



EAFI
Escola Agrotécnica Federal
Inconfidentes - MG

ANA MARIA SÁ DURAZZINI

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SOLOS SOB
DIFERENTES CULTIVOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL DA
ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE INCONFIDENTES - MG**

**INCONFIDENTES - MG
2008**

ANA MARIA SÁ DURAZZINI

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SOLOS SOB
DIFERENTES CULTIVOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL DA
ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE INCONFIDENTES - MG**

Monografia apresentada à Escola Agrotécnica Federal
de Inconfidentes, como parte das exigências para a
obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: M.Sc. Jamil de Moraes Pereira

Co-orientadores: Dr. Ademir José Pereira

Dr. Luiz Carlos Dias Rocha

**INCONFIDENTES – MG
2008**

ANA MARIA SÁ DURAZZINI

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SOLOS SOB
DIFERENTES CULTIVOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL DA
ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE INCONFIDENTES - MG**

Aprovada em 26 de junho de 2008

M.Sc. Jamil de Moraes Pereira
(Orientador)

Dr. Ademir José Pereira
(Co-orientador)

Dr. Luiz Carlos Dias Rocha
(Co-orientador)

AGRADECIMENTOS

Começo a agradecer, pelo olhar afiado e amigo do professor Jamil, que me fez aprender que saber falar é bom, mas melhor ainda é saber ouvir... Aninha te manda um abraço (que se estende à família!).

Eu talvez nunca tivesse esse interesse tão grande em relação aos estudos, não fosse tio Jorge, que desde muito cedo, e nem sempre com folga, se esforçava para me fazer gostar de ler... Obrigada tio! À minha mãe e ao Antônio, avô e avó, tias e tios e priminhos (Luís Felipe, Eder Gomes, Thiago Augusto), além de todo o meu carinho, tenho que agradecer emocionada a torcida (às vezes, até mesmo sem muita noção do que eram essas “tais” de micorrizas!...) e a dedicação com que acompanharam e acompanham cada passo meu. Isso é amor.

Me sinto privilegiada (e a isso quero agradecer muito!) por ter pessoas tão queridas que estiveram ligadas de alguma forma a esse trabalho, me ajudando com informações, conversas tranqüilas, gestos confortantes ou inspiradores (para não dizer hilários!): Carlos Alexandre (acabei estudando a ocorrência no Pinus também!), Talita de Roma (não é por acaso que encontramos certas pessoas na vida...), Ademir José (orientação na estatística), Adriana Rodrigues (decorou o tema do meu TCC!), Carlos Magno (abençoado trabalho de iniciação científica...), Marissol Aparecida (companheira de debate para as normas de formatação!), Flávia Freire (ficando contente com cada etapa cumprida deste trabalho), George (da 1ª série aos dias atuais!), Éder Clementino (não fosse à metodologia científica, olha o que tinha acontecido agora: iiiiii...), Telma Pereira e Dani Cecatto (enquanto eu ralava nas férias, estavam na praia, pulando ondinhas por mim...), Evelyn Koga (apoio e exemplo, mesmo com a distância), Luiz Carlos (sempre com os “corridos” cinco minutos de conversa, que me esclareciam tanto!), Madalena do café (boa vontade em arrumar açúcar e me deixar lotar a geladeira com as minhas amostras de solo!), Lilian Vilela (seminários valiosos, que me fizeram ter base para este TCC, além de me ajudar, na última hora, com a estatística...), Bruna Gabriela (anos de convívio, além de abraçar a causa!), Thiago da Borda (interesse em saber do andamento das coisas), Preciosa (me levou e trouxe sempre que precisei!) e Ruth (resistiu a todos – quase – os “enters”, “deletes”, “backspaces”...).

E, Deus, eu não poderia nem sequer ter pensado em fazer este trabalho, se não tivesse a certeza de que estaria cuidando da minha vida – e de muito mais...

Ao meu avô, Luíz Augusto Sá,

Dedico

SUMÁRIO

RESUMO	ii
ABSTRACT	ii
01. INTRODUÇÃO.....	1
02. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
03. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1. Descrição do local de realização do trabalho	8
3.2. Amostragem dos solos em estudo	9
3.2.1. Área sob cultivo de café	9
3.2.2. Área sob cultivo de pastagem.....	10
3.2.3. Área sob cultivo de banana.....	10
3.2.4. Área sob cultivo de citros	10
3.2.5. Área sob cultivo de horta.....	11
3.2.6. Área sob cultivo de pinus	11
3.2.7. Área sob cultivo de eucalipto 1	11
3.2.8. Área sob cultivo de eucalipto 2	12
3.2.9. Área sob implantação de mata ciliar.....	12
3.2.10. Área ocupada por mata nativa	13
3.3. Extração e quantificação dos esporos	13
3.4. Delineamento experimental.....	16
04. RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
4.1. Período seco.....	17
4.2. Período chuvoso	19
4.3. Período seco x período chuvoso	22
05. CONCLUSÕES	24
06. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SOLOS SOB DIFERENTES CULTIVOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL DA ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE INCONFIDENTES - MG

RESUMO

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) dependem de hospedeiro vivo para se multiplicarem. A presença de esporos destes fungos em diferentes agrossistemas, pode ter relação com as condições físico-químicas e biológicas do solo. O presente trabalho teve como objetivo estudar a ocorrência de FMAs em diferentes áreas na Fazenda Experimental da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes – MG, em dois períodos distintos: seco (abril/setembro) e chuvoso (outubro/março). Foram amostradas áreas sob cultivo de café, pastagem, banana, citros, horta, pinus e eucalipto (sendo uma cultura com dois e outra com quarenta anos de desenvolvimento), uma área sob implantação de mata ciliar e uma outra área ocupada por mata nativa. Para cada uma das amostras de solo coletadas na camada de 0 – 20 cm realizou-se a extração de esporos em quatro repetições, adotando-se a técnica do peneiramento úmido seguido de centrifugação em sacarose a 50%. A contagem dos esporos foi realizada por meio de uma placa canaletada, com auxílio de microscópio estereoscópico. Houve variação na densidade de esporos de FMAs nos solos sob diferentes cultivos nos dois períodos estudados (seco e chuvoso). A maior e a menor densidade de esporos foram obtidas no solo sob cultivo de pastagem e pinus, no período seco, respectivamente. No período chuvoso a maior e a menor densidade de esporos foi observada no solo sob cultivo do citros e pinus, respectivamente. Houve interação significativa em relação aos períodos estudados para densidade de esporos nos solos sob cultivo de pastagem e eucalipto. O período seco apresentou maiores densidades de esporos quando relacionados às áreas sob cultivo de café, banana, horta, pastagem, eucalipto, mata ciliar e citros. As práticas de manejo adotadas em cada área, também tiveram influência na densidade de esporos.

Palavras-chave: FMAs, peneiramento úmido, esporos.

ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN GROUND UNDER DIFFERENT CULTURES IN THE EXPERIMENTAL FARM OF THE FEDERAL AGROTECNIC SCHOOL OF INCONFIDENTES CITY IN MINAS GERAIS STATE

ABSTRACT

The arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) depend on an alive host to be multiplied. The presence of spores of these fungi in agrosystems can have relation with the physical, chemical and biological conditions of the ground. The present work had as objective to study the occurrence of AMF in the experimental farm of the Federal Agrotecnic School of Inconfidentes city in Minas Gerais state, in two distinct periods: dry period (april/september) and rainy period (october/march). Areas under coffee, pasture, banana, citrus, pine, cropy, and eucalyptus cultures were showed (a culture with two and another one with forty years of development), one area under implantation of ciliary bush and another one under native bush. An extraction of spores at four repetitions was made for each one of the collected samples from the layer of 0-20 cm using a technique of humid sifting followed by a centrifugalization in saccharose at 50%. The counting of the spores was carried through by means of a canelated plate, with the aid of a stereoscopic microscope. It had variation in the density of spores of FMAs in ground under different cultures in the two studied periods (dry and rainy). The greater and the lesser density of spores had been gotten in the ground under culture of pasture and pine, in the dry period, respectively. In the rainy period the greater and the lesser density of spores were observed in the ground under culture of the citrus and pine, respectively. It had significant interaction in relation to the periods studied for density of spores in ground under pasture culture and eucalyptus. The dry period presented greater densities of spores when related to areas under coffee, banana, cropy, pasture, eucalyptus, area under implantation of ciliary bush and citrus cultures. The technique of management adopted in each area also influenced in the variation of the density of spores.

Key-words: AMF, humid sifting, spores.

01. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural finito e um dos principais recursos na exploração dos agrossistemas. Considerado como a base da agricultura, pode também ser encarado como habitat de inúmeras e variadas populações de microrganismos de vida livre ou em associações com outros organismos. O conhecimento da contribuição dos microrganismos do solo, principalmente aqueles em interação com plantas, pode resultar no uso de práticas que favoreçam a sustentabilidade dos agrossistemas. Das interações entre organismos, as simbióticas despertam maior interesse, especialmente àquelas entre fungos do solo e raízes de plantas.

Os primeiros trabalhos relatando associações entre fungos de solo e raízes de plantas, foram realizados pelo botânico Albert Bernard Frank, em 1885. Este foi o primeiro a sugerir o termo “micorriza” para designar tais associações (LEVISHON, 1958; BAKSHI & KUMAR, 1968) e de acordo com sua teoria, além dos fungos micorrízicos absorverem água e nutrientes do solo, translocariam-os para a planta, que em troca, supriria o microssimbionte com carboidratos simples. Desde então, as pesquisas com associações micorrízicas tiveram um grande impulso, sendo descobertos outros mecanismos utilizados pelo fungo proporcionando benefícios aos vegetais associados (MARKS & KOZLOWSKI, 1973; MARX, 1980).

A associação micorrízica é de fundamental importância no estabelecimento e crescimento das plantas de diversas espécies florestais e agrícolas, principalmente em ambientes de solos pobres em minerais e degradados. O principal benefício às plantas decorre da estrutura formada pelas hifas de fungos do solo e raízes de plantas, proporcionando aumento no volume de solo explorado pelas raízes. Entre essas interações está o estabelecimento, de associações simbióticas com fungos, das subdivisões Basidiomycotina ou Ascomycotina, formando as ectomicorrizas, e também por um grupo de fungos pertencentes a Ordem Glomerales do filo Glomeromycota (STÜRMER & SIQUEIRA, 2006) dos

Zigomicetos, formando as endomicorrizas do tipo arbuscular. Nestas associações, ocorre uma íntima interação entre os simbiontes, desenvolvendo uma perfeita interação morfológica e fisiológica, resultando em alta compatibilidade funcional, que podem favorecer o crescimento e o desenvolvimento das plantas, pelo aumento da área explorada pelo sistema radicular, resultando em melhor capacidade de absorção de água e elementos minerais do solo, principalmente o fósforo.

As micorrizas são de interesse especial para o Brasil, devido à baixa fertilidade dos solos e elevado requerimento de nutrientes pela maioria das culturas. Outros fatores como condições ambientais estressantes, alta proporção de minifundiários com pequeno poder aquisitivo, suprimento limitado de fertilizantes em certas áreas, sistemas de monocultura, possível exaustão dos depósitos de fosfatos e preocupação crescente com a qualidade ambiental, visando minimizar os impactos da poluição do solo e da água, e do desmatamento sobre o ambiente, também são de grande interesse.

A utilização de microorganismos como aprimoramento tecnológico, com a finalidade de melhorar a disponibilidade de nutrientes às plantas, é uma prática potencial de grande importância e muito necessária para a agricultura. Como já comprovado, os benefícios das micorrizas para as plantas são diversos, mas há indicações que, dependendo do manejo adotado nas culturas, a diversidade de espécies e o potencial de inóculo natural local podem sofrer alterações. Assim, este trabalho teve por objetivo estudar a ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em solos sob diferentes cultivos na Fazenda Experimental da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes (FEEAFI), em dois períodos distintos: seco e chuvoso.

02. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A associação micorrízica é uma simbiose estabelecida entre determinados fungos do solo e radículas de plantas (MARX, 1977), e é de comum ocorrência nas plantas superiores. Sua origem é de aproximadamente 400 milhões de anos, evoluindo juntamente com as plantas, e as razões pelas quais certas espécies vegetais são imunes à colonização pelos fungos endomicorrízicos, certamente têm razões evolucionárias (SIQUEIRA, 1994). MARX (1977) ainda afirma que em função da ampla distribuição dessas associações com diversos gêneros de plantas, considera-se como exceção as plantas destituídas de associações micorrízicas.

ANDERSON (1988), definiu micorriza como sendo um tecido no qual existe harmonia metabólica entre os dois organismos envolvidos. Segundo TRAPPE e FOGEL (1977), o fungo, quando em associação, utiliza substâncias sintetizadas pela planta, proporcionando, em contrapartida, aumento na absorção e acumulação de íons do solo, em razão da sua alta taxa metabólica e da distribuição estratégica de suas hifas nas camadas do solo. Isto, geralmente, implica em aumento do vigor da planta e maior tolerância a diversos estresses ambientais, tais como: temperaturas elevadas (SCHENCK e SCHROEDER, 1974), deficiência hídrica (MOSSE et al, 1981), extremos de pH (SAFIR e DUNIWAY, 1982) e proteção contra agentes patogênicos (MARX, 1969 e 1970; MARX e DAVEY, 1969).

Das espécies de interesse agrônomo, 87% das Crucíferas (nabo, canola, mostarda, repolho), 61% das Chenopodiaceae (beterraba), 37% das Polygonaceae, 4% das Fabaceae (tremoço) e membros da Amarantaceae, não formam micorrizas arbusculares (MAs) (THOMPSON, 1994). Em se tratando de espécies tropicais, TRAPPE (1987) relata que 13,4% das espécies não são micorrizadas, 70,9% formam MAs e 15,7% formam outros tipos de simbiose radicular com os fungos.

Plantas associadas com fungos micorrízicos, podem reter metais pesados nas raízes, reduzindo a translocação dos mesmos para a parte aérea (CHRISTIE et al., 2004). Isto

envolve vários mecanismos, como efeitos diferenciados no crescimento da planta hospedeira e a produção pelos FMAs de glicoproteínas, denominadas glomalinas, que apresentam alta capacidade de reter metais. GONZÁLES-CHÁVEZ et al. (2002) verificaram que há um comportamento diferenciado da relação fungo-metal, e isto pode explicar as variações dos efeitos dos FMAs quanto aos benefícios para a planta, em solos com excesso de metais pesados (ORLOWSKA et al., 2005).

Para a ocorrência de determinada associação micorrízica, há a necessidade de que o fungo e a planta sejam compatíveis, envolvendo mecanismos de reconhecimento e especificidade. Segundo GIANINAZZI-PEARSON & GIANINAZZI (1989) a onipresença de micorrizas num grupo de plantas sugere que as plantas desenvolveram sistemas de compatibilidade específicos que permitem o desenvolvimento controlado do fungo ou o fungo, de algum modo, evita ou não desencadeia os mecanismos de defesa do hospedeiro.

As micorrizas são divididas mais frequentemente em dois grupos, que são formados por ectomicorrizas e endomicorrizas. As ectomicorrizas são caracterizadas pela colonização apenas intercelular do córtex pelo micélio fúngico e a formação da rede de Hartig, em substituição à lamela média e, do manto que recobre a superfície da raiz. A colonização ocorre apenas nas raízes laterais ou absorventes, as quais sofrem modificações morfológicas muito acentuadas e visíveis a olho nu (SIQUEIRA, 1994).

Nas florestas de clima temperado, as ectomicorrizas são os tipos de maior ocorrência, enquanto as MAs são predominantes nas florestas tropicais (JANOS, 1980). Estas últimas são formadas por um grupo restrito de fungos pertencentes à Ordem Glomerales do filo Glomeromycota. Nesta associação também ocorre uma íntima interação entre os parceiros, apresentando uma perfeita integração morfofisiológica, resultando em uma alta compatibilidade funcional. A planta beneficia-se pelo aumento da absorção de água e nutrientes, principalmente de fósforo, proporcionado pelas hifas fúngicas, que funcionam como uma extensão do sistema radicular (PEREIRA, 1992), enquanto a planta fornece ao fungo fotoassimilados permitindo que o mesmo complete seu ciclo, o que só ocorre na presença do hospedeiro (SIQUEIRA & FRANCO, 1988). O'KEFFE & SYLVIA (1991), estimaram que o aumento da área da superfície radicular devido aos FMAs, pode atingir 1800%, e que o influxo de fósforo pode ser aumentado em 447% para um aumento de apenas 3% na área de superfície. Os FMAs podem ser responsáveis pela absorção de até 80% do fósforo, 60% do cobre, 25% do nitrogênio, 25% do zinco e 10% do potássio da planta (MARSCHNER & DELL, 1994). Esses valores, embora estimados, indicam a magnitude dos efeitos dos FMAs.

A simbiose micorrízica contribui para a sobrevivência e crescimento das espécies, principalmente em ambientes estressantes (SIQUEIRA & SAGGIN-JUNIOR, 1995), onde as MAs exercem grande influência na estruturação das comunidades vegetais (SIQUEIRA et al., 1994). CARNEIRO et al. (1995), trabalhando com solo degradado pela retirada de seus horizontes superficiais, verificaram que a inoculação com FMA favoreceu o crescimento de *Albizia lebbek* e *Senna multijuga* aumentou o número de propágulos de MAs no solo e a nodulação em *Albizia lebbek*, demonstrando o efeito benéfico da simbiose para o desenvolvimento inicial de mudas.

A capacidade de formar MAs é restrita a um grupo de fungos pertencentes a cinco famílias (Gigasporaceae, Glomeraceae, Acaulosporaceae, Paraglomaceae e Archaeosporaceae) da Ordem Glomerales do filo Glomeromycota (STÜRMER & SIQUEIRA, 2006), das quais são conhecidas em torno de 140 espécies, distribuídas em apenas sete gêneros (*Gigaspora*, *Scutellospora*, *Glomus*, *Archaeospora*, *Paraglomus*, *Acaulospora* e *Entrophospora*). O ciclo de vida dos FMAs envolve etapas distintas na ausência e presença de raízes vivas. Estruturas reprodutivas, como esporos, hifas e micélio, sobrevivem como propágulos na ausência de raízes e, quando na presença destas, colonizam o córtex radicular e estabelecem relação simbiótica, que garante a produção de novos propágulos e também de um ciclo policíclico (WILSON & TOMMERUP, 1992). Na rizosfera, os esporos germinam, produzem micélio, hifas infectivas e apressório, por meio do qual penetram a raiz, onde se estabelece e coloniza parte do córtex, e diferencia formando os arbúsculos (estruturas intracelulares), que são os locais de troca de metabólitos entre os parceiros da simbiose. Formados os arbúsculos, ocorre a integração morfofisiológica, bioquímica e funcional e o estabelecimento do mutualismo, resultando no micotrofismo (absorção de nutrientes, via fungo), que garante a propagação e sobrevivência do fungo (SIQUEIRA, 1991).

A compatibilidade demanda eventos essenciais de reconhecimento entre os simbiontes que regulam o desenvolvimento da estrutura micorrízica (ANDERSON, 1988). Segundo este autor, o sucesso do fungo micorrízico em colonizar um grupo de plantas reflete o tipo de componentes envolvidos neste reconhecimento. A ausência ou o mau funcionamento dos vários componentes envolvidos no reconhecimento, essenciais para a compatibilidade, pode resultar em incompatibilidade. Os mecanismos que controlam esse processo podem ocorrer em cada etapa do ciclo de vida do fungo, e fatores da planta também podem controlar alguns desses eventos. A presença de toxinas ou a falta de nutrientes nos exsudados radiculares pode limitar a adesão do micélio fúngico. Entretanto, resultados de alguns estudos (MALAJCZUK et al., 1982; MOLINA & TRAPPE, 1982b) indicam que a incompatibilidade

pode ocorrer após a germinação do esporo fúngico e a fixação do micélio, limitando a sua penetração nas células radiculares do hospedeiro. Pode ocorrer incompatibilidade quando há a lignificação e o subsequente rompimento das células corticais de radículas (MOLINA & TRAPPE, 1982a), a acumulação de compostos fenólicos nas células radiculares (LING-LEE et al., 1977; MOLINA, 1981; MOLINA e TRAPPE, 1982a; MALAJCZUK et al., 1982; MALAJCZUK et al., 1984) e as falhas na formação do manto ou rede de Hartig (KROPP et al., 1987).

No Brasil, a ocorrência de endomicorrizas em *Eucalyptus* foi relatada em Minas Gerais, por ZAMBOLIM & BARROS (1982) em *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus citriodora*, com idades variadas, sendo os fungos simbiossiontes identificados como *Acaulospora* sp., *Glomus* sp. e *Gigaspora* sp. Dois anos mais tarde, SCHWAN (1984) caracterizou e identificou ecto e endomicorrizas em diversas espécies de eucalipto, também de idades variadas, ainda em Minas Gerais. O autor verificou, ainda, que a incidência de ambos os tipos variou durante o ano, e essa observação relacionou-se com a espécie e a idade da planta, além de fatores ecológicos, como temperatura, pluviosidade e pH do solo. Os resultados anteriores foram reforçados também por LAPEYRIE & CHILVERS (1985), BELLEI (1987) e BELLEI et al. (1991), que obtiveram resultados semelhantes em levantamentos realizados em florestas de *Eucalyptus*.

Na cultura de citros, MENGE et al. (1975) constataram alta dependência dos FMAs, tendo estes sido encontrados e identificados na maioria das regiões citrícolas do mundo (TZEAN & HUANG, 1980; NEMEC et al., 1981; CAMPRUBÍ, 1994), incluindo alguns estados brasileiros, como Sergipe, Bahia e Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 1986; SIQUEIRA et al., 1989; WEBER & OLIVEIRA, 1994; OLIVEIRA & COELHO, 1995). Alguns autores relatam que o grau de dependência é variável segundo a espécie de FMA e as condições edafoclimáticas locais (DANIELS e TRAPPE, 1980; SIQUEIRA, 1994). Em função destes fatores, faz-se necessário o conhecimento das espécies de FMAs autóctones, por estarem mais adaptadas a determinadas condições, portanto com um maior potencial de utilização comercial na produção e estabelecimento de mudas.

Buscando a comprovação da viabilidade técnica e econômica quanto à presença de FMAs, SIQUEIRA et al. (1993), pesquisaram e concluíram que tais fungos são de fundamental importância no desenvolvimento do cafeeiro em solos pobres dos trópicos, sugerindo até mesmo, a inoculação de FMAs nestas plantas. Este estudo proporcionou o conhecimento da produtividade média de um cafeeiro inoculado com FMAs, que foi de 60% a mais em relação à planta não inoculada.

Além da importância e viabilidade para os ecossistemas anteriores, as MAs são importantes também para solos sob cultivos de pastagem, que apesar de constituírem a base de exploração do sistema de produção de bovinos no Brasil, ocupam várias extensões de solos de cerrado, com reconhecidas limitações em fertilidade (LOPES, 1984). Destaca-se a deficiência de fósforo como uma das formas mais restritivas para a pecuária, considerando-se que as pastagens são relativamente mais exigentes em relação a este nutriente, quando comparado às culturas anuais, em razão da maior produção de massa seca, extração e exportação de nutrientes (GOEDERT & LOBATO, 1984). Além da baixa disponibilidade de fósforo, o uso de fertilizantes fosfatados no cerrado complica-se pelo fato dos solos apresentarem elevada capacidade de adsorção do fosfato e acidez, fato que proporciona a transformação do fósforo solúvel em água em formas não-disponíveis para planta, como o fosfato de ferro e o fosfato de alumínio (BÜLL et al., 1997; NAKAYAMA et al., 1998). OLIVEIRA et al. (2007), relatou que apesar da importância das micorrizas para o sistema solo-pastagem, a adubação com fósforo durante dois anos experimentais e também a realização da calagem, contribuíram para a diminuição da colonização das raízes por fungos micorrízicos, fato já esperado, porque as micorrizas são abundantes em solos pobres em fósforo e nitrogênio, assim como altos níveis de nutrientes são correlacionados ao baixo desenvolvimento de micorrizas.

Qualquer fator que exerça impacto sobre o considerado “reservatório de propágulos de FMAs”, que é a camada arável do solo (BELLGARD, 1993), exercerá grande influência na ecologia, e também na presença dos FMAs (HABTE et al., 1988). Estes incluem o cultivo intensivo, erosão, contaminação, decaptação do solo, fogo intenso, pousio, desmatamento e compactação (ABBOTT & ROBSON, 1991; BRUNDRETT, 1991). SIQUEIRA (1994), estudando a ocorrência de esporos em diferentes ecossistemas, verificou que em locais alterados, o número de esporos encontrados foi reduzido em comparação a lugares não-alterados, com exceção para o cerrado e a mata nativa.

03. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição do local de realização do trabalho

O trabalho foi realizado no município de Inconfidentes (Minas Gerais), na Fazenda Experimental da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes (FEEAFI), situada na latitude 22° 19' 1,2'' S, longitude 46° 19' 40,8'' W, altitude média de 855 m. O clima da região, segundo classificação de KOEPPEN (1931), é do tipo tropical úmido, com duas estações definidas: chuvosa (outubro/março) e seca (abril/setembro), com precipitação pluviométrica média anual de 1500 mm e temperatura média de 19°C (Quadro 1).

Quadro 1 – Temperatura e pluviosidade média obtida ao longo do ano de 2007.

Meses	Temperatura (°C)	Pluviosidade (mm)
Janeiro	24,1	478
Fevereiro	24,2	148
Março	24,3	159
Abril	21,0	54
Maiο	18,9	32
Junho	13,4	27
Julho	15,2	76
Agosto	17,9	0
Setembro	19,8	0
Outubro	21,4	120
Novembro	21,9	192
Dezembro	23,3	180

Fonte: EAFI, 2007.

3.2. Amostragem dos solos em estudo

Foram realizadas duas amostragens em cada área de estudo, sendo a primeira em 18 e 19 de abril de 2007 (período seco), e a segunda em 19 e 20 de novembro de 2007 (período chuvoso). As áreas de estudo, foram: café, pastagem, banana, citros, horta, pinus, eucalipto 1, eucalipto 2, mata ciliar e mata nativa.

Em cada uma destas áreas, foi selecionado um quadrante de 1000 m², segundo metodologia de SILVA (2007). A amostragem de solo para quantificar a ocorrência e distribuição de FMAs foi realizada utilizando-se de um trado de amostragem de solo do tipo holandês.

Nas culturas de café, banana e citros, foram amostrados aleatoriamente 10 pontos por cultura, sendo em cada ponto retirada quatro sub amostras, na projeção da copa da planta, a uma profundidade de 0-20 cm em cada quadrante da planta. Nas culturas de *Pinus* sp., *Eucaliptus* sp., pastagem, horta, áreas sob implantação de mata ciliar e ocupada por mata nativa, as amostras foram retiradas em 10 pontos distribuídos aleatoriamente no solo sob o cultivo. As amostras compostas (pelas 10 amostras simples retiradas de cada área) geraram aproximadamente 1 kg de solo cada, sendo em seguida acondicionadas em sacos plásticos, colocadas em caixa térmica e transportadas para o Laboratório de Biotecnologia da EAFI, onde foram armazenadas a 5°C em geladeira, até o processamento.

Antes da primeira amostragem para quantificar a ocorrência e distribuição de FMAs, foram retiradas amostras na profundidade de 0-20 cm para caracterização química dos solos sob as áreas em estudo. Também foi realizado um levantamento de dados referentes a estas áreas, afim de possibilitar uma melhor interpretação e aplicação dos resultados.

3.2.1. Área sob cultivo de café

A área em estudo está localizada na latitude 22° 18' 34,6'' S, longitude 46° 20' 11,5'' W. Existe há quarenta anos e é constituído pela variedade Icatu Amarelo, com espaçamento de 2,5m x 2m. A área recebe adubações anuais (450g do formulado 20:05:20 por planta). O solo foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico (PRADO, 2005) e apresenta declividade média de 20%.

3.2.2. Área sob cultivo de pastagem

O solo estudado sob pastagem, está localizado na latitude 22° 18' 44'' S, longitude 46° 20' 10,4'' W, e recebe adubações e calagens anuais, de acordo com os resultados de análises químicas realizadas. O mesmo é suporte para *Brachiaria* sp., destinada à alimentação de bovinos de corte e existe há vinte anos, sendo que no início do cultivo, foi suporte de um experimento relacionado com aplicações de diferentes níveis de calcário e o desenvolvimento da gramínea. A área apresenta declividade média de 20% e o solo foi classificado como Argissolo Vermelho eutrófico (PRADO, 2005). As amostragens foram realizadas sem a presença de animais pastando no local.

3.2.3. Área sob cultivo de banana

O bananal sobre o solo em estudo, localiza-se na latitude 22° 18' 30,1'' S, longitude 46° 20' 11,1'' W, existe há quarenta anos desde a sua implantação, constituindo-se da espécie *Musa cavendishii* (banana-nanica), em espaçamento inicial de 4m x 4m. A declividade média da área é de 25%. O solo foi classificado como Argissolo Amarelo eutrófico (PRADO, 2005), sendo que o mesmo recebe adubações químicas anuais, com 1 kg do formulado NPK 20:0:20. A área apresenta, além do bananal, espécies nativas da região, tais como: *Schinus terebintifolia* (Pimenteira), *Bauhinia forficata* (Pata-de-vaca), *Aspidosperma parviflorum* (Guatambu), *Oreopanax fulvum* (Falsa-embaúba), *Geonoma* (Guaricanga), *Cordia ecalycrelata* (Café-de-bugre), *Jacaratia spinosa* (Jaracatiá), *Alchornea glandulosa* (Tapiá), *Croton floribundos* (Capixingui), *Platycomum regnellii* (Pau-pereira), *Casearia silvestris* (Guassatonga) e *Tibouchina candolleana* (Quaresmeira-roxa) convivendo no mesmo espaço.

3.2.4. Área sob cultivo de citros

A área em estudo localizava-se na latitude 22° 18' 36,8'' S, longitude 46° 20' 8,9'' W, tendo o solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico (PRADO, 2005). O pomar possuía 20 anos de existência e, talvez por esse motivo, foi removido da área após a primeira amostragem para a quantificação da ocorrência e distribuição de FMA. Na primeira amostragem, apresentava *Citrus limonia* (limão), *Citrus sinensis* (laranja-doce), *Citrus*

aurantium (laranja-azeda) e *Citrus reticulata* (tangerina). As adubações e as calagens realizadas eram realizadas de forma irregular, assim como as análises químicas do solo.

Na segunda amostragem, a incidência de gramíneas do tipo *Brachiaria* sp predominavam no local, que apresenta declividade média de 25%.

3.2.5. Área sob cultivo de horta

A horta da FEEAFI localiza-se 100m após a ponte de acesso da mesma, em uma área de várzea, na latitude 22° 18' 47,6'' S, longitude 46° 19' 50,4'' W. Apresenta declividade média de 2%, está instalada no local há 20 anos e possui muitas variações das espécies ali cultivadas. Há a aplicação tanto de fertilizantes químicos quanto orgânicos, de acordo com o ciclo das diferentes espécies. As amostragens realizadas foram retiradas sobre os canteiros de *Nasturtium officinale* (agrião), *Lactuca sativa* (alface), *Beta vulgaris* (beterraba), *Daucus carota* (cenoura), *Cichorium intybus* (chicória), *Pisum sativum* (ervilha), *Brassica oleracea* (repolho), *Hibiscus esculentus* (quiabo). O solo foi classificado como Gleissolo Háptico Tb eutrófico (PRADO, 2005).

3.2.6. Área sob cultivo de pinus

O solo sob cultivo de *P. elliotti* foi classificado como Cambissolo Háptico Tb distrófico (PRADO, 2005). O cultivo existe há 25 anos e apresenta um espaçamento de 2,5m x 2m. A área estudada está localizada na latitude 22° 18' 46,3'' S, longitude 46° 19' 44,3'' W, com uma declividade média de 30%.

3.2.7. Área sob cultivo de eucalipto 1

A área estudada está localizada na latitude 22° 18' 52,2'' S, longitude 46° 20' 10,9'' W e constitui-se de *Eucalyptus grandis* há quarenta anos, com o espaçamento inicial de 4m x 2m. A declividade média da área amostrada é igual a 15%. O cultivo não recebe adubações e tratamentos culturais, apresentando também espécies arbóreas nativas da região, tais como: *Aspidosperma parviflorum* (Guatambu), *Geonoma* (Guaricanga), *Jacaratia spinosa* (Jaracatiá), *Erythroxillum descidum* (Sessenta-e-dois), *Croton floribundos* (Capixingui), *Casearia obliqua* (Guassatonga), *Cassia ferruginea* (Canafistula), *Erythrina falcata*

(Moxoco), *Bauhinia forficata* (Pata-de-vaca), *Luetzelburgia guaissara* (Guaissara), *Machaerium aculeatum* (Jacarandazinho), *Machaerium stipitatum* (Sapuva), *Machaerium villosum* (Jacarandá), *Acacia polyphylla* (Monjoleiro), *Piptadenia gonoacantha* (Pau-jacaré), *Persea pyrifolia* (Massaranduba), *Tibouchina candolleana* (Quaresmeira-roxa), *Cabralea canerana* (Canjarana), *Zanthoxylum rhoifolium* (Mamica-de-porca), *Allophylus edulis* (Café-de-bugre), *Matayba elaeagnoides* (Papagaieiro), *Trema micrantha* (Pau-pólvora). Essas espécies citadas estão se tornando dominantes na área, devido à ausência de qualquer tipo de manejo e a existência de fragmentos florestais nativos próximos. O solo foi classificado como Cambissolo Háplico Tb distrófico (PRADO, 2005).

3.2.8. Área sob cultivo de eucalipto 2

A área em estudo localiza-se na latitude 22° 18' 39,7'' S, longitude 46° 19' 52,0'' W, apresenta declividade média de 25%, e uma plantação de *Eucalyptus urophylla*, com o espaçamento de 3m x 2m, tendo dois anos de idade, sendo adubado convencionalmente no plantio e em cobertura. O manejo do mato foi realizado com roçadora mecânica, durante os primeiros 18 meses de idade. O solo do local foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico (PRADO, 2005).

3.2.9. Área sob implantação de mata ciliar

Está localizada próximo à ponte de acesso à FEEAFI, na latitude 22° 18' 51,7'' S, longitude 46° 19' 49,7'' W e às margens do Rio Mogi-Guaçu, que é o divisor natural da cidade de Inconfidentes e da FEEAFI. Nesta área realizou-se o plantio de espécies nativas da região, tais como: *Morus sp.* (Amoreira), *Schizolobium parahyba* (Guapuruvu), *Eugenia uniflora* (Pitanga), *Myrciaria cauliflorum* (Jaboticaba), *Cróton urucurana* (Sangra-d'água), *Campomanesia xanthocarpa* (Gabirola), *Psidium guayava* (Goiabeira), *Cedrela odorata* (Cedro-do-brejo), *Chorisia speciosa* (Painera), *Luehea divaricata* (Açoita-cavalo), *Talauma ovata* (Pinha-do-brejo), *Inga vera* (Ingá-do-rio), iniciando-se juntamente com a criação do Curso Tecnólogo em Gestão Ambiental na Agropecuária, há 3 anos. O plantio foi realizado com o espaçamento de 3m x 2m, sem adubação e com o cuidado de dispor corretamente plantas clímax e pioneiras (o modelo de plantio foi aleatório). Antes do plantio da mata ciliar, a área foi utilizada como suporte para culturas anuais, instaladas e mantidas sob sistema

convencional de produção. O solo em estudo foi classificado como Gleissolo Háplico Tb distrófico (PRADO, 2005), e a declividade média do local é de 2%.

3.2.10. Área ocupada por mata nativa

A mata sobre a área em estudo caracteriza-se como secundária semi-decídua, localizada na latitude 22° 18' 23,4'' S, longitude 46° 19' 50,2'' W. A área apresenta declividade média de 30% e as seguintes espécies: *Aspidosperma parviflorum* (Guatambu), *Geonoma* (Guaricanga), *Jacaratia spinosa* (Jaracatiá), *Cecropia hololeuca* (Embaúba-branca), *Erythroxiillum descidum* (Sessenta-e-dois), *Croton floribundos* (Capixingui), *Casearia obliqua* (Guassatonga), *Cassia ferruginea* (Canafistula), *Erythrina falcata* (Moxoco), *Bauhinia forficata* (Pata-de-vaca), *Luetzelburgia guaissara* (Guaissara), *Machaerium aculeatum* (Jacarandazinho), *Machaerium stipitatum* (Sapuva), *Machaerium villosum* (Jacarandá), *Ormosia arborea* (Olho-de-cabra), *Lonchocarpus guillemineanus* (Timbó), *Acacia polyphylla* (Monjoleiro), *Piptadenia gonoacantha* (Pau-jacaré), *Ocotea elegans* (Canelinha-do-campo), *Ocotea odorifera* (Sassafrás), *Persea pyrifolia* (Massaranduba), *Tibouchina candolleana* (Quaresmeira-roxa), *Cabrlea canerana* (Canjarana), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Maclura tinctoria* (Taiuveira), *Myrcia crassifolia* (Orelha-de-onça), *Myrciaria tertela* (Vassoura-guamirim), *Zanthoxylum rhoifolium* (Mamica-de-porca), *Allophylus edulis* (Café-de-bugre), *Matayba elaeagnoides* (Papagaieiro), *Trema micrantha* (Pau-pólvora), *Aegiphyla sellowina* (Tamanqueiro), *Qualea jundiahy* (Pau-terra), *Drimys brasiliensis* (Casca-d'anta). O solo foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico (PRADO, 2005).

3.3. Extração e quantificação dos esporos

A primeira extração dos esporos foi realizada em 11 e 12 de agosto de 2007, e a segunda, em 26 e 27 de novembro de 2007, sendo que as amostras de cada época foram passadas em peneira com malha de 2 mm de diâmetro e secas ao ar por 12 horas. Em seguida, a densidade de esporos foi avaliada, utilizando-se de quatro repetições para cada área amostrada, contendo em cada repetição, 50 mL de solo, medidos em becker de 100 mL.

Os esporos foram extraídos pelo método do peneiramento úmido (GERDEMANN e NICOLSON, 1963), como indicado na Figura 1. O procedimento consistiu na transferência,

separadamente, dos volumes das amostras citadas anteriormente para recipiente plástico de maior volume, onde as mesmas foram lavadas quatro vezes, sendo o sobrenadante resultante de cada lavagem, passado em peneiras de malhas 0,71, 0,25 e 0,053 mm; o material retido na peneira de menor malha, foi acondicionado diretamente em tubos de centrífuga. Em seguida, os tubos foram balanceados com água destilada e centrifugados por 3 minutos a 3000 RPM. Em seguida, o sobrenadante dos tubos foi drenado cuidadosamente, sendo adicionado aos mesmos, uma solução de sacarose a 50% (JENKINS, 1964), agitando o conteúdo com auxílio de um bastão de vidro para serem centrifugados por 2 minutos a 2000 RPM. Após, o sobrenadante foi drenado com cuidado, na peneira de menor malha (0,053 mm). Posteriormente, o material foi lavado com água destilada e recolhido em 40 recipientes plásticos (4 replicatas para cada amostra) com tampa e capacidade para 100 mL, devidamente identificados com o nome, número da amostra e a data de realização da extração. Os recipientes foram armazenados em geladeira a 5°C até a contagem dos esporos.

A contagem dos esporos da primeira extração foi realizada em 20 e 21 de outubro de 2007, e a segunda, em 01 e 02 de dezembro de 2007. Os mesmos foram contados diretamente em placa canaletada com o auxílio de microscópio estereoscópio, assim como realizado por SILVA (2007).

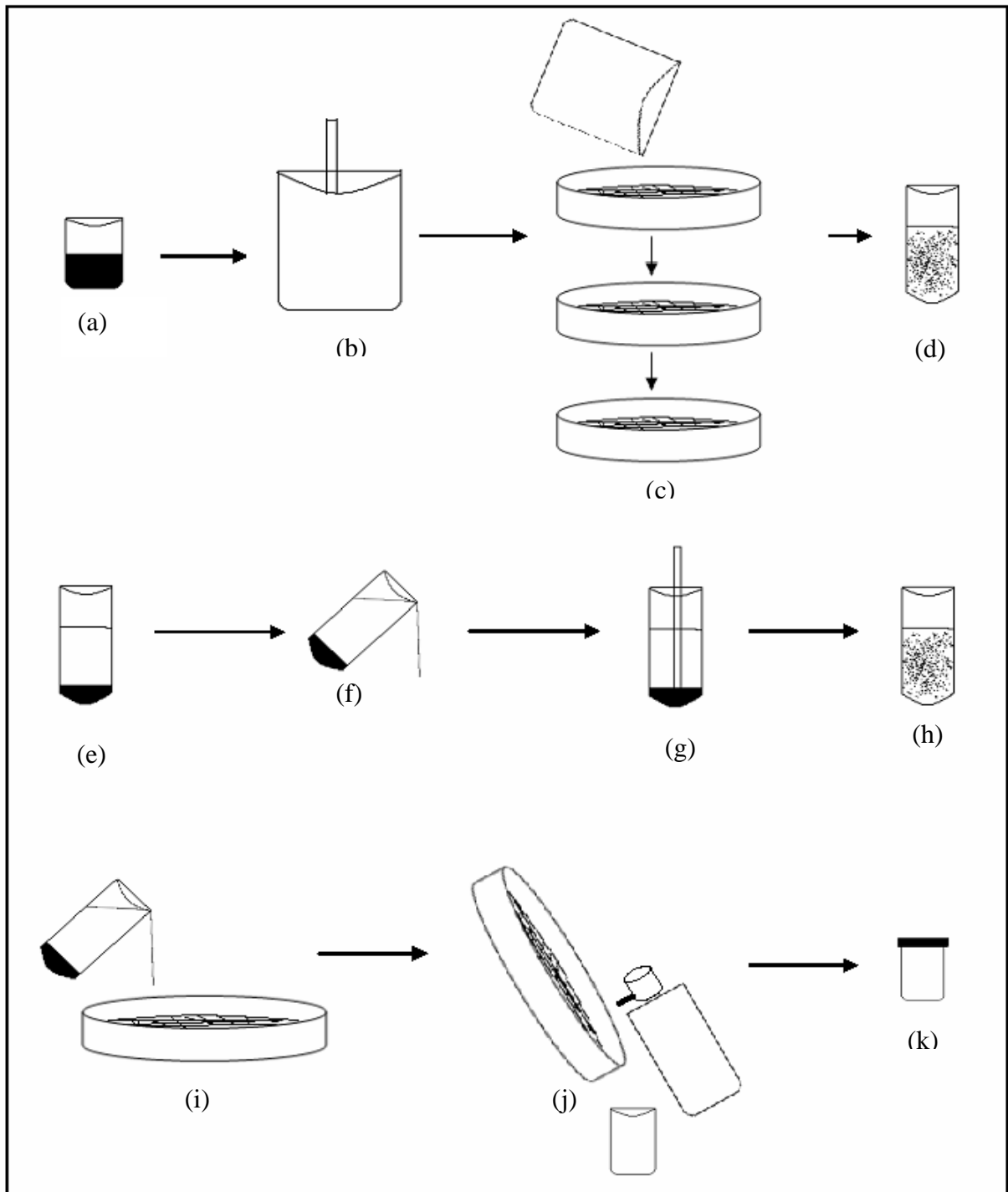


Figura 1 – Procedimento da técnica do peneiramento úmido para a extração dos esporos e o acondicionamento das amostras. (a) Becker com capacidade para 100 mL, com 50 mL de solo; (b) recipiente plástico para a lavagem do solo; (c) peneiramento; (d) tubo balanceado; (e) tubo após primeira centrifugação; (f) drenagem do sobrenadante; (g) ressuspensão do material em solução de sacarose a 50%; (h) tubo balanceado; (i) passagem do sobrenadante em peneira de 0.053 mm; (j) lavagem do material retido na peneira, utilizado água destilada; (k) armazenamento em recipiente plástico.

3.4. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 10, sendo dois períodos de coleta (seco e chuvoso) e dez áreas de estudo (café, pastagem, banana, citros, horta, pinus, eucalipto 1, eucalipto 2, mata ciliar e mata nativa), realizando-se quatro replicatas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, usando-se o programa Sisvar 4.3 (FURTADO, 2000).

04. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Período seco

A área ocupada com pastagem apresentou a maior média de esporos/50 mL de solo (244,0), diferindo-se estatisticamente das demais áreas estudadas no período seco. As áreas sob cultivo de eucalipto 2 (209,75) e sob implantação de mata ciliar (193,75) não diferiram-se estatisticamente entre si. As áreas de horta (68,25), eucalipto 1 (57,50) e mata nativa (59,50) diferiram-se estatisticamente da área sob cultivo de pinus (9,75), esta última com as menores médias de número de esporos. Nas áreas ocupadas com banana (103,50), café (141,25) e citros (134,00) verificou-se valores de densidade de esporos intermediárias, sendo que na área sob cultivo de banana os valores foram inferiores estatisticamente das áreas sob cultivo de café e citros, que por sua vez, não apresentaram diferença estatística. (Figura 2).

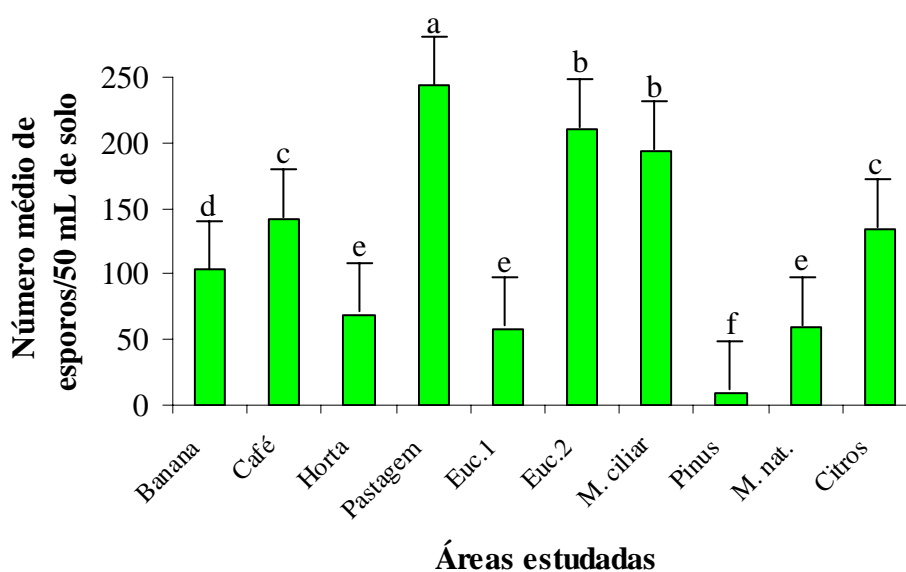


Figura 2 – Número de esporos/50 mL de solo nos solos sob diferentes cultivos no período seco (abril/setembro).

A ocorrência de maior número de esporos na área sob cultivo de pastagem pode estar relacionada à restrição da disponibilidade hídrica na estação seca, onde as plantas apresentavam menor vigor vegetativo, induzindo nos microorganismos associados a elas, mecanismos de adaptação, como a elevação da esporulação. As médias elevadas obtidas nas áreas sob cultivo de eucalipto 2 e sob implantação de mata ciliar, também podem estar associadas ao mesmo fato da área sob cultivo de pastagem, pois as áreas apresentam, além de eucalipto e espécies arbóreas nativas, *Brachiaria* sp.

O número médio de esporos obtidos no solo sob cultivo de café, foi relevante (141,25). Estudando a dinâmica de FMAs no agrossistema cafeeiro, COLOZZI-FILHO (1999) observou que no verão (fev/1996), época de maior crescimento vegetativo das culturas, a esporulação no solo foi menor e após o florescimento do cafeeiro, o número de esporos recuperados no solo foi maior. Já FONTANA et al. (2004), relacionaram a menor densidade de esporos em monocultivos cafeeiros com o sucessivo manejo do solo com capinas, que promovem o seu revolvimento e a exposição dos fungos micorrízicos na superfície do terreno. Como o manejo do solo sob cultivo de café na FEEAFI inclui baixo uso de adubo químico e ausência de aplicação de agrotóxicos, não se observou efeitos adversos relacionados à ação destes compostos químicos na densidade de esporos. Contudo, sabe-se que o efeito de pesticidas sobre os FMAs, podem variar de acordo com o modo de ação e da taxa de frequência de aplicação; os herbicidas, geralmente não têm efeitos inibitórios e alguns podem até mesmo estimular a colonização; os nematicidas e inseticidas, também não exercem efeitos adversos quando aplicados nas dosagens recomendadas; já os fungicidas, têm efeitos muito variados de acordo com seu modo de ação (SIQUEIRA, 1994).

No período seco (abril/setembro), as áreas sob cultivo de eucalipto 1 e eucalipto 2, apresentaram diferenças significativas quanto ao número de esporos encontrados, sendo que eucalipto 1 demonstrou um menor número em relação a eucalipto 2. O maior número de esporos encontrados em eucalipto 2, no período seco, pode estar relacionado ao fato de culturas mais novas de *Eucalyptus* sp apresentarem uma maior colonização por MAs quando comparadas à cultivos mais tardios (SCHWAN, 1984; LAPEYRIE e CHILVERS, 1985; BELLEI, 1987; BELLEI et al., 1991).

4.2. Período chuvoso

Para a época chuvosa, verificou-se que as áreas de citros (131,75), café (103,0), pastagem (100,75) e mata ciliar (109,75) tiveram os maiores valores de densidade de esporos no solo, sendo a área sob cultivo de citros, diferente estatisticamente das áreas sob cultivo de café, pastagem e sob implantação de mata ciliar, que por sua vez, foram iguais estatisticamente. As áreas ocupadas com banana (87,75), horta (60,25), eucalipto 2 (83,75) e mata nativa (60,75) resultaram em densidade de esporos intermediárias e os menores valores foram observados para as áreas de eucalipto 1 (41,75) e pinus (17,0) (Figura 3).

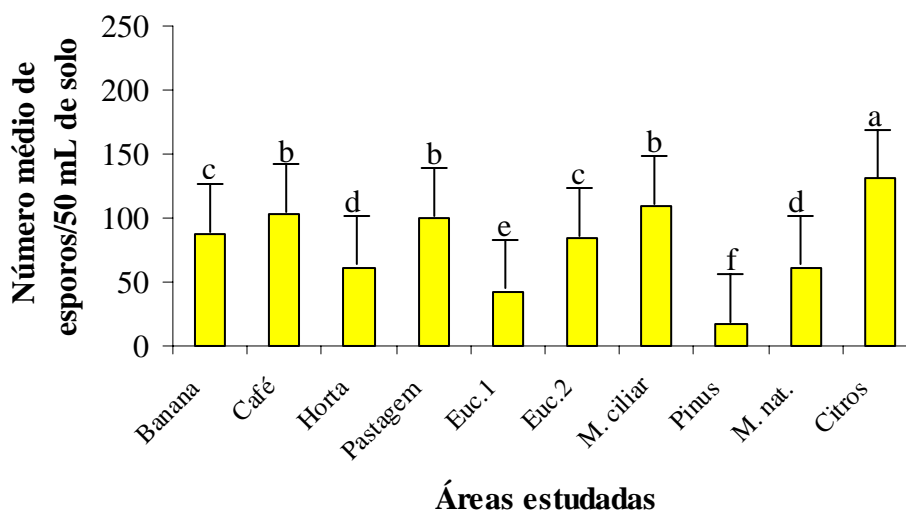


Figura 3 – Número de esporos/50 mL de solo nos solos sob diferentes cultivos no período chuvoso (outubro/ março).

Nas duas épocas estudadas a área sob cultivo de pinus apresentou os menores valores para número de esporos. Este fato pode ser atribuído devido à baixíssima especificidade das plantas de pinus com MAs. A associação simbiótica com fungos micorrízicos em pinus ocorre, mas é obrigatoriamente com fungos do tipo ectomicorrízicos (MALAJCZUK, 1982).

A área sob cultivo de horta, apresentou valores baixos de esporos no período seco, e no período chuvoso, valores intermediários. Isto se deve provavelmente ao excesso de fertilizantes solúveis (principalmente os fosfatados) aplicados e encontrados no local (Tabela 3). Em geral, a incidência dos FMAs é maior quando as condições de solo para o crescimento das plantas estão abaixo do nível ótimo para a espécie hospedeira. Assim, a colonização e esporulação são elevadas em solos de baixa fertilidade, sendo a disponibilidade de nitrogênio

e fósforo os fatores que comumente exercem maior influência, seguidos pelos teores de alumínio e pH (SIQUEIRA et al., 1989).

O número reduzido de esporos encontrados na área ocupada por mata nativa pode ser atribuído ao grau de perturbação sofrido na mesma. MUNYANZIZ et al. (1997) relataram que em florestas não perturbadas o número de esporos de FMAs é muito baixo e aumenta em função do grau de perturbação. Por outro lado, CORDEIRO et al. (2003) verificando a densidade de esporos de FMAs em solos de cerrado com vegetação nativa, observaram menor número de esporos em relação a agrossistemas com influência antrópica. SIQUEIRA (1994) estudando a ocorrência de esporos em diferentes ecossistemas verificou que em locais alterados com manejos intensivos, o número de esporos foi reduzido em comparação a lugares não-alterados, com exceção para o cerrado e a mata nativa. MANSON et al. (1992) examinando o impacto de três métodos de raleamento florestal na abundância e distribuição dos FMAs em floresta secundária semi-decídua úmida, em um solo altamente ácido, observaram que a perturbação do solo levou a uma considerável redução nos números de esporos de FMAs em comparação com a floresta não perturbada. Estes autores constataram que a perda de esporos pode estar relacionada com a severidade da perturbação, tendo ocorrido um decréscimo maior em parcelas completamente clareadas (55%) e intermediário em parcela parcialmente clareadas (27-45%).

Os valores de número de esporos obtidos na área de implantação de mata ciliar indicam que houve certa recuperação da área após a inserção de espécies nativas, pois anteriormente, a mesma era conduzida sob práticas convencionais intensivas de cultivo, que cessaram nos últimos três anos. Outro aspecto que pode contribuir para a maior densidade de esporos foi a presença de espécies vegetais de pequeno porte na área.

A área sob cultivo de banana, apresentou uma redução do número médio de esporos/ 50 mL de solo, mas apresentou também uma certa constância nos dados, o que pode ser consequência da maior estabilidade do ambiente local, com horizontes superficiais mais protegidos contra perturbações bruscas, dando garantia de sobrevivência das espécies, mesmo em baixa esporulação. Observa-se também que o solo nesta área, apresentou adequados valores de saturação por bases e teor de matéria orgânica, provavelmente, refletindo em condições químicas mais equilibradas. Pode-se considerar também a presença de biota micófila eficiente ou espécies de plantas que favorecem esporulações (CAPRONI, 2001), já que existem várias espécies arbóreas nativas no local.

A constância do número de esporos no solo sob cultivo de citros, pode sugerir que mesmo com a mudança no uso da terra ocorrido, uma vez que as plantas foram erradicadas,

ficando o solo descoberto por um período de tempo, a comunidade microbiana do solo permaneceu no mesmo nível. Este fato pode comprovar também, que as plantas de citros não interferiram no número de esporos presentes e obtidos no local, após a remoção das mesmas. O número de esporos encontrados se manteve alto, provavelmente devido à presença de *Brachiaria* sp no local antes e após a remoção das plantas cítricas.

Em relação à área sob cultivo de pastagem, o número de esporos se manteve elevado nas duas épocas de estudo. Isso se deve, provavelmente, ao baixo uso de insumos como calcário e fertilizantes químicos e a influência da rizosfera da gramínea, aumentando o número de esporos de forma dinâmica e permanente.

Tabela 3 – Análise química do solo nas áreas estudadas

Área	pH em água	mg/dm ³		Cmol/dm ³					
		P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB ¹	CTC ²
Café	5,80	5,60	0,33	3,00	0,90	4,80	0,20	4,20	9,00
Pastagem	8,30	0,30	0,06	2,10	1,60	2,66	0,00	3,80	6,40
Banana	6,00	0,10	0,22	3,80	1,60	3,69	0,00	5,60	9,30
Citros	5,50	14,10	0,38	2,70	0,70	4,70	0,30	3,80	8,50
Horta	6,40	440,80	0,78	6,60	2,10	2,66	0,00	9,50	12,1
Pinus	4,90	2,70	0,07	0,80	0,30	8,84	1,80	1,20	10,00
Eucalip.1	5,20	33,70	0,44	1,80	1,40	6,84	0,80	3,60	10,10
Eucalip.2	5,00	3,70	0,09	0,70	0,30	5,56	1,00	1,10	6,60
Mata ciliar	5,80	37,50	0,08	3,00	1,00	4,95	0,20	4,10	9,00
Mata nativa	5,20	0,50	0,08	1,20	0,80	7,55	1,40	2,10	9,60

¹ Soma de Bases Trocáveis

Continua...

² Capacidade de Troca de Cátions

...Continuação

Área	% V ¹	g/dm ³ M.O. ²	% M ³	Ca/Mg	mg/dm ³				
					Zn	Fe	Mn	Cu	B
Café	46,80	19,39	4,50	3,3	8,10	38,60	24,60	0,80	0,40
Pastagem	58,60	16,11	0,00	1,3	0,50	65,70	26,50	1,50	0,20
Banana	60,40	18,73	0,00	2,4	4,20	23,60	57,30	1,20	0,30
Citros	44,60	19,17	7,40	3,9	2,50	50,70	11,60	1,60	0,50
Horta	78,10	23,98	0,00	3,1	16,80	74,00	34,10	2,10	0,80
Pinus	11,70	27,48	60,60	2,7	1,70	104,30	56,80	2,00	0,20
Eucalip.1	36,10	20,48	18,00	1,3	1,60	39,00	87,90	1,10	0,40
Eucalip.2	16,40	15,89	47,90	2,3	0,50	90,20	16,30	1,60	0,30
Mata ciliar	45,10	14,58	4,70	3,0	2,80	136,00	12,80	2,30	0,30
Mata nativa	21,60	17,54	40,20	1,5	0,80	49,30	38,00	1,80	0,20

¹ Saturação de Bases à CTC pH7

² Matéria Orgânica

³ Saturação de Alumínio

No período chuvoso (outubro/março), as médias de eucalipto 1 e eucalipto 2 também se diferiram estatisticamente, porém eucalipto 2 teve maior número de esporos que eucalipto 1, sendo inferior ao resultado obtido por COELHO (1997), que avaliando a

densidade de esporos em solo sob cultivo de *Eucalyptus camaldulensis*, com dois anos de implantação no estado de Minas Gerais, também no período chuvoso, encontrou 250 esporos/50 mL de solo.

4.3. Período seco x período chuvoso

Em relação à sazonalidade (período seco e chuvoso), as áreas sob cultivo de banana, café, horta, eucalipto 1, mata ciliar, pinus, mata nativa e citros, não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 4). A maior média de número de esporos encontrados no período seco (abril/setembro), se deu na área sob cultivo de pastagem, que por sua vez, diferiu-se estatisticamente do período chuvoso. Em relação ao período chuvoso (outubro/março), a maior média do número de esporos foi obtida na área ocupada por citros (que neste período, já havia sido erradicado do local). A média obtida pela área sob cultivo de eucalipto 2, diferiu-se estatisticamente entre o período seco e chuvoso.

Tabela 4 – Interação dos fatores período (seco e chuvoso) e áreas estudadas da FEEAFI*

Áreas	PERÍODO SECO		PERÍODO CHUVOSO	
	Nº de esporos/ 50mL de solo*		Nº de esporos/ 50mL de solo*	
Banana	103,50	Da	87,75	Ca
Café	141,25	Ca	103,00	Ba
Horta	68,25	Ea	60,25	Da
Pastagem	244,00	Aa	100,75	Bb
Eucalipto 1	57,50	Ea	41,75	Ea
Eucalipto 2	209,75	Ba	83,75	Cb
Mata ciliar	193,75	Ba	109,75	Ba
Pinus	9,75	Fa	17,00	Fa
Mata nativa	59,50	Ea	60,75	Da
Citros	134,00	Ca	131,75	Aa
CV%	13,38		12,65	

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O fato da ocorrência de maiores densidades de esporos ter ocorrido no período seco (com exceção para as áreas de pinus e mata nativa, que foram inferiores no período seco), é explicado na literatura, uma vez que os esporos são estruturas de resistência e a sua existência no sistema costuma ser reduzida no período de chuvas, quando outras estruturas como hifas são mais abundantes (CAPRONI et al., 2000). GUADARRAMA & ALVAREZ-SÁNCHEZ (1999) sugerem que a umidade favorece a germinação dos esporos, resultando em

alta colonização e baixa produção de esporos. Comportamento este também relatado por JANOS et al., (1995), SINGÜENZA et al. (1996) e RAMÍREZ-GERARDO et al. (1997) em estudos feitos em solos dos trópicos úmidos em área de baixada. CALDEIRA (1981), SCHWAN (1984) e COELHO (1997), obtiveram resultados inversos no período chuvoso, ou seja, foi encontrado um maior número de esporos de FMAs nos solos estudados.

Os números de esporos obtidos nas áreas estudadas, contribuíram em parte, à indicação de equilíbrio existente nos agrossistemas da FEEAFI, que mesmo manejados convencionalmente (por exemplo, a área sob cultivo de café) e/ou práticas intensivas de produção (por exemplo, a área sob cultivo de horta), apresentaram números de esporos consideráveis, superando os valores obtidos em estudos já realizados, como por exemplo SIQUEIRA (1989), que encontrou na região Sudeste do Brasil, diferentes densidades de esporos/50 mL de solo para solos sob cultivo de citros (120), eucalipto (37), pastagem (52) e café (20).

Os números de esporos obtidos nos dois períodos estudados podem ser observados na figura 4.

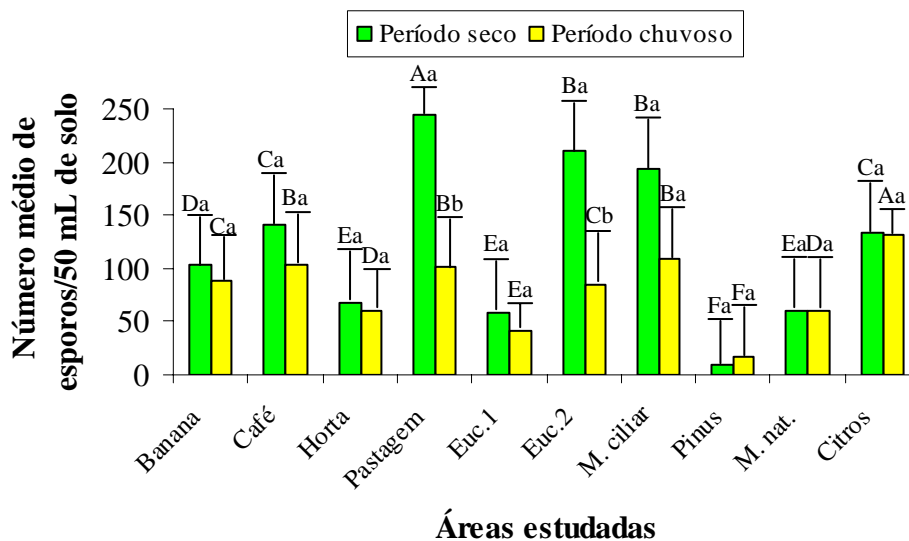


Figura 4 – Número de esporos/50 mL de solo nos solos sob diferentes cultivos no período seco (abril/setembro) e chuvoso (outubro/março). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula comparam dentro dos tratamentos e seguidas pela mesma letra minúscula comparam entre os tratamentos não diferindo entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

05. CONCLUSÕES

Os períodos de estudo (seco e chuvoso) influenciaram nas densidades de esporos.

O sistema de manejo adotado em cada área estudada teve influência sobre a densidade de esporos.

O período seco proporcionou os maiores valores de densidade de esporos (com exceção para as áreas de pinus e mata nativa).

O solo sob cultivo de pastagem proporcionou maior número de esporos no período seco, enquanto que no período chuvoso o maior valor foi sob cultivo de citros.

A menor densidade de esporos foi verificada no cultivo de pinus, independentemente da época estudada.

06. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, L.K.; ROBSON, A.D. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. **Agriculture Ecosystem Environment**, v.35, p.121-150, 1991.

ANDERSON, A.J. **Mycorrhizae – host specificity and recognition**. In: Symposium on Interactions of Mycorrhizal Fungi with Soilborne Plant Pathogens and Other Organisms. *Phytopathology*, v.78, p.375-378, 1988.

BAKSHI, B.K.; KUMAR, D. **Forest tree mycorrhiza**. *Indian Forester*, Dehra Dun, v.52, p.79-84, 1968.

BELLEI, M.M.; GARBAIE, J.; GIL, M. Mycorrhizal succession in young *Eucalyptus viminalis* plantations in Santa Catarina (South Brazil). **Ecologic Management**, 1991.

BELLEI, M.M. **Micorrizas de *Eucalyptus* spp. em viveiros e florestas de Santa Catarina**. Florianópolis: UFSC, 54p. 1987.

BELLEGARD, S.E. The topsoil as the major store of the propagules of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in southeast Australian sandstone soils. **Mycorrhiza**, v.3, p.19-24, 1993.

BRUNDRETT, M. Mycorrhizas in natural ecosystems. **Advanced Ecological Resilience**, v.21, p.171-313, 1991.

BÜLL, L.T.; LACERDA, S.; NAKAGAWA, J. Termofosfato: alterações em propriedades químicas em um Latossolo vermelho-escuro e eficiência agronômica. **Bragantia**, v.56, n.1, p.169-79, 1997.

CALDEIRA, S.F. **Observações sobre a associação de endomicorrizas com café, capim-gordura, limão-rosa e soja**. Viçosa: UFV, 40p. 1981. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1981.

CAMPRUBÍ, A. **Micorrizas en viveros de cítricos: caracterización, selección de hongos y aplicación de esta biotecnología en un sistema de producción en campo**. 1994. 267p. (Tesis Doctoral) - Facultad de Biología, Barcelona. 1994.

CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; ABOUD, A.C.S.; BERBARA, R.L.L.; GRANHA, J.R.O. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em áreas degradadas pela mineração de bauxita e reflorestadas com espécies florestais nativas em Porto Trombetas-PA. In: XXIV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas; VIII Reunião Brasileira Sobre Micorrizas; V Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo; III Reunião Brasileira de Biologia do Solo. 2000, Santa Maria. **Resumos...**, Santa Maria, 2000. Seção trabalhos voluntários. CD-ROM.

CAPRONI, A.L. **Fungos micorrízicos arbusculares em áreas reflorestadas remanescentes da mineração de bauxita em Porto Trombetas/PA**. 2001. 186f. (Tese Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.; CURI, N. Limitação nutricional e efeito do pré-cultivo com *Brachiaria decumbens* e da inoculação com *Glomus etunicatum* no crescimento de mudas de espécies arbóreas em solo degradado. **Ciência e Prática**, Lavras, v.19, n.3, p.281-288, 1995.

CHRISTIE, P.; LI, X.; CHEN, B. Arbuscular mycorrhiza can depress translocation of zinc to shoots of host plants in soils moderately polluted with zinc. **Plant and Soil**, v.261, p.209-217, 2004.

COELHO, C.F. Caracterização e incidência de fungos micorrízicos em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* no municípios de Paraopeba, Bocaiúva e João Pinheiro, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.21, n.3, p.393-404, 1997.

COLOZZI-FILHO, A. **Dinâmica populacional de fungos micorrízicos arbusculares no agrossistema cafeeiro e adubação verde com leguminosas**. Piracicaba : ESALQ, 106p. 1999 (Tese de Doutorado).

CORDEIRO, M.A.S.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; AZEVEDO, W. PAULINO, H.B. & CARNEIRO, M.A.C. Fungos micorrízicos arbusculares em diferentes sistemas de manejo de um Neossolo quartzênico. In: Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 2003. Ribeirão Preto - SP, **Resumos...**, 2003. CD-ROM.

DANIELS, B.A.; TRAPPE, J.M. Factors affecting spore germination of the VAM fungus *Glomus epigeus*. **Mycologia**, New York, v.72, n. 3, p.457-471, 1980.

Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes – EAFI. Dados de pluviosidade e temperatura média dos meses do ano de 2007, obtidos pela **Unidade Educacional de Produção da Fruticultura**.

FONTANA, A.; PEREIRA, M.G.; SILVA, E.M.R. Propriedades edáficas e fungos micorrízicos arbusculares como indicadores de qualidade em solos de Tabuleiro. In: XXVI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas; X Reunião Brasileira Sobre Micorrizas; VII Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo; V Reunião Brasileira de Biologia do Solo. 2004, Lages, SC. **Resumos...**, Lages, SC, 2004. Seção trabalhos voluntários. CD-ROM.

FURTADO, D. **Sistema de análise de variância: Sisvar 4.1**. Lavras: UFLA/CAPES, 2000.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v.6,p. 235-246, 1963.

GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. Cellular and genetical aspects of interactions between hosts and fungal symbionts in mycorrhizae. **Genome**, v.31,p.336-341, 1989.

GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p.97-102, 1984.

GONZÁLES-CHÁVEZ, M.C.; D'HAEN, J.; VANGRONSVELD, J.; DODD, J.C. Copper sorption and accumulation by the extraradical mycelium of different *Glomus* spp.(arbuscular mycorrhizal fungi) isolated from the same polluted soil. **Plant and Soil**, v.240, p.287-297, 2002.

GUADARRAMA, P.; ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, F.J. Abundance of arbuscular mycorrhizal fungi spores in different environments in a tropical rain forest. Veracruz, Mexico. **Mycorrhiza**, n.8, p.267-270, 1999.

HABTE, M.; FOX, R.L.; AZIZ, T.; EL-SWAIFY, S.A. Interaction of vesicular mycorrhizal fungi with erosion in and oxisol. **Application Environment Microbiology**, v.54, p.945-950, 1988.

JANOS, D.P. Mycorrhizae influence tropical succession. **Biotropica**, v.12, supl.2, p.56-64, 1980. v. 12, 56-64 p., 1980.

JANOS, D.P.; SAHLEY, C.T.; EMMONS, L.H. Rodent dispersal of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in Amazonian Peru. **Ecology**, v. 76, p.1852-1858, 1995.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-floatation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, v.48, n.8,p.692-694, 1964.

KOEPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**. Zweite verbesserte auflage der "Klimate der Erde". Berlin: Walter De Gruite Co, 1931.

KROPP, B.R.; MCAFEE, B.J.; FORTIN, J.A. Variable loss of ectomycorrhizal ability in monokaryotic and dikaryotic cultures of *Laccaria bicolor*. **Can. J. Bot.**, v.65, p.500-504, 1987.

LAPEYRIE, F.F.; CHILVERS, G.A. An endomycorrhiza-ectomycorrhizasuccession associated with enhanced growth of *Eucalyptus dumosa* seedlings planted in a calcareous soil. **New Phytology**., v.100, p.93-104, 1985.

LEVISHON, I. Effects of micorrhiza on tree growth. **Soils and fertilizers**, v.21, p.73-82, 1958.

LING-LEE, M.; CHILVERS, G.A.; ASHFORD, A.E. A histochemical study of phenolic materials in micorrhizal and uninfected roots of *Eucalyptus fastigata* Deane and Maiden. **New Phytology**, v.78, p.313-328, 1977.

LOPES, A.S. **Solos sob "Cerrado": características, propiedades e manejo.** 2.ed. Piracicaba: Potafos, 162 p. 1984.

MALAJCZUK, N.; MOLINA, R.; TRAPPE, J.M. Ectomycorrhiza formation in *Eucalyptus*. I. Pure culturesynthesis, host specificity and mycorrhizal compatibility with *Pinus radiata*. **New Phytology**, v.91, p.467-482, 1982.

MALAJCZUK, N.; MOLINA, R.; TRAPPE, J. M. Ectomycorrhiza formation in *Eucalyptus*. II. The ultrastructure of compatible and incompatible mycorrhizal fungi and associated roots. **New Phytology**, v.96, p.43-53, 1984.

MANSON, P.A.; MUSOKO, M.O.; LAST, F.T. Short-term changes in vesicular-arbuscular mycorrhizal spore populations in *Terminalia* plantations in Cameroon. In: READ, D.J.; LEWIS, D.H.; FITTER, A.H.; ALEXANDER, I.J. (eds). **Mycorrhizas in ecosystems**, p.261- 267, 1992.

MARKS, G.C.; KOZLOWSKI, T.T. **Ectomycorrhizae their Ecology and Physiology.** London: Academic Press, 445 p., 1973.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. **Plant Soil**, v.159, n.1, p.89-102, 1994.

MARX, D.H.; DAVEY, C.B. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on resistance of pine roots to pathogenic infections. III. Resistance of aseptically formed mycorrhizae to infection by *Phytophthora cinanamoni*. **Phytopathology**, v.59, p.549-558, 1969.

MARX, D.H. Role of mycorrhizal in florestation of surface mines. In: Symposium on Trees for Reclamation in the Eastern United States, Lexington, Kentucky, USDA, **Forest Service**, p.109-116, 1980.

MARX, D.H. The host range and world distribution of the ectomycorrhizal fungi *Pisolithus tinctorius*. **Can. J. Bot**, v.23, p. 217-223, 1977.

MARX, D.H. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. **Phytopathology**, v.59, p.153-163, 1969.

MARX, D.H. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. V. Resistance of mycorrhizae to infections by vegetative mycelium of *Phitophthora cinnamomi*. **Phytopathology**, v.60, p.1472-1473, 1970.

MENGE, J.; GERDERMANN, J.W.; LEMBRIGHT, H.W. Mycorrhizal fungi and citrus beneficial effects. **Citrus Industry Magazine**, Bartow, v.56, p.16-18, 1975.

MOLINA, R. Ectomycorrhizal specificity in the genus *Alnus*. **Can. J. Bot.**, v.59, p.325-334, 1981.

MOLINA, R.; TRAPPE, J. M. Lack of mycorrhizal specificity by ericaceous hosts *Arbutus menziesii* and *Arctostaphylos uva-ursi*. **New Phytology**, v.90, p.495-509, 1982a.

MOLINA, R.; TRAPPE, J. M. Patterns of ectomycorrhizal host specificity and potencial among Pacific Northwest conifers and fungi. **For Science**, v.28, p.423-458, 1982b.

MOSSE, B.; STRIBLEY, D. P.; LE TACON, F. Ecology of mycorrhizal fungi. **Advanced Microbiology Ecology**, v.5, p.137-210, 1981.

MUNYANZIZ, E.; KEHRI, H.K.; BAGYARAJ, D.J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agro-ecosystem function in the tropics: the role of mycorrhiza in crops and trees. **Applied Soil Ecology**, v. 6, p.77-85, 1997.

NAKAYAMA, L.H.I.; CACERES, N.T.; ALCARDE, J.C. Eficiência relativa de fontes de fósforo de diferentes solubilidades na cultura do arroz. **Scientia Agricola**, v.55, n.2, p.183-90, 1998.

NEMEC, B.; MENGE, J.A.; PLATT, R.G.; JOHNSON, E.L.V. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with citrus in Florida and California and notes on their distribution and ecology. **Mycologia**, v. 73, p.113-127, 1981.

O'KEFFE, D.M.; SYLVIA, D.M. Mechanisms on the vesicular-arbuscular mycorrhizal plant-growth response. In: ARORA, D. K.; RAI, B.; MUKERJL, K. G.; KNUDSEN, G. R. **Handbook of Applied Mycology**. New York: Marcel Dekker, p.35-53, 1991.

OLIVEIRA, A.A.R.; COELHO, Y. da S. Infecção micorrízica em pomares de citros no Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.17, n.3, p.77-84, 1995.

OLIVEIRA, A.A.R.; COELHO, Y. da S.; MATTOS, C. R. R. Infecção micorrízica em pomares de citros no Estado da Bahia. In.: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 8., 1986, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p.195-198, 1986.

OLIVEIRA, P.P.A.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, 2007.

ORLOWSKA, E.; RYSZKA, P.; JURKIEWICZ, A.; TURNAU, K. Effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungal (AMF) strains in colonization of plants involved in phytostabilisation of zinc wastes. **Geoderma**, v.129, p.92-98, 2005.

PEREIRA, J.M. **Atividade da redutase de nitrato e associação ectomicorrízica em mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta ao nitrato**. Viçosa: UFV, 1992. Tese (Mestrado em microbiologia) – Universidade Federal de Viçosa, 1992.

PRADO, H.do. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo**. 4.ed. Piracicaba, 282 p., 2005.

RAMÍREZ-GERARDO, M.; ÁLVAREZSÁNCHEZ, J.; GUADARRAMA, P.; SÁNCHEZ-GALLÉN. Estudio de hongos micorrizógenos arbusculares bajo árboles remanentes em um pastizal tropical. **Boletín de la Sociedad Botánica de Mexico**, n.61, p.15-20, 1997.

SAFIR, G.R.; DUNIWAY, J.M. Evaluation of plant response to colonization by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: SCHENCK, N. C. ed. *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. St Paul, **American Phytopathological Society**, MN., p.77-80, 1982.

SCHENCK, N. C.; SCHROEDER, V. N. Temperature response of *Endogone* mycorrhiza on soybean roots. **Mycologia**, v.69, p.600-605, 1974.

SCHWAN, K.R.F. **Caracterização, incidência e ecologia de micorrizas em viveiros e florestas de *Eucalyptus* spp. na região de Viçosa, MG.** Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 55 p., 1984 (Dissertação Mestrado).

SILVA, L.X. da.; FIGUEIREDO, M.V.B.; SILVA, G.A; GOTO, B.T.; OLIVEIRA, J.P.; BURITY, H.A. Fungos micorrízicos arbusculares em áreas de plantio de leucena e sabia na estado de Pernambuco. **Revista Arvore**, Viçosa, v.31, p.427-435, 2007.

SINGÜENZA, C. ESPEJEL, I.; ALLEN, E.B. Seasonality of mycorrhizae in coastal sand dunes of Baja California. **Mycorrhiza**, n.6, p.151-157, 1996.

SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em agroecossistemas do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.12, p.1499-1506, 1989.

SIQUEIRA, J.O. Fisiologia e bioquímica de micorrizas vesículo-arbusculares: alguns aspectos da relação fungo-planta e absorção de fósforo. In: Reunião Brasileira de Micorrizas, 4, 1991, Mendes. **Anais**. Itaguaí: EMBRAPA-CNPBS, p.01-27,1991.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotechnology do solo: fundamentos e perspectivas.** Lavras, MEC/ABEAS/ESAL, 235 p., 1988.

SIQUEIRA, J.O. **Micorrizas arbusculares.** In.: ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. *Microrganismos de importância agrícola*. Brasília: Embrapa, p.151-194, 1994. (Documentos, 44).

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M; ARAUJO, R.S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental.** EMBRAPA, Brasília: EMBRAPA, 142 p., 1994.

SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, P.T.G. Ecology and application of VAM fungi in coffee crop in Brazil. In: North American Conference on Mycorrhizae, 9, 1993, Guelph. **Proceedings**. Guelph: University of Guelph, 78 p.,1993.

SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN-JUNIOR, O.J. The importance of mycorrhizae association in natural soil low fertility. In: MACHADO, A.T.; MAGNAVACA, R.; PANDEY, S; SILVA, A.F. (eds). *Poc. Int. Symposium on Environmental Stress: maize in perspective.* **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA, p.240-280, 1995.

THOMPSON, J.P. What is the potencial for management of mycorrhizas in agriculture. In: ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K.; MALAJCZUK, N. *Management os Mycorrhizas in Agriculture, Horticulture and Forestry.* **Dordrecht: Kluwer Academic**, p.191-200, 1994.

STÜRMER, S.L.; SIQUEIRA, J.O. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Brazilian ecosystems. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. ; BRUSSAARD, L. (Ed). Soil biodiversity in Amazonian and Brazilian ecosystems. **CABI- Publishing**, p.206-236, 2006.

TRAPPE, J.M.; FOGEL, R. D. Ecosystematic functions of mycorrhizae. In:_____. "The below ground ecosystem: A synthesis of plant-associated processes". **Range Sci., Dep. For. Ser.** 26, p.205-214, 1977.

TRAPPE, J.M. Phylogenetic and ecologic aspects of mycotrophy in the angiosperms from an evolutionary standpoint. In: SAFIR, G. R. Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants. **Boca Raton: CRC**, p.5-25, 1987.

TZEAN, S.S.; HUANG, Y.S. The occurrence and formation of vesicular-arbuscular mycorrhizal of citrus and maize. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, Taipei, v.21, p.119-134, 1980.

WEBER, O.B.; OLIVEIRA, E.de. Ocorrência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em citros nos Estados da Bahia e Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.12, p.1905-1914, 1994.

WILSON, J.M.; TOMMERUP, I.C. Interactions between fungal symbionts: VA mycorrhizae. In: ALLEN, M. F. **Mycorrhizal Functioning**. London: Chapman Hall, p.199-248, 1992.

ZAMBOLIM, L.; BARROS, N. F. Constatação de MVA em *Eucalyptus* spp na região de Viçosa. MG. **Revista Árvore**, v.6, p.95-97, 1982.