,7	4,5	21	150	8	3	58	46
55. Sacramento	6,0	4,3	7	151	8	4	61	68
56. Romaria	6,2	4,7	11	151	6	7	53	9
57. Araguari	5,9	2,6	7	174	3	6	78	9
58. Monte Carmelo	6,5	6,4	26	168	4	8	60	14
59. Monte Carmelo	6,0	3,0	7	151	15	22	44	42
60. Sacramento	6,2	4,1	8	112	2	7	75	70
61. Uberaba	6,1	3,6	8	172	10	7	68	53
62. Coromandel	6,2	3,4	2	222	2	5	68	41
63. Coromandel	5,4	4,5	26	234	3	4	54	16
64. Araguari	6,2	4,7	26	110	11	4	63	21
66. Coromandel	6,2	4,7	26	110	2	4	47	19
66. Monte Carmelo	6,3	4,0	5	196	1	6	69	8
67. Coromandel	6,3	5,4	15	134	18	11	74	17
68. Monte Carmelo	6,5	6,0	50	196	5	25	58	14
69. Araguari	6,3	3,6	32	108	2	2	71	17
70. Araguari	6,4	5,8	12	142	2	2	64	22
71. Araguari	6,7	5,5	5	80	2	4	86	13
72. Araguari	6,7	7,2	32	136	8	13	62	23
73. Conquista	6,3	5,6	23	160	2	5	40	71
74. Araguari	6,1	7,3	126	162	4	8	52	29
75. Araguari	6,2	6,5	36	206	5	6	54	27
76. Araguari	6,3	4,6	18	194	3	8	62	19
77. Araguari	6,4	5,8	23	146	4	8	83	22
78. Araguari	6,5	5,6	18	166	5	7	73	11
79. Araguari	6,5	5,7	41	306	5	6	61	19
80. Veríssimo	5,8	1,6	56	128	2	4	54	27

Amostra Número, Local	pH água	Ca + Mg mE/100 cm <sup>3</sup>	P	K	Zn	Cu	Fe	Mn
81. Araguari	5,9	4,1	15	156	2	3	78	14
82. Araguari	6,0	4,3	17	190	2	4	72	13
83. Patos de Minas	5,6	4,7	13	222	1	2	63	7
84. Patos de Minas	5,8	6,0	29	268	3	4	38	57
85. Coromandel	6,2	4,3	24	166	2	4	63	9
86. Monte Carmelo	6,3	4,5	9	144	2	2	77	5
87. Uberaba	6,2	2,4	10	125	2	7	84	26

\* Os valores em ppm de Zn, Cu, Fe e Mn foram aproximados

QUADRO 2A - Espécies de FMVA, índice de colonização e densidade de esporos nas amostras de solo da rizosfera de cafeeiros de municípios das regiões do "Alto Paranaíba" e "Triângulo", em Minas Gerais.

Nº	Amostra Local	Col. %	Esporos nº/100 ml	Espécies Fúngicas
1.	Patrocínio	26	9	<u>A. morrowae</u> (7), <u>G. etunicatum</u> (1), <u>E. infrequens</u> (1)
2.	Patrocínio	33	12	<u>A. morrowae</u> (9), <u>A. scrobiculata</u> (2), <u>A. appendicula</u> (1)
3.	Patrocínio	24	11	<u>A. morrowae</u> (2), <u>A. scrobiculata</u> (5), <u>E. colombiana</u> (4)
4.	Patrocínio	26	4	<u>A. morrowae</u> (1), <u>A. scrobiculata</u> (1), <u>E. colombiana</u> (2)
5.	Patrocínio	26	10	<u>A. scrobiculata</u> (4), <u>E. colombiana</u> (3), <u>G. etunicatum</u> (2), <u>G. diaphanum</u> (1)
6.	Patrocínio	20	5	<u>A. scrobiculata</u> (1), <u>E. colombiana</u> (3), Esporo sésil tipo 1 (1)
7.	Patrocínio	12	2	<u>A. scrobiculata</u> (1), <u>E. colombiana</u> (1)
8.	Serra do Salitre	25	19	<u>A. morrowae</u> (5), <u>A. scrobiculata</u> (5), <u>A. spinosa</u> (2), <u>A. appendicula</u> (1), <u>E. colombiana</u> (5), <u>G. etunicatum</u> (1)
9.	Serra do Salitre	29	21	<u>A. scrobiculata</u> (15), <u>A. mellea</u> (1), <u>E. colombiana</u> (3), <u>A. longula</u> (1), <u>G. intraradices</u> (1)
10.	Serra do Salitre	49	11	<u>A. morrowae</u> (2), <u>A. mellea</u> (2), <u>A. scrobiculata</u> (6), <u>A. spinosa</u> (1)
11.	Patrocínio	28	6	<u>A. scrobiculata</u> (4), <u>E. colombiana</u> (2)
12.	São Gotardo	33	8	<u>A. scrobiculata</u> (4), <u>A. mellea</u> (2), <u>A. spinosa</u> (1), <u>G. decipiens</u> (1)
13.	Patrocínio	17	16	<u>A. scrobiculata</u> (10), <u>E. colombiana</u> (5), <u>A. spinosa</u> (1)

Amostra Nº	Local	Col. %	Esporos nº/100 ml	Espécies Fúngicas
14.	Patrocínio	23	18	<u>A. scrobiculata</u> (12), <u>E. colombiana</u> (6)
15.	Patrocínio	46	5	<u>A. morrowae</u> (3), <u>A. scrobiculata</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (1)
16.	Patrocínio	18	11	<u>A. morrowae</u> (7), <u>A. scrobiculata</u> (4)
17.	Patrocínio	34	14	<u>A. morrowae</u> (2), <u>A. scrobiculata</u> (10), <u>A. appendicula</u> (2), <u>A. spinosa</u> (1)
18.	Patrocínio	46	62	<u>A. morrowae</u> (18), <u>A. scrobiculata</u> (41), <u>G. etunicatum</u> (1), <u>S. pellucida</u> (1), Esporo séssil tipo 2 (1)
19.	Patrocínio	36	1	<u>E. colombiana</u> (1)
20.	Patrocínio	45	8	<u>A. morrowae</u> (5), <u>A. scrobiculata</u> (3)
21.	Patrocínio	56	36	<u>A. morrowae</u> (8), <u>A. scrobiculata</u> (20), <u>E. colombiana</u> (7), <u>G. manihotis</u> (1)
22.	Patrocínio	58	34	<u>A. scrobiculata</u> (20), <u>E. colombiana</u> (14)
23.	Patrocínio	30	6	<u>A. morrowae</u> (1), <u>A. scrobiculata</u> (3), <u>A. appendicula</u> (1), Esporo séssil tipo 2 (1)
24.	Patrocínio	48	6	<u>A. scrobiculata</u> (4), <u>E. colombiana</u> (1), <u>A. spinosa</u> (1)
25.	Patrocínio	30	10	<u>A. morrowae</u> (3), <u>A. scrobiculata</u> (5), <u>E. colombiana</u> (2)
26.	Santa Juliana	57	39	<u>A. scrobiculata</u> (13), <u>A. morrowae</u> (3), <u>A. mellea</u> (2), <u>A. spinosa</u> (7), <u>A. longula</u> (1), <u>E. colombiana</u> (6), <u>G. etunicatum</u> (5), <u>S. pellucida</u> (1), <u>Glomus</u> sp - Tipo 1 (1)
27.	Patrocínio	36	7	<u>A. morrowae</u> (2), <u>A. scrobiculata</u> (1), <u>A. spinosa</u> (1), Esporo séssil tipo 2 (1), Esporo séssil tipo 3 (1)

Nº	Amostra Local	Col. %	Esporos nº/100 ml	Espécies Fúngicas
28.	Medeiros	34	16	<u>A. morrowae</u> (2), <u>A. scrobiculata</u> (6), <u>A. spinosa</u> (2), <u>E. colombiana</u> (1), <u>E. infrequens</u> (1), <u>A. mellea</u> (1), <u>G. margarita</u> (1), <u>G. diaphanum</u> (2)
29.	Araxá	58	18	<u>A. scrobiculata</u> (5), <u>A. mellea</u> (2), <u>A. morrowae</u> (2), <u>G. diaphanum</u> (3), <u>S. coremioides</u> (4), Esporo séssil tipo 3 (2)
30.	Araxá	40	13	<u>A. morrowae</u> (1), <u>A. scrobiculata</u> (7), <u>E. colombiana</u> (4), <u>Glomus</u> sp tipo 2 (1)
31.	Ibiá	33	54	<u>A. morrowae</u> (7), <u>A. scrobiculata</u> (21), <u>A. longula</u> (3), <u>A. mellea</u> (1), <u>A. laevis</u> (3), <u>E. colombiana</u> (15), <u>S. coremioides</u> (1), <u>A. spinosa</u> (2), Esporo séssil tipo 2 (1)
32.	Ibiá	38	18	<u>A. morrowae</u> (5), <u>A. scrobiculata</u> (7), <u>A. laevis</u> (2), <u>E. colombiana</u> (2), <u>G. gigantea</u> (1), Esporo séssil tipo 2 (1)
33.	Serra do Salitre	47	13	<u>A. scrobiculata</u> (7), <u>A. mellea</u> (1), <u>E. colombiana</u> (3), <u>Glomus</u> sp - Tipo 2 (2)
34.	São Gotardo	50	46	<u>A. scrobiculata</u> (7), <u>A. spinosa</u> (36), <u>A. appendicula</u> (1), <u>S. coremioides</u> (2)
35.	São Gotardo	41	39	<u>A. scrobiculata</u> (14), <u>A. spinosa</u> (6), <u>E. colombiana</u> (5), <u>G. etunicatum</u> (14)
36.	BambuÍ	52	22	<u>A. scrobiculata</u> (12), <u>A. morrowae</u> (3), <u>A. spinosa</u> (4), <u>S. clavispora</u> (1), Esporo séssil tipo 3 (2)
37.	BambuÍ	34	14	<u>A. morrowae</u> (1), <u>A. scrobiculata</u> (8), <u>A. spinosa</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (1), <u>S. coremioides</u> (3)

Amostra Nº	Local	Col. %	Esporos nº/100 ml	Espécies Fúngicas
38.	Rio Paranaíba	34	9	<u>A. morrowae</u> (1), <u>A. scrobiculata</u> (7), <u>A. mellea</u> (1)
39.	Rio Paranaíba	31	25	<u>A. scrobiculata</u> (17), <u>A. spinosa</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (4), <u>G. decipiens</u> (3)
40.	Carmo do Paranaíba	36	40	<u>A. scrobiculata</u> (27), <u>A. spinosa</u> (3), <u>E. colombiana</u> (7), <u>S. gilmorei</u> (1), <u>S. coremioides</u> (1), Esporo séssil tipo 2 (1)
41.	Carmo do Paranaíba	36	32	<u>A. scrobiculata</u> (16), <u>A. morrowae</u> (4), <u>A. laevis</u> (6), <u>A. spinosa</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (1), <u>G. decipiens</u> (3), <u>S. coremioides</u> (1)
42.	Pratinha	34	34	<u>A. scrobiculata</u> (14), <u>A. mellea</u> (5), <u>E. colombiana</u> (11), <u>A. spinosa</u> (2), <u>S. gilmorei</u> (1), <u>S. coremioides</u> (1)
43.	Patrocínio	36	31	<u>A. morrowae</u> (14), <u>A. scrobiculata</u> (12), <u>A. spinosa</u> (2), <u>A. longula</u> (1), <u>G. decipiens</u> (1), Esporo séssil tipo 2 (1)
44.	Patrocínio	35	10	<u>A. scrobiculata</u> (5), <u>A. morrowae</u> (1), <u>E. colombiana</u> (3), <u>G. etunicatum</u> (1)
45.	Patrocínio	30	16	<u>A. morrowae</u> (2), <u>A. scrobiculata</u> (9), <u>E. colombiana</u> (3), <u>S. coremioides</u> (2)
46.	Patrocínio	37	18	<u>A. morrowae</u> (15), <u>A. scrobiculata</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (2)
47.	Patrocínio	41	28	<u>A. morrowae</u> (11), <u>A. scrobiculata</u> (15), <u>A. longula</u> (1), Esporo séssil tipo 2 (1)
48.	Patos de Minas	41	3	<u>A. morrowae</u> (1), <u>A. longula</u> (1), <u>E. colombiana</u> (1)
49.	Patrocínio	39	16	<u>A. morrowae</u> (2), <u>A. longula</u> (1), <u>A. scrobiculata</u> (8), <u>A. spinosa</u> (1), <u>A. mellea</u> (2), <u>A. apendicula</u> (1), <u>E. colombiana</u> (1)

Amostra Nº	Local	Col. %	Esporos nº/100 ml	Espécies Fúngicas
50.	Patrocínio	26	6	<u>E. colombiana</u> (6)
51.	Santa Rosa da Serra	36	18	<u>A. morrowae</u> (8), <u>A. scrobiculata</u> (8), <u>A. mellea</u> (1), <u>S. heterogama</u> (1)
52.	Santa Rosa da Serra	42	37	<u>A. morrowae</u> (8), <u>A. laevis</u> (8), <u>A. scrobiculata</u> (5), <u>A. longula</u> (1), <u>A. spinosa</u> (6), <u>A. mellea</u> (1), <u>A. gerdemani</u> (1), <u>G. occultum</u> (2), <u>G. fasciculatum</u> (3), <u>G. intraradices</u> (1), <u>S. pellucida</u> (1)
53.	Santa Rosa da Serra	49	15	<u>A. morrowae</u> (1), <u>A. scrobiculata</u> (6), <u>A. laevis</u> (4), <u>A. spinosa</u> (2), <u>S. coremioides</u> (2)
54.	Perdizes	22	11	<u>A. morrowae</u> (3), <u>A. scrobiculata</u> (3), <u>A. mellea</u> (2), <u>G. intraradices</u> (2), <u>G. macrocarpum</u> (1)
55.	Sacramento	31	19	<u>A. morrowae</u> (10), <u>A. scrobiculata</u> (8), <u>A. spinosa</u> (1)
56.	Romaria	46	15	<u>A. morrowae</u> (5), <u>A. scrobiculata</u> (5), <u>A. laevis</u> (4), <u>E. colombiana</u> (1)
57.	Araguari	48	9	<u>A. scrobiculata</u> (2), <u>G. intraradices</u> (5), <u>G. etunicatum</u> (2)
58.	Monte Carmelo	28	43	<u>A. scrobiculata</u> (23), <u>A. morrowae</u> (7), <u>A. spinosa</u> (7), <u>A. longula</u> (2), <u>E. colombiana</u> (3), <u>S. pellucida</u> (1)
59.	Monte Carmelo	35	6	<u>A. scrobiculata</u> (2), <u>E. colombiana</u> (2), <u>S. sinuosa</u> (2)
60.	Sacramento	35	64	<u>A. scrobiculata</u> (26), <u>A. morrowae</u> (14), <u>A. spinosa</u> (4), <u>A. longula</u> (3), <u>G. fasciculatum</u> (16), <u>G. decipiens</u> (1)
61.	Uberaba	20	26	<u>A. morrowae</u> (8), <u>A. longula</u> (2), <u>A. scrobiculata</u> (5), <u>G. etunicatum</u> (2), <u>E. colombiana</u> (9)



Nº	Amostra Local	Col. %	Esporos nº/100 ml	Espécies Fúngicas
62.	Coromandel	32	9	<u>A. scrobiculata</u> (4), <u>E. colombiana</u> (5)
63.	Coromandel	46	9	<u>A. scrobiculata</u> (4), <u>A. laevis</u> (2), <u>G. etunicatum</u> (3)
64.	Araguari	57	29	<u>A. scrobiculata</u> (8), <u>A. laevis</u> (6), <u>A. mellea</u> (2), <u>G. etunicatum</u> (13), <u>G. margarita</u> (1)
65.	Coromandel	53	16	<u>A. morrowae</u> (5), <u>A. scrobiculata</u> (6), <u>A. laevis</u> (1), <u>G. intraradices</u> (2), <u>G. margarita</u> (1), Esporo sés-sil tipo 3 (1)
66.	Monte Carmelo	71	30	<u>A. morrowae</u> (8), <u>A. scrobiculata</u> (12), <u>A. spinosa</u> (9)
67.	Coromandel	49	5	<u>A. scrobiculata</u> (1), <u>A. mellea</u> (4),
68.	Monte Carmelo	70	3	<u>A. morrowae</u> (3)
69.	Araguari	57	17	<u>A. scrobiculata</u> (4), <u>A. spinosa</u> (7), <u>E. colombiana</u> (3), <u>G. etunicatum</u> (3)
70.	Araguari	46	17	<u>A. morrowae</u> (4), <u>A. scrobiculata</u> (8), <u>A. spinosa</u> (2), <u>G. etunicatum</u> (3)
71.	Araguari	58	70	<u>A. scrobiculata</u> (62), <u>A. apendicula</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (5), <u>G. occultum</u> (2)
72.	Araguari	60	84	<u>A. scrobiculata</u> (75), <u>E. infrequens</u> (4), Esporo sés-sil tipo 3 (5)
73.	Conquista	44	8	<u>A. scrobiculata</u> (5), <u>A. morrowae</u> (2), <u>A. longula</u> (1)
74.	Araguari	50	4	<u>A. scrobiculata</u> (1), <u>A. trappei</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (2)
75.	Araguari	60	22	<u>A. morrowae</u> (3), <u>A. scrobiculata</u> (12), <u>A. apendicula</u> (1), <u>E. colombiana</u> (2), <u>G. intraradices</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (3)

Nº	Amostra Local	Col. %	Esporos nº/100 ml	Espécies Fúngicas
76.	Araguari	50	16	<u>A. morrowae</u> (4), <u>A. scrobiculata</u> (4), <u>E. colombiana</u> (3), <u>G. intraradices</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (4)
77.	Araguari	50	20	<u>A. scrobiculata</u> (15), <u>A. spinosa</u> (3), <u>E. colombiana</u> (1), <u>G. decipiens</u> (1)
78.	Araguari	60	22	<u>A. scrobiculata</u> (11), <u>E. colombiana</u> (1), <u>A. trappei</u> (1), <u>G. etunicatum</u> (9)
79.	Araguari	65	6	<u>A. scrobiculata</u> (2), <u>A. mellea</u> (1), <u>E. colombiana</u> (2), <u>G. etunicatum</u> (1)
80.	Verissimo	23	34	<u>A. morrowae</u> (2), <u>A. scrobiculata</u> (15), <u>E. colombiana</u> (13), <u>G. etunicatum</u> (2), Esporo séssil tipo 3 (2)
81.	Araguari	73	34	<u>A. morrowae</u> (1), <u>A. scrobiculata</u> (5), <u>E. colombiana</u> (5), <u>G. etunicatum</u> (13), <u>S. pellucida</u> (4), <u>G. diaphanum</u> (6)
82.	Araguari	64	4	<u>A. scrobiculata</u> (2), <u>E. colombiana</u> (2), <u>G. margarita</u> (1)
83.	Patos de Minas	25	18	<u>A. scrobiculata</u> (5), <u>E. colombiana</u> (10), <u>G. manihotis</u> (1), <u>S. coremioides</u> (2)
84.	Patos de Minas	36	9	<u>A. morrowae</u> (1), <u>A. scrobiculata</u> (4), <u>G. clarum</u> (2), <u>E. colombiana</u> (1), <u>G. diaphanum</u> (1)
85.	Coromandel	58	14	<u>A. morrowae</u> (3), <u>A. scrobiculata</u> (4), <u>E. colombiana</u> (5), <u>G. macrocarpum</u> (2)
86.	Monte Carmelo	40	14	<u>A. morrowae</u> (4), <u>A. scrobiculata</u> (10)
87.	Uberaba	27	31	<u>A. scrobiculata</u> (10), <u>E. colombiana</u> (14), <u>A. morrowae</u> (6), <u>G. decipiens</u> (1)