

OCORRÊNCIA DE MICORRIZAS VESICULAR-ARBUSCULARES EM AGRO E ECOSISTEMAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS¹

JOSÉ OSWALDO SIQUEIRA², ARNALDO COLOZZI-FILHO³ e ELZABETH DE OLIVEIRA⁴

RESUMO - Avaliou-se a ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) em amostras da rizosfera de plantas representativas de diversos agro e ecossistemas localizados em 41 municípios das regiões do Triângulo, Norte e Sul do estado de Minas Gerais. Foram coletadas 165 amostras de solo e raízes das plantas durante o verão. As raízes foram separadas do solo, coradas e utilizadas para determinação da taxa de colonização micorrizica. O solo foi utilizado para extração de esporos dos fungos MVA e para análises químicas. A presença de colonização nas raízes e/ou de esporos no solo foi detectada em todas as amostras. A taxa de colonização micorrizica variou de 0 em uma amostra de eucalipto a 91% em *Macroptilium*, e a densidade de esporos variou de 0 a 277 por 50 ml de solo. Nos ecossistemas naturais, a colonização média foi de 13%, enquanto em todos os agrossistemas esta foi superior a 38%. A densidade de esporos foi duas vezes superior nos agrossistemas do que nos ecossistemas naturais, onde foram encontradas em média 19 espécies de fungos contra 12 nos agrossistemas. *Acaulospora morrowae*, *A. scrobiculata*, *A. spinosa*, *Gigaspora* sp, *G. pellucida*, *Glomus etunicatum*, *G. diaphanum* e *Entrophospora colombiana* foram as espécies predominantes. As espécies *A. scrobiculata* e *A. morrowae* foram cerca de duas vezes mais frequentes nos agrossistemas que nos ecossistemas naturais. Em contrastes, todas as outras espécies foram menos frequentes nos agrossistemas que nos ecossistemas naturais. As modificações na composição de espécies parecem refletir as alterações nas características químicas do solo, resultantes das práticas de cultivo, tais como aração, calagem e adubação.

Termos para indexação: endomicorrizas, fungos MVA, fungos do solo, endogonaceae.

OCCURRENCE OF VESICULAR-ARBUSCULAR MYCORRHIZAE IN AGRO AND NATURAL ECOSYSTEMS OF MINAS GERAIS STATE

ABSTRACT - The occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) was evaluated in rhizosphere samples of plants representatives of several agro and ecosystems located at 41 counties of the 'Triângulo', 'Norte' and 'Sul' regions of the state of Minas Gerais, in Brazil. One hundred and sixty-five samples of soil and roots of plants were collected during the summer. Roots were separated from the soil, stained, and used for determining the rate of mycorrhizal colonization. Soil was used for spore extraction of VAM fungi and for chemical analysis. The presence of root colonization or spores of VAM on the soil were detected in every sample. The rate of mycorrhizal colonization ranged from 0 in one sample of *Eucaliptus* to 91% on *Macroptilium*, and spore density ranged from 0 to 277 per 50 ml of soil. In the natural ecosystems the mean colonization was 13%, while in all agroecosystems it was higher than 38%. Spore density was twice as much higher in agroecosystems than in natural ecosystems, where an average of 19 fungi species were found, against 12 in the agroecosystems. *Acaulospora morrowae*, *A. scrobiculata*, *A. spinosa*, *Gigaspora* sp, *G. pellucida*, *Glomus etunicatum*, *G. diaphanum*, and *Entrophospora colombiana* were the predominant species. *A. morrowae* and *A. scrobiculata* were twice as abundant in agroecosystems than in the natural ecosystems. In contrast, all other species were less abundant in the agroecosystems than in the natural ecosystems. Changes in species composition seem to reflect changes in soil chemical properties, resulting from crop practices, such as plowing, liming, and fertilization.

Index terms: endomycorrhizae, MVA fungi, soil fungi, endogonaceae.

INTRODUÇÃO

As micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) ocorrem em todas as áreas terrestres cobertas por vegetação. Entretanto, pouco se conhece sobre sua

ecologia nos trópicos, pois, ao contrário das regiões temperadas, poucos estudos ecológicos têm sido conduzidos nestes locais, com exceção de alguns, em áreas limitadas, na Austrália e certas regiões da África e Ásia (Mosse 1981, Tandy 1975, Hall & Abbott 1984, Bhattacharjee & Mukerji 1980, Saif et al. 1975, Newman et al. 1986, Noordwijk & Hairian 1986, Louis & Lim 1987), em Cuba (Ferrer & Herrera 1981), Colômbia (Schenck et al. 1984) e, recentemente, no Brasil (Lopes et al. 1983, Schenck et al. 1986, Bononi & Trufen 1983, Fernandes 1987, Miranda 1982, Sano 1984 e Oliveira 1988).

Muitos destes estudos são dirigidos para a determinação da ocorrência natural de espécies de fungos

¹ Aceito para publicação em 1º de março de 1989.

Trabalho financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP.

² Eng. - Agr., Ph.D., Prof. - Adj., Dep. de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL). Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG. Bolsista do CNPq.

³ Eng. - Agr., Dep. Ciência do Solo, ESAL. Bolsista da CAPES.

⁴ Bióloga. Convênio MA/FAEPE, Dep. de Fitossanidade, ESAL.

MVA em ambientes distintos. Entretanto, estudos que exploraram as relações ecológicas desses fungos (Lopes et al. 1983) indicam que existem relações entre características de solos e a ocorrência de certas espécies.

Levantamentos preliminares dos autores relataram a ocorrência de 26 espécies descritas e 11 não descritas no estado de Minas Gerais, sendo que 11 destas são relatadas pela primeira vez no Brasil (Schenck et al. 1986). Este número eleva para mais de cinquenta as espécies de fungos endogonáceos encontrados no Brasil. Os estudos de Schenck e colaboradores indicam que a composição de espécies varia em função da planta hospedeira e solo. Em 25% ou mais das amostras de solos sob vegetação natural de cerrado foram encontradas 16 espécies de fungos MVA.

Profundas modificações na composição de espécies foram encontradas quando estes solos foram cultivados.

Tentativas de entender as relações quantitativas entre a ocorrência de micorrizas e a composição qualitativa da população existente com variáveis edáficas e uso da terra não têm atingido seu objetivo (Fernandes 1987). Isto parece ser decorrente de dificuldades metodológicas e da complexidade dos sistemas micorrízicos. Mesmo assim, há necessidade de se conhecer melhor a ecologia das MVA em ambientes onde se pretende praticar a inoculação ou manipular as populações nativas destes fungos.

No presente trabalho, avaliou-se a ocorrência de MVA em amostras coletadas em vários ecossistemas do estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas, no verão de 1985, 165 amostras de rizosfera, representativas de diversos ecossistemas localizados em 41 municípios, abrangendo as regiões do Triângulo, Norte e Sul de estado de Minas Gerais.

Os ecossistemas amostrados foram divididos em ecossistemas não cultivados (cerrado nativo e gramíneas nativas) e agrossistemas (leguminosas forrageiras; gramíneas forrageiras; culturas anuais, bienais e frutíferas). Amostras coletadas na camada arável (0 cm - 20 cm) foram homogeneizadas e armazenadas a 5°C até serem processadas. As raízes foram manualmente separadas do solo, colocadas em peneira e lavadas com água de torneira. Amostras de 1 g foram preservadas em F.A.A. (formalina 6%, ácido acético 27% e álcool 46%) até sua utilização. Para avaliar a taxa de colonização micorrízica, as raízes foram clarificadas em KOH (10%) e coradas em azul de tripano (Phillips & Hayman 1970), e a colonização estimada pelo método da placa quadriculada (Giovannetti & Mosse 1980).

Do material coletado, subamostras de solo foram analisadas quimicamente (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecu-

cuária 1979). De 50 ml de solo foram extraídos os esporos pelo método de peneiragem via úmida (Gerdemann & Nicolson 1963) e separados de fragmentos por centrifugação em água a 3000 rpm durante 3 min. e em sacarose (45%) a 2000 rpm por 2 min. Após extração, os esporos foram transferidos para placas e contados com o auxílio de microscópio estereoscópico (40 x). Para a caracterização e identificação em nível de espécie, os esporos foram transferidos para lâminas microscópicas montadas em lactofenol, e cada amostra foi observada em microscópio composto com aumento entre 400 e 1000 vezes, sendo a classificação taxonômica feita segundo as descrições originais (Schenck & Pérez 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectada a presença de colonização e/ou esporos em todas as amostras avaliadas. Apesar da grande variabilidade no número de amostragens nos diferentes eco e agrossistemas e no número de esporos e taxa de colonização obtidos, as distribuições de frequência dos resultados apresentados neste trabalho são indicativas de possíveis relações entre a ocorrência de espécies de fungos MVA e o ambiente, embora sua significância estatística não possa ser determinada neste caso. A taxa de colonização micorrízica variou de 0 a valores superiores a 90%, enquanto a densidade de esporos variou de 0 a 277 por 50 ml de solo.

Na Tabela 1, são apresentadas as amplitudes de variação e médias para colonização e densidade de esporos, bem como as espécies fúngicas recuperadas da rizosfera de 32 espécies vegetais cultivadas, variando de gramíneas a árvores, representando culturas de ciclo curto (culturas anuais e bienais) e longo (culturas perenes).

Nestes agrossistemas, foram recuperadas 25 espécies fúngicas, sendo encontradas até 11 espécies diferentes em uma única cultura. *Acaulospora scrobiculata* e *A. morrowae* ocorreram com elevada frequência nos agrossistemas. A primeira predominou em cana-de-açúcar, algodão, feijoeiro, soja, mandioca, milho e braquiária, enquanto a segunda predominou apenas em arroz, citros, braquiária e estilosantes. *Entrophospora colombiana* ocorreu com elevada frequência apenas em culturas de arroz; *Glomus etunicatum*, a única espécie do gênero que ocorreu com alta frequência, foi mais comum na rizosfera da soja, em solos cultivados por vários anos.

A taxa de colonização média das várias espécies vegetais foi relativamente elevada, com exceção do eucalipto, soja, algodoeiro e feijoeiro. O eucalipto aparentemente não é um bom hospedeiro para os fungos MVA. A baixa colonização da soja, algodoeiro e feijoeiro pode ser atribuída a pesadas adu-

TABELA 1. Micorrizas vesicular-arbusculares em agrossistemas do estado de Minas Gerais. Amplitude de variação e médias (entre parênteses) para taxa de colonização e densidade de esporos.

Cultura	Número amostras	(%) colonização	Número esporos/50 ml	Espécies identificadas**
Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)	03	0 - 32(17,0)	10 - 277(99,0)	- <i>Glomus etunicatum</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>S. clavispora</i>
Aspargo (<i>Asparagus affinalis</i>)	01	—	03	- Nada identificado
Aroz (<i>Oryza sativa</i>)	09	08 - 66(32,7)	22 - 138(67,3)	- <i>G. etunicatum</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>E. colombiana</i> , <i>A. morrowae</i> , <i>G. gigantea</i> , <i>Gigaspora</i> sp 1*, <i>G. diaphanum</i> , <i>G. decipiens</i> , <i>A. spinosa</i> .
Banana (<i>Musa</i> sp)	01	—	31	- <i>A. scrobiculata</i>
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	06	13 - 23(19,2)	10 - 142(62,3)	- <i>G. pellucida</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>A. morrowae</i> , <i>Acaulospora</i> sp. 3, <i>A. appendicula</i> , <i>A. trapezi</i> , <i>Gigaspora</i> sp 1.
Citros (<i>Citrus</i> sp)	09	47 - 71(53,4)	06 - 208(126,0)	- <i>A. morrowae</i> , <i>A. appendicula</i> , <i>A. mellea</i> , <i>Acaulospora</i> sp 3, <i>G. intraradices</i>
Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp)	04	0 - 4 (2)	24 - 60 (37,5)	- <i>A. morrowae</i> , <i>G. pellucida</i> , <i>Gigaspora</i> sp 1.
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	05	10 - 22(16,0)	03 - 31 (19,2)	- <i>E. colombiana</i> , <i>A. morrowae</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>Gigaspora</i> sp 1*
Mamão (<i>Carica papaya</i>)	01	—	12	- <i>G. etunicatum</i>
Mandioca (<i>Manihot esculenta</i>)	03	18 - 21 (19,5)	24 - 138(90,6)	- <i>A. scrobiculata</i> , <i>Gigaspora</i> sp 1
Manga (<i>Mangifera indica</i>)	02	—	19 - 31 (25,0)	- <i>E. colombiana</i> , <i>A. scrobiculata</i>
Milho (<i>Zea mays</i>)	10	17 - 57(35,6)	17 - 213(84,8)	- <i>G. etunicatum</i> , <i>A. appendicula</i> , <i>A. morrowae</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>Glomus</i> sp 1, <i>E. colombiana</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>Gigaspora</i> sp 1*, <i>G. gilmorei</i> , <i>A. mellea</i> .
Pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i>)	01	—	17	- <i>A. morrowae</i>
Rosa (<i>Rosa</i> sp)	01	—	01	- <i>E. colombiana</i>
Soja (<i>Glycine max</i>)	20	0 - 40(18,3)	04 - 196(60,9)	- <i>A. scrobiculata</i> , <i>Glomus</i> sp 1, <i>A. spinosa</i> , <i>Glomus intraradices</i> , <i>A. appendicula</i> , <i>A. morrowae</i> , <i>Gigaspora</i> sp 1, <i>G. gigantea</i> , <i>G. margarita</i> , <i>G. etunicatum</i> , <i>G. pellucida</i> .
Seringueira (<i>Hevea brasiliensis</i>)	01	—	53	- <i>A. spinosa</i> , <i>A. morrowae</i> , <i>E. colombiana</i>
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	01	—	03	- <i>A. appendicula</i> , <i>A. scrobiculata</i>
Videira (<i>Vitis vinifera</i>)	01	—	05	- <i>Glomus</i> sp.
Brachiaria sp	09	6 - 69(33,5)	5 - 107(51,8)	- <i>Gigaspora</i> sp 1, <i>A. morrowae</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>Glomus</i> sp, <i>A. Appendicula</i> , <i>A. myriocarpa</i>
Andropogon sp	01	51	118	- <i>A. scrobiculata</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>A. mellea</i>
Centrosema sp	02	55 - 65(60,0)	91	- <i>A. morrowae</i> , <i>A. scrobiculata</i>
Macroptilium sp	02	71 - 91(81,0)	160	- <i>A. morrowae</i> , <i>A. scrobiculata</i>
Canavalia sp	03	50 - 61(57,0)	21 - 80(44,0)	- <i>Gigaspora</i> sp., <i>A. scrobiculata</i> , <i>A. mellea</i> .
Stylosanthes sp	10	14 - 72(50,1)	35 - 215(96,4)	- <i>A. scrobiculata</i> , <i>Acaulospora</i> sp, <i>A. morrowae</i> , <i>G. deserticola</i> , <i>A. laevis</i> .
Zornia sp	03	39 - 45(41,6)	31 - 144(71,0)	- <i>A. scrobiculata</i> , <i>A. morrowae</i> .
Pueraria sp	01	43	90	- <i>A. Gigaspora</i> sp 1, <i>A. scrobiculata</i>
Panicum sp	04	22 - 37(29,5)	2 - 29(20,0)	- <i>G. gilmorei</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>E. colombiana</i>
Desmodium sp	01	53	177	- <i>A. morrowae</i>
Setaria sp	01	2	242	- <i>A. scrobiculata</i>
Richosia sp	01	3	128	- <i>A. scrobiculata</i>
Cratylia sp	01	68	99	- Nada identificado
Neotonia sp	01	60	169	- <i>A. morrowae</i>

* Espécies predominantes.

** Ver nota espécies de *Gigaspora*.

bações normalmente utilizadas nestas culturas, considerando-se que são bem conhecidos os efeitos prejudiciais do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose micorrízica (Siqueira et al. 1984). Entretanto, as variações de 0% a 40% nas taxas de colonização das raízes destas culturas poderiam ser decorrentes de variações no potencial de inóculo natural e inicial das áreas amostradas.

Na Tabela 2 são resumidos os resultados referentes a ecossistemas não cultivados. Nas amostras de cerrado, tanto a colonização quanto a densidade de esporos foram muito variáveis, refletindo a variabilidade em solo e vegetação. Foram encontradas 19 espécies de fungos, evidenciando a grande diversida-

de de espécies nestes ecossistemas. Isto poderia ser atribuído a uma grande diversidade de nichos ecológicos nestes locais, considerando-se a diversidade de hospedeiros e variações nas características químicas e físicas dos solos não cultivados, principalmente sua baixa fertilidade. Por outro lado, a estabilidade dos ecossistemas naturais, quanto à presença constante de hospedeiros e ausência de variações bruscas na fertilidade do solo, poderia garantir a sobrevivência de espécies destes fungos com baixa capacidade natural de esporulação ou que produzem esporos com baixa capacidade de resistência a condições adversas. Estas espécies poderiam ser eliminadas em áreas cultivadas, pelo preparo do solo, com ausência de hos-

TABELA 2. Micorrizas vesicular-arbusculares em ecossistemas não cultivados do estado de Minas Gerais. Amplitude de variação e médias (entre parênteses) para taxa de colonização e densidade de esporos.

Ecossistema/vegetação	Número amostras	(%) colonização	Número esporos/50 ml	Espécies identificadas**
Cerrado natural (várias regiões)	17	1 - 33 (13,6)	5 - 126 (46,1)	- <i>A. morrowae</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>G. pellucida</i> *, <i>A. appendicula</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>Gigaspora</i> sp 1*, <i>Gigaspora</i> sp, <i>G. etunicatum</i> , <i>G. clarum</i> , <i>Gigaspora decipiens</i> , <i>A. mynocarpa</i> , <i>G. diaphanum</i> *, <i>G. margarita</i> , <i>G. dipapillosa</i> , <i>G. reticulata</i> , <i>E. colombiana</i> *, <i>A. mellea</i> , <i>G. heterogama</i> , <i>G. occultum</i> .
<i>Hiparrhenia rufa</i>	02		4 - 25 (15,0)	- <i>G. etunicatum</i> , <i>G. intraradices</i> .
Vegetação natural de Mina Fostato	01	0,6	123	- <i>Glomus etunicatum</i> , <i>Gl. diaphanum</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>G. tricalypta</i> , <i>G. pellucida</i> , <i>G. gilmorei</i> , <i>G. margarita</i>
Gramíneas cerrado	01	13,0	42,0	- <i>A. scrobiculata</i> *,
<i>Paspalum</i> sp	04	31 - 56 (40,7)	03 - 220 (61,0)	- <i>G. margarita</i> , <i>G. diaphanum</i> , <i>E. colombiana</i> *, <i>G. heterogama</i> , <i>G. fasciculatum</i> , <i>G. gilmorei</i> , <i>A. appendicula</i> , <i>G. verrucosa</i> , <i>A. morrowae</i> .
<i>Panicum</i> sp	06	19 - 48 (35,2)	01 - 07 (3,70)	- <i>G. verrucosa</i> , <i>G. etunicatum</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>A. morrowae</i> *, <i>A. laevis</i> , <i>G. manihotis</i> , <i>E. colombiana</i> *, <i>G. pellucida</i> , <i>G. diaphanum</i> , <i>S. sinuosa</i> .
<i>Eragrostis</i> sp	03	18 - 41 (28,3)	04 - 134 (48,8)	- <i>G. margarita</i> , <i>A. mellea</i> , <i>A. morrowae</i> , <i>Acaulospora</i> sp 1, <i>G. diaphanum</i> .
<i>Axonopus</i> sp	02	46 - 55 (60,5)	07	- <i>E. colombiana</i> , <i>G. heterogama</i>
<i>Echinolaena</i> sp	01	61	01	- <i>A. spinosa</i>
<i>Sorghastrum</i> sp	01	36	-	-
<i>Diandrosiachya</i> sp	01	13	19	- <i>G. heterogama</i> , <i>G. pellucida</i> , <i>A. mellea</i>
<i>Trachypogon</i> sp	01	24	41	- <i>E. colombiana</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>G. heterogama</i> , <i>G. diaphanum</i> .
<i>Anstida</i> sp	01	24	05	- <i>Gigaspora</i> sp. 1, <i>G. etunicatum</i>
<i>Digilaria</i> sp	01	66	27	- <i>A. spinosa</i> , <i>G. macrocarpum</i> , <i>E. colombiana</i> , <i>Gigaspora</i> sp. 2,
<i>Eschizachyrium</i> sp	01	10	12	- <i>G. diaphanum</i> , <i>G. etunicatum</i> , <i>G. pellucida</i> , <i>Gigaspora</i> sp. 1.

* Espécies predominantes.

** Ver nota sobre espécies de *Gigaspora*.

pedeiros, pela aplicação de fertilizantes, corretivos ou defensivos agrícolas, ou mesmo pelo seu baixo potencial de inóculo inicial na área cultivada. As espécies predominantes no ecossistema cerrado não cultivado foram: *A. morrowae*, *A. scrobiculata*, *Gigaspora pellucida* e *Gigaspora* sp (não descrita). As principais gramíneas nativas da região amostrada apresentaram elevado grau de colonização, mas elevada densidade de esporos e diversidade de espécies. Além das três espécies fúngicas mencionadas anteriormente, *Glomus diaphanum* e *Entrophospora colombiana* também ocorreram com elevada frequência nestes ecossistemas.

O agrupamento das amostras em diferentes ecossistemas evidencia algumas tendências, como representadas na Fig. 1. A taxa de colonização radicular média de todas as amostras dos ecossistemas naturais foi de 13%, enquanto a dos agrossistemas foi de 38%; portanto, um acréscimo de 190% na colonização. Para a densidade de esporos, verificam-se tendências semelhantes, porém em menor magnitude. A densidade média de esporos foi de 44 e 71 esporos/50 ml de solo, respectivamente para ecossistemas não cultivados e agrossistemas. Verifica-se maior grau de infestação (alta colonização) nas forrageiras cultivadas e culturas frutíferas que nas culturas de ciclo curto. Isto pode ser atribuído ao hábito de crescimento do sistema radicular, às adubações diferen-

ciadas e aos sistemas de manejo utilizados nestas culturas. A maior estabilidade dos agrossistemas com frutíferas ou forrageiras cultivadas, quanto ao tempo de cultivo, pode ainda favorecer o estabelecimento da simbiose e esporulação de espécies fúngicas com possível crescimento lento, ou em casos de baixo potencial inicial de inóculo. Deve-se levar em consideração a possibilidade de menor susceptibilidade natural destas plantas por estes fungos, como ocorre com o eucalipto. Nos ecossistemas não cultivados (CN e GN) foram encontradas, em média, 19 espécies por ecossistema, sendo *A. morrowae*, *A. scrobiculata*, *G. pellucida*, *Gigaspora* sp, *Glomus diaphanum* e *E. colombiana* as mais frequentes. Nos agrossistemas com culturas anuais (CB e CA) foram encontradas, em média, 18 espécies, sendo *A. morrowae*, *A. scrobiculata*, *Glomus etunicatum* e *Gigaspora* sp, as mais frequentes. Naqueles com culturas bienais (mandioca, cana-de-açúcar etc.), foram encontradas apenas nove espécies, sendo *A. scrobiculata* a espécie predominante. Nos agrossistemas com culturas perenes (GF, CF e LF), foram encontradas dez espécies, sendo *A. morrowae* e *A. scrobiculata* as predominantes. A diversidade média de espécies por ecossistema é de 19 e 12 espécies para ecossistema não cultivados e agrossistema, respectivamente. Verifica-se que os agrossistemas (solos cultivados) são mais micotróficos, porém mais pobres em espécies,

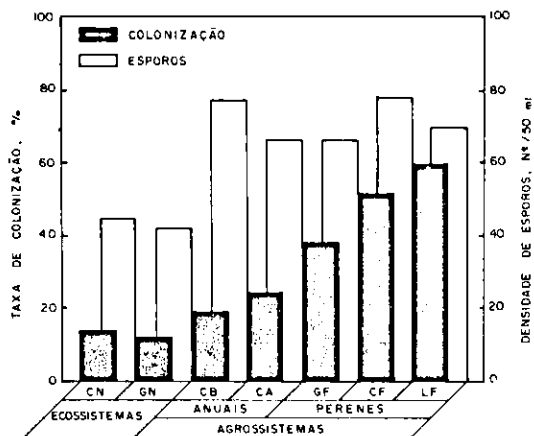


FIG. 1. Micorizas vesicular-arbusculares em ecossistemas não cultivados (CN = cerrado nativo; GN = gramíneas nativas), agrossistemas anuais (CB = culturas bienais; CA = culturas anuais) e perenes (GF = gramíneas forrageiras; CF = culturas frutíferas e LF = leguminosas forrageiras) no estado de Minas Gerais.

indicando que o cultivo exerce modificações na comunidade de fungos micorrízicos do solo, possivelmente selecionando para a sobrevivência as espécies mais adaptadas à condição de elevada fertilidade do solo. O índice de ocorrência das espécies que foram encontradas em mais de 4% das amostras, agrupadas em ecossistemas não cultivados e agrossistemas, é apresentado na Fig. 2. As espécies *A. scrobiculata* e *A. morrowae* apresentaram índices de ocorrência 127% e 90%, respectivamente, superior nos agrossistemas em relação aos ecossistemas não cultivados. Todas as demais espécies consideradas tiveram menores índices de ocorrência nos solos cultivados, tendo algumas delas até mesmo desaparecido. Esse efeito diferenciado do cultivo do solo parece ser uma das causas da elevada incidência de *A. morrowae* e *A. scrobiculata* e da baixa incidência relativa de espécies dos outros gêneros destes fungos em cafeeiros do estado de Minas Gerais (Fernandes 1987, Oliveira 1988).

Tentativas de relacionar as variações no índice de ocorrência das espécies com modificações nas variáveis de solo através de análises de correlação não têm atingido seu objetivo (Fernandes 1987). Para tentar visualizar essas relações, foram calculados os índices de ocorrência por classe de variáveis de solo que mais se modificam quando solos de baixa fertilidade, como os da região de cerrados, são cultivados (Tabela 3). No mesmo quadro, tem-se a frequência

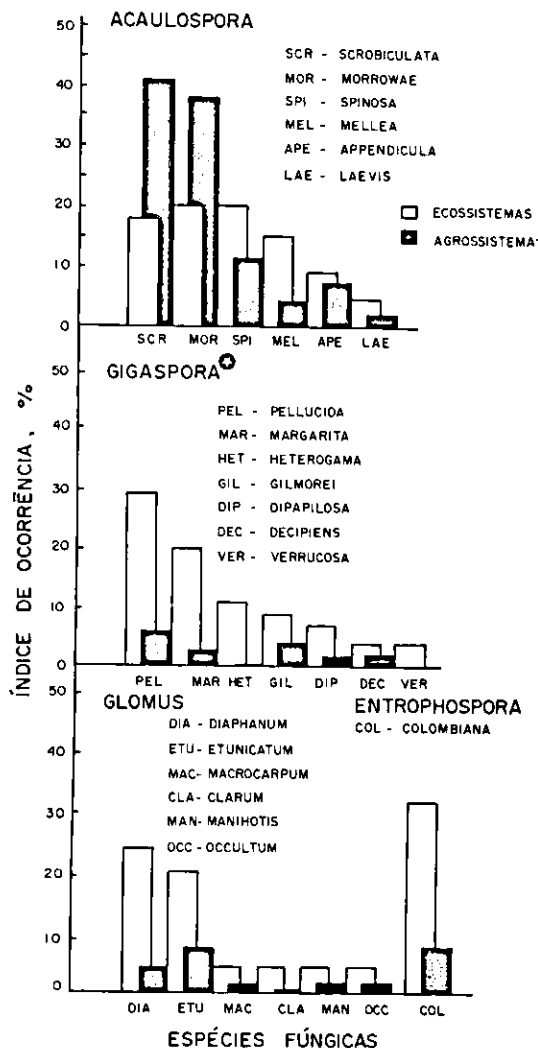


FIG. 2. Espécies de fungos MVA com índice de ocorrência superior a 4%, encontradas em eco e agrossistemas do estado de Minas Gerais. Índice de ocorrência = (número que ocorreu/total) x 100. *Gigaspora* inclui as espécies de *Scutellospora* conforme modificações taxonômicas propostas por Walker and Sanders (1986).

de ocorrência das 33 espécies descritas e outras não descritas (não classificadas em nível de espécie), recuperadas neste levantamento.

Os gêneros *Gigaspora* e *Glomus* são os que apresentam maiores diversidades de espécies, mas os índices de ocorrência da maioria destas espécies são muito baixos em relação às espécies predominantes de *Acaulospora* (Tabela 3). As espécies mais frequentes foram as seguintes, em ordem decrescente:

A. morrowae = *A. scrobiculata* > *Gigaspora* sp > *A. spinosa* > *E. colombiana* > *G. pellucida* = *G. etunicatum* > *G. diaphanum* > *A. mellea* = *G. margarita* > *A. appendicula* > *G. gilmorei*. As demais espécies ocorreram em menos que 5% das amostras. Os índices de ocorrência nas classes de pH, Al e P do solo mostraram algumas tendências (Tabela 3). Co-

mo já relatado por outros (Schenck et al. 1984), as espécies de *Acaulospora* tenderam a ocorrer com maior frequência nas amostras com pH < 6,5, parecendo ser pouco influenciadas pelo Al e parcialmente influenciadas pelo P. *A. scrobiculata*, por exemplo, parece ser favorecida por baixos teores de Al e altos teores de P no solo, o que poderia explicar sua ele-

TABELA 3. Ocorrência relativa das diferentes espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares encontrados em 165 amostras de rizosfera de plantas de diversos ecossistemas do estado de Minas Gerais.

Espécies de fungos MVA	Frequência de ocorrência (%)	Frequência de ocorrência (%) por classe de solo								
		pH do solo			Al ³⁺ meq/100 cc			P no solo (ppm)		
		<5,0	5-6	>6,5	<0,5	0,5-1,0	>1,0	<6,0	6-12	>12
<i>Acaulospora morrowae</i>	28,6	42,8	36,5	14,3	31,8	29,3	28,6	31,0	45,0	27,2
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	28,6	33,3	39,1	28,6	38,5	22,4	23,8	20,0	50,0	47,2
<i>Acaulospora spinosa</i>	13,5	14,3	18,4	14,3	13,5	17,2	19,0	17,0	15,0	12,8
<i>Acaulospora mellea</i>	6,5	4,7	7,8	0	3,8	12,1	14,3	12,0	0	1,8
<i>Acaulospora appendicula</i>	6,0	8,6	7,8	0	7,6	5,2	4,8	6,0	15,0	5,5
<i>Acaulospora</i> sp.	5,0	4,7	5,2	0	3,8	5,2	4,8	4,0	10,0	1,8
<i>Acaulospora laevis</i>	1,5	0	1,8	0	0	1,8	0	3,0	0	0
<i>Acaulospora longula</i>	1,5	0	2,6	0	1,8	1,8	9,0	2,0	5	0
<i>Acaulospora myriocarpa</i>	1,5	0	2,6	0	1,9	0,9	0	1,0	0	1,8
<i>Acaulospora trappei</i>	1,5	0	0,9	0	0,9	0	0	1,0	0	0
<i>Gigaspora</i> sp.	19,6	28,6	17,4	14,3	17,3	17,2	9,5	21,0	10,0	14,5
<i>Gigaspora pellucida</i> *	10,0	9,5	12,2	14,3	5,7	18,9	4,8	13,0	10,0	9,0
<i>Gigaspora margarita</i>	6,5	0	8,7	14,3	5,7	8,6	14,3	8,0	15,0	5,5
<i>Gigaspora gilmorei</i>	5,0	0	6,9	0	4,8	7,0	4,8	5,0	5,0	5,5
<i>Gigaspora heterogama</i> *	2,5	0	0,9	0	2,8	3,5	0	4,0	0	0
<i>Gigaspora decipiens</i>	2,5	0	3,5	0	2,8	3,5	0	2,0	5,0	3,6
<i>Gigaspora dipapillosa</i> *	2,0	0	3,5	0	2,8	3,5	0	2,0	0	3,6
<i>Gigaspora gigantea</i>	2,0	0	3,5	0	5,7	0	0	3,0	0	1,8
<i>Gigaspora tricalypta</i> *	1,0	0	1,8	0	2,8	0	0	0	5,0	1,8
<i>Gigaspora reticulata</i> *	1,0	0	1,8	0	1,4	1,7	0	2,0	0	0
<i>Gigaspora verrucosa</i> *	1,0	0	0	0,9	0	1,7	0	1,0	0	0
<i>Gigaspora fulgida</i> *	0,5	0	0	14,3	0	1,7	0	0	0	1,8
<i>Glomus etunicatum</i>	10,0	0	13,0	28,6	12,5	8,6	0	8,0	5,0	18,2
<i>Glomus diaphanum</i>	9,1	0	9,6	14,3	12,5	12,1	9,5	12,0	15,0	5,5
<i>Glomus</i> sp.	2,5	0	3,5	0	4,8	0	0	1,0	5,0	5,5
<i>Glomus macrocarpum</i>	2,0	0	2,0	0	1,0	3,5	4,8	3,0	0	1,8
<i>Glomus occultum</i>	1,5	0	2,6	0	1,0	3,5	0	2,0	5,0	0
<i>Glomus intraradices</i>	1,5	0	1,8	0	1,0	1,8	0	1,0	5,0	1,8
<i>Glomus manihotis</i>	1,0	0	0	0,9	0	1,8	0	1,0	5,0	0
<i>Glomus clarum</i>	1,0	0	1,8	0	0	3,5	0	1,0	5,0	0
<i>Glomus mosseae</i>	1,0	0	0,9	14,3	0	1,8	0	0	0	3,6
<i>Glomus deserticola</i>	0,5	0	0,9	0	0	1,8	0	1,0	0	0
<i>Glomus fasciculatum</i>	0,5	0	0	0,9	1,0	0	0	1,0	0	0
<i>Glomus tortuosum</i>	0,5	0	0	0,9	0	1,8	0	0	5,0	0
<i>Entrophospora colombiana</i>	12,5	12,2	0	0	8,6	13,8	18,0	18,0	10,0	3,6
<i>Sclerocyttis clavispora</i>	1,0	0	0	0,9	1,0	0	0	1,0	0	1,8

* Espécies re-classificadas como *Scutellospora* (Walker and Sanders, 1986).

vada ocorrência em agrossistemas como cafeeiros (Fernandes 1987, Oliveira 1988). *Gigaspora* sp, que inclui espécies típicas de solos tropicais, ocorreu com menor frequência em solos com pH>6,5 e P>6 ppm, portanto mais adaptada a solos de baixa fertilidade. *G. margarita* mostrou sua maior ocorrência em solos com Al>1,0 e teores médios de P, confirmando sua elevada tolerância ao Al (Siqueira et al. 1986). As demais espécies de *Gigaspora* não mostraram nenhuma destas tendências. *Glomus etunicatum* mostrou maior ocorrência em solo com pH>6,5, Al<0,5 e P>12, o que explica sua alta incidência em solos de cerrado cultivado por vários anos com culturas anuais, especialmente soja. *G. mosseae*, surpreendentemente encontrado neste ambiente, só ocorreu em solo com pH>6,5, refletindo tendência geral de baixa tolerância à acidez das espécies de *Glomus* (Siqueira et al. 1986). Contrariando esta generalização, *G. diaphanum* parece tolerar melhor o Al e preferir teores baixos de P, condições predominantes nos solos sob cerrado. Adelman & Morton (1986) também verificaram que esta espécie pode apresentar ecótipos adaptados a altos níveis de Al e elevada acidez no solo. *E. colombiana* evidenciou hábito tropical, ocorrendo com maior frequência em solos com baixo pH, alto Al e baixo P, o que confirma sua adaptabilidade aos solos ácidos e pouco férteis dos trópicos, como ocorre na Colômbia (Schenck et al. 1984).

CONCLUSÕES

1. As micorrizas vesicular-arbusculares foram de ocorrência generalizada em todos os ecossistemas estudados, tendo sido encontradas 33 espécies de fungos MVA descritas, além de várias não descritas.

2. Nos ecossistemas não cultivados foram encontradas menores densidades de esporos, taxa de colonização micorrízica e maior diversidade de espécies do que nos agrossistemas.

3. Das 19 espécies fúngicas encontradas nos ecossistemas naturais, *Acaulospora morrowae*, *A. scrobiculata*, *Gigaspora pellucida*, *Gigaspora* sp, *Glomus diaphanum* e *Entrophospora colombiana* foram as predominantes. Nos agrossistemas com culturas perenes foram encontradas, em média, apenas 12 espécies, sendo *A. morrowae* e *A. scrobiculata* as que predominaram.

4. Com exceção da *A. scrobiculata* e *A. morrowae*, que apresentaram índice de ocorrência duas vezes superior, todas as demais espécies encontradas

tiveram menor ocorrência nos agrossistemas, do que nos ecossistemas não cultivados.

Nota - Após a conclusão deste trabalho o gênero *Scutellospora* foi segregado de *Gigaspora* (Walker and Sanders, 1986). As espécies *Gigaspora pellucida*, *G. heterogama*, *G. dipapillosa*, *G. tricalypta*, *G. reticulata*, *G. verrucosa*, *G. fulgida* como referidas neste artigo passaram a denominar-se *Scutellospora pellucida*, *S. heterogama*, *S. dipapillosa*, *S. tricalypta*, *S. reticulata*, *S. verrucosa*, *S. fulgida* com a nova classificação.

REFERÊNCIAS

- ADELMAN, M.J. & MORTON, . Infective of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi: Influence of host: soil dilution combination on MPN estimates and percent colonization. *Soil Biol. Biochem.*, **18**:77-83, 1986.
- BHATTACHARJEE, M. & MUKERJI, K.G. Studies on Indian Endogonaceae. II. The genus *Glomus*. *Sydowia*, **39**:14-77, 1980.
- BONONI, V.L.P. & TRUFEN, S.F.B. Endomicorrizas vesículo-arbusculares do cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu-SP, Brasil. *Rickia*, **10**:55-84, 1983.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1979.
- FERNANDES, A.B. **Micorrizas vesículo-arbusculares em cafeeiros da região sul do Estado de Minas Gerais**. Lavras, ESAL, 1987. 88p. Tese Mestrado.
- FERRER, R.L. & HERRERA, R.A. El género *Gigaspora*. Gerdemann et Trappe (Endogonaceae) en Cuba. *Rev. Jardim Bot. Nac.*, **1**:43-66, 1981.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, **46**:235-46, 1963.
- GIOVANETTI, M. & MOSSE, B. An Evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, **84**:489-500, 1980.
- HALL, I.R. & ABBOTT, L.K. Some Endogonaceae from South Western Australian. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, **83**:203-80, 1984.
- 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*, **33**:417-42, 1983.
- LOUIS, I. & LIM, G. Spores density and root colonization of vesicular-arbuscular mycorrhizas in tropical soil. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, **88**:207-12, 1987.
- MIRANDA, J.C.C. de. Influência de fungos endomicorrizicos inoculados a campo, na cultura de sorgo e soja em

- um solo sob cerrado. **R. bras. Ci. Solo**, **6**:19-23, 1982.
- MOSSE, B. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture**. Hawaii, Institute for Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 82p. (Research Bulletin, 194)
- NEWMAN, E.I.; CHILA, R.D.; PATRICK, C.M. Mycorrhizal infection in grasses of Kenyan Savana. **J. Ecol.**, **74**:1179-83, 1986.
- NOORDWIJK, M. van & HAIRIAN, K. Mycorrhizal infection to soil pH and soil phosphorus content in a rain forest of Northern Sumata. **Plant Soil**, **96**:299-302, 1986.
- OLIVEIRA, E. **Fungos Endogonaceae em cafeeiros das regiões "Alto Paranaíba" e "Triângulo" em Minas Gerais**. Lavras, ESAL, 1988. 73p. Tese Mestrado.
- PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, **55**:158-61, 1970.
- SAIF, S.R.; SHEIKH, N.A.; KHAN, A.G. Ecology of *Endogone*. I. Relationship of *Endogone* spore population with physical soil factors. **Islamabad**, **2**:1-5, 1975.
- SANO, S.M. Influência de endomicorrizas nativas do cerrado no crescimento de plantas. **R. bras. Ci. Solo**, **8**:25-9, 1984.
- SCHENCK, N.C. & PEREZ, Y. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi**. Gainesville, INVAM/University of Florida, 1987. 245p.
- SCHENCK, N.C.; SIQUEIRA, J.O.; OLIVEIRA, E. Incidence of VA mycorrhizal fungal species in some native and cultivated cerrado soils of Minas Gerais State. **Fitopatol. bras.**, **11**:350-1, 1986.
- SCHENCK, N.C.; SPAIN, J.L.; SIVERDING, E.; HOWELER, R.H. Several new and unreported vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Colombia. **Mycologia**, **75**:685-99, 1984.
- SIQUEIRA, J.O.; HUBBELL, D.H.; VALLE, R.R. Effects of phosphorus on formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, **19**(12):1465-74, 1984.
- SIQUEIRA, J.O.; MAHMUD, A.W.; HUBBELL, D.H. Comportamento diferenciado de fungos formadores de micorrizas vesicular-arbusculares em relação à acidez do solo. **R. bras. Ci. Solo**, **10**:11-6, 1986.
- TANDY, P.A. Sporocarpic species of Endogonaceae in Austrália. **Aust. J. Bot.**, **23**:849-66, 1975.
- WALKER, C. & SANDERS, F.E. Taxonomic concepts in the Endogonaceae: III. The separation of *Scutellospora* gen. nov. from *Gigaspora* Gerd & Trappe. **Mycotaxon**, **27**:169-82, 1986.