

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI - UFVJM**

HESMAEL ANTONIO ORLANDI COSTA

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SEMPRE-VIVA PÉ-
DE-OURO (*Syngonanthus elegans* (Bong.) Ruhland)**

DIAMANTINA - MG

2008

HESMAEL ANTONIO ORLANDI COSTA

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SEMPRE-VIVA PÉ-
DE-OURO (*Syngonanthus elegans* (Bong.) Ruhland)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Graziotti

Co-Orientador: Ph.D. Sidney Luiz Stürmer
Universidade Regional de Blumenau-FURB

**DIAMANTINA-MG
2008**

Ficha Catalográfica
Preparada pelo Serviço de Biblioteca/UFVJM
Bibliotecária: Ieda Maria Silva – CRB-6ª nº 1251

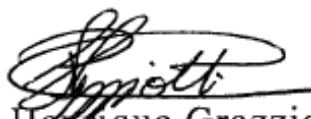
C837f 2008	Costa, Hesmael Antonio Orlandi Fungos micorrízicos arbusculares em sempre-viva pé-de-ouro (<i>Syngonanthus elegans</i> (Bong.) Ruhland.)/Hesmael Antonio Orlandi Costa. - Diamantina: UFVJM, 2008. 55 p. Dissertação (Mestrado/Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Graziotti 1. Micorriza arbuscular. 2. Diversidade. 3. Ocorrência I. Título. CDD: 632
---------------	---

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SEMPRE-VIVA
PÉ-DE-OURO - *SYNGONANTHUS ELEGANS***

HESMAEL ANTÔNIO ORLANDI COSTA

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação – Mestrado em
Produção Vegetal como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre.

APROVADA EM 30 / 07 / 2008



Prof. Dr. Paulo Henrique Graziotti – UFVJM
Presidente



Prof^a. Dr^a. Eliane Aparecida Gomes – EMBRAPA
Membro



Prof. Dr. Enilson de Barros Silva – UFVJM
Membro



Prof. Dr. Ubirajara Russi Nunes – UFVJM
Membro

OFEREÇO

À Deus e a minha família!!

DEDICO

Aos meus pais por sempre acreditarem e me apoiarem em todas as minhas decisões.

Aos meus irmãos pelo incentivo

À minha namorada Chrys pela paciência e pelo grande apoio.

Aos Tios (as) e Primos (as) pelo grande apoio.

Aos meus colegas Múcio e Celmo pela sincera amizade.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, força e coragem para enfrentar tantos obstáculos e finalmente atingir esse Objetivo.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela oportunidade de me tornar um profissional qualificado.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Graziotti pela orientação, confiança, pelas críticas construtivas e pela atenção.

Ao Prof. PhD. Sidney Luiz Sturmer pelas sugestões, paciência, ensinamentos e por sua grande contribuição na realização desse trabalho.

À todos os professores da UFVJM que de certa forma contribuíram para esta realização, em especial, ao Prof. Dr. Enilson de Barros Silva pela confiança, amizade.

Aos meus pais, Elias Américo Costa e Helenita Orlandi Costa, pelo amor, pela paciência, por me apoiar nos momentos difíceis dessa jornada e por serem exemplos de pessoas nas quais eu me espelho.

Aos meus irmãos Anadélia e Elias Junio pela paciência, apoio e incentivo.

À minha namorada Chrys, pelo amor, carinho, paciência, incentivo e pelo companheirismo.

Aos meus Tios (as) e Primos (as) pelo grande apoio ao longo dessa jornada.

Aos meus amigos, Múcio Mágnio de Melo Farnezi e Celmo Aparecido Ferreira, pela verdadeira amizade e por estarem sempre presente.

Aos colegas do Laboratório de Microbiologia do Solo (UFVJM) pela amizade e pelo apoio.

Ao Rafael A. Baracho (Laboratório de Fertilidade do Solo - UFVJM) pela amizade e contribuição.

Enfim, agradeço a todos que estiveram ao meu lado, me incentivando e me dando força e que fizeram parte desta caminhada.

RESUMO

COSTA, H. A. O. **Fungos micorrízicos arbusculares em sempre-viva pé-de-ouro (*Syngonanthus elegans* (Bong.) Ruhland.)**. 2008. 56p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG, 2008.

A sempre-viva *Syngonanthus elegans*, é uma espécie endêmica dos Campos Rupestres que está ameaçada de extinção devido ao extrativismo, que busca sua beleza natural como matéria prima para confecção de produtos ornamentais com alto valor comercial. Existem poucas informações sobre a ecologia desta espécie e nenhuma sobre a ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). O objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência e a diversidade de FMAs em *Syngonanthus elegans*. Dez plantas com raízes e solo rizosférico foram coletadas, em julho de 2007, de locais de ocorrência natural em Diamantina – MG: Nascente do Córrego do Soberbo e Parque Nacional das Sempre-vivas. Em cada local foi selecionada uma área de 100 x 100m. Estas áreas apresentam semelhança quanto à fertilidade do solo e ao clima. Como controle, foram coletadas três exemplares das espécies *Loudetiopsis chrysothrix* e *Xyris* sp. Em *S. elegans* foram observados estruturas fúngicas como hifas, vesículas arbusculares e esporos; alta porcentagem de raízes colonizadas (75 %) e 24 espécies de FMAs morfológicamente distintos. Mais da metade dos FMAs observados neste estudo não puderam ser identificadas a nível de espécie, sendo que algumas destas são possivelmente novas para ciência, como *Acaulospora* sp.3, *Scutellospora* sp.1, *Scutellospora* sp.3 e *Scutellospora* sp. 4. As famílias de FMAs que ocorreram em *S. elegans* foram Gigasporaceae, Acaulosporaceae, Glomeraceae e Archaeosporaceae, sendo que as famílias Acaulosporaceae (47 %) e Gigasporaceae (35 %) foram predominantes nas duas áreas. Foram observados cinco gêneros de FMAs em *S. elegans* ocorrendo nas áreas estudadas, *Scutellospora*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Glomus* e *Archaeospora*, sendo que o gênero predominante no Soberbo foi *Acaulospora* (47 %) e *Glomus* (26 %) e no Parque *Acaulospora* (35 %), *Glomus* (29 %) e *Scutellospora* (24 %). No Parque, apesar de menor índice de diversidade e equitabilidade, observou-se maior riqueza de espécies de FMAs. Essa maior riqueza de FMAs, aliada a melhor distribuição de espécies por gênero, indica que esta área apresenta uma comunidade de FMAs mais estável. *S. elegans* é uma planta micorrízica e apresenta alta porcentagem de raízes colonizadas e diversidade de FMAs. Algumas espécies observadas podem ser novas para a ciência. Novos estudos deverão avaliar a importância dos FMAs no estabelecimento e sobrevivência de *S. elegans*.

Palavras chave: Micorriza arbuscular, ocorrência, diversidade

ABSTRACT

COSTA, H. A. O. **Arbuscular mycorrhizal fungi in star-flower foot-of-gold (*Syngonanthus elegans* (Bong.) Ruhland.)**. 2008. 56 p. Dissertation (Master in Vegetable Production)-Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2008.

The star-flower *Syngonanthus elegans* is a species endemic of Campos Rupestres that is threatened with extinction due to the extractivism, which seeks its natural beauty as the raw material for manufacturing of ornamental products with high commercial value. There is little information on the ecology of this species and none on the occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). The objective of this study was to evaluate the occurrence and diversity of AMF in *S. elegans*. Ten plants with roots and rhizospheric soil were collected in July 2007 of places of natural occurrence in Diamantina - MG: the east Córrego Soberbo and the Parque Nacional das Sempre-viva. At each location was selected an area of 100 x 100m. These areas have similar about the fertility of the soil and climate. As a control, were also collected three copies of the species *Loudetiopsis chrysothrix* and *Xyris* sp. In *S. elegans* fungal structures were seen as hyphae, vesicles, arbusculos and spores; high percentage of roots colonized (75%) and 24 species of AMF morphologically distinct. Over half of the AMF observed in this study could not be identified in terms of species, and that some of these are probably new to science, as *Acaulospora* sp.3, *Scutellospora* sp.1, *Scutellospora* sp.3 and *Scutellospora* sp. 4. The families of AMF that occurred in *S. elegans* were Gigasporaceae, Acaulosporaceae, Glomeraceae and Archaeosporaceae, and the families Acaulosporaceae (47%) and Gigasporaceae (35%) were predominant in the two areas. Five genera were observed of AMF in *S. elegans* occurring in the areas studied, *Scutellospora*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Glomus* and *Archaeospora*, the predominant gender in Soberbo was *Acaulospora* (47%) and *Glomus* (26%) and the Park *Acaulospora* (35%), *Glomus* (29%) and *Scutellospora* (24%). In the Park, despite a lower index of diversity and evenness, there was greater wealth of species of AMF. This greater wealth of AMF, combined with better distribution of species by genera, indicates that this area has a community of AMF more stable. *S. elegans* is a mycorrhizal plant and it presents high percentage of colonized roots and diversity of AMF. Some observed species can be new for the science. New studies should evaluate the importance of AMF in the establishment and survival of *S. elegans*.

Key words: Arbuscular micorrhizal, occurrence, diversity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Cadeia do Espinhaço e seus principais maciços nos estados de Minas Gerais e Bahia.....	11
Figura 2. Distribuição geográfica da Cadeia do Espinhaço. Domínios geográficos: 1- Espinhaço Meridional; 2- Espinhaço Central; 3- Espinhaço Setentrional; 4- Chapada Diamantina.....	12
Figura 3. Vista dos locais de coleta das amostras: a) Nascente do Córrego do Soberbo; b) Parque Nacional das Sempre-vivas.....	25
Figura 4. Distribuição mensal da precipitação e temperatura média em Diamantina - MG ao longo do ano de 2007.....	26
Figura 5. Cultivo de <i>Brachiaria brizantha</i> (Culturas armadilha) em Casa de vegetação no Campus II da UFVJM, Diamantina – MG, 2007.....	29
Figura 6. Estruturas de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de <i>Syngonanthus elegans</i>	30
Figura 7. Disposição das plantas de <i>Syngonanthus elegans</i> consideradas como isoladas.....	31
Figura 8. Esporos de <i>Acaulospora</i> sp.3 (a); <i>Scutellospora</i> sp.1 (b); <i>Scutellospora</i> sp.3 (c) e <i>Scutellospora</i> sp. 4 (d).....	34
Figura 9. Número de esporos de FMAs em <i>Syngonanthus elegans</i> ; e nas espécies <i>Loudetiopsis chrysothrix</i> e <i>Xyris</i> sp.....	36
Figura 10. Composição da comunidade de FMAs observadas em <i>Syngonanthus elegans</i>	39
Figura 11. Índices de ecológicos da comunidade de espécies de FMAs em <i>Syngonanthus elegans</i> , <i>Loudetiopsis chrysothrix</i> e <i>Xyris</i> sp.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análises químicas, físicas, umidade e capacidade máxima de retenção de água (CMRA) das amostras de solo das áreas do Soberbo e do Parque Nacional das Sempre-vivas.....	27
Tabela 2. Presença de fungos micorrízicos arbusculares observados em <i>Syngonanthus elegans</i> , <i>Loudetiopsis chrysothrix</i> e <i>Xyris</i> sp. nas áreas do Soberbo e do Parque Nacional das Sempre-vivas em Diamantina – MG.....	33
Tabela 3. Frequência de ocorrência (%) das espécies de FMAs observados em solos rizosférico da sempre-viva <i>Syngonanthus elegans</i>	35
Tabela 4. Número de esporos (50 g de solo) de FMAs ocorrendo em <i>Syngonanthus elegans</i> e em <i>Loudetiopsis chrysothrix</i> e <i>Xyris</i> sp. (Controles) no Soberbo e no Parque Nacional das Sempre-vivas, identificadas em Solo Nativo (SN) e em culturas armadilhas (CA).....	37
Tabela 5. Índice de similaridade de Jaccard para esporos da comunidade de FMAs entre as áreas do Soberbo e do Parque Nacional das Sempre-vivas.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Campo Rupestre: Maior centro de diversidade de Eriocaulaceae.....	11
2.2 Ecologia dos fungos micorrízicos arbusculares.....	15
2.2.1 Especificidade e sazonalidade dos fungos micorrízicos arbusculares.....	17
2.2.2 Fungos micorrízicos arbusculares e comunidade de planta.....	19
2.2.3 Fungos micorrízicos arbusculares sob condições extremas de temperaturas e umidade.....	20
2.2.4 Fungos micorrízicos arbusculares em ecossistemas brasileiros.....	22
2.3 Taxonomia dos fungos micorrízicos arbusculares.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Local de estudo.....	24
3.2 Coleta de amostras.....	26
3.3 Avaliação da colonização radicular.....	27
3.4 Avaliação do número de esporos e da diversidade de fungos micorrízicos arbusculares.....	28
3.5 Índices ecológicos.....	29
3.6 Análise estatística.....	30
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Colonização radicular.....	30
4.2 Ocorrência e abundância de fungos micorrízicos arbusculares.....	32
4.3 Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares.....	38
5 CONCLUSÃO.....	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A Cadeia do Espinhaço ocupa uma grande área que vai da porção central de Minas Gerais até o extremo norte da Bahia. Essa formação geológica com altitudes próximas a 1.200 metros ocorre uma vegetação típica conhecida como Campo Rupestre, onde predominam áreas rochosas, planaltos arenosos com períodos definidos de seca e encharcamento, apresentando uma grande riqueza florística.

Ao longo desses Campos, a família Eriocaulaceae é um componente importante da vegetação, e o centro de diversidade genética dessa família está nas montanhas da Cadeia do Espinhaço (GIULIETTI et al., 2005).

Espécies do gênero *Syngonanthus* (Eriocaulaceae), são conhecidas popularmente como “sempre-viva”, pois suas inflorescências, após serem colhidas permanecem por muito tempo com aspecto *in natura*. A espécie *Syngonanthus elegans* conhecida popularmente como sempre-viva pé-de-ouro, é uma das espécies mais comercializadas por possuir escapo longo propício para o artesanato. Devido ao extrativismo, essa espécie encontra-se criticamente ameaçada de extinção.

Essa espécie de sempre-viva é endêmica dos Campos Rupestres, e como as demais, apresenta inúmeras adaptações (SCATENA e MENEZES, 1996), devido às características do substrato onde vive, apresentando estratégias que permitem minimizar a perda e o melhor aproveitamento da água, favorecendo as plantas em situações extremas.

A produção de mucilagem pelas raízes de *Syngonanthus* pode ser um dos facilitadores para que haja interação das raízes com microrganismos do solo como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Esses fungos promovem melhor nutrição e crescimento da planta hospedeira, principalmente em ambientes extremos, assim podendo contribuir para a sobrevivência dessas espécies nesta região.

As informações sobre a presença de FMAs em sempre-viva são escassas na literatura (SILVA et al., 2001). Em um único estudo foi observado a presença de FMAs colonizando raízes de *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* (BORBA e AMORIM, 2007). No entanto, não existe nenhuma informação da presença e da ecologia desses fungos em *Syngonanthus elegans*. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a ocorrência e a diversidade de FMAs em sempre-viva *S. elegans* na Serra do Espinhaço Meridional em Minas Gerais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Campo Rupestre: Maior centro de diversidade de Eriocaulaceae

A Cadeia do Espinhaço ocupa uma expressiva área das regiões sudeste do Brasil, estendendo-se por cerca de 1.200 km na direção norte-sul, desde a porção central em Minas Gerais pela Serra do Espinhaço até o extremo norte da Bahia pela Chapada Diamantina (ABREU et al., 2005) (Figura 1). A largura do espigão serrano é extremamente variável chegando a variar de 60 a 80 km em Minas Gerais, como no paralelo de Diamantina, até pouco mais de 3 km ao norte de Grão Mongol (Figura 2) (CHAVES et al., 2006).

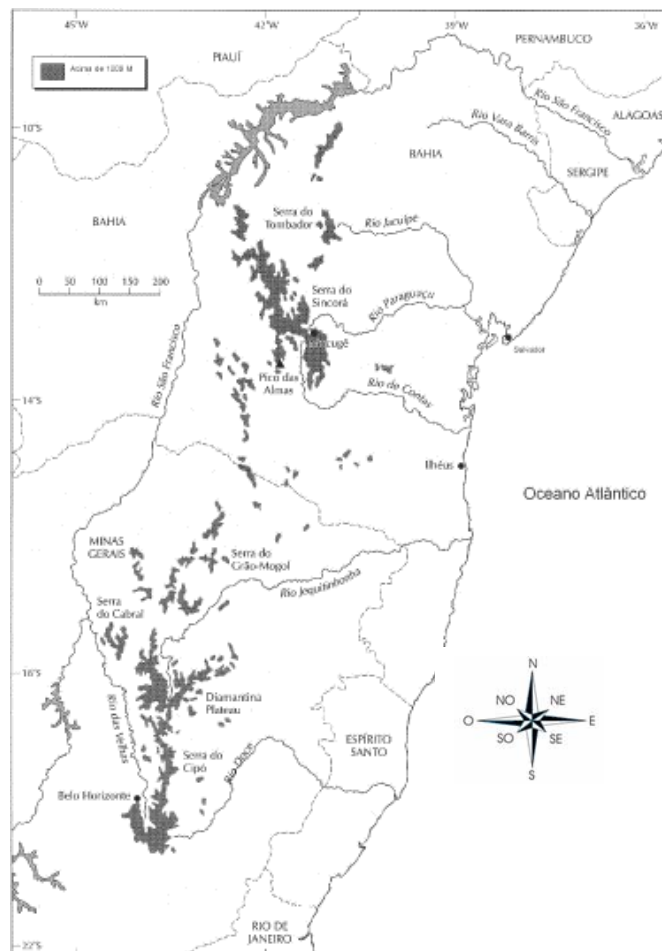


Figura 1. Localização da Cadeia do Espinhaço e seus principais maciços nos estados de Minas Gerais e Bahia. Fonte: Adaptado de Davies et al. (1997).

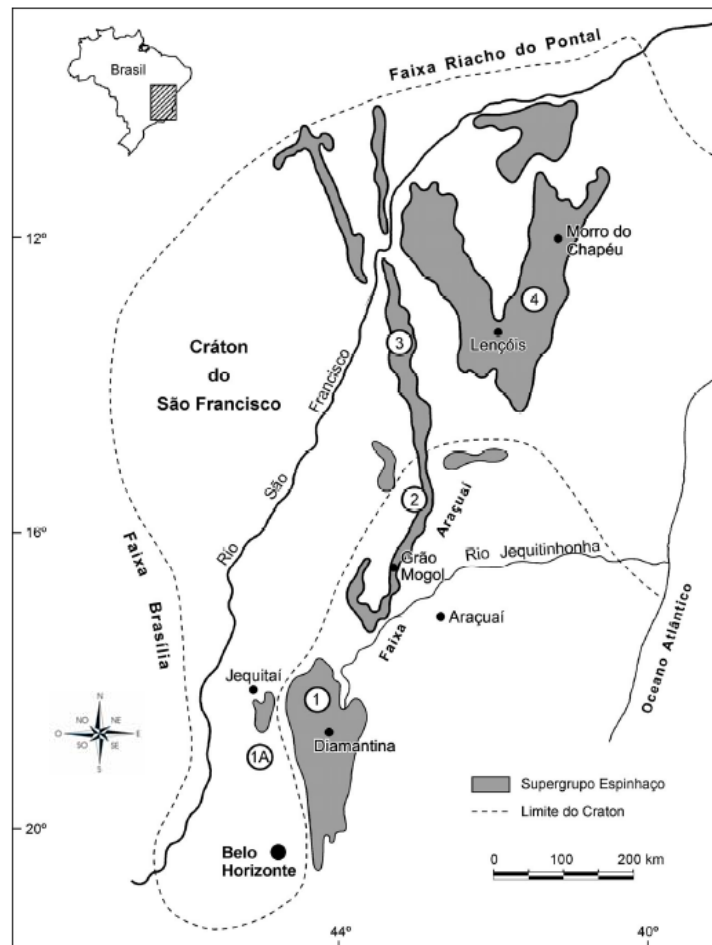


Figura 2. Distribuição geográfica da Cadeia do Espinhaço. Domínios geográficos: 1- Espinhaço Meridional; 2- Espinhaço Central; 3- Espinhaço Setentrional; 4- Chapada Diamantina. Fonte: Adaptado de Chaves e Brandão (2004).

O relevo da Serra do Espinhaço é determinado pela natureza quartzítica das rochas que a constituem, sendo compostas quase que exclusivamente do mineral quartzo, que além de quase insolúvel, promove a formação de solos arenosos e rasos, pobres em nutrientes para grande parte das espécies vegetais (ABREU et al., 2005) e com diversos afloramentos dispersos.

O Campo Rupestre ocupa áreas rochosas, planaltos arenosos e brejos que dominam a paisagem na região mais alta da Cadeia do Espinhaço, geralmente acima de 1.000 m de altitude, porém às vezes variando entre 600 e 2.000 m, dependendo da interação de uma série de outros fatores ambientais (HARLEY, 1995; MIRANDA e GIULIETTI, 2001; ABREU et al., 2005). O termo “Campo Rupestre” foi primeiramente utilizado por Magalhães (1966) para designar o tipo de vegetação associada a afloramentos quartzíticos, característica da Serra do Espinhaço. Este termo vem sendo amplamente utilizado por grande parte dos pesquisadores envolvidos no estudo da vegetação na Serra do Espinhaço (GIULIETTI et al., 1987;

MEGURO et al., 1994; PIRANI et al., 1994; HARLEY, 1995; GIULIETTI et al., 1997; GIULIETTI et al., 2000; PIRANI et al., 2003; ZAPPI et al., 2003).

Os Campos Rupestres têm atraído a atenção de pesquisadores de diversas partes do mundo devido, principalmente, à riqueza de sua composição florística e às adaptações apresentadas por muitas espécies vegetais. Apesar dos solos serem rasos, arenosos ou até mesmo pedregosos, pobres em nutrientes e ácidos, há uma grande variedade de espécies vegetais (COSTA, 2005).

Muitas espécies das famílias Orchidaceae, Bromeliaceae, Eriocaulaceae, Cactaceae, Melastomataceae e Asteraceae são endêmicas de Campo Rupestres, integrando uma paisagem única e dinâmica, com intensas floradas coloridas espalhadas pelas serras (GIULIETTI et al., 1987; ZAPPI et al., 2003; CONCEIÇÃO et al., 2005). Devido à ocorrência de mais de mil espécies endêmicas, o Campo Rupestre foi considerada uma “fitocoria”, que pela configuração insular (restrita aos topos de serra disjunta) foi referido como “arquipélago” (PRANCE, 1994). As serras constituem-se em sistemas isolados por terrenos mais baixos que podem atuar como barreiras geográficas, interferindo na formação de floras autóctones (GIULIETTI e PIRANI, 1988). Estudos quantitativos da vegetação de Campo Rupestre vêm revelando uma grande diversidade, tanto pelo número total de espécies, como também pelo número de plantas endêmicas e pela presença de habitats diferenciados, que são geralmente restritos a um ou dois locais (ANDRADE et al., 1986; CONCEIÇÃO e GIULIETTI, 2002; CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005).

Esse endemismo apresentado nos Campos Rupestres pode ser atribuído à descontinuidade de micro-habitats e às condições edafo-climáticas (ALVES e KOLBEK, 1994; SCATENA et al., 2004). Essas áreas incluem uma mistura de habitats discernidos pela configuração do substrato, continuidade da vegetação, composição florística, proporção de rocha exposta, presença de blocos de rocha e de sedimentos arenosos, secos ou periodicamente encharcados na estação chuvosa, constituindo um sistema bastante heterogêneo, com mudanças bruscas de comunidades em um curto espaço (CONCEIÇÃO, 2000; CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005).

As Eriocaulaceae, Xyridaceae e Velloziaceae são características do Campo Rupestre da Cadeia do Espinhaço. Elas totalizam mais de 800 espécies na região, das quais mais de 90% são endêmicas. As serras de Minas Gerais, com mais de 400 espécies de Eriocaulaceae, são reconhecidas como o principal centro de diversidade da família (GIULIETTI et al., 2005).

As Eriocaulaceae reúnem plantas que possuem diferentes portes e hábitos, variando desde alguns milímetros até dois metros de altura (GIULIETTI et al., 1995), ocorrendo desde

ambientes xerofíticos até ambientes aquáticos ou semi-aquáticos (TOMILINSON, 1969). A família inclui cerca de 1.200 espécies com distribuição pantropical, incluídas em 11 gêneros (GIULIETTI et al., 2000; GIULIETTI et al., 2005). A maior parte das espécies ocorre na região neotropical, nas montanhas da Venezuela e do Brasil. No Brasil, a família tem o seu centro de diversidade na Cadeia do Espinhaço (GIULIETTI e PIRANI, 1988).

O gênero *Syngonanthus*, representante da família Eriocaulaceae, caracteriza-se pelo hábito herbáceo e inflorescência do tipo capítulo. Suas espécies são conhecidas popularmente como “sempre-vivas”, pois suas inflorescências, após serem destacadas das plantas, permanecem com aspectos *in natura*, mantendo sua cor e forma, daí a origem do nome vulgar (MIRANDA e GIULIETTI, 2001).

O interesse por produtos ornamentais produzidos com sempre-viva torna estas com alto valor comercial e o seu extrativismo constitui-se importante atividade econômica nas regiões onde ocorrem (GIULIETTI et al., 1988). Em Minas Gerais, 17 espécies de *Syngonanthus* estão relacionadas como ameaçadas de extinção (MENDONÇA e LINS, 2000). A espécie de sempre-viva *Syngonanthus elegans* (Bong.) Ruhland conhecida popularmente como pé-de-ouro, por causa da sua tonalidade dourada na base do escapo, é umas das mais exploradas e valorizadas comercialmente por possuir escapo longo (SCATENA et al., 1996) e por sua beleza característica. No entanto, a coleta indiscriminada da sua inflorescência, removidas antes da produção e maturação das sementes, diminui a sua população, sendo esta incluída na categoria de espécies criticamente em perigo de extinção (PARRA, 2000; MENDONÇA e LINS, 2000).

O conhecimento das características climáticas de uma determinada região é de grande importância para o entendimento da diversidade florística, pois esta influencia de várias maneiras a composição da vegetação. Os Campos Rupestres possuem uma estação chuvosa e uma seca bem definida, onde as chuvas, geralmente, iniciam-se nos meses de setembro ou outubro e vão até meados de março, ficando então as plantas sujeitas ao estresse hídrico, por aproximadamente cinco meses (COSTA, 2005). As espécies do gênero *Syngonanthus* são adaptadas tanto a solos secos como a solos encharcados (SCATENA e MENEZES, 1996). Nos locais de sua ocorrência, predominam solos rasos com impedimento para drenagem, assim estes permanecem temporariamente encharcados (GIULIETTI e PIRANI, 1988). Segundo Scatena e Menezes (1996) durante as estações de seca, as raízes de *Syngonanthus* ficam protegidas dessa dessecação pela produção de mucilagem que as envolve e que provavelmente é estimulada pelo estresse hídrico, contribuindo para a sua sobrevivência no período mais seco do ano.

A flora característica de Campos Rupestre exibe inúmeras adaptações devidas às características do substrato que levam a necessidade de retenção de água e sobrevivência em situações extremas (JOLY, 1970; MOREIRA e CAMALIER, 1977). Segundo Costa (2005) muitas plantas pertencentes a espécies diferentes e até mesmo a famílias distintas, podem apresentar características morfológicas semelhantes, que representam adaptações ao tipo de ambiente que a planta vive. Existem diversos gêneros de Eriocaulaceae que apresentam raízes com parênquima cortical sem aerênquima e outros com aerênquimas, sendo estas mais adaptadas a solos encharcados (GIULIETTI, 1984; STUTZEL, 1988). Outra estratégia de sobrevivência que as plantas podem possuir em locais de solos pobres e com condições ambientais extremas é a formação de simbiose com FMAs. É bem documentado na literatura para várias espécies de plantas a importância dos FMAs na sua adaptação, sobrevivência e crescimento (FRIBERG, 2001; TRINDADE et al., 2001; SOUZA, et al., 2003; RÊGO et al., 2004; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; UHLMANN, et al., 2006; BASHAN, et al., 2007).

2.2 Ecologia dos fungos micorrízicos arbusculares

Geralmente os ecologistas consideram as competições inter-específicas como o fator crítico na estruturação das comunidades vegetais. Porém, as interações entre plantas podem ser mediadas por milhares de interações com organismos do solo (BEVER et al., 1997). Entre as diversas simbioses parasíticas e mutualísticas formadas por plantas e microrganismos, o estabelecimento entre raízes de plantas e FMAs é a mais comum associação mutualística dentro de ecossistemas naturais e agroecossistemas (STÜRMER e SIQUEIRA, 2006).

Os FMAs formam associações mutualísticas com a maioria das plantas, desde briófitas e pteridófitas até angiospermas (GERDEMANN, 1968). Esses fungos são simbióticos obrigatórios, pois para a conclusão do seu ciclo de vida, eles devem estar associados com a raiz de uma planta viva que lhes proporciona carbono e todos os fatores necessários para o desenvolvimento e esporulação (SIQUEIRA et al., 1985). São considerados elementos importantes em diversas situações ecológicas, como em recuperação de áreas erodidas e estabilidades de dunas, melhorando a agregação do solo (COSTA e BONONI, 1991; SANTOS et al., 1995).

Essas associações aumentam o acesso das plantas aos minerais escassos ou imóveis no solo, especialmente o fósforo (P), aumentando a taxa de crescimento das plantas, melhorando

a relação planta-água, contribuindo para um melhor aproveitamento da água do solo pelas plantas melhorando a resistência desses vegetais à seca (SANCHEZ-DIAZ et al., 1990). Além disso, podem alterar a estrutura da comunidade vegetal, a produtividade (KLIRONOMOS et al., 2000), proporcionar maior resistência a patógenos (NEWSHAM et al., 1995) e maior estabilização dos agregados do solo (MILLER e JASTROW, 2000).

Esses fungos possuem algumas estruturas diferenciadas como os arbúsculos que consistem de hifas altamente ramificadas que se desenvolvem entre a parede e a membrana do protoplasma da célula das raízes das plantas e é responsável pela troca de nutrientes entre os simbiontes (SMITH e READ, 1997). Outra estrutura são as vesículas que são globosas, elípticas ou nodosas contendo lipídios e glicogênio que servem como um órgão de armazenamento para o fungo. Eles podem ser formados dentro ou entre células do córtex e é diferenciado apenas em duas famílias, Acaulosporaceae e Glomeraceae.

As hifas e o micélio extraradicular são importantes para estabelecer novas associações micorrízicas e aumentar a área de absorção radicular das plantas colonizadas aumentando a absorção de água, nutrientes do solo e aumentando a agregação do mesmo (GLOWA et al., 2003). A colonização pode ser afetada pela espécie vegetal, idade da planta, densidade de raízes, propágulos de FMAs no solo, eficiência de colonização, fertilidade e manejo do solo (AFEK et al., 1990; SCHWAB et al., 1991). Os esporos assexuais formados estão relacionados à dispersão, sobrevivência e propagação do fungo. Acredita-se que esses fungos também propagam-se por fragmentos de hifas infecciosas. Em geral, o seu ciclo de vida começa com a colonização de uma raiz e o desenvolvimento de arbúsculos e hifas ramificadas dentro da raiz (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Segundo Bever et al. (2001) existem duas possíveis explicações para a manutenção da alta diversidade de FMAs dentro de um único local de estudo. Na primeira hipótese todas as espécies poderiam ser ecologicamente equivalentes. Isso quer dizer que esses fungos são competitivamente equivalentes dentro de um único nicho que são as células corticais das raízes das plantas, ou seja, existe uma redundância funcional nesse sistema. Uma segunda hipótese para a diversidade alta dentro de um local de estudo é que as espécies de fungos seriam ecologicamente distintas e ocupem nichos diferentes. Os fungos seriam então competitivamente superiores no nicho específico, e a presença de nichos múltiplos no habitat resultaria na manutenção ativa de uma comunidade de espécies de FMAs. A segunda hipótese parece ser a mais aceitável para esses pesquisadores.

A identificação de esporos no solo rizosférico é o método mais comum e mais simples para calcular a riqueza de espécies de FMAs em comunidades de plantas, pois é a fase do

fungo que possui caráter morfológico para definir espécies neste grupo de organismo (MORTON et al., 1995).

Os estudos da frequência da diversidade em qualquer ecossistema incluem cálculos de frequência de espécies e de ocorrência. A frequência é uma medida de quanto uma espécie de FMAs é rara ou comum dentro de um ecossistema e se é diretamente ou indiretamente relacionado com a esporulação do fungo (STÜRMER e BELLEI, 1994; SAGGIN-JÚNIOR e SIQUEIRA, 1996). Também dá algumas pistas sobre como uma espécie fúngica adaptou-se em relação ao solo e às condições ambientais. A contagem do número de esporos de cada espécie de FMAs é usada para determinar a abundância de uma espécie dentro de uma comunidade e o número de esporos ou biovolume podem ser usados como uma avaliação da estrutura das comunidades das espécies dominantes dentro de uma comunidade de FMAs (MORTON et al., 1995).

Segundo Stürmer e Siqueira (2006) a maioria dos estudos de ocorrência de FMAs tende a relacionar a diversidade de espécies de fungo com os fatores físicos do solo (textura do solo, umidade) ou químicos (teores de nutrientes, pH). No entanto, para estes autores existem outros fatores que influenciam a diversidade de FMAs, como solos fisicamente perturbados, competição entre espécies de fungo, degradação por componentes da fauna do solo, hiperparasitismo e estrutura da comunidade de planta.

2.2.1 Especificidade e sazonalidade dos fungos micorrízicos arbusculares

A especificidade pode ser definida como “a capacidade de estabelecer ou não uma associação” e mede o grau de compatibilidade dos FMAs com sua planta hospedeira (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). No entanto, as bases dessa especificidade ainda não estão bem esclarecidas, sendo necessários mais estudos. Quando os FMAs são examinados como uma comunidade, existem evidências de que esses fungos apresentam taxas de crescimento altas em determinado hospedeiro específico (BEVER et al., 2001), sugerindo uma especificidade ou preferência da planta hospedeira com FMAs. Bever et al., (1996) observaram que espécies de fungos isoladas esporularam diferentemente em distintas espécies de plantas, com a espécie de fungo dominante variando de acordo com a espécie de planta. Alguns autores relataram que a distribuição de fungos no campo seria semelhante ao do hospedeiro específico (BEVER et al., 1996; SCHULTZ, 1996).

Segundo Bever et al., (2001) esta resposta do fungo poderia contribuir para a manutenção da diversidade dentro da comunidade de FMAs. De acordo com esses autores, algumas espécies de FMAs podem permitir o estabelecimento adicional de espécies de plantas no ambiente e a diversidade da comunidade fúngica pode gerar um ambiente heterogêneo que contribui para a manutenção da diversidade de plantas. No entanto, a restauração da diversidade de planta dentro de um local perturbado pode não depender somente da presença dos FMAs mas também da diversidade funcional e taxonômica destes fungos.

Para Cattelan e Vidor (1990), a interação entre a cobertura vegetal com as variações climáticas durante as diferentes épocas do ano, principalmente em regiões subtropicais, onde as estações são bem definidas, faz com que ocorra uma flutuação sazonal no desenvolvimento microbiano, sendo mais evidente na camada superficial do solo, onde existem maiores oscilações de umidade e temperatura. Schultz et al. (1999) observaram evidências da sazonalidade dos FMAs com algumas espécies esporulando no fim da primavera e outras esporulando ao término do verão, como por exemplo *Acaulospora colossica* que é fisiologicamente ativa durante a estação fresca e dormente durante os meses de verão, enquanto que *Gigaspora gigantea* é fisiologicamente ativa durante a estação morna. Esta sazonalidade pode influenciar na avaliação da comunidade de FMAs em uma determinada área, pois de acordo com a época de avaliação, ou seja das condições climáticas (precipitação e temperatura) ao longo do ano, uma determinada espécie de fungo será dominante em relação às demais.

Bever et al. (2001) avaliaram a dinâmica da comunidade fúngica em um campo agrícola abandonado mantido com grama por cinco anos. No primeiro ano foram identificadas 11 espécies e no quinto ano esse número atingiu 37 espécies de FMAs, sendo que, um terço dessas espécies descobertas não eram descritas. Cada variável nas metodologias de avaliação, como as condições de estufa das culturas armadilhas, espécies de plantas hospedeiras usadas em cultura armadilha, tratamento de solo antes das avaliações e época de avaliação do solo do campo revelam espécies de fungos adicionais. Estes autores constataram que o número de espécies de FMAs dentro da comunidade vem de um aspecto superficial ao verdadeiro nível de diversidade ecológica presentes neste local de estudo, ficando evidente a dificuldade de se obter informações que revelam as verdadeiras condições ecológicas da comunidade de FMAs em uma determinada área de estudo.

2.2.2 Fungos micorrízicos arbusculares e comunidade de planta

As comunidades de plantas hospedeiras podem influenciar a ecologia da simbiose da planta com os FMAs. Diante disso, entender os aspectos da relação entre hospedeiro e o fungo são cruciais para avaliar a ocorrência e a diversidade (STÜRMER e SIQUEIRA, 2006).

A multi funcionalidade dos FMAs é resultado provavelmente de espécies individuais dentro de uma comunidade micorrízica (STREITWOLF-ENGEL et al., 1997; BEVER et al., 2001). Alguns estudos têm demonstrado que espécies de FMAs das mesmas comunidades causaram impactos diferentes no crescimento da planta (STREITWOLF-ENGEL et al., 1997; PAULA et al., 1988). Em um estudo com 11 espécies de plantas, a produção de biomassa variou de acordo com as espécies de FMAs inoculadas (VAN DER HEIJDEN et al., 1998). Estes autores acreditam que as espécies de FMAs em comunidades naturais têm o potencial para determinar a diversidade e a estrutura da comunidade de planta.

De acordo com Stürmer e Siqueira (2006) ainda não existe um quadro claro da relação entre a diversidade de FMAs com a comunidade de planta devido a duas razões principais. Primeiro, a diversidade de planta ainda não foi avaliada com precisão, uma vez que a maioria dos estudos só menciona as espécies de plantas dominantes sem demonstrar qualquer índice de diversidade ou riqueza de espécies. Segundo, a diversidade de FMAs é avaliada baseada exclusivamente nas amostras de esporos recolhidas no campo, que podem ser encontrados em números baixos no solo e com as características morfológicas alteradas prejudicando a exata identificação taxonômica.

Friberg (2001) não verificou nenhuma correlação entre a riqueza de espécies de plantas e a riqueza de espécies de FMAs em um estudo desenvolvido durante um ano em áreas de agricultura próxima ao rio Niger na África Ocidental. No entanto, Bever et al. (2001) avaliaram uma área durante cinco anos na Carolina do Norte e verificaram que a diversidade de fungo era aproximadamente a mesma da diversidade de planta do local de estudo. Esses resultados são conflitantes sendo necessários mais estudos relacionando a diversidade de FMAs com a de plantas.

2.2.3 Fungos micorrízicos arbusculares sob condições extremas de temperatura e umidade

Os FMAs formam associações com plantas que ocorrem nas mais variadas condições de temperatura e umidade, sendo a sua ocorrência de grande importância para a sobrevivência das espécies vegetais. Em regiões que ocorrem estação chuvosa e seca bem definida, como nos Campos Rupestres, podem ocorrer períodos extremos de temperatura e umidade, como encharcamentos na estação chuvosa no período mais quente e seca no período mais frio do ano. Para uma melhor compreensão da ocorrência e diversidade de FMAs nesta região faz-se necessário entender melhor como os FMAs reagem a extremos de temperatura e umidade.

Bashan et al. (2007) avaliaram a ocorrência e a diversidade de FMAs na planta endêmica *Fouquieria columnaris* em 10 locais diferentes em áreas vulcânicas áridas da Península Baixa da Califórnia no México, região de baixa precipitação (120 mm por ano), e temperatura de verão chegando freqüentemente a 45 °C. Os autores observaram de 100 a 350 esporos por 50g de solo, sendo identificados 23 espécies de FMAs. Esse número de esporos foi maior do que o observado na rizosfera de outras plantas de outros ambientes áridos e semiáridos com condições ambientais extremas (UHLMANN et al., 2004; UHLMANN et al., 2006). As espécies mais freqüentes encontradas foram de *Glomus mosseae*, *G. etunicatum*, *G. intraradices* e *G. macrocarpum* e a colonização de raiz por FMAs foi relativamente baixa sendo 32% a maior porcentagem encontrada.

Estudos realizados em quatro locais na parte semi-árida da Namíbia por Uhlmann et al. (2004) mostraram que o número de esporos variou de 50 a 150 esporos por 50 g de solo, sendo que esses valores foram mais altos em 2001 do que em 2002. Neste trabalho foram identificados 44 espécies de FMAs sendo que a maioria (21 espécies), pertencia ao gênero *Glomus*. Estes autores consideram que o fator controlador mais importante da distribuição de FMAs nos locais de estudo seria a diferença da cobertura vegetal e o regime de chuva.

Em três locais áridos no sul da Namíbia, Uhlmann et al. (2006) observaram 12 espécies diferentes de FMAs sendo que o gênero *Glomus* foi predominante com 11 espécies descritas, com a espécie *Glomus aggregatum* dominante nessas áreas avaliadas. O maior número de esporos de FMAs observados nessas áreas foi de aproximadamente 150 esporos por 50g de solo. Alguns autores relatam que os FMAs são difundidos em ecossistemas áridos, mas que geralmente ocorre uma diminuição da diversidade com o aumento da aridez (ALLE e ALLEN, 1986; DHILLIO e ZAK, 1993).

Borba e Amorim (2007) avaliaram a presença de FMAs em sempre-viva *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* no município de Mucugê e no município do Morro do Chapéu na Bahia/Brasil. Esse trabalho foi realizado no período mais seco do ano que vai de abril a outubro. Foram identificadas sete espécies diferentes de FMAs, sendo todas do gênero *Glomus*. O maior número de esporos foi observado em *S. mucugensis* com 507 esporos por 50g de solo.

Friberg (2001) avaliou a diversidade de FMAs em 10 locais, localizados em Mali na África Ocidental, que variaram de solos anualmente inundados a solos de campos áridos. Este autor observou sete espécies diferentes de FMAs e o gênero *Glomus* foi dominante, tanto em solos áridos como nos alagados, presentes em 80 % das áreas avaliadas. Os locais anualmente inundados tiveram maior colonização, maior número de esporos e riqueza de espécies de FMAs. Estudos anteriores também confirmam que FMAs estão presentes e até mesmo beneficiando a planta em ecossistemas alagados (SOLAIMAN e HIRATA, 1996). Esses trabalhos analisados mostram uma tendência de dominância do gênero *Glomus* em ambientes que apresentam condições extremas de temperatura e precipitação.

A inundação pode ser considerada como uma perturbação, induzindo uma troca temporária no ambiente do solo de aeróbico para anaeróbico, direcionando a biota do solo para caminhos respiratórios alternativos mais lentos, para a inatividade ou até a morte. Quando a água retrocede em locais alagados, um regime de perturbação novo acontece permitindo a competição por nichos e alimentos (FRIBERG, 2001). O dióxido de carbono liberado na respiração aeróbica, após uma perturbação hídrica, aumenta o número, a diversidade e a atividade microbiana, podendo proporcionar um efeito estimulante no crescimento de hifas de FMAs, e indiretamente, promovendo a taxa de colonização da raiz (B CARD e PICHÉ, 1989).

Apesar destes estudos mostrarem a presença de FMAs em ambientes que de alguma forma sofrem encharcamento, alguns autores relatam que nos solos inundados, geralmente, existe um cont do alto de matéria orgânica, atraindo uma grande quantidade de organismos do solo, aumentando a pressão parasitária em esporos de FMAs (SMITH e READ, 1997; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

2.2.4 Fungos micorrízicos arbusculares em ecossistemas brasileiros

Stürmer e Siqueira (2006), realizaram uma revisão da literatura existente sobre a ocorrência de FMAs em alguns ecossistemas brasileiros (Agrossistemas, Cafezais, Áreas degradadas, Dunas, Floresta e Cerrado). Estes autores observaram a existência de uma proporção alta de espécies ainda não descritas nesses ecossistemas, e que estas também representam parte de diversidade de FMAs. Nos ecossistemas estudados, um total de 79 espécies de FMAs foram identificados, o que representa aproximadamente 50 % do número total descrito na literatura (160 espécies). Para esses autores, estes dados indicam que os ecossistemas brasileiros são uma fonte importante de diversidade de FMAs, merecendo mais estudos, pois esta riqueza de espécies encontrada nos ecossistemas é considerada como relativamente alta.

Existem várias regiões no Brasil que são carentes de estudos sobre a ecologia dos FMAs. Dentre elas, a Floresta Amazônica, com uma flora extremamente rica em diversidade, onde poucos estudos foram feitos (STÜRMER e SIQUEIRA, 2006). As regiões de Campos Rupestres, caracterizada pela diversidade e endemismo da flora, abrigando uma grande variedades de espécies ameaçadas de extinção, é um ecossistema complexo em que poucas informações são encontradas na literatura nacional ou internacional relacionando a ecologia dos FMAs com esse ambiente Rupestre, sendo necessários maiores estudos sobre a diversidade e a ocorrência desses fungos nesses ecossistemas singulares.

2.3 Taxonomia dos fungos micorrízicos arbusculares

Os FMAs estão distribuídos em todos os ecossistemas terrestres, no entanto, somente após os anos 50 estruturas reprodutivas dos fungos micorrízicos começaram a ser conhecidas e estudadas (SILVA e COLOZZI FILHO, 2007). A partir dos primeiros protocolos para crescimento desses fungos em culturas armadilhas (MOSSE, 1953) e protocolos para extração de esporos do solo (GERDEMANN, 1955), a pesquisa sobre micorriza ganhou novo impulso.

Os FMAs pertencem à ordem Glomerales, na qual são considerados duas sub-ordens, Glomineae com quatro famílias: Acaulosporaceae (gênero *Acaulospora* e *Entrophospora*), Archaeosporaceae (gênero *Archaeospora*), Paraglomeraceae (gênero *Paraglomus*) e

Glomeraceae (gênero *Glomus*) e a sub-ordem Gigasporineae com a família: Gigasporaceae (gênero *Gigaspora* e *Scutellospora*) (MORTON e BENNY, 1990).

Nos estudos taxonômicos de FMAs são utilizadas características fenotípicas, tais como: tamanho, forma, cor, aparência, presença de esporocarpos, forma e comprimento da hifa de sustentação, ornamentação, estrutura e espessura da parede (MORTON, 1988), e ainda, propriedades parietais tais como pigmentação, espessura, ornamentação, reações histoquímicas (SILVA e COLOZZI FILHO, 2007) e reação ao reagente Melzer (utilizado para corar paredes de esporos que apresentam reações hidrofóbicas) (SOUZA, 2000; INVAM, 2008). Embora a morfologia e arquitetura das hifas externas e estruturas da micorriza interna possam diferir entre famílias de FMAs, são poucas as diferenças entre espécies dentro de cada gênero (MORTON, 1988; MORTON e BENTIVENGA 1994), sendo essa característica pouco utilizada na taxonomia.

As características morfológicas dos esporos podem sofrer várias alterações no solo, o que pode dificultar a sua identificação. Segundo Silva e Colozzi Filho (2007) além das características dos esporos serem bastante variadas, elas podem ser alteradas por pigmentos de solo e raízes, compostos químicos, temperatura, umidade, pH ou mesmo pela atividade de outros microrganismos do solo.

A classificação morfológica clássica dos FMAs é realizada com base em chaves de identificação ao nível de espécies, tais como as de Schenck e Perez (1988) e Walker e Trappe (1993). Recentemente as descrições das espécies foram compiladas e estão disponibilizadas na internet (INVAM, 2008).

As atuais análises moleculares disponíveis poderão num futuro breve facilitar a obtenção mais precisa da identificação taxonômica das espécies de FMAs. A aplicação desses métodos moleculares era difícil devido aos problemas para obtenção de quantidades suficientes de DNA (SILVA e COLOZZI FILHOS, 2007). Contudo, essa dificuldade foi contornada com o desenvolvimento da PCR (reação da polimerase em cadeia), que promove uma amplificação enzimática do DNA (SAIKI et al., 1985; MULLIS et al., 1986). Apesar das novas tecnologias de avaliação da diversidade de FMAs, a identificação direta dos esporos obtidos de amostras coletadas em campo ou de culturas armadilhas ainda hoje é a mais usada.

A identificação de esporos coletados diretamente do solo no campo pode apresentar muitas dificuldades, pois na maioria das vezes eles têm aparência sadia, mas não são viáveis, podendo persistir no solo como uma casca por muitos anos. Outro ponto importante é que esporos extraídos de amostras coletadas diretamente no campo podem representar somente aqueles fungos que estão colonizando as raízes mais ativamente, tendo, portanto biomassa

suficiente para produzir uma abundante esporulação (SILVA e COLOZZI FILHO, 2007). Nesse caso, fungos eficientes que produzem poucos esporos podem não ser identificados.

Para a classificação de FMAs indígenas e sua descrição é recomendado que os fungos sejam multiplicados em culturas armadilhas, em casa de vegetação sob condições controladas (STUTZ e MORTON, 1996). Embora seja um método eficiente para obtenção de esporos, devido à baixa especificidade na relação fungo-hospedeiro apresentada pelos FMAs, também apresenta algumas dificuldades. A recuperação de espécies de FMAs em culturas armadilhas com amostras coletadas do campo pode não representar todos os indivíduos da comunidade fúngica. Algumas espécies podem ser incapazes de colonizar a planta hospedeira ou mesmo, caso colonizem, podem esporular pouco no solo, dificultando o estudo da comunidade. É preciso também considerar que as culturas armadilhas podem fornecer resultados extremamente variados porque, mesmo mantidas em condições controladas, dependem de fatores bióticos e abióticos que incidem sobre a planta hospedeira e o fungo (SILVA e COLOZZI FILHO, 2007).

Apesar das dificuldades apresentadas pela técnica de utilização de culturas armadilhas, esse método por ser barato, simples e de relativa eficiência é ainda muito utilizado para recuperar esporos que não estariam esporulando no momento da coleta das amostras em campo e sua utilização possibilita uma maior confiança nos resultados de avaliação da diversidade de FMAs nativos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

O trabalho foi desenvolvido em dois locais de ocorrência natural de sempre-viva (*Syngonanthus elegans*) em Diamantina (MG). Em cada local foi selecionada uma área de 100 x 100 m, sendo um local próximo a nascente do Córrego do Soberbo (Soberbo) no Campus II da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM (18°12'21,1" S e 43°33'47,6" W) com altitude média de 1.368 m. O outro local foi o Parque Nacional das Sempre-vivas (Parque) próximo a Diamantina- MG (17°55'02,9" S e 43°47'11,2" W) com altitude média de 1.310 m (Figura 3).

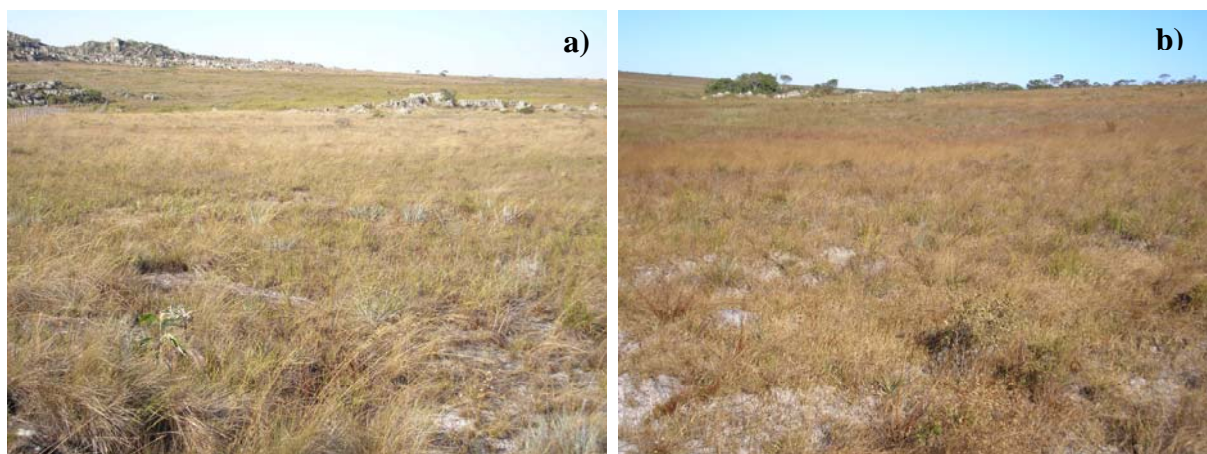


Figura 3. Vista dos locais de coleta das amostras: a) Nascente do Córrego do Soberbo; b) Parque Nacional das Sempre-vivas, Diamantina - MG, 2007.

Os locais avaliados encontram-se na Serra do Espinhaço Meridional em Minas Gerais, onde predominam os Campos Rupestres. Estes locais distam cerca de 40 km em linha reta. A área do Soberbo apresenta uma topografia mais plana (Figura 3a) do que a área do Parque (Figura 3b), ambas apresentando rocha de origem exposta, característica de solos rasos. Nessas regiões, os dados históricos (1961-1990) de temperatura e precipitação mostram que as temperaturas mais elevadas acontecem no período de outubro a março, atingindo frequentemente 35°C nos meses de dezembro a janeiro. As temperaturas mais baixas ocorrem de abril a setembro, atingindo até 4°C nos meses de junho a julho. O clima característico dessa região é mesotérmico, Cwb na classificação de Köppen, caracterizado por verões brandos e úmidos, invernos mais frescos e secos (NEVES et al., 2005). Nessa região predomina clima Tropical úmido, no entanto, devido à altitude muitas vezes superior a 1.000 m, apresenta diferentes domínios climáticos (IBAMA, 2008; NEVES, et al., 2005). A estação chuvosa vai de novembro a março, sendo a precipitação média/mês para o período de 223 mm, já para a estação seca que vai de junho a agosto a precipitação média/mês para o período é de 8 mm (NEVES et al., 2005). A precipitação ocorrida no ano de 2007 foi de aproximadamente 749 mm (Figura 4), valor muito baixo em relação aos dados históricos registrados para essa região (aproximadamente 1.400 mm) (INMET, 2008).

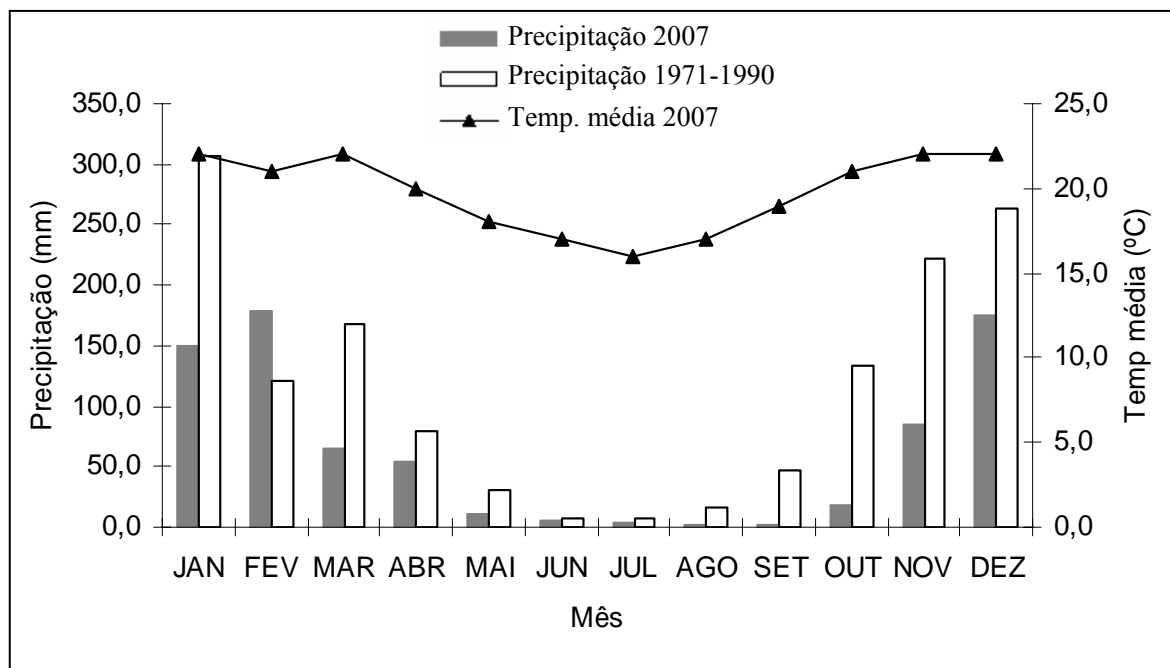


Figura 4. Distribuição mensal da precipitação e temperatura média em Diamantina - MG ao longo do ano de 2007 (INMET, 2008).

3.2 Coleta de amostras

Foram coletadas, aleatoriamente, plantas inteiras da sempre-viva *Syngonanthus elegans* retiradas com solo em uma profundidade de 15 cm, até totalizarem 10 amostras para cada área. As amostras foram coletadas em julho de 2007. Além das plantas de sempre-viva, foram coletadas como controle a *Loudetiopsis chrysothrix* (Nees) Conert (Poaceae) e a *Xyris* sp. (Xyridaceae) nos dois locais, com três repetições. Estas foram identificadas com base no Herbário da UFVJM, localizado no Campus II. As amostras coletadas foram separadas em raiz e solo rizosférico. As raízes foram lavadas em água corrente e armazenadas em álcool etílico 50% e o solo passado em peneira de 2 mm e armazenado em geladeira até o momento do processamento.

Nas amostras de solo foram feitas análises químicas e físicas e determinado à umidade e a capacidade máxima de retenção de água (Tabela 1). O solo da área do Parque Nacional das Sempre-vivas foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico e o do Soberbo classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico espódico (EMBRAPA, 2006).

Tabela 1. Análises químicas, físicas, umidade e capacidade máxima de retenção de água (CMRA) das amostras de solo das áreas do Soberbo e do Parque Nacional das Sempre-vivas, Diamantina – MG, 2008.

Características avaliadas	Soberbo	Parque Nacional das Sempre-vivas
pH em água	4,6 B	5 B
P (mg dm ⁻³)	5,8 MB	2,4 MB
K (mg dm ⁻³)	13 MB	4 MB
Ca (cmolc dm ⁻³)	0,5 B	0,7 B
Mg (cmolc dm ⁻³)	0,3 B	0,4 B
Al (cmolc dm ⁻³)	0,2 MB	0,3 B
H+ Al (cmolc dm ⁻³)	1,4 B	1,2 B
SB (cmolc dm ⁻³)	0,8 B	1,1 B
t (cmolc dm ⁻³)	1 B	1,4 B
T (cmolc dm ⁻³)	2,2 B	2,3 M
m (%)	19 B	21 B
V (%)	37 B	48 M
M. O (Dag/Kg)	0,2 MB	0,1 MB
Areia (Dag/Kg)	91	91
Silte (Dag/Kg)	3	8
Argila (Dag/Kg)	6	1
Umidade (%)	3,5	0,6
CMRA (%)	39,3	35,5

- Ca, Mg e Al trocáveis (extraídos com KCl 1,0 mol L⁻¹) e analisados por titulometria;

- P e K (extraídos por Mehlich I)

- Areia, silte e argila pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997).

- CMRA e Umidade (MONTEIRO e FRIGHETTO, 2000)

- B= Baixo; MB= Muito Baixo

3.3 Avaliação da colonização radicular

Para avaliação da porcentagem de colonização micorrízica, as raízes armazenadas em álcool foram cortadas em fragmentos de 1 a 2 cm de comprimento e submetidas à técnica de clareamento em solução de KOH 10% por 30 minutos. Esse procedimento foi repetido três vezes e na terceira vez, as raízes foram submetidas a uma temperatura de 70°C em banho maria por dois minutos. Em seguida, as raízes foram acidificadas em solução de ácido clorídrico 1% por cinco minutos, lavadas e coradas com solução de azul de algodão 0,05% durante dois minutos a 70°C, metodologia adaptada de Phillips e Hayman (1970). A porcentagem de colonização foi determinada, em estereoscópio ótico, pela técnica de contagem em placa reticulada (GIOVANNETTI e MOSSE, 1980).

3.4 Avaliação do número de esporos e da diversidade de fungos micorrízicos arbusculares

Foram utilizados 50 g de cada amostra de solo para a extração dos esporos pela técnica de peneiramento úmido (GERDEMANN e NICOLSON, 1963). Foi utilizado um conjunto de peneiras com malhas de 710, 250, 53 e 38 μm , seguido de centrifugação em água a 3000 rpm por cinco minutos e em solução de sacarose a 20 e 60% a 2000 rpm durante dois minutos (JENKINS, 1964) e submetidos à separação por tipos morfológicos (tamanho, cor, brilho, forma e transparência) e contagem em estereoscópio ótico.

Para cada um dos morfotipos separados, foram montadas lâminas utilizando soluções fixadoras de PVLG (Poli Vinil Lacto Glicerol) e PVLG + Melzer (1:1) (MORTON et al., 1993). As lâminas foram secas ao ar durante cinco dias, seladas com resina incolor e posteriormente identificadas pelo Dr. Sidney Luiz Stürmer da Universidade Regional de Blumenau (FURB), Blumenau, SC.

Parte do solo coletado foi utilizado na montagem de culturas armadilhas com o objetivo de recuperar as espécies de fungos que não estavam esporulando no momento da coleta (Figura 5). Para isso foram montados três vasos com capacidade de 1,5 L, para cada espécie de planta de cada área.

As culturas armadilhas foram montadas em casa de vegetação, no Campus II da UFVJM. Sub-amostras de solo das 10 repetições foram utilizadas para montar os vasos armadilhas na proporção de 1:1, (v/v) com areia esterilizada em autoclave a uma temperatura de 121°C durante uma hora por três dias consecutivos. Os vasos armadilhas receberam, no fundo, uma camada de 375 g de areia esterilizada, e em seguida 750 g do solo de interesse e mais 375 g de areia esterilizada na superfície. As sementes de *Brachiaria brizantha* foram desinfestadas em solução de álcool etílico 70% por dois minutos e hipoclorito de sódio 1% por um minuto. Em seguida, semeou-se 200 sementes por vaso. Os vasos foram irrigados diariamente de acordo com a necessidade da cultura e aplicados, quinzenalmente, 20 mL de solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1951) sem fósforo.

Após três meses de cultivo em casa de vegetação, a rega foi suspensa até que as plantas secassem. A parte aérea das plantas e os 2 cm superficiais de substrato de cada vaso foram descartados, sendo que o restante do material (solo + raízes) foi homogeneizado. Amostras de 50 g deste material foram coletadas para avaliação da diversidade de FMA de acordo com a mesma metodologia descrita anteriormente.



Figura 5. Cultivo de *Brachiaria brizantha* (Culturas armadilha) em Casa de vegetação no Campus II da UFVJM, Diamantina – MG, 2007.

3.5 Índices ecológicos

A frequência de cada espécie foi calculada de acordo com a equação $F_i = (J_i/K) * 100$, em que F_i é a frequência da espécie i ; J_i é o número de amostras nos quais a espécie i ocorreu e K é o número total de amostras do solo em função de F , distinguiram-se as seguintes categorias para a frequência total: muito freqüente (> 70 %); freqüente (70-30 %); pouco freqüente (29-10 %); esporádica (<10%) (BROWER et al., 1990). Para determinação da comunidade de FMAs e dos índices ecológicos de diversidade foram utilizados apenas dados das amostras coletadas em campo.

Riqueza: foi obtida pelo número de espécies de FMAs morfológicamente distintos.

Índice de Diversidade de Simpson: calculado pela seguinte equação $D_s = 1/I_s$, onde $I_s = \sum n_i(n_i-1)/N(N-1)$, onde n_i é o número de indivíduos de cada espécie e N é o número total de indivíduos (NDAW, 2007).

Índice de Dominância de Simpson (Ds): pela equação $D_s = \sum (n_i/N)^2$ (CAPRONI et al., 2003).

Índice de Equitabilidade de Pielou (E): obtido pela equação $E = H'/\ln(S)$, onde $H' = -\sum p_i \ln p_i$ e $p_i = n_i/N$ e S o número total de espécies (NDAW, 2007).

Índice de Jaccard: avalia a similaridade existente entre amostras e é dado pela seguinte equação $J = a/(a+b+c)$, onde **a** é o número de espécies ocorrendo nas duas áreas, **b** o número

de espécies ocorrendo somente na primeira área e c número de espécies ocorrendo na área (UHLMANN et al., 2004)

3.6 Análise estatística

O número de esporos e a porcentagem de colonização radicular foram transformados por $\ln(x + 1)$ pelo fato de não seguirem distribuição normal e por todos os valores de porcentagem terem sido superiores a 70%. Os dados transformados foram submetidos à análise de variância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Colonização radicular

As raízes de *Syngonanthus elegans* apresentaram estruturas fúngicas como hifas, vesículas, arbúsculos e esporos (Figura 6), confirmando a ocorrência de FMAs associados com raízes dessa planta.

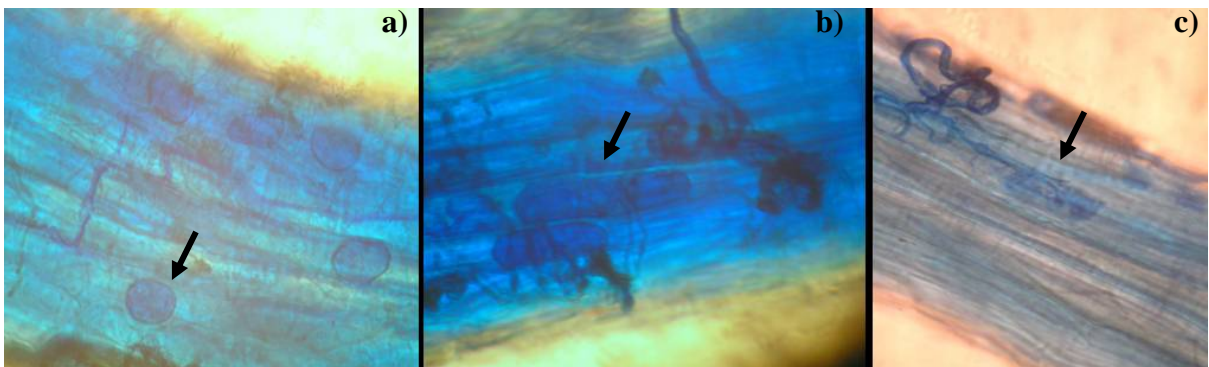


Figura 6. Estruturas de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de *Syngonanthus elegans*: a) esporos e hifas; b) hifas e vesículas; c) arbúsculos intra-radicular.

A porcentagem de raízes colonizadas por FMAs em *S. elegans* não diferiu entre os dois locais avaliados, apresentando um valor médio de 75% e considerada como alta de acordo com Zangaro et al. (2002). Essa porcentagem foi maior do que observado em *Tonina fluviatilis* Aubl. (20%) (Eriocaulaceae) (SILVA et al., 2001). A porcentagem de raízes colonizadas também foi alta nas plantas controle nas duas áreas, sendo em média 87% para *Loudetiopsis chrysothrix* e 76% para *Xyris* sp. Alguns autores relatam que a diferença na colonização entre plantas da mesma espécie entre locais diferentes geralmente estão relacionadas às condições de fertilidade do solo (ABBOTT e ROBSON, 1991; BALOTA et al. 1999). No entanto, as áreas observadas apresentam fertilidade semelhante (Tabela 1), justificando a semelhança da colonização entre as áreas. A alta colonização observada em *S. elegans* pode estar relacionada também ao fato dessa planta estar isolada e os FMAs estarem associados somente a esta, não sofrendo interferência de outras plantas (Figura 7).



Figura 7. Disposição das plantas de *Syngonanthus elegans* consideradas como isoladas, Diamantina – MG, 2008.

Segundo Scatena e Menezes (1996) as raízes de *Syngonanthus* formam mucilagem no período mais seco e isto pode ter favorecido a colonização micorrízica nesta planta, já que a exsudação de compostos pelas raízes estimula a germinação de esporos e o crescimento micelial de FMAs (SIQUEIRA et al., 1994; COLOZZI-FILHO et al., 1999). Além disso, os

baixos teores de nutrientes, em especial o P, podem ter contribuído para as altas porcentagens de colonização, já que esta característica favorece a colonização micorrízica (PAULA e SIQUEIRA, 1987; SAGGIN JÚNIOR et al., 1995).

Comparar a porcentagem de raízes colonizadas entre diferentes espécies de plantas é difícil, devido à compatibilidade diferenciada com as espécies de FMAs existentes no solo e à variação nas características genéticas das plantas que determinam sua dependência às micorrizas (SMITH e GIANINAZZI-PEARSON, 1988; CORDEIRO et al., 2005). No entanto, a alta porcentagem de raízes colonizadas em *S. elegans* sugere que esta é dependente dessa associação micorrízica. A dependência micorrízica está relacionada ao benefício em absorção de nutrientes que os FMAs proporcionam à planta e de quanto a planta depende desse benefício para a sua sobrevivência (SCHWAB et al., 1991).

4.2 Ocorrência e abundância de fungos micorrízicos arbusculares

No solo rizosférico de *Syngonanthus elegans* foram observadas um total de 24 espécies de FMAs (Tabela 2), das quais 17 espécies foram detectadas no Soberbo e 21 no Parque. O número de espécies de FMAs observadas nas plantas controle foi de 10 em *Loudetiopsis chrysothrix* nas quais sete foram observadas no Soberbo e oito no Parque. Em *Xyris* sp. foram observadas um total de 16 espécies sendo 10 no Soberbo e 11 no Parque. *S. elegans* apresentou maior diversidade de espécies de FMAs do que as plantas controle. Essa diversidade é maior do que aquela detectada em *Syngonanthus mucugensis* (6) e *S. curralensis* (4) ocorrendo na Chapada Dimantina na Bahia-Brasil (BORBA e AMORIM, 2007), em *Oryza glaberrima* (4) em áreas periodicamente inundados na África Ocidental (FRIBERG, 2001), em dunas (12) na Praia de Joaquina em Santa Catarina-Brasil (STÜRMER e BELLEI, 1994; CORDOBA et al., 2001) em dunas (8) na Costa Ocidental da Índia (SHARMA et al., 2001) e semelhante ao observado em *Fouquieria columnaris* (23) endêmica da Península Baixa da Califórnia no México (BASHAN et al., 2007).

O menor número de espécies de FMAs observados no Soberbo pode ser devido a sua menor inclinação e por estar próxima a uma nascente, estando mais sujeita ao acúmulo de água e por um período maior de tempo. Segundo Friberg (2001) a ocorrência de encharcamento periódico no solo promove uma mudança brusca da comunidade fúngica o que

pode ter promovido uma nova estruturação da comunidade de FMAs através de competição entre microrganismos.

Tabela 2. Presença de fungos micorrízicos arbusculares observados em *Syngonanthus elegans*, *Loudetiopsi. chrysothrix* e *Xyris* sp. nas áreas do Soberbo e do Parque Nacional das Sempre-vivas em Diamantina – MG, 2008.

FMAs ¹	Soberbo			Parque Nacional das Sempre-vivas		
	<i>S. elegans</i>	<i>L. chrysothrix</i>	<i>Xyris</i> sp.	<i>S. elegans</i>	<i>L. chrysothrix</i>	<i>Xyris</i> sp.
Gigasporaceae						
<i>Scutellospora biornata</i> c.f.	X		X	X	X	X
<i>Scutellospora heterogama</i>				X		X
<i>Scutellospora verrucosa</i>				X		X
<i>Scutellospora calospora</i>						X
<i>Scutellospora</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X
<i>Scutellospora</i> sp. 2	X		X	X		
<i>Scutellospora</i> sp. 3			X			
<i>Scutellospora</i> sp. 4		X			X	
<i>Gigaspora decipiens</i>				X	X	X
<i>Gigaspora albida</i>					X	
<i>Gigaspora</i> sp. 1				X		
Acaulosporaceae						
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	X		X	X		
<i>Acaulospora morrowiae</i>	X			X		X
<i>Acaulospora cavernata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Acaulospora</i> sp. 2	X					
<i>Acaulospora</i> sp. 3	X			X		
<i>Acaulospora</i> sp. 4	X			X		
<i>Acaulospora</i> sp. 5	X	X	X	X	X	X
<i>Acaulospora</i> sp. 6	X	X		X		
<i>Acaulospora</i> sp. 7	X					
Glomeraceae						
<i>Glomus microagregatum</i>				X		
<i>Glomus clarum</i>				X		
<i>Glomus</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X
<i>Glomus</i> sp. 2	X		X			
<i>Glomus</i> sp. 3	X			X		
<i>Glomus</i> sp. 4	X		X	X		X
<i>Glomus</i> sp. 5		X		X		
Archaeosporaceae						
<i>Archaeospora leptoticha</i>	X			X		
Total de espécies	17	7	10	21	8	11

¹ Total de espécies de FMAs observadas em campo e nas Culturas armadilhas

Em ambas as áreas amostradas, um total de 28 espécies de FMAs foram encontradas associadas às três plantas estudadas, das quais 55% não puderam ser identificadas em nível de espécie. Segundo Stürmer e Siqueira (2006), em ecossistemas brasileiros ocorrem muitas espécies de FMAs que são identificadas apenas em nível de gênero e isto pode ser devido a ocorrência de espécies novas. Algumas espécies de FMAs observadas neste estudo são

possivelmente novas para a ciência, como a *Acaulospora* sp.3, *Scutellospora* sp.1, *Scutellospora* sp.3 e *Scutellospora* sp. 4, mostrando um potencial de riqueza de espécies que deve ser mais estudada (Figura 8).

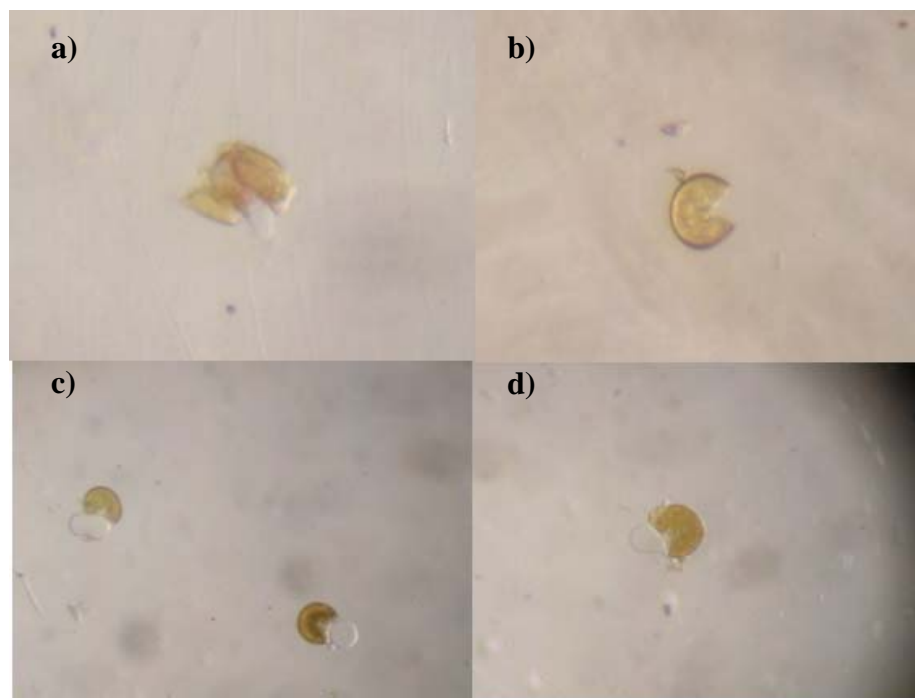


Figura 8. Esporos de *Acaulospora* sp.3 (a); *Scutellospora* sp.1 (b); *Scutellospora* sp.3 (c) e *Scutellospora* sp. 4 (d) observados nas áreas do Soberbo e do Parque Nacional das Sempre-vivas, Diamantina – MG, 2008.

Segundo a lista de espécies de FMAs ocorrentes em ecossistemas brasileiros compiladas por Stürmer e Siqueira (2006) não havia registro da ocorrência de *Acaulospora cavernata* em ecossistemas brasileiros, mesmo em trabalho recente realizado por Borba e Amorim (2007) em área de ocorrência de *Syngonanthus* na Bahia. Assim, essa espécie fúngica que ocorreu em *S. elegans* nas duas áreas de estudo pode estar relacionada com o endemismo desta planta. É importante salientar que a diversidade de FMAs observada neste estudo foi avaliada em uma única coleta, no entanto, coletas em diferentes épocas do ano podem identificar maior número de espécies de FMAs (BEVER et al., 2001), o que pode aumentar a diversidade de FMAs observada em *S. elegans* nos Campos Rupestres.

Em *Syngonanthus elegans*, as espécies *Scutellospora* sp.1 e *Glomus* sp.1 foram muito freqüentes, presentes em 100% das plantas, seguida de *Acaulospora cavernata* e *Acaulospora* sp.5 presentes em mais de 70% das plantas. Enquanto que *Scutellospora verrucosa* e *Glomus*

sp.5 foram as mais raras, presentes em apenas 5% das plantas avaliadas das duas áreas (Tabela 3).

A maior frequência de algumas espécies pode ser devido a uma maior esporulação e maior adaptação das mesmas ao ambiente rizosférico de *S. elegans*. Os FMAs mais frequentes, *Scutellospora* sp.1 e *Glomus* sp.1, podem ser essenciais a adaptação da *S. elegans* às condições das áreas de Campos Rupestres.

Tabela 3. Frequência de ocorrência (%) das espécies de FMAs observados em solo rizosférico da sempre-viva *Syngonanthus elegans* em dois locais. Diamantina – MG, 2008.

FMAs	Nascente do ¹	Parque Nacional ¹	Frequência ²	Categoria ³
	Córrego Soberbo	das Sempre-vivas	Total	
-----%-----				
Gigasporaceae				
<i>Scutellospora biornata</i> c.f.	10	80	45	Frequente
<i>Scutellospora heterogama</i>		30	15	Pouco Frequente
<i>Scutellospora verrucosa</i>		10	5	Esporádica
<i>Scutellospora</i> sp. 1	100	100	100	Muito Frequente
<i>Scutellospora</i> sp. 2	20		10	Pouco Frequente
<i>Gigaspora decipiens</i>		20	10	Pouco Frequente
<i>Gigaspora</i> sp. 1		70	35	Frequente
Acaulosporaceae				
<i>Acaulospora scrobiculata</i>		50	25	Pouco Frequente
<i>Acaulospora cavernata</i>	100	80	90	Muito Frequente
<i>Acaulospora</i> sp. 2	30		15	Pouco Frequente
<i>Acaulospora</i> sp. 3	60	20	40	Frequente
<i>Acaulospora</i> sp. 4	20	20	20	Pouco Frequente
<i>Acaulospora</i> sp. 5	50	100	75	Muito Frequente
<i>Acaulospora</i> sp. 6	20	20	20	Pouco Frequente
<i>Acaulospora</i> sp. 7	50		25	Pouco Frequente
Glomeraceae				
<i>Glomus clarum</i>		30	15	Pouco Frequente
<i>Glomus</i> sp. 1	100	100	100	Muito Frequente
<i>Glomus</i> sp. 2	30		15	Pouco Frequente
<i>Glomus</i> sp. 3	50	20	35	Frequente
<i>Glomus</i> sp. 4	70	10	40	Frequente
<i>Glomus</i> sp. 5		10	5	Esporádica
Archaeosporaceae				
<i>Archaeospora leptoticha</i>	40		20	Pouco Frequente

¹ Frequência de ocorrência de cada espécie de FMAs em 10 amostras avaliadas

² Frequência de ocorrência de cada espécie de FMAs em um total de 20 amostras avaliadas

³ Muito frequente (>70%), Frequentes (30-70%), Pouco Frequente (10-29%), Esporádica (<10%).

O número total de esporos de FMAs observados por 50 g de solo em *Syngonanthus elegans* na área do Soberbo (390) foi superior ao número observado no Parque (245) (P<0,05). As espécies controle apresentaram a mesma tendência observada em *S. elegans* (Figura 9), ou seja, maior no Soberbo em relação ao Parque. O número de esporos de FMAs observados na rizosfera das três plantas estudadas variaram de 11 a 390 esporos por 50 g de solo, sendo que o maior número foi encontrado em *S. elegans* na área do Soberbo e o menor

valor em *Xyris* sp. na área do Parque (Figura 9). O número de esporos observados em *S. elegans* foram superiores ao observados em *S. curralensis* (121 esporos por 50 g de solo) na Chapada Diamantina na Bahia-Brasil (BORBA e AMORIM, 2007), em *Pilosocereus* sp. (Cactaceae) (21 esporos por 50g de solo) em áreas de Caatinga (solo de textura arenosa) em Alagoas - Brasil (SOUZA et al., 2003), em *Panicum racemosum* (8,5 esporos por 50 de solo) em dunas costeiras do extremo Sul do Brasil (CORDAZZO e STURMER, 2007), em dunas (190 esporos por 50 g de solo) na Praia de Joaquina em Santa Catarina-Brasil (STÜRMER e BELLEI, 1994) e em *Lantana camara* (204 esporos por 50 g de solo) em dunas na Costa Ocidental da Índia (SHARMA et al., 2001).

Apesar de ter ocorrido maior número de esporos no Soberbo, durante as contagens observou-se maior número de esporos em decomposição nesta em relação ao Parque, isso se deve, provavelmente a maior umidade na área do Soberbo (Tabela 1), o que pode ter favorecido a existência de parasitas de FMAs (MEHROTRA, 1998; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). De acordo com alguns autores a esporulação dos FMAs pode estar relacionada com competição (DAFT, 1983; DAFT e HOGARTH, 1983). Diante disso, a maior umidade no Soberbo pode ter favorecido as espécies com maior esporulação.

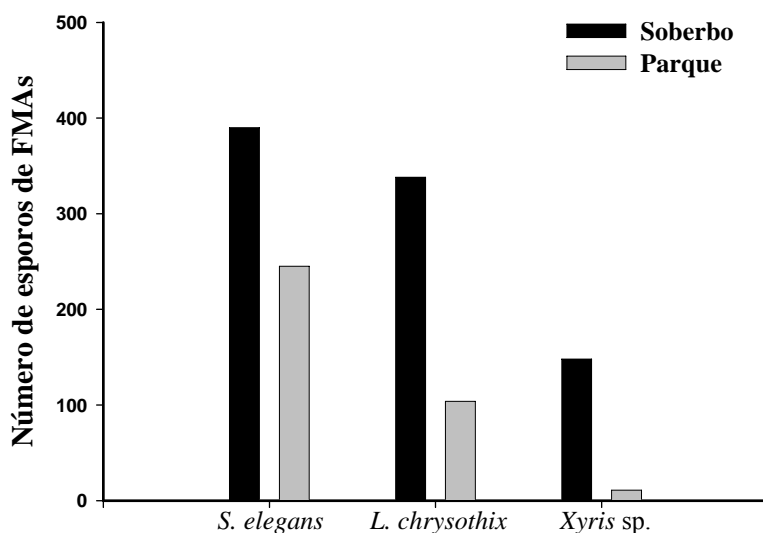


Figura 9. Número de esporos (50 g de solo) de FMAs em *Syngonanthus elegans* (n=10); e nas espécies *Loudetiopsis chrysothrix* e *Xyris* sp. (n=3) nas áreas do Soberbo e do Parque Nacional das Sempre-vivas. Diamantina – MG, 2008.

Em *S. elegans* as culturas armadilhas recuperaram um total de duas espécies de FMAs, *Acaulospora morrowiae* e *Glomus microagregatum* (Tabela 4) que não haviam sido detectadas no Solo Nativo no Soberbo e no Parque. Sendo que no Parque, foram recuperados quatro novas espécies: *Scutellospora* sp. 2, *Acaulospora morrowiae*, *Glomus microagregatum*

e *Archaeospora leptoticha*. Já no Soberbo a cultura armadilha recuperou apenas duas novas espécies: *Acaulospora scrobiculata* e *A. morrowiae*. Nas plantas controle no Soberbo, a cultura armadilha recuperou apenas *Glomus* sp.4 em *Xyris* sp., já no Parque as culturas armadilhas recuperaram *Gigaspora albida* em *L. chrysothrix* e seis espécies em *Xyris* sp.: *Scutellospora heterogama*, *S. verrucosa*, *S. calospora*, *Gigaspora decipiens*, *Acaulospora morrowiae* e *Glomus* sp.4.

Tabela 4. Número médio de esporos (50 g de solo) de FMAs ocorrendo em *Syngonanthus elegans* e em *Loudetiopsis chrysothrix* e *Xyris* sp. (Controles) no Soberbo e no Parque Nacional das Sempre-vivas, identificadas em Solo Nativo (SN) e em culturas armadilhas (CA). Diamantina – MG, 2008.

FMAs	Soberbo						Parque Nacional das Sempre-vivas					
	<i>S. elegans</i>		<i>L. chrysothrix</i>		<i>Xyris</i> sp.		<i>S. elegans</i>		<i>L. chrysothrix</i>		<i>Xyris</i> sp.	
	SN	CA	SN	CA	SN	CA	SN	CA	SN	CA	SN	CA
Gigasporaceae												
<i>Scutellospora biornata</i> c.f.	3	5	–	–	1	2	8	4	2	2	2	4
<i>Scutellospora heterogama</i>	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	9
<i>Scutellospora verrucosa</i>	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	6
<i>Scutellospora calospora</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
<i>Scutellospora</i> sp. 1	85	43	62	28	46	25	43	38	21	3	3	27
<i>Scutellospora</i> sp. 2	4	–	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–
<i>Scutellospora</i> sp. 3	–	–	–	–	35	9	–	–	–	–	–	–
<i>Scutellospora</i> sp. 4	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–
<i>Gigaspora decipiens</i>	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	13
<i>Gigaspora albida</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	–	–
<i>Gigaspora</i> sp. 1	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–
Acaulosporaceae												
<i>Acaulospora cavernata</i>	88	32	11	11	7	42	42	24	11	58	2	41
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	–	2	–	–	10	–	46	2	–	–	–	–
<i>Acaulospora morrowiae</i>	–	1	–	–	–	–	–	156	–	–	–	13
<i>Acaulospora</i> sp. 2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Acaulospora</i> sp. 3	18	–	–	–	–	–	3	1	–	–	–	–
<i>Acaulospora</i> sp. 4	2	1	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
<i>Acaulospora</i> sp. 5	60	12	14	4	43	5	18	3	4	–	2	–
<i>Acaulospora</i> sp. 6	6	–	1	–	–	–	3	1	–	–	–	–
<i>Acaulospora</i> sp. 7	84	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Glomeraceae												
<i>Glomus clarum</i>	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
<i>Glomus microagregatum</i>	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–
<i>Glomus</i> sp. 1	116	48	250	105	49	16	115	34	68	27	5	21
<i>Glomus</i> sp. 2	2	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–
<i>Glomus</i> sp. 3	3	–	–	–	–	–	4	–	–	–	–	–
<i>Glomus</i> sp. 4	16	2	–	–	–	3	3	2	–	–	–	10
<i>Glomus</i> sp. 5	–	–	1	–	–	–	6	–	–	–	–	–
Archaeosporaceae												
<i>Archaeospora leptoticha</i>	5	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	–
Total de espécies	15	9	7	4	9	7	17	13	7	5	5	10

Em todas as áreas e plantas estudadas observou-se maior número de esporos de *Glomus* sp.1 demonstrando sua predominância. Todas as espécies de FMAs associadas com *S. elegans* também estavam associadas com as plantas controle, com exceção de *Scutellospora* sp.3, presente somente em *Xyris* sp. no Soberbo. As espécies *Gigaspora* sp.1 e *Glomus clarum* foram observadas somente em *S. elegans* e apenas no Parque. Estes FMAs juntamente com *Scutellospora verrucosa*, *Gigaspora decipiens* e *Acaulospora* sp.4, foram as que apresentaram menor número de esporos no Solo Nativo (SN) em *S. elegans* no Parque. Esse menor número de esporos pode indicar maior estabilidade e menor competição entre as espécies de FMAs nessa área, possibilitando a sobrevivência de espécies com baixa esporulação. No Soberbo, *Acaulospora* sp.2 e *Acaulospora* sp.7 foram observadas somente em *S. elegans* (Tabela 4).

4.3 Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares

As famílias de FMAs observadas em *Syngonanthus elegans* foram Gigasporaceae, Acaulosporaceae, Glomeraceae e Archaeosporaceae (Figura 10a). No Soberbo, a família Acaulosporaceae representou 47% das espécies observadas, já no Parque predominaram Acaulosporaceae e Gigasporaceae com 35% das espécies (Figura 10a). Esses dados diferem do observado para *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis*, em que ocorrem somente Glomeraceae, com as espécies *Glomus clarum*, *G. claroideum*, *G. microcarpum*, *G. intraradices*, *G. geosporum* e *G. macrocarpum* (BORBA e AMORIM, 2007). Além do mais, vários autores relatam a maior presença de espécies pertencentes à família Glomeraceae em regiões áridas, semi-áridas e em regiões que sofrem alagamentos temporários (FRIBERG, 2001; UHLMANN et al., 2004; UHLMANN et al., 2006), como também em dunas da Costa Ocidental da Índia (BEENA, et al., 2000) e em duna fixa na Praia de Joaquina em Santa Catarina (CORDOBA, et al., 2001). No entanto, em alguns ecossistemas brasileiros foram observada dominância de espécies da família Acaulosporaceae em Floresta Atlântica no Sul do país (STURMER et al., 2006) e da Acaulosporaceae e Glomeraceae em Caatinga em Alagoas (SOUZA et al., 2003).

No Soberbo, a Acaulosporaceae apresentou maior número de esporos (260) e no Parque foi Glomeraceae (129) (Figura 10b). A predominância de espécies da família Acaulosporaceae e maior número de esporos no Soberbo podem indicar uma maior adaptação

das espécies dessa família aquele ambiente. No entanto, a área do Parque apresentou maior equilíbrio com relação à distribuição das espécies entre as famílias Acaulosporaceae e Gigasporaceae, indicando uma maior estabilidade ecológica da comunidade fúngica nesta área. De acordo com Mehrotra (1998) as espécies de FMAs variam quanto a adaptação às condições de umidade do solo. A diferença quanto a distribuição das espécies de FMAs entre as famílias nos dois locais de estudo, se deve, provavelmente, a maior umidade da área do Soberbo.

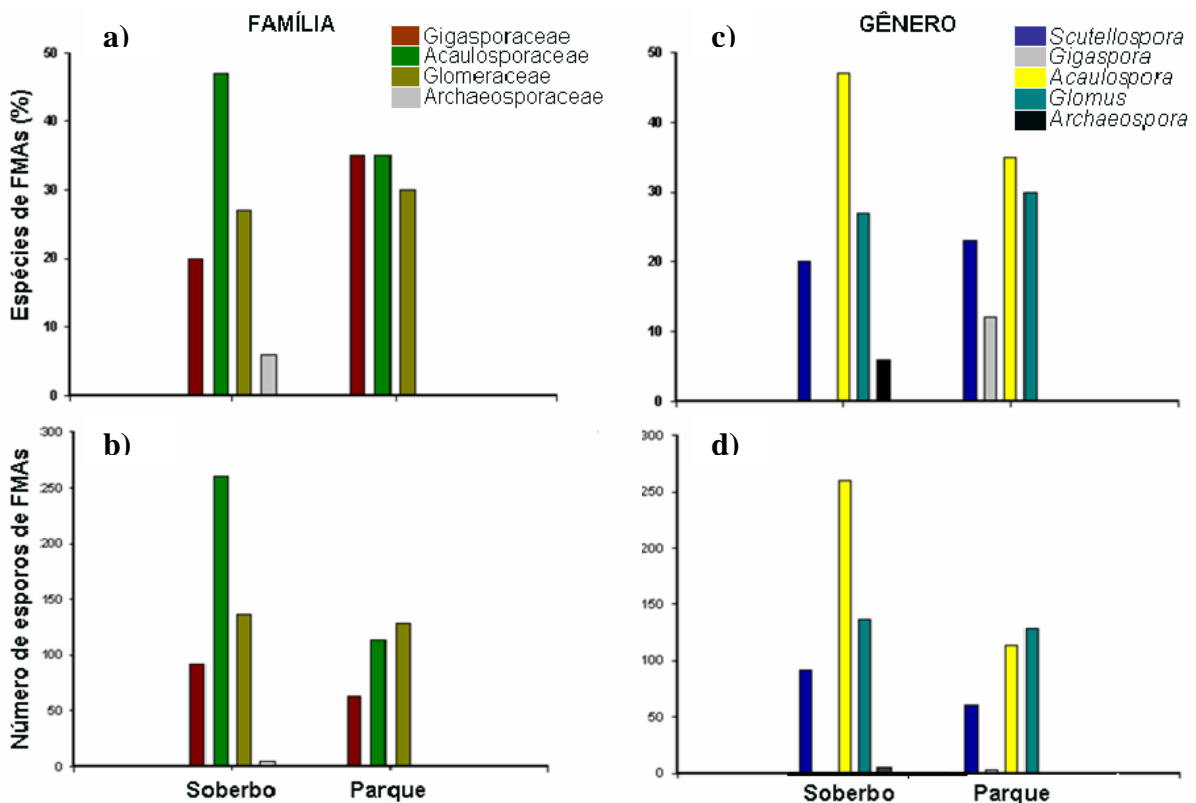


Figura 10. Composição da comunidade de FMAs observadas em *Syngonanthus elegans* na nascente do Córrego do Soberbo e no Parque Nacional das Sempre-vivas. a) Porcentagem de espécies de FMAs por família; b) Número de esporos de FMAs observados em cada família; c) Porcentagem de espécies observados em cada gênero de FMAs; d) Número de esporos de FMAs observados por gênero.

Em *S. elengans*, cinco gêneros de FMAs foram observados ocorrendo nas áreas em estudo, *Scutellospora*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Glomus* e *Archaeospora*. No entanto, *Gigaspora* foi encontrada somente nas amostras de solo do Parque enquanto que *Archaeospora* foi detectada apenas no Soberbo (Figura 10c). O gênero *Acaulospora* apresentou maior número de espécies nos dois locais avaliados, sendo 47% no Soberbo e 35% no Parque. No Soberbo, o número de espécies de *Acaulospora* foi seguido de *Glomus* com 26% e os outros 27% das espécies divididos entre *Scutellospora* e *Archaeospora* (Figura 10c).

Já no Parque, apesar do *Acaulospora* apresentar maior número de espécies, este foi seguido pelos gêneros *Glomus* (29%) e *Scutellospora* (24%). Assim, observa-se um maior equilíbrio entre os gêneros quanto ao número de espécies na área do Parque. Esse maior equilíbrio também foi observado quanto ao número de esporos por gênero (Figura 10d). No Soberbo, observou-se uma dominância do gênero *Acaulospora* com 51% dos esporos ocorridos. Essa predominância do gênero *Acaulospora* nas áreas de estudo, pode ter sido favorecida pelo pH dos solos das áreas avaliadas, que foram de 4,6 no Soberbo e de 5 no Parque (Tabela 1), pois espécies de FMAs pertencentes a esse gênero são encontradas frequentemente em solos com pH entre 4,0 e 6,0 (SIQUEIRA e FRANCO, 1988; SILVEIRA, 1998; STÜRMER, 1999).

Para *S. elegans*, a riqueza de espécies de FMAs foi maior no Parque (Figura 11a), contudo, observou-se maior índice de diversidade e equitabilidade no Soberbo (Figura 11b, c). Esses resultados indicam que na comunidade de FMAs da área do Soberbo, apesar de menor riqueza, os indivíduos estão melhor distribuídos dentro da comunidade. Isso pode ser observado na Tabela 4, onde as espécies observadas na área do Soberbo no Solo Nativo (SN) apresentam maior semelhança com relação ao número de esporos por espécie (*Scutellospora* sp.1 (85 esporos), *Acaulospora cavernata* (88 esporos), *Acaulospora* sp.5 (60 esporos), *Acaulospora* sp.7 (84 esporos), *Glomus* sp.1 (116 esporos) justificando a maior equitabilidade. Essa melhor distribuição também pode ser comprovada observando o menor índice de dominância (Figura 10d). No Parque, *Glomus* sp.1 apresentou alta esporulação (115) em relação as demais espécies (média de 12) (Tabela 4). Esta espécie foi a responsável pela elevação dos índices de dominância e de redução dos índices de equitabilidade e de diversidade da comunidade de FMAs desta área.

Em geral, as plantas *L. chrysothrix* e *Xyris* sp., apresentaram comportamento inverso ao observado em *S. elegans* para todos os índices ecológicos quando se compara as duas áreas estudadas (Figura 11). No entanto, o número de amostras das plantas controle foi menor em relação a *S. elegans* e isto pode ter interferido na comparação da comunidade de FMAs observada entre *S. elegans* e as plantas controle. Apesar disso, os padrões observados entre os índices de diversidade fornece uma idéia do comportamento da comunidade fúngica em cada espécie de planta em cada área.

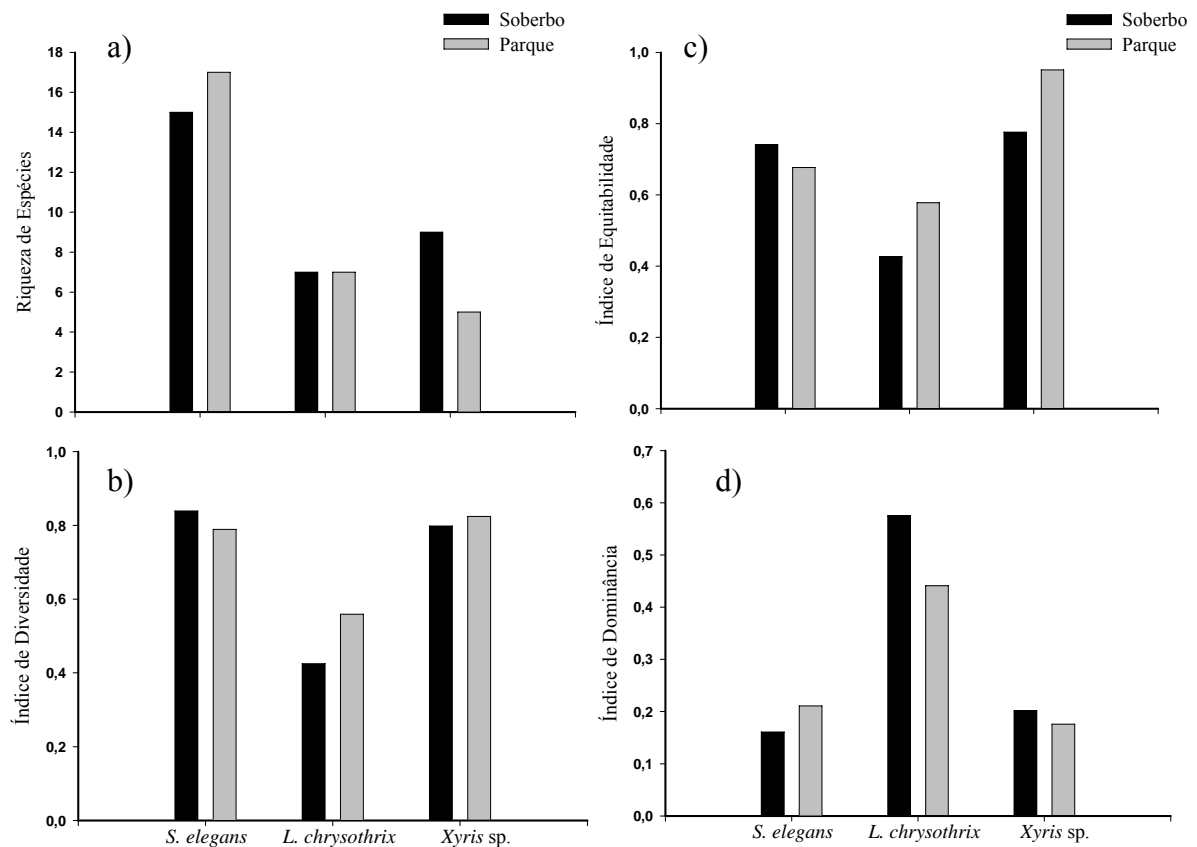


Figura 11. Índices de ecológicos da comunidade de espécies de FMAs em *Syngonanthus elegans* (n=10), *Loudetiopsis chrysothrix* e *Xyris sp* (n=3). nas áreas da Nascente do Córrego do Soberbo e do Parque Nacional das Sempre-vivas: a) Riqueza de espécies de FMAs; b) Índices de diversidade de Simpson; c) Índice de equitabilidade de Pielou; d) Índice de dominância de Simpson.

O índice de similaridade de Jaccard é uma medida da semelhança existente entre duas amostras. O maior índice de similaridade foi observado em *S. elegans* (0,6) e o menor índice em *Xyris sp.* (0,4) (Tabela 5). Isso indica que a composição da comunidade de FMAs em *S. elegans* entre as áreas do Soberbo e do Parque, foram mais semelhante do que a comunidade fúngica das plantas controle entre as áreas. O maior índice de similaridade em *S. elegans* indica que a composição da comunidade de FMAs nesta planta, compartilham 60% de similaridade, ou seja, 60% dos FMAs observados em *S. elegans* na área do Soberbo também estavam no Parque.

Tabela 5. Índice de similaridade de Jaccard da comunidade de FMAs entre as áreas do Soberbo e do Parque Nacional das Sempre-vivas.

Plantas	Índice de Similaridade
<i>S. elegans</i>	0,6
<i>L. chrysothrix</i>	0,5
<i>Xyris</i> sp.	0,4

5 CONCLUSÃO

Syngonanthus elegans é uma planta micorrízica e apresenta alta porcentagem de raízes colonizadas e diversidade de FMAs. Algumas espécies observadas podem ser novas para a ciência. Novos estudos deverão avaliar a importância dos FMAs no estabelecimento e sobrevivência de *S. elegans*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ABREU, P. A. A.; FRAGA, L. M. S.; NEVES, S. C. **Geologia**. In: Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes. SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. S. F.; ABREU, P. A. A. Belo Horizonte: O Lutador, 2005, p. 272.

AFEK, U.; RINALDELLI, E.; MENGE, J.A.; JOHSON, E. L.; POND, E. Mycorrhizal inoculum influence colonization of cotton, onion and pepper seedlings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 115, n. 1, p. 938-942, 1990.

ALLEN, E. B.; ALLEN, M. F.; Water relations of xeric grasses in the field: interactions of mycorrhizas and competition. **The New Phytologist**, v. 104, p. 559-571, 1986.

ALVES, R.J.V.; KOLBEK, J. Plant species endemism in savanna vegetation on table mountains (Campo Rupestre) in Brazil. **Vegetatio**, v. 113, p. 125-139, 1994.

ANDRADE, P. M.; GONTIJO, T. A.; GRANDI, T. S. M.. Composição florística e aspectos estruturais de uma área de “campo Rupestre” do Morro do Chapéu, Nova Lima, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 9, p. 13-21, 1986.

BALOTA, R. L.; LOPES, E. S.; HUNGRIA, M.; DÖBEREINER, J. Ocorrência de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares na cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.1265-1276, 1999.

BASHAN, Y.; KHAOSAAD, T.; SALAZAR, B.G.; OCAMPO, J.A.; WIEMKEN, A.; OEHL, F.; VIERHEILIG H. Mycorrhizal characterization of the boojum tree, *Fouquieria columnaris*, an endemic ancient tree from the Baja California Peninsula, Mexico. **Trees**, v. 21, p.329-335, 2007.

BÉCARD, G.; PICHÉ, Y. New aspects on the acquisition of biotrophic status by a Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, *Gigaspora margarita*- **New Phytologist**, v.112, p. 77-83, 1989.

BEENA, K. R.; RAVIRAJAN, S.; ARUN, A. B.; SRIDHAR, K. R. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi on the coastal sand dunes of the west coast of India. **Current Science**, v. 79, n. 10, p. 25, nov., 2000.

BEVER, J. D.; MORTON, J.; ANTONOVICS, J.; SCHULTZ, P.A. Host-dependent sporulation and species diversity of mycorrhizal fungi in a mown grassland. **Journal of Ecology**, v. 75, p.1965–1977, 1996.

BEVER, J. D.; SCHULTZ, P. A. PRINGLE, A.; MORTON, J. B. Arbuscular mycorrhizal fungi: More diverse than meets the eye, and the ecological tale of why. **Bio Science**, v. 51, n. 11, p. 923-932, 2001.

BEVER, J. D.; WESTOVER, K. M.; ANTONOVICS, J. Incorporating the soil community into plant population dynamics: The utility of the feedback approach. **Journal of Ecology**, v. 85, p. 561-573, 1997.

BORBA, M.F.; AMORIM, S.M.C. Fungos micorrízicos arbusculares em sempre-vivas: subsídio para cultivo e replantio em áreas degradadas. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 7, n. 2, 2007.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H.; VON ENDE, C.N. **Field and laboratory methods for general ecology**, 3rd ed. Dubuque, McGraw-Hill. 1990.

CAPRONI, A. L.; FRANCO, A. A.; BERBARA, R. L. L.; TRUFEM, S. B.; GRANHA, J. R. D. O.; MONTEIRO, A. B. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas revegetadas após mineração de bauxita e, Porto Trombetas, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1409-1418. dez. 2003.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. **Sistemas de culturas e a população microbiana do solo**. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p.125-132, 1990.

CHAVES, M. L. S. C.; BENITEZ, L.; ANDRADE, K.W.; SARTORI, M.A. **Canyon do talhado, Região de Porteirinha, Norte de Minas Gerais – Notável feição geomorfológica de travessia completa da Serra do Espinhaço**. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E.T.; CAMPOS, D.A.; SOUZA, C.R.G.; FERNENDES, A.C.S. (Ed.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. p. 8, 2006.

CHAVES, M. L. S. C.; BRANDÃO, P. R. G. Diamante variedade carbonado na serra do Espinhaço (MG/BA) e sua enigmática gênese. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 57, n. 1, p. 33-38, 2004.

COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E.L.; ANDRADE, D. S. **Microrganismos e processos biológicos no sistema plantio direto.** p. 487-508. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F.M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN V.; FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO J.G. (Ed). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, p. 818, 1999.

CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M. **Composição florísticas e aspectos estruturais de campo Rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.** *Hoehnea*, v. 29, n. 1, p. 37-48. 2002.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R. **Delimitação de habitats em campo Rupestres na Chapada Diamantina: substratos, composição florística e aspectos estruturais.** *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, v. 23, n. 1, p. 85-111, 2005.

CONCEIÇÃO, A. A. Alerta para a conservação da biota na Chapada Diamantina. **Revista Ciência Hoje**, v. 27, n. 159, p. 54-56. 2000.

CORDAZZO, C. V.; STURMER, S. L. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em *Panicum racemosum* (P. Beauv.) Spreng (Poaceae) em dunas costeiras do extremo sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, v. 29, n. 1, p. 65-68, 2007.

CORDEIRO, M. A. S.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; SAGGIN-JUNIOR, O. J. Colonização e desnidade de esporos de fungos micorrízicos em dois solos do cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 147-153, 2005.

CORDOBA, A. S.; MEDONÇA, M. M. STURMER, S. L.; RYGIEWICZ, P. T. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi along a sand dune stabilization gradient: A case study at Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, South Brazil. **Mycoscience**, Japan, v. 42, n. 4, p. 379-387, 2001.

COSTA, F. N. **Campos Rupestres.** In: Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes. SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. S. F.; ABREU, P. A. A. Belo Horizonte: O Lutador, p. 272, 2005.

COSTA, S. M. G.; BONONI, V. L. R. Fungos filamentosos e micorrízicos vesículo-arbusculares de solo da região degradada de Cubatão, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 18, n. 1, p. 61-76, 1991.

DAFT, M.J. The influence of mixed inocula on endomycorrhizal development. **Plant Soil**, v. 71, p.331-337, 1983.

DAFT, M.J. & HOGARTH, B.G. Competitive interactions amongst four species of *Glomus* on maize and onion. **Trans. British Mycological Society**, v. 80, p.339-345, 1983.

DAVIES, S. D.; HEYWOOD, V. H.; HERRERA-MACBRIDE, O.; VILA-LOBOS, J.; HAMILTON, A. C. Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for their Conservation. **The Américas**. Cambridge, IUCN Publications Unit, v. 3, p. 578, 1997.

DHILLION, S. S.; ZAK, J.C. Microbial dynamics in arid ecosystems: desertification and the potential role of mycorrhizas. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 66, p. 253–270, 1993.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação dos solos. EMBRAPA Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 306, 2006.

FRIBERG, S. Distribution and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in traditional agriculture on the Niger inland delta, Mali, West Africa. CBM: **Skriftserie**, v. 3, p. 53-80, Uppsala 2001.

GERDEMANN, J. W. Relation of a large soil-borne spore to phycomycetous mycorrhizal infections. **Mycologia**, v. 47, p. 619-632, 1955.

GERDEMANN, J. W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. **Annual Review of Phytopathology**. v. 6, p 397-418, 1968.

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**, v. 46, p. 235-244, 1963.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, p. 489-500, 1980.

GIULIETTI, A. M. Estudos Taxonômicos no gênero *Leiothrix* Ruhl. (Eriocaulaceae). São Paulo: Universidade de São Paulo. **Tese de Livre-Docência**, 1984.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. **Patterns of geographic distribution of some plants species from the Espinhaço Range, MG-BA, Brasil.** In: VANZOLINI, P. E.; HEVER, W. R. (Ed.), Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, p. 39-69, 1988.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L.; BERG, C. V. D. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1. p. 53-61, 2005.

GIULIETTI, A. M.; SCATENA, V. L.; SANO, P. T.; PARRA, L.; QUEIROZ, L. P., HARLEY, R. M.; MENEZES, N. L., YSEPON, A. M. B.; SALATINO, A., SALATINO, M. L.; VILEGAS, W.; SANTOS, L.C.; RICCI, C. V.; BONFIM, M. C. P.; MIRANDA, E. B. **Multidisciplinary studies on neotropical Eriocaulaceae.** In: Monocots: Systematics and evolution (WILSON, K. L.; MORRISON, D.A. eds.). CSIRO Publishing, Collingwool. p. 580-589, 2000.

GIULIETTI, A. M.; AMARAL, M. C. E.; BITTRICH, V. Phylogenetic analysis of interand and infrageneric relationships of *Leiothrix* Ruhland (Eriocaulaceae). **Kew Bulletin**. v. 50, n. 1, p. 55-71. 1995.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. G. L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 9, p. 1-151, 1987.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. Espinhaço range region, eastern Brazil. In: **Centres of Plant Diversity. A Guide and Strategy for their Conservation.** ed. DAVIS, S.D.; HEYYWOOD, V. H.; HERRERA-MACBRYDE, O.; VILLA-LOBOS J.; HAMILTON, A. C.. WWF/IUCN, Cambridge, v. 3, p. 397 – 404, 1997.

GIULIETTI, N. A. M.; GIULIETTI, J. R.; PIRANI, N.L. MENEZES. Estudos em sempre-vivas: importância econômica do extrativismo em Minas Gerais, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 1, n. 2, p. 179-193. 1988.

GLOWA, K. R.; AROCENA, J. M.; MASSICOTTE, H. B. Extration of potassium and/or magnesium from selected soil minerals by *Piloderma*. **Geomicrobiology Journal**, v. 20, p. 99-111, 2003.

HARLEY, R.M. Introduction. In: STANNARD, B.L. Flora os the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Brasil. **Royal Botanic Gardens, Kew**, p 1-42, 1995.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soil**. Berkely, CA: University of California, (California Agricultura Experiment Station). Circular, 1951. 347 p.

IBAMA-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acessado em: Junho de 2008

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>. Acessado em: Maio de 2008.

INVAM- International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi, 2001. Disponível em: <<http://invam.caf.wvu.edu/mycinfo/methods/cultures/monosp.htm>> Acessado em: 2008.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal- flotation technique for extracting nematodes from soil. **Plant Disease Report**, p. 48, 692, 1964.

JOLY, A. B.. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo, EDUSP e Polígono. 1970.

KLIRONOMOS, J. N; MCCUNE, J.; HART, M.; NEVILLE, J. The influence of arbuscular mycorrhizae on the relationship between plant diversity and productivity. **Ecology Letters**, v. 3, p. 137-141, 2000.

MAGALHÃES, G. M. Sobre os cerrados de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 38, p.59-69, 1966.

MEDONÇA, M. P.; LINS, L.V. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Minas Gerais, Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas & Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte. 2000.

MEGURO, M.; PIRANI, J. R.; GIULIETTI, A. M.; MELLO-SILVA, R. Phytophysognomy and compositon of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, p.149-166, 1994.

MEHROTRA, V. S. Arbuscular mycorrhizal associations of plants colonizing coal mine spoil in India. **Journal of Agricultural Science**, v. 130, p. 125-133, 1998.

- MILLER, R. M.; JASTROW, J. D. **Mycorrhizal fungi influence soil structure.** KAPULNIK, Y.; DOUDS, D. eds. *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function.* Dordrecht (Netherlands): Kluwer, p. 3-18, 2000.
- MIRANDA, E. B.; GIULIETTI, A. M. Eriocaulaceae no Morro do Pai Inácio (Palmeiras) e Serra da Chapadinha (Lençóis), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v. 1, p. 15–32, 2001.
- MONTEIRO, R. T. R.; FRIGHETTO, R. T. S. Determinação da Umidade, pH e Capacidade de Retenção de Água do Solo. In: FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. *Indicadores Biológicos e Bioquímicos da Qualidade do Solo. Manual Técnico- EMBRAPA.* Meio Ambiente. Jaguariúna, SP, 2000.
- MOREIRA, A. A. N.; CAMALIER, C. Relevô. In: **Geografia do Brasil.** Região Sudeste. IBGE Rio de Janeiro, v. 3, p. 1-50, 1977.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras:UFLA, 2º Ed., p. 729, 2006.
- MORTON, J. B.; BENTIVENGA, S. P. Levels of diversity in endomycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes) and their role in defining taxonomic and non-taxonomic groups. **Plant and Soil**, v. 159, p. 47-59, 1994.
- MORTON, J. B.; BENTIVENGA, S. P.; BEVER, J. D. Discovery, measurement, and interpretation of diversity in arbuscular endomycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes). **Canadian Journal of Botany**, v. 73, p. 25-32, 1995.
- MORTON, J. B. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi; classification, nomenclature, and identification. **Mycotaxon**, Ithaca.. v.32, p. 267-324, 1988.
- MORTON, J. B.; BENTIVENGA, S. P.; WHEELER, W. W. Germ plasm in the International Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM) and procedures for culture development, documentation and storage. **Mycotaxon**, Ithaca. v. 48, p.491-528, 1993.
- MORTON, J. B.; BENNY, G. L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. **Mycotaxon**. Ithaca, v. 37, n. 471-491, 1990.

MOSSE, B. Fruitifications associated with mycorrhizal strawberry roots. **Nature**, v. 171, p. 974, 1953.

MULLIS, K.; FALOONA, F.; SCHARF, S.; SAIKI, R. K.; HORN, G.; ERLICH, H. Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction. **Quantitative Biology**, v. 51, p. 263-73, 1986.

NDAW, S. M. Atividade e funcionalidade das comunidades nitrificadoras, desnitrificadoras e fixadoras de nitrogênio em solos sob diferentes coberturas na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Tese** (Doutor em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. 2007.

NEVES, S. C.; ABREU, P. A. A.; FRAGA, L. M. S. **Fisiografia**. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (eds). Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens ambientes. Belo Horizonte: O Lutador, p.272, 2005.

NEWSHAM, K. K., FITTER, A. H.; WATKINSON, A. R. Arbuscular mycorrhiza protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field. **Journal of Ecology**, v. 83, p. 991–1000, 1995.

PARRA, L.R.. Redelimitação e revisão de *Syngonanthus* sect. *Eulepis* (Bong.ex Koera) – Eriocaulaceae. **Tese** de doutorado. Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

PAULA, M. A.; SIQUEIRA, J. O. Efeito de micorrizas vesicular arbusculares no crescimento, nodulação e acúmulo de N na soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 71-178, fev. 1987.

PAULA, M.A.; SIQUEIRA, J. O.; OLIVEIRA, L. H.; OLIVEIRA, E. Efetividade simbiótica relativa em soja de população de fungos endomicorrízicos nativos e de isolados de *Glomus macrocarpum* e *Gigaspora margarita*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 12, p. 25–31, 1988.

PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 55, p.158-161, 1970.

PIRANI, J. R.; GIULIETTI, A. M.; MELLO-SILVA, R.; MEGURO, M. Checklist and patterns of geographic distribution of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, p.133-147, 1994.

PIRANI, J. R.; MELLO-SILVA, R.; GIULIETTI, A. M. Flora de Grão Mogol, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 21: p. 1-24, 2003.

PRANCE, G. T. A comparison of efficacy of higher taxa and species numbers in the assessment of biodiversity in the neotropics. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, v. 345, p. 89-99, 1994.

RÊGO, I. A. C.; TRINDADE, A. V.; CARVALHO, J. E. B. Comunidade e eficiência de fungos micorrízicos arbusculares sob diferentes manejos da vegetação espontânea em pomar de citos. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 16, n. 2, p. 96-104, jul./dez., 2004.

SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; GUIMARÃES, P. T. G.; OLIVEIRA, E. Colonização do cafeeiro por diferentes fungos micorrízicos: efeitos na formação das mudas e crescimento em solo fumigado. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**. Viçosa, v. 19, n. 2, p. 213-220, 1995.

SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O. **Micorrizas Arbusculares em cafeeiro**. In: SIQUEIRA, J. O. (ed.) *Avanços em Fundamentose Aplicação de Micorrizas*. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil, p. 203-254, 1996.

SAIKI, R.K.; SCHARF, S.; FALOONA, F.; MULLIS, K.B.; HORN, G.T. Enzymatic amplification of the beta globin genomic sequences and restriction site analysis for the diagnosis of sickle cell anemia. **Science**, v. 230, p. 1350-1354, 1985.

SÁNCHEZ-DIAZ, M.; PARDO, M.; ANTOLÍN, M.; PEÑA, J.; AGUIRREOLA, J. Effects of water stress on photosynthetic activity in the *Medicago-Rhizobium-Glomus* symbiosis. **Plant Science**, v. 71, p. 215-221, 1990.

SANTOS, O. M.; DE OLIVEIRA, N. C.; DE NOVAIS, R. F. Observações preliminares sobre fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em plantas crescendo em dunas na Bahia. **Revista Ceres**, v. 42, n. 240, p. 191-202. 1995.

SCATENA, V. L.; MENEZES, N. L. Anatomia de raízes de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 56, n. 2, p. 333-343, 1996.

SCATENA, V. L.; VICH, D. V.; PARRA, L. R. Anatomia de escarpas, folhas e brácteas de *Syngonanthus* sect. *Eulepis* (Bong. Ex Koern.) Ruhland (Eriocaulaceae). **Acta Botânica Brasileira**, Brasília, n. 18, p. 825-837, 2004.

SCHENCK, N. C.; PEREZ, Y. **Manual for identification of VA mycorrhizal fungi**. 24.ed. Florida: University of Florida, 1988. 241p.

SCHULTZ, P. A. **Arbuscular mycorrhizal species diversity and distribution in an old field community**. Ph.D. dissertation, Duke University, Durham, North Carolina, USA. 1996

SCHULTZ, P. A.; BEVER, J. D.; MORTON, J. *Acaulospora colossica* sp. nov. from an old field in North Carolina and morphological comparisons with similar species, *A. laevis* and *A. koskei*. **Mycologia**, v. 91, p. 676-683, 1999.

SCHWAB, S. M; MENGUE, J. A.; TINKER, P.B. Regulation of nutrient transfer between host and fungus in vesicular-arbuscular mycorrhizas. **New Phytologist**, v. 117, n. 3, p. 387-398, 1991.

SHARMA, S.; KAUL, V.; MAGOTRA, R.; KOUL, A. K. Occurrence and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in coastal sand dune vegetation of Goa. **Current Science**, v. 80, n. 7, p. 10, april, 2001.

SILVA, M. M; COLLOZI FILHO, A. **Emprego de técnicas moleculares na taxonomia e em estudos sobre ecologia e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares**. In: SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. Microbiologia do solo e qualidade ambiental. Instituto Agrônômico de Campinas, São Paulo, 2007. p. 312.

SILVA, G. A.; SANTOS, B. A.; ALVES, M. V.; MAIA, L. C. Arbuscular mycorrhizain species os Commelinidae (Liliopsida) in the state of Pernambuco (Brazil). **Acta Botânica Brasília**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 155-165, 2001.

SILVEIRA, P. D. D. Ecologia de fungos micorrízicos arbusculares. In: MELO, I. S. D.; AZEVEDO, J. A. (eds). **Ecologia Microbiana**, Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, p. 61-86, 1998.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília, MEC, ABEAS, ESAL, FAEPE. p. 125-177, 1988.

SIQUEIRA, J. O.; SYLVIA, D. M.; GIBSON, J.; HUBBELL, D. H. Spores, germination, and germ tubes of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 31, p. 965-972, 1985.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; GRISI, B. M.; HUNGRI, M.; ARAÚJO, R. S. **Microrganismose processos biológicos do solo: perspectiva ambiental.** Embrapa-SPI. p.142, 1994.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **The symbiontes forming VA mycorrhizas.** In Mycorrhizal Symbiosis. SMITH, S. E.; READ, D. J., eds. Academic Press, San Diego. p. 33-80, 1997.

SMITH, S.E.; GIANINAZZI-PEARSON. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 39, p. 221-224, 1988.

SOLAIMAN, M. Z.; HIRATA, H. Effectiveness of arbuscular mycorrhizal colonization at nursery stage on growth and nutrition in wetland rice (*Oryza sativa*) after transplanting under different soil fertility and water regimes. – **Soil Science and Plant Nutrition**, Japan, v. 42, p. 561-571, 1996.

SOUZA, R. G.; MAIA, L. C.; SALES, M.; TRUFEM, S. F. B. Diversidade e potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares em áreas de caatinga, na Região de Xingó, Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 49-60, 2003.

SOUZA, F. A. **Banco ativo de Glomalesda Embrapa Agrobiologia: Catalogação e introdução de novos isolados desde 1995.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa Agrobiologia, Documentos, 123). dez. 2000, 40p.

STREITWOLF-ENGEL, R.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A.; SANDERS, J. R. Clonal growth traits of two *Prunella* species are determined by co-occurring arbuscular mycorrhizal fungi from a calcareous grassland. **Journal of Ecology**, v. 85, p. 181-191, 1997.

STÜRMER, S. L.; BELLEI, M. M. Composition and seasonal variation of spore populations of arbuscular mycorrhizal fungi in dunes soils on the island of Santa Catarina, Brasil. **Canadian Journal of Botany**, v. 72, p. 359-363, 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. (Eds.) **Soil Biodiversity in Amazonian and Other Brazilian Ecosystems.** CABI Publishing, London, p. 206-236, 2006.

STÜRMER, S. L.; FILHO, O. K.; QUEIROZ, M. H. MEDONÇA, M. M. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in soils of early stages of a secondary succession of Atlantic Forest in South Brazil. **Acta Botânica Brasílica**, v.20, n. 3, p. 513-521, 2006.

STÜRMER, S.L. **Evolução, classificação e filogenia dos fungos micorrízicos arbusculares.** In Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. (SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.G. eds.). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Lavras, p.797-817, 1999.

STÜTZEL, T. Untersuchungen zur Wurzelanatomie der Eriocaulaceen. **Flora.** v. 180, p. 223-239, 1988.

TOMLINSON, P. B. **Commelinales-Zingiberales.** In: METCALFE, C.R. Anatomy of the Monocotyledons. Oxford, at the Clarendon Press, v.3, 1969.

TRINDADE, A. V.; SIQUEIRA, J. O.; ALMEIDA, F. P. Dependência micorriza de variedades comerciais de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.12, p. 1485-1494, dez., 2001.

UHLMANN, E.; GORKE, C.; PETERSEN, A.; OBERWINKLER, F. Arbuscular mycorrhizae from arid parts of Namíbia. **Journal of Arid Environments**, v. 64, p. 221-237. 2006.

UHLMANN, E.; GORKE, C.; PETERSEN, A.; OBERWINKLER, F. Arbuscular mycorrhizae from semiarid regions of Namibia. **Canadian Journal of Botany**, v. 82, p. 645-653, 2004.

VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; KLIRONOMOS, J. N.; URSIC, M., MOUTOGLIS, P., STREITWOLF-ENGEL, R., BOLLER, T., WIEMKEN, A. AND SANDERS, I.R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. **Nature**, v. 396, p. 69–72, 1998.

WALKER, C.; TRAPPE, J. M. Names and epithets in the *Glomales and Endogonales*. **Mycological Research**, v. 97, p. 339-344, 1993.

ZANGARO, W.; NISIZAKI, S. M. A.; DOMINGOS, J. C. B.; NAKANO, E. M. Micorriza arbusculare de espécies arbóreas nativas da Bacia do Rio Tibagi, Paraná. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 77-87, 2002.

ZAPPI, D. C.; LUCAS, E.; STANNARD, B. L.; NICLUGHADHA, E.; PIRANI, J. R.; QUEIROZ, L. P.; ATKINS, S.; HIND, D. J. N.; GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; CARVALHO, A. M. **Lista de plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.** Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo. v. 21, n. 2, p. 345-398, 2003.

ZAPPI, D. C.; TAYLOR, N. P. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Cactaceae. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, v. 21, n. 1, p.147-154. 2003.