

Universidade Estadual de Montes Claros
Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciências Biológicas

Deisianne Leite Santos

Composição de fungos micorrízicos arbusculares ao longo de um
gradiente sucessional em Floresta Estacional Decidual

Montes Claros-Minas Gerais
Abril-2015

Deisianne Leite Santos

Composição de fungos micorrízicos arbusculares ao longo de um
gradiente sucessional em Floresta Estacional Decidual

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós- Graduação *Stricto Sensu* em
Ciências Biológicas da Universidade
Estadual de Montes Claros, como
requisito necessário para a obtenção de
título de Mestre em Ciências Biológicas.**

Orientador: Prof. Dr. **HENRIQUE MAIA VALÉRIO**

Montes Claros-Minas Gerais

Abril-2015

Deisianne Leite Santos

Composição de fungos micorrízicos arbusculares ao longo de um
gradiente sucessional em Floresta Estacional Decidual

.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Montes Claros, como requisito necessário para a conclusão do curso de Mestrado em Ciências Biológicas, avaliada e aprovada pela banca examinadora:

Aprovada em 28 de Abril de 2015.

Orientador: Dr. Henrique Maia Valério

Dra. Yumi Oki

Dr. Mário Marcos do Espírito Santo

Montes Claros- Minas Gerais
Abril- 2015

“Peça a Deus que abençoe seus planos e eles darão certo. (Pv. 16:3)”

*Dedico esse trabalho a minha mãe
Nanci, meu maior exemplo de vida e
minha grande entusiasta.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, inicialmente a Deus, que foi, e é, presença constante na minha trajetória de vida, colocou-me em seu colo todo esse tempo, a fim de que, o fardo fosse mais leve.

Aos meus queridos pais, meus grandes idealizadores, que não mediram esforços para que eu tivesse uma educação de qualidade. Ao meu pai Dejair, *in memoriam*, meu maior incentivador e que com certeza seria o mais orgulhoso hoje. A minha mãe, exemplo de amor e luta mulher maravilhosa, guerreira e incansável em todos os momentos!

Ao meu esposo Miguel, com quem tenho uma dívida que nunca serei capaz de retribuir. Dispensou-me seu carinho incondicionalmente. Dos menores aos maiores gestos.

Ao meu filho Luís Felipe, minha razão maior para seguir, por alegrar minha vida e pela compreensão nos momentos de ausência.

A minha família, por todo apoio e incentivo nessa jornada de 2 anos. Em especial, aos meus cunhados, Luciana e Wagner, pela ajuda em uma das coletas e por todo amor dedicado ao meu filho e permitindo assim, que a minha ausência fosse possível.

Ao meu orientador Henrique pela confiança, oportunidade de crescimento profissional ao longo desses 2 anos. Só posso dizer que durante esses quase dois anos, aprendi muito a cada encontro, a cada conversa, em cada gesto de carinho e compreensão.

Ao professor Magno que acreditou e confiou no meu potencial, sou imensamente grata pela oportunidade de realizar esse mestrado.

Aos meus colegas de laboratório Fran, Adriana, Luiz Felipe, Jéssica e Amanda por deixarem a rotina de laboratório mais suave.

A amiga Nanda que sempre prestativa me ajudou na identificação e esclarecimentos de dúvidas quanto à identificação dos FMAs.

A amiga Paty Brito pelo companheirismo e boas risadas em diversos momentos. Por estar sempre disponível e disposta a ajudar.

Aos amigos do mestrado Renata, Thamiris, Raquel e Camilla pela convivência por esses dois anos! A Brow e Paulo Dangelis pela ajuda em uma das colegas.

A Luquete pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao Laboratório Municipal de Análises Clínicas de Bocaiúva, em especial aos amigos, Percy, Rose, Jack e Emerson pelo uso do microscópio, além de deixarem minha rotina de identificação menos solitária.

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas que contribuíram com seus ensinamentos para minha formação.

Ao Capes pela concessão de bolsa durante o mestrado.

À Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) e ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas pela oportunidade concedida para realização do mestrado.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram, de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

RESUMO- Composição de fungos micorrízicos arbusculares ao longo de um gradiente sucessional em Floresta Estacional Decidual

SANTOS, Deisianne Leite. Ms. Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Montes Claros. Abril, 2015. Orientador: Dr. Henrique Maia Valério.

As Florestas Tropicais Secas são consideradas uma das florestas tropicais mais ameaçadas e com pouco conhecimento, embora representem cerca de 42% das florestas tropicais do mundo. Assim, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) podem ter um papel importante nestes ecossistemas. O objetivo deste foi determinar a riqueza e abundância de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Floresta Estacional Decidual no Norte de Minas Gerais, Brasil, foram coletadas amostras de solo durante os períodos chuvoso e seco no Parque Estadual da Mata Seca, no Norte de Minas Gerais, em parcelas previamente demarcadas em diferentes estágios sucessionais classificadas como inicial (15 anos em processo de regeneração), intermediário (25 anos em processo de regeneração) e tardio (mais de 50 anos sem intervenção). As amostras de solos geradas (3 por estágio, totalizando 27 amostras) foram conduzidas ao laboratório para a extração, contagem e identificação dos esporos e para caracterização físico-química. Foram encontrados 60 espécies de FMA, pertencentes a 10 famílias. Os gêneros *Glomus* e *Acaulospora* apresentaram maior ocorrência. No geral, a abundância de esporos diferiu entre os estágios ($p=0.02$) e a riqueza de espécies de FMA foi afetada pela estação do ano ($p=0.01$), apresentando a estação seca maior riqueza. Em relação à composição de espécies, esta não diferiu entre os estágios ($p= 0.038$) apenas entre as estações, sendo a estação seca mostrou uma composição significativamente diferente da estação chuvosa ($p=0.001$). Os solos são predominantemente ácidos e as variáveis edáficas utilizadas não exerceram influência na substituição de espécies ($p= 0.77$). No geral, a sazonalidade tem uma forte influência sobre a diversidade FMAs, apresentando a estação seca maior riqueza, e a composição de FMAs também foi afetada estação.

Palavras Chave: FMAs, sazonalidade, variáveis edáficas, biodiversidade.

Summary- Composition of mycorrhizal fungi along a successional gradient in Deciduous Forest

SANTOS, Deisianne Leite. Ms. Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Montes Claros. Abril, 2015. Orientador: Dr. Henrique Maia Valério.

The Tropical Dry Forests are considered one of the most endangered tropical forests and with little knowledge, though they account for about 42% of the world's rainforests. Thus, the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can play an important role in these ecosystems. The objective of this was to determine the richness and abundance of arbuscular mycorrhizal fungi in deciduous seasonal forest in northern Minas Gerais, Brazil, soil samples were collected during the rainy and dry seasons in the Parque Estadual da Mata Seca in the North of Minas Gerais, in plots previously marked in different successive stages classified as initial (15 years regenerating process), intermediate (25 in the regeneration process) and late (more than 50 years without intervention). The soil samples generated (3 per stage, totaling 27 samples) were taken to the laboratory for extraction, counting and identification of spores and physicochemical characterization. 60 AMF species belonging to 10 families were found. The *Glomus* and *Acaulospora* genus higher numbers. Overall, plenty of spores differed between stages ($p = 0.02$) and the wealth of AMF species was affected by season ($p = 0.01$), with the greatest wealth dry season. Regarding the composition of species, this did not differ between stages ($p = 0.038$) only between stations, being the dry season showed a significantly different composition of the rainy season ($p = 0.001$). The soils are predominantly acidic and soil variables used did not influence the replacement of species ($p = 0.77$). Overall, seasonality has a strong influence on the AMF diversity, presenting the dry season richer, and the AMF composition was also affected station.

Keywords: AMF, seasonality, soil variables, biodiversity.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	11
2- MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1 Área de Estudo	15
2.2 Coletas de Solos	15
2.3 Extração e Quantificação de Esporos	17
2.4 Preparo de Lâminas e Identificação das Espécies de FMA	18
2.5 Determinação dos atributos dos solos	18
2.6 Análises de Dados	19
3- RESULTADOS	21
4- DISCUSSÃO	30
5- CONCLUSÕES	35
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1.Introdução

As Florestas Tropicais Secas são consideradas uma das florestas tropicais mais ameaçadas e com pouco conhecimento, embora representem cerca de 42% das florestas tropicais do mundo. São conhecidas como Florestas Estacionais Deciduais (FED) ou matas secas, representam uma fitofisionomia arbórea que se distingue por apresentar um alto grau de deciduidade foliar (SCARIOT & SEVILHA 2005) e duas estações anuais bem definidas, seca e chuvosa (MURPHY & LUGO 1986, NASCIMENTO *et al.*, 2004). Elas encontram-se distribuídas em regiões tropicais com clima semiárido, solos com alta fertilidade e apresentam grande riqueza animal e vegetal (MURPHY & LUGO, 1986). No Brasil, as FEDs ocupam 3% do território nacional, abrangendo desde regiões centrais e o nordeste até o norte de Minas (PRADO & GIBBS, 1993). Estudos tem descrito que as espécies arbóreas das FEDs são capazes de suportar os efeitos da sazonalidade e do desmatamento devido a sua associação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) pertencentes ao filo Glomeromycota (VIOLI *et al.*, 2008 e UIBOPPU *et al.*, 2009).

Os FMAs são simbioses obrigatórios que necessitam se associar com raízes de plantas para completar seu ciclo de vida (SCHÜBLER *et al.*, 2000). Nessa associação o fungo adquire nutrientes para seu desenvolvimento e esporulação, o que ocasiona um aumento na área radicular da planta, melhorando a absorção de água na planta, e seu acesso aos minerais escassos ou imóveis no solo (SIQUEIRA *et al.*, 1985; SANCHEZ-DIAZ *et al.*, 1990). Tem sido demonstrado que a estrutura e diversidade de plantas pode ser influenciada pelas espécies de FMAs associadas a elas (STREITWOLF-ENGEL *et al.*, 1997; VAN DER HEIJDEN *et al.*, 1998; BEVER *et al.*, 2001).

O conhecimento sobre a diversidade das populações de FMAs pode dizer muito sobre o solo (WRIGHT & UPADHYAYA, 1998; NICHOLS & WRIGHT, 2005). Um dos aspectos que mais influenciam a presença dos FMAs em um solo se baseia principalmente nos valores de pH (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). Segundo SIQUEIRA & FRANCO (1988), a ocorrência de esporos pode variar com o pH do solo dependendo do gênero. Em pH próximo ao neutro o gênero *Glomus* pode apresentar maior frequência, enquanto as espécies dos gêneros *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Scutellospora* e *Entrophospora* ocorrem comumente em solos ácidos.

Uma redução na riqueza e diversidade de FMAs tem sido relatada devido à conversão de FEDs em terras agrícolas (TCHABI *et al.*, 2008; OEHL *et al.*, 2010). De forma que, o revolvimento do solo pode afetar negativamente as espécies de FMAs por causa do lento desenvolvimento de hifas externas e o desaparecimento de esporos no solo. No norte de Minas Gerais, as FEDs encontram-se fragmentadas em mosaicos com diferentes idades de regeneração. No entanto, tem sido observado um aumento na abundância de algumas espécies de FMAs sob estas condições, devido principalmente, a certos gêneros de FMA responderem de forma diferente à perda de vegetação (MUNYANZIZA *et al.* 1997). Assim, a retirada da vegetação não necessariamente influencia a diversidade de FMAs (ALVES, 2004).

A identificação das espécies de FMA que aparecem em diferentes estágios sucessionais poderia melhorar a utilização das mesmas para a inoculação de mudas durante as atividades de restauração e reflorestamento (OEHL *et al.* 2011). Já que, algumas espécies de FMA não estão presentes em estágios iniciais de sucessão, mas reaparecem assim que a sucessão se processa, o que sugere que espécies de FMAs podem ser sensíveis a sucessão (PRINGLE E BEVER, 2002; OEHL *et al.*, 2009; BHADALUNG *et al.* 2005) Em estudo realizado em FEDS no México por Guadarrama

e colaboradores (2014) as espécies *Sclerocystis dussi* e *Scutellospora erythropus* foram encontradas apenas nas parcelas em sucessão inicial. Assim, cada espécie de FMA apresenta um grau diferente de sensibilidade à perturbação do solo (STAHL *et al.*, 1988) e pode resultar em alterações específicas das espécies em abundância em resposta a mudanças no uso da terra. Outros trabalhos também tem descrito que nos estágios iniciais de sucessão há uma maior riqueza de espécies de FMA presentes (ZANGARO *et al.*, 2008; LOPES *et al.*, 2009). O grau de perturbação num dado local também pode interferir em como a espécie de FMA responde a sazonalidade.

Na estação seca (maio a outubro) as FEDS no Norte de Minas perdem 100% das suas folhas, resultando numa maior exposição do solo à ação do vento e radiação solar, o que reduz a sua capacidade de retenção de umidade (MAASS, 1995 ;WHELAN, 1995) e infiltração, agravando as condições de seca ainda mais (MAASS, 1995; BOND & VAN WILGEN, 1996; DEBANO *et al.*, 1998) e potencialmente conduzindo a redução do número de espécies abaixo- e acima do solo (DUNPHY *et al.*, 2000).O efeito da sazonalidade nas espécies de FMAs foi observado por Guadarrama e colaboradores (2014) em FEDs no México. Visto que a espécies *Gigaspora gigantea* só foi encontrada durante a estação seca, enquanto as espécies *A. foveata* e *Scerythropus* foram registradas exclusivamente na estação chuvosa. Caproni e colabodores (2003) trabalhando em área revegetada após mineração de bauxita observaram que maior riqueza ocorrendo em períodos secos e maior densidade de esporos.em períodos úmidos. No entanto Allen *et al.* (1998), trabalhando com a dinâmica sazonal de FMA em FEDs, observaram que a colonização e esporulação durante a estação chuvosa eram maiores do que na estação seca, sugerindo que isso ocorria devido à maior atividade micorrízica naquele período, em consequência da

maior quantidade de raízes nas camadas mais superficiais dos solos analisados nessa estação.

A ocorrência de FMAs nos ecossistemas naturais tem sido foco de estudos ecológicos, embora ainda haja pouco conhecimento da diversidade sobre esses microrganismos em ambientes naturais. Assim, em revisão realizada sobre FMAs em agroecossistemas brasileiros (áreas degradadas, cafezais, agrossistemas, cerrado, floresta e dunas) Stürmer & Siqueira (2006), concluíram haver uma gama de espécies ainda não descritas nesses e noutros ecossistemas. Além disso, esses ambientes necessitam de mais estudos por apresentarem-se como potenciais centros de diversidade de FMAs.

A fim de elucidar fatores ambientais e biológicos importantes na comunidade de FMAs em solos de Floresta Estacional Decidual o presente estudo teve como objetivo determinar a riqueza e abundância de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Floresta Estacional Decidual no Norte de Minas Gerais, Brasil. De forma específica buscou-se neste trabalho: i) determinar a riqueza e a abundância de FMAs ,influência de diferentes estágios sucessionais e as estações na composição de FMAs; e ii) verificar a influencia de fatores edáficos na composição da comunidade de FMAs.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual da Mata Seca (PEMS) localizado no município de Manga ao Norte de Minas Gerais. Essa área possui aproximadamente 15,466.44 ha, cujas coordenadas geográficas são de 43° 97' 02" S – 14° 64' 09" W e 44° 00' 05" S – 14° 53' 08" W .

De acordo com a classificação de Köppen, grande parte do Norte de Minas Gerais, incluindo o município de Manga e grande parte desta região apresenta o clima do tipo As, que pode ser definido como tropical semi-árido com duas estações definidas: chuvosa (outubro/março) e seca (abril/setembro), com precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm, e temperatura média anual variando de 24°C a 26°C.

O parque é administrado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Minas Gerais. A unidade de conservação foi criada no ano de 2000 e desde então encontra-se em processo de regeneração natural e fragmentada em áreas com diferentes idades de regeneração em consequência da sua utilização em diferentes atividades nas últimas décadas. Desta forma, os fragmentos em estágio inicial de regeneração foram abandonados desde o ano 2000, após serem utilizadas como pastagem durante vários anos; os fragmentos em estágio intermediário de regeneração, por sua vez, têm histórico de abandono há cerca de 25 anos, após seu uso para criação de gado; e os fragmentos em estágio avançado de regeneração não possuem histórico de desmatamento nos últimos 50 anos.

2.2 Coletas de Solos

As coletas de solos foram realizadas durante a estação seca, no final de setembro de 2013 e na estação chuvosa, em março de 2014. Todas as áreas onde foram realizadas as coletas correspondem às parcelas de 20X50 metros já previamente demarcadas ao

longo do Parque Estadual Mata Seca. Dentre as parcelas (seis por estágio sucessional de regeneração), três foram escolhidas não sistematicamente por estágio sucessional, repetindo-se em cada estação. Na estação seca foram escolhidas as parcelas I4, I5 e I6 do estágio inicial; IT2, IT3 e IT4 do intermediário e T5, T7 e T8 do tardio, e para a estação chuvosa foram definidas as mesmas parcelas (Tabela 1). As análises dos componentes químicos do solo foram realizadas pelo Laboratório de Solos do ICA/UFMG, sendo 3 amostras compostas por parcela totalizando 27 amostras no final.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos locais de coletas das nove áreas estudadas ao do Parque Estadual da Mata Seca, Minas Gerais.

Estágio	Longitude	Latitude
Inicial (I4)	44°00'25"	14°50'57"
Inicial (I5)	44°00'21"	14°50'57"
Inicial (I6)	44°00'14"	14°50'57"
Intermediário (IT2)	43°58'40"	14°50'52"
Intermediário (IT3)	43°58'50"	14°50'58"
Intermediário (IT4)	43°58'49"	14°50'52"
Tardio (T5)	43°59'17"	14°50'54"
Tardio (T7)	43°59'19"	14°50'54"
Tardio (T8)	43°58'01"	14°50'49"

Com auxílio de uma trena um total de seis pontos equidistantes, espaçados entre si por três metros, foram demarcados por parcela escolhida. Em cada ponto foi coletada uma amostra de solo na profundidade de 0- 20 cm, de forma que a cada dois pontos na mesma parcela foi gerado uma amostra composta desse solo. No final da coleta foi obtida três amostras compostas por parcela totalizando 27 amostras de solos (Figura 1). Todas as amostras foram armazenadas em sacos plásticos de 10L, etiquetadas, identificadas e mantidas em temperatura ambiente em condições de campo. Posteriormente, foram levadas ao Laboratório de Microbiologia Ambiental, onde foram devidamente processadas e analisadas.

Parcela X

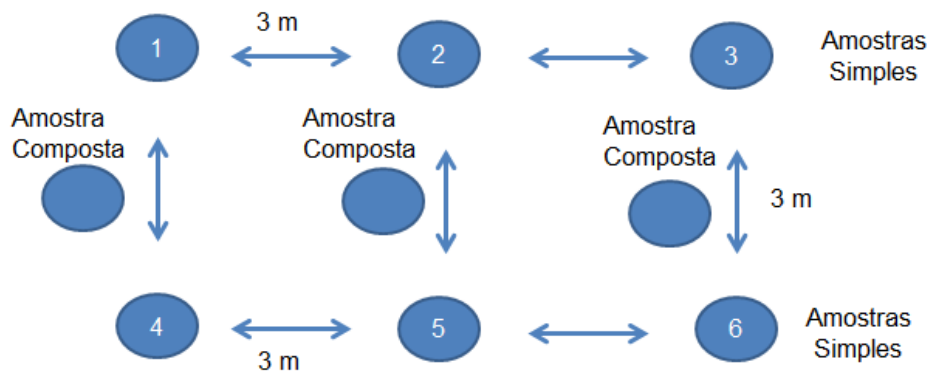


Figura 1: Demonstração dos esquemas das amostragens realizadas nas coletas de solo nas parcelas demarcadas para todos os estágios sucessionais em cada estação.

2.3 Extração e Quantificação de Esporos

Para extração de esporos foi executado o método de peneiramento úmido (Gerdemann & Nicholson, 1963) complementado pelo método de centrifugação em gradiente de densidade usando a sacarose (Jenkins, 1964). Para isso, foram retirados 50cm³ de solo de cada amostra, acrescentando-se água para suspender as estruturas leves contidas no solo e após um repouso de 30 segundos da amostra, o sobrenadante foi descartado em um conjunto de peneiras em aço inox de mesmas dimensões (diâmetro), sendo a primeira de malha 0,42mm sobre uma outra peneira de malha 0,053mm. Esse método foi repetido quatro vezes em cada amostra.

O material recolhido foi centrifugado primeiramente com água e o sobrenadante gerado foi descartado, em seguida, uma nova centrifugação com sacarose 45% foi feita. Para poder reter os esporos presentes, o sobrenadante que continha a sacarose e os esporos foi vertido na peneira de malha de 0,053mm, lavado em água destilada e transferido para placas de Petri para análise em lupa. A contagem dos esporos foi feita

com o auxílio de um contador e com agulhas, e o número total encontrado foi apresentado como densidade de esporos em 50 cm³.

2.4 Preparo de Lâminas e Identificação das Espécies de FMA

Os esporos viáveis encontrados foram individualizados pelas características de tamanho, cor e forma, e foram transferidos para lâminas (previamente identificadas) com PVLG (álcool polivinílico-lactoglicerol) e PVLG + Melzer 01:01 (vol/vol). A reação de cor ao reagente de Melzer foi utilizada para caracterizar as paredes dos esporos. A identificação das espécies de FMA foi feita em nível de espécie com observações de caracteres morfológicos, através de um microscópio óptico (100x a 400x), utilizando-se de vasta literatura especializada como trabalhos de descrição das espécies no site INVAM (<http://invam.wvu.edu/the-fungi/species-descriptions>) da Universidade da Virginia Ocidental dos Estados Unidos e no site do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Agricultura da Polônia (<http://www.zor.zut.edu.pl/Glomeromycota/Species%20descriptions%20of%20AMF.html>). Os caracteres taxonômicos incluíram: número e tipo de camadas das paredes dos esporos, características das paredes internas quando presentes; morfologia da hifa de sustentação do esporo; e variação da cor e tamanho dos esporos.

2.5 Determinação dos atributos dos solos

Para a análise de solos, foi retirada uma porção de 500 gramas de cada amostra composta de solo. Esse procedimento foi realizado para os solos coletados de apenas em uma estação, a estação seca.

Posteriormente, essas amostras foram enviadas para o Laboratório de Análise de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais

(ICA/UFMG), a fim de quantificar os teores de pH, K, P-Mehlic, P-remanescente, Ca, Mg, Al, H+Al, soma de bases (SB), saturação por bases (V), matéria orgânica, m (saturação por alumínio), t (capacidade de troca de cátions efetiva), T (capacidade do solo em reter cátions), segundo o protocolo da Embrapa (1997). A textura do solo foi caracterizada por uma separação de classes de tamanho de partículas (areia fina, areia grossa, argila e silte) usando o método da pipeta, como descrito também pela Embrapa (1997).

2.6 Análises de Dados

Para avaliar se a riqueza e abundância de fungos micorrízicos arbusculares variou entre os estágios sucessionais e entre as estações (período seco e chuvoso) foram construídos modelos lineares generalizados (GLM) utilizando-se o software R (R Development Core Team, 2013). A riqueza e a abundância de fungos micorrízicos arbusculares foram utilizadas como variável resposta, e os estágios sucessionais, o período seco e o período chuvoso como variáveis explicativas. Os modelos construídos foram submetidos a uma análise de resíduos para adequação da distribuição de erros (CRAWLEY, 2002). Posteriormente, a análise de contraste foi empregada nos modelos significativos a fim de unificar os níveis de variáveis explicativas que não diferiram significativamente (CRAWLEY, 2002).

O efeito do estágio sucessional e das estações na composição da comunidade de FMAs foi testado por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) utilizando o índice de Bray-Curtis. Em seguida, foi realizada a análise de similaridade (ANOSIM) segundo CLARKE (1993) para testar diferenças na composição entre os períodos de amostragem (estação seca e chuvosa). Posteriormente foi feita Análise de Cluster, que

utiliza agrupamento e a distância euclidiana para determinar a similaridade foi feita como ligação o método de ward, utilizando o Programa PC-Ord for Windows versão 6.0.P

Para avaliar as relações entre as propriedades dos solos e a distribuição das espécies de fungos micorrízicos arbusculares nos estágios sucessionais e nas estações foi realizada uma análise de correspondência canônica (CCA), a qual foi empregado o teste de permutação de "Monte Carlo". Como matriz principal foi utilizado uma planilha de presença e ausência de espécies de FMAs e como matriz secundária uma planilha com a composição química do solo (variáveis edáficas). Após análise preliminar, foram eliminadas as variáveis edáficas não significativas ou com alta redundância ($> 0,05$) e com correlação fraca com os dois primeiros eixos de ordenação da CCA, restando apenas as variáveis fósforo remanescente (Prem), SB (soma de bases), matéria orgânica, areia fina e argila. Essa análise foi realizada no Programa PC-Ord for Windows versão 6.0.

3. RESULTADOS

O número total de esporos de FMAs obtidos neste estudo foi 11.943 esporos em 2700 cm³ de solo. Os FMAs encontrados totalizaram 60 espécies, pertencentes a 10 famílias (*Acaulosporaceae*, *Ambisporaceae*, *Archaeosporaceae*, *Diversisporaceae*, *Entrophosporaceae*, *Gigasporaceae*, *Glomeraceae*, *Pacisporaceae*, *Racocetraceae* e *Scutellosporaceae*) e aos gêneros *Acaulospora* (14), *Glomus* (28), *Scutellospora* (2), *Gigaspora* (4), *Pacispora* (2), *Racocetra* (2), *Funneliformes* (2), *Entrophospora* (1), *Septoglomus* (1), *Diversispora* (1), *Ambispora* (1), *Archaeospora* (1) e *Claroideoglomus* (1) nas áreas amostradas dentro do Parque Estadual Mata Seca no norte de Minas Gerais (Tabela 2).

O gênero *Glomus* apresentou maior ocorrência em todas as áreas de sucessão e entre as estações, seguido do gênero *Acaulospora*. As duas espécies mais prevalentes foram *Glomus glomerulatum* e *Acaulospora myriocarpa* ocorrendo em todos os estágios e em ambas as estações.

Das 60 espécies de FMA encontradas neste estudo, 10 estavam presentes em todos os estágios (*Acaulospora myriocarpa*, *Glomus aggregatum*, *Glomus microcarpum*, *Glomus multiforum*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus eburneum*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus glomerulatum*, *Glomus rubiforme* e *Glomus deserticola* (Tabela 2).

Foram encontradas quatro espécies exclusivas. Duas espécies *Glomus fuegianum* e *Pacispora boliviana* ocorrem nos três estágios sucessionais, porém restritas à estação seca. E outras duas espécies ocorreram restritas à um dos três estágios sucessionais. *Diversispora globifera* foi identificada apenas no estágio intermediário em ambas as

estações e a espécie *Glomus arenarium* foi identificada apenas no estágio inicial em ambas as estações.

Tabela 2. Fungos micorrízicos arbusculares amostrados no Parque Estadual da Mata Seca em diferentes estágios sucessionais (inicial, intermediário e tardio), nas estações seca e chuvosa.

Abreviatura	Família/ Espécies	Estágios Sucessionais					
		Inicial		Intermediário		Tardio	
		Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa
	ACAULOSPORACEAE						
ACAMY	<i>Acaulospora myriocarpa</i>	X	X	X	X	X	X
ACATH	<i>Acaulospora thomii</i>		X		X	X	X
ACAPAU	<i>Acaulospora paulinae</i>		X	X		X	
ACASCR	<i>Acaulospora scrobiculata</i>	X	X		X	X	X
ACAME	<i>Acaulospora mellea</i>				X		
ACATUB	<i>Acaulospora tuberculata</i>				X		
ACACAV	<i>Acaulospora cavernata</i>	X		X			
ACALAC	<i>Acaulospora lacunosa</i>	X					
ACARUG	<i>Acaulospora rugosa</i>				X		
ACAPOL	<i>Acaulospora polonica</i>	X					
ACAREH	<i>Acaulospora rehmii</i>	X		X		X	X
ACACAP	<i>Acaulospora capiscula</i>			X			
ACABIR	<i>Acaulospora bireticulada</i>			X		X	
ACAKOS	<i>Acaulospora koskei</i>	X					
	AMBISPORACEAE						
AMBCA	<i>Ambispora callosa</i>	X			X	X	
	ARCHAEOSPORACEAE						
ARCTRA	<i>Achaeospora trappei</i>			X	X		
	CLAROIDEOGLOMERACEAE						
CLACLA	<i>Claroideoglomus claroideum</i>				X		X
	DIVERSISPORACEAE						
DIVGLO	<i>Divesispora globifera</i>			X	X		
	ENTROPHOSPORACEAE						
ENTINF	<i>Entrophospora infrequens</i>			X			X
	GIGASPORACEAE						
GIGDEC	<i>Gigaspora decipiens</i>			X			
GIGMAR	<i>Gigaspora margarita</i>	X		X		X	X
GIGGIG	<i>Gigaspora gigantea</i>	X		X			
GIGROS	<i>Gigaspora rosea</i>	X				X	
	GLOMERACEAE						
FUNMOS	<i>Funneliformes caledonium</i>			X			
FUNCAL	<i>Funneliformes mosseae</i>			X		X	

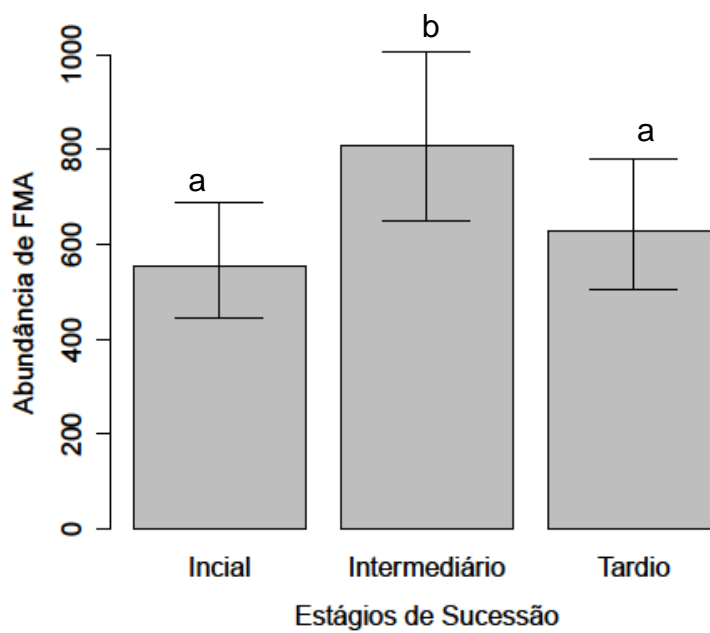
GLOAER	<i>Glomus aereum</i>						X
GLOPAN	<i>Glomus pansihalos</i>						X
GLODRU	<i>Glomus drumondii</i>						X
GLOLAM	<i>Glomus lamellosum</i>	X					
GLOAGG	<i>Glomus aggregatum</i>	X	X	X	X	X	X
GLOMIC	<i>Glomus microcarpum</i>	X	X	X	X	X	X
GLOMUL	<i>Glomus multiformum</i>	X	X	X	X	X	X
GLOMAC	<i>Glomus macrocarpum</i>	X	X	X	X	X	X
GLOBAL	<i>Glomus badium</i>		X	X	X		X
GLOGEO	<i>Glomus geosporum</i>	X	X	X	X		X
GLOEBU	<i>Glomus eburneum</i>	X	X	X	X	X	X
GLOFAS	<i>Glomus fasciculatum</i>	X	X	X	X	X	X
GLOCAE	<i>Glomus caesaris</i>	X	X	X			
GLOGLO	<i>Glomus glomerulatum</i>	X	X	X	X	X	X
GLOINT	<i>Glomus intradices</i>		X				
GJORUB	<i>Glomus rubiforme</i>	X	X	X	X	X	X
GLOCAL	<i>Glomus callosum</i>	X	X		X		X
GLOARE	<i>Glomus arenarium</i>	X	X				X
GLOTOR	<i>Glomus tortuosum</i>	X	X	X		X	X
GLODES	<i>Glomus deserticola</i>	X	X	X	X	X	X
GLOWAL	<i>Glomus walkeri</i>		X				
GLOAUR	<i>Glomus aurantium</i>	X			X	X	
GLOSPI	<i>Glomus spinuliferum</i>	X		X			
GLOINS	<i>Glomus insculptum</i>			X		X	
GLOVERS	<i>Glomus versiforme</i>	X	X	X		X	X
GLOVERR	<i>Glomus verruculosum</i>	X					
GLOFUE	<i>Glomus fuegianum</i>	X		X		X	
GLOPUB	<i>Glomus pubescens</i>					X	
SEPCONS	<i>Sptoglomus constrictum</i>			X			
PACISPORACEAE							
PACBOL	<i>Pacispora boliviana</i>	X		X		X	
PACROB	<i>Pacispora robiginia</i>	X					
RACOCETRACEAE							
RACPER	<i>Racocetra persica</i>			X			
RACFUL	<i>Racocetra fulgida</i>	X	X	X		X	
SCUTELLOSPORACEAE							
SCUPELL	<i>Scutellospora calospora</i>			X			
SCUCAL	<i>Scutellospora pellucida</i>	X				X	

No geral, a abundância de esporos diferiu entre os estágios ($p=0,02$), mas não entre as estações ($p=0,91$), e não houve interação entre estágio e estação ($p=0,12$)

(Figura 2). As áreas de sucessão intermediária apresentaram em média maior número de esporos quando comparadas com as médias das áreas iniciais e tardias.

A riqueza de espécies de FMA não apresentou diferenças estatísticas significativas entre os estágios sucessionais ($p=0,43$). Entretanto, a riqueza foi afetada pela estação do ano ($p=0.01$), onde para a estação seca foi caracterizada como a de maior riqueza (Figura 2).

A



B

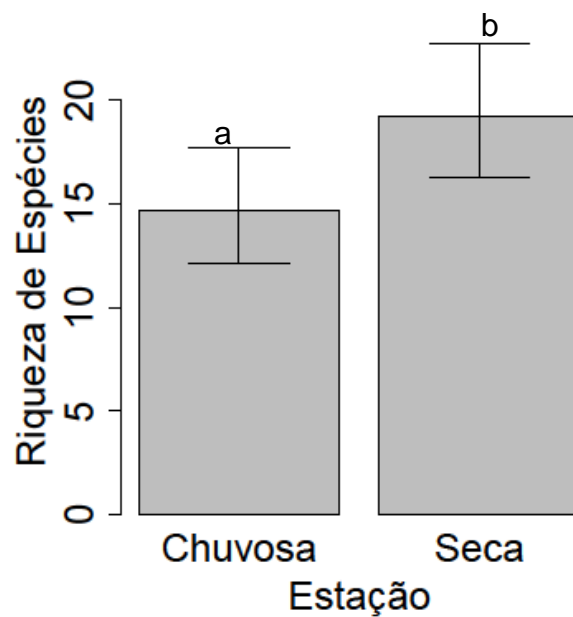


Figura 2 Riqueza (A) e abundância (B) de fungos micorrízicos arbusculares amostrados no Parque Estadual da Mata Seca durante as estações chuvosa e seca. Letras diferentes representam grupos significativamente distintos ($p=0,01$).

Na comparação da composição de fungos micorrízicos arbusculares entre os estágios sucessionais, o NMDS mostrou que a composição não diferiu entre os estágios ($p= 0.038$) (Figura 3) indicando assim, similaridade na composição de espécies entre os estágios com sobreposição em alguns pontos. Entretanto na comparação da composição de fungos micorrízicos arbusculares entre as estações climáticas, houve uma diferença. A estação seca mostrou uma composição significativamente diferente da estação chuvosa ($p=. 0.001$) (Figura 4).

Quanto à similaridade, observou-se o agrupamento do estágios sucessionais em dois níveis (Figura 5). No primeiro nível encontram-se os estágios iniciais com 0% de similaridade na composição de fungos com todos os estágios tardios e intermediários. No segundo nível encontra os estágios intermediários com os estágios tardios apresentando aproximadamente 65% de similaridade na composição de fungos.

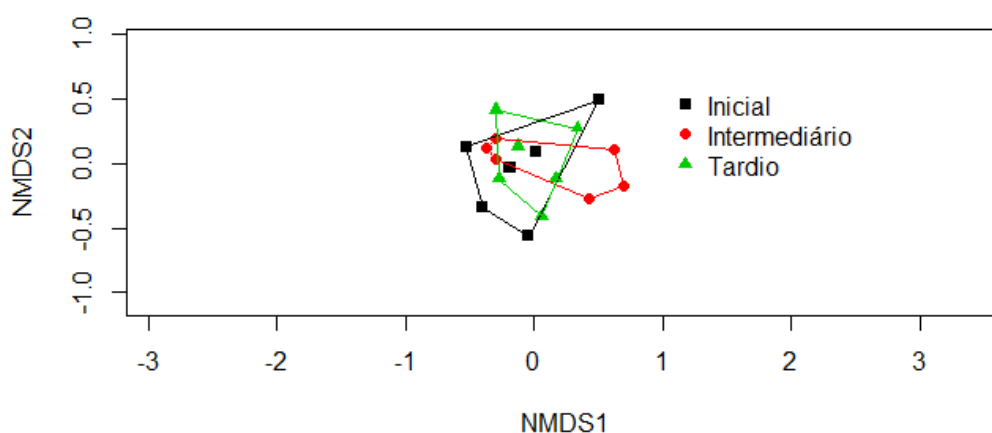


Figura 3 Análise de composição das espécies FMAs para os três estágios sucessionais amostrados no Parque Estadual da Mata Seca no Norte de Minas Gerais, obtida pelo escalonamento multidimensional não métrico (NMDS).

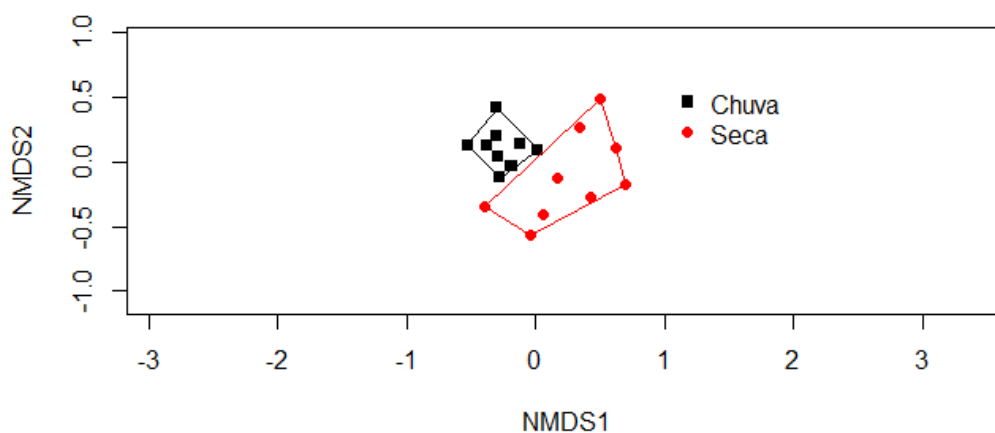


Figura 4 Análise de composição das espécies de FMAs entre as estações amostradas no Parque Estadual da Mata Seca no Norte de Minas Gerais, obtida pelo escalonamento multidimensional não métrico (NMDS).

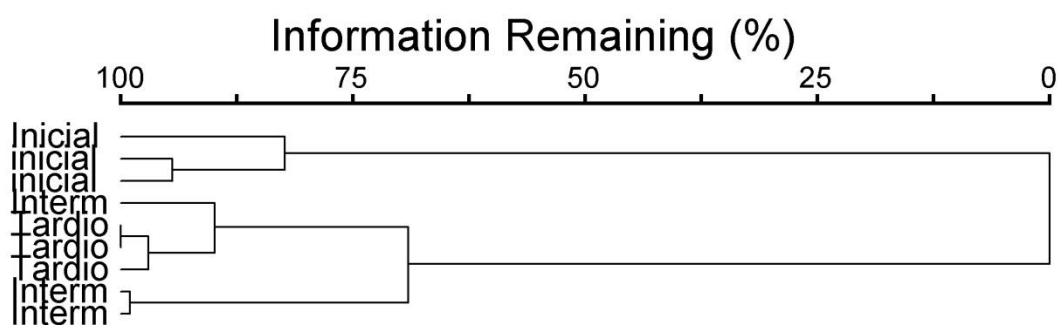


Figura 5 Dendrograma de similaridade de fungos micorrízicos arbusculares ao longo do gradiente sucessional estudado no Parque Estadual da Mata Seca, Minas Gerais.

Em relação às propriedades químicas, fósforo Mehlich, fósforo remanescente, potássio, cálcio, magnésio, hidrogênio mais alumínio, soma de bases, capacidade de troca de cátions efetiva, saturação por bases, pH e as propriedades de textura dos solos, areia grossa, silte e argila, variaram ao longo do gradiente sucessional estudado ($p > 0,05$). Os solos amostrados são predominantemente ácidos (5,71 a 6,6 pH/H₂O). O estágio intermediário apresentou o solo com acidez mais elevada (5,71 pH/H₂O) (Tabela 2).

O estágio inicial apresentou o maior valor de fósforo Mehlich (5,30 mg.L-1), cálcio (10,4 cmolc dm-3) e magnésio (10,4 cmolc dm-3) . No estágio intermediário foi encontrado o menor valor de potássio (186 mg.dm-3), de cálcio (4,7 cmolc.dm-3), de magnésio (1,5 cmolc.dm-3), de soma de bases (6,75 cmolc dm-3), de capacidade de troca de cátions efetiva (6,82 cmolc dm-3) e os maiores valores de fósforo remanescente (35,78 mg.L-1). No estágio tardio foi relatado menor valor de fósforo Mehlich (2,63 mg.dm-3), de fósforo remanescente (28.94 mg.L-1) e maior de potássio (282,7) e pH (6,6) (Tabela 2).

Quanto à textura, o solo foi predominantemente textura média ao longo do gradiente sucessional. O silte foi o maior no estágio tardio, em relação aos outros atributos. Por outro lado, a areia grossa foi relatada em maior quantidade no estágio inicial (21,54 dag.Kg-1) e a menor no estágio tardio (9,45 dag.Kg-1) e a argila foi encontrada em maior quantidade no estágio intermediário (28,8 dag.Kg-1) e em menores quantidades no estágio inicial (21,1 dag.Kg-1) (Tabela 2).

A CCA demonstrou que as variáveis utilizadas não exercem influência na substituição de espécies ($p=0,77$). Os autovalores (*eigenvalues*) dos dois primeiros eixos da ordenação da CCA foram 0.247 (eixo1) e 0.188 (eixo2), explicando 19,7% e 15%, respectivamente, da variância total dos dados. Os dois autovalores foram baixos para os dois eixos, o que significa que os gradientes são curtos e com baixa substituição (turnover) de espécies no gradiente sucessional ($p=0,77$). O teste de Monte Carlo mostrou que a presença das espécies não foi significativamente correlacionada com os atributos do solo ($p=0,77$). A variável argila e soma de bases (SB) está correlacionada positivamente com o eixo 1 e eixo 2, as variáveis areia fina (Areia F) e matéria orgânica (Mat. Org) estão correlacionadas negativamente com o eixo 1 e com o eixo 2, e a

variável fósforo remanescente está correlacionada positivamente com o eixo 1 e negativamente com o eixo 2. (Figura 5).

Tabela 2 Caracterização dos atributos do solo ao longo do gradiente sucessional estudado no Parque Estadual da Mata Seca no Norte de Minas Gerais. A concentração de cada atributo do solo foi comparada entre os três estágios através de modelos lineares generalizados.

Variáveis do solo	Incial	Intermediário	Tardio	P
Ph em H₂O	6,25556	5,711111111	6,6666667	0,000006.217
P- Mehlich (mg.kg-1)	5,30667	2,823333333	2,63	0,001
P-rem (mg.L-1)	32,5011	35,78222222	28,94	0,0005
K⁺ (mg.kg-1)	239,444	186,2222222	282,77778	0,001
Ca⁺⁺ (cmolc.dm-3)	10,4	4,777777778	7,8222222	000000,1.892
Mg⁺⁺ (cmolc.dm-3)	3,45556	1,5	2,1666667	00000,4
Al (cmolc.dm-3)	0	0,066666667	0	
H⁺ Al (cmolc.dm-3)	2,12	2,995555556	1,9033333	0,01822
SB (cmolc.dm-3)	14,47	6,757777778	10,715556	0000000, 1.224
t (cmolc.dm-3)	14,47	6,824444444	10,715556	000000, 1.089
m (%)	0	1,444444444	0	
T (cmolc.dm-3)	30,58	9,75	12,618889	0,1506
T (cmolc.dm-3)	86,7778	67,88888889	84,888889	0,0002042
Mat.Org (dag.kg-1)	7,45333	6,856666667	7,8033333	0,4998
CarbOrg (dag.kg-1)	4,32889	3,978888889	4,5655556	0,4657
Areia grossa (dag.kg-1)	21,5444	17,46666667	9,4555556	0,006882
Areia fina (dag.kg-1)	30,2333	36,06666667	31,877778	0,2591
Silte (dag.kg-1)	27,1111	17,55555556	30,888889	
Argila (dag.kg-1)	21,1111	28,88888889	27,777778	0,03935

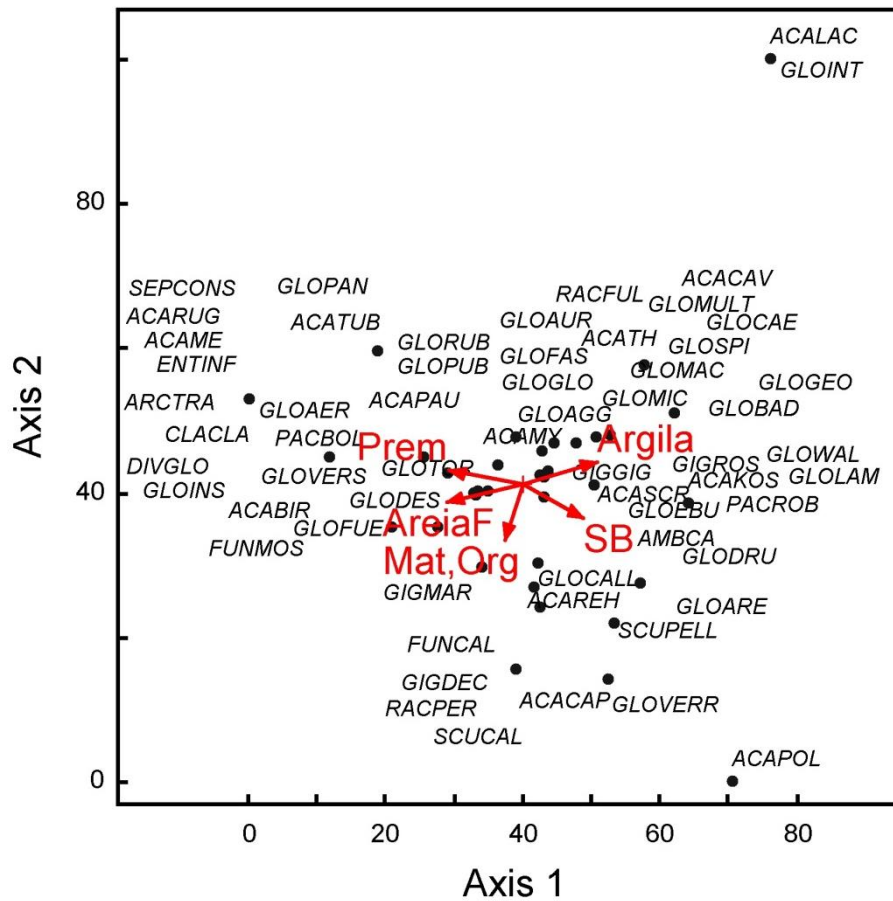


Figura 5: Análise de correspondência canônica (CCA) das espécies de fungos micorrízicos arbusculares em relação aos atributos do solo (Prem, Mat. Org, SB, AreiaF Argila).

4. DISCUSSÃO

A riqueza de espécies encontrada neste estudo (60 espécies) foi superior em comparação com o trabalho de Santos (2010) desenvolvido em Floresta Estacional Decidual (FEDs) no norte de Minas Gerais, no qual relatou a ocorrência de 19 espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Pagano e colaboradores (2013) avaliando a biodiversidade de micorrizas arbusculares em três tipos vegetacionais no Ceará incluindo uma FED encontraram 32 espécies de FMAs e Guadarrama e colaboradores (2014) trabalhando também com FEDs no México e avaliando a influência da sazonalidade e da perturbação antrópica na comunidade de FMAs encontraram 23 espécies. Essa maior riqueza possivelmente está ligada à diversidade da vegetação no local, as características do solo e, além das condições climáticas de estresse hídrico que favorecem a associação das plantas com algumas espécies de FMAs.

Dentre as 60 espécies identificadas neste estudo, apenas 22 espécies (*Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora mellea*, *Acaulospora tuberculata*, *Acaulospora rehmi*, *Acaulospora biregulada*, *Claroideoglosum claroideum*, *Entrophospora infrequens*, *Gigaspora decipiens*, *Gigaspora margarita*, *Gigaspora gigantea*, *Glomus lamellosum*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus geosporum*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus glomerulatum*, *Glomus intradices*, *Glomus rubiforme*, *Glomus tortuosum*, *Glomus verruculosum*, *Racocetra fulgida*, *Scutellospora calospora* e *Scutellospora pelúcida*) têm ocorrência anterior registrada em FEDs (ALLEN *et. al.*, 1998; GAVITO *et. al.*, 2008; SANTOS, 2010; PAGANO *et. al.*, 2013; GUADARRAMA *et. al.*, 2014). Neste trabalho foram reportadas mais 38 espécies que constituem o primeiro registro para FEDs e aumentam a diversidade de FMAs neste ecossistema. Assim, as FEDs podem ser classificadas como uma fonte mundial de diversidade de FMA, já que com os novos registros desse trabalho estas contém cerca de 25% das espécies descritas no mundo.

A maior prevalência das espécies das famílias de *Acaulosporaceae* e *Glomeraceae* está de acordo com levantamentos realizados por outros autores em FEDS (ALLEN *et al.*, 1998; GUADARRAMA *et. al.*, 2014). Essas famílias tem sido descritas também em outros biomas como Caatinga (SOUZA *et al.*, 2003) e ainda em áreas com intervenção antrópica (FERREIRA *et. al.* 2012; CUENCA *et al.*, 1998; BODDINGTON & DODD, 2000). Segundo Aidar e colaboradores (2004) e Stürmer e Siqueira (2011) a família *Glomeraceae* possui uma ampla tolerância à diferentes condições ambientais, o que possivelmente explicaria sua maior ocorrência, embora as áreas amostradas tenham diferentes idades de regeneração. Além disso, as espécies de *Glomus* são comuns em áreas perturbadas ou em recuperação e esporulam mais nessas áreas do que em mata nativa em clímax, que são menos perturbada (RAMOS-ZAPATA & GUADARRAMA, 2004).

As espécies *Glomus glomerulatum* e *Acaulospora myriocarpa* foram às espécies mais prevalentes. Essas espécies têm sido descritas em terras agrícolas apresentando também maior representatividade nas amostras analisadas, como no estudo realizado por Sunil kumar e colaboradores (2012) em terras agrícolas com diferentes culturas. *Glomus glomerulatum* em estudo desenvolvido por Stürmer e Siqueira (2010) foi identificado como a espécie mais abundante em floresta secundária, bem como Goto e colaboradores (2010) que a descreveram como uma espécie de habitat natural, agrossistemas e caatinga impactada. Possivelmente, essas espécies estejam adaptadas à mudanças no uso do solo, e após o abandono, com o rápido aparecimento de ervas daninhas e espécies pioneiras, favoreçam a manutenção dessas espécies ativas.

A ocorrência das mesmas 10 espécies em todos os estágios sucessionais permite supor é que essas espécies têm algum tipo de favorecimento no ambiente estudado e

possivelmente são mais adaptadas a essas áreas que passaram por instabilidade e estresses ambientais, além também estarem adaptadas a diferentes condições edáficas.

A diferença de abundância entre os estágios deve-se às propriedades do solo, bem como as diferentes estratégias de sobrevivência dos FMAs nestes ecossistemas. A ocorrência de maior abundância de glomerosporos no estágio intermediário pode estar relacionada à maior quantidade de areia fina e alta saturação de alumínio, levando os FMA a produzirem um elevado número de propágulos. Além do que estudos têm revelado uma maior capacidade de esporulação em espécies de FMAs que dominam locais em estágios iniciais de sucessão em comparação com espécies de locais de estágio sucessional mais tardio (LI *et al.*, 2007 e AGUILAR-FERNÁNDEZ *et al.*, 2009). Além do que, possivelmente, as espécies de FMA em estágios tardios colonizam novos hospedeiros através de hifas, em vez de por esporos, uma vez que eles não são capazes de produzir esporos de forma eficiente, como relatado por Li e colaboradores, (2007).

As estações afetaram a riqueza de espécies. Este fato corrobora Pagano e colaboradores (2013) que encontram maior riqueza de espécies também na estação seca. Miranda e colaboradores (2010), afirmam que como os glomerosporos são estruturas de resistência, têm sua ocorrência favorecida na estação seca, na medida que, há notadamente uma baixa umidade e escassez de recurso nesta estação. De forma que, a umidade dos solos induz a germinação dos glomerosporos, diminuindo assim a quantidade disponível dessas estruturas (GUADARRAMA & ALVAREZ-SÁNCHEZ, 1999). É bem provável então, que a maior riqueza na estação seca esteja ligada a maior disponibilidade de glomerosporos no solo nessa estação, a despeito do estágio de sucessão.

As espécies que ocorreram de forma restrita a um dado estágio foram consideradas exclusivas para cada estágio. A espécie exclusiva no estágio inicial foi *Glomus arenarium* ainda não tinha sido reportada em FEDs. A espécie *Diversispora globifera* foi exclusiva para o estágio intermediário e apresenta o primeiro registro em FEDs. Alguns autores tem descrito a vulnerabilidade de algumas espécies a sucessão (PRINGLE & BEVER, 2002 ; OEHL *et al.*, 2009). Possivelmente, a ocorrência restrita dessas espécies seja consequência de sua fragilidade à mudança no uso da terra, impactando negativamente sobre seus esporos.

Duas espécies *Glomus fuegianum* e *Pacispora boliviana* foram encontradas em exclusivamente na estação seca. Violi e colaboradores (2008) afirmam a resposta de FMAs à estação depende do grau de perturbação em um dado local.

A composição das espécies de FMA não diferiu de maneira significativa entre os estágios, apenas entre as estações. Essa variância pode estar associada a variáveis ambientais, como temperatura e umidade, já que, os fatores edáficos, neste trabalho, não exerceram influência na substituição de espécies. No entanto, o solo e seus elementos físicos e químicos têm sido descritos como os principais fatores responsáveis pela variedade de habitats (VARGAS & HUNGRIA, 1997). Portanto, como a composição de espécies presentes neste estudo sofreu pequenas variações entre os estágios, tem-se, com isso, uma considerada homogeneidade na distribuição dos FMA. Como prováveis explicações para esses resultados, observou-se que, alguns estágios apresentaram condições edáficas semelhantes, o que se caracterizou em sobreposição na composição das espécies.

A análise de agrupamento mostrou que o grau de similaridade das espécies de FMA entre os estágios sucessionais parece ser estruturado em função da sucessão, evidenciada pela formação de dois grupos. O estágio inicial apresentou nenhuma

similaridade com os demais estágios. A configuração encontrada pode estar relacionada à heterogeneidade ambiental que ocorre à medida que a sucessão se processa.

Os solos analisados apresentaram-se predominantemente ácidos, resultado também encontrado por Pagano e colaboradores (2013) em estudo desenvolvido em FED e outros 3 tipos vegetacionais, assim como Santos (2010) em FEDS no Norte de Minas Gerais. O estágio inicial e tardio apresentaram valores semelhantes (6,2 e 6,6) de pH, com o estágio intermediário apresentando uma acidez mais elevada (5,71). Essa acidez pode ser explicada pela concentração de Alumínio (Al), quando comparada às demais áreas, que não apresentaram presença de Al, embora não tenha havido diferença estatística entre as áreas pelo teste aplicado (Tabela 2).

Esta acidez influencia na distribuição das espécies de FMAs. Portanto, os gêneros *Scutellospora*, *Gigaspora* e *Acaulospora* são favorecidos pela elevada acidez (pH entre 4,0 e 6,0), já o gênero *Glomus* prefere pH entre 6,0 a 8,0 (SIQUEIRA & FRANCO, 1988; SANTOS, 2010). Oehl e colaboradores (2010) estudando a influência do tipo de solo e a intensidade do uso do solo em FMAs encontraram relação positiva entre a densidade relativa de esporos do gênero *Glomus* com o pH do solo.

5. CONCLUSÕES

O estudo das FEDs ao longo de um gradiente sucessional tem evidenciado dois principais padrões de distribuição dos FMAs, a redução da riqueza na estação chuvosa e uma mudança na composição entre as estações.

Novas 38 espécies foram descritas neste trabalho, podendo classificar as FEDs como fonte mundial de diversidade de FMAs e apresentaram um grande potencial inóculo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, M.P.M.; CARRENHO, R.; JOLY, C.A. Aspects of arbuscular mycorrhizal fungi in an atlantic forest chronosequence parque estadual turístico do Alto Ribeira(Petar), SP. *Biota Neotrop.* 4, 1–15.2004.

ALLEN, E. B; RINCÓN, E.; ALLEN, M. F.; PÉREZ-JIMENEZ, A.; HUANTE, P. Disturbance and Seasonal Dynamics of Mycorrhizae in a Tropical Deciduous Forest in Mexico. *Biotropica, México*, 2, 261-274. 1998.

AGUILAR-FERNÁNDEZ, M.; JARAMILLO, V.J.; VARELA-FREGOSO, L.; GAVITO, M.E. Short-term consequences of slash and burn practices on the arbuscular mycorrhizal fungi of a tropical dry forest. *Mycorrhiza* 19, 179–186. 2009.

ALVES, L.J. Efeito da fragmentação florestal sobre as comunidades de fungos micorrízicos arbusculares da floresta Atlântica do extremo sul da Bahia. Dissertação de Mestrado. Salvador, Universidade Federal da Bahia. 2004.

ALARCÓN, A.; HERNÁNDEZ-CUEVAS, L.V.; FERRERA-CERRATO, R.; FRANCO-RAMIREZ, A. Diversity and agricultural application of arbuscular mycorrhizal fungi in Mexico. *J. Biofertil. Biopest.* 3, 1–10.2012

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*, 11, 923-932. 2001.

BHADALUNG, N.N.; SUWANARIT, A.; DELL, B., NOPAMORNBOODI, O.; THAMCHAIPENET, A.; RUNGCHUANG, J.; Effects of long-term NP-fertilization on abundance and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi under a maize cropping system. *Plant Soil* 270, 371–382. 2005.

BODDINGTON, C.L; DODD, J.C. The effect of agricultural practices on the development of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi. I. Field studies in Indonesia. *Plant Soil*, 218,137-144.2000.

BOND, W.J., van WILGEN, B.W. Fire and Plants. Chapman and Hall, Londres.1996

CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L.; TRUFEM, S.B.Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas revegetadas após mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília,12,1409-1418. 2003

CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Austral Ecology, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.

CRAWLEY, M. Statistical computing: An introduction to data analysis using S-Plus. John Wiley & Sons Inc., Baffins Lane, 761. 2002.

CUENCA, G.; ANDRADE, Z. & ESCALANTE, G. Diversity of glomalean spores from natural, disturbed and revegetated communities growing on nutrient-poor tropical soils. Soil Biol. Biochem., 30:711-719.1998.

DEBANO, L.F., NEARY, D.G., FFOLLIOTT, P.F.Fire's Effects on Ecosystems. John andSons. Inc, Nueva York. 1998.

DUNPHY, B.K., MURPHY, P.G., LUGO, A.E. The tendency for trees to be multiple-stemmed in tropical and subtropical dry forest: studies of Guanica forest, PuertoRico. J. Trop. Ecol. 41, 161–167. 2000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo, 2nd ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos.1997.

FERREIRA, D. A.; CARNEIRO, M. A. C.; SAGGIN JUNIOR, O. J. Fungos micorrízicos arbusculares em um Latossolo Vermelho soluçar manejos e OSU não cerrado. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 36, 51-61. 2012.

GAVITO, M. E.; PÉREZ-CASTILLO, D.; GONZÁLEZ-MONTEERRUBIO, C. F.; VIEYRA-HERNÁNDEZ, T.; MARTÍNEZ-TRUJILLO, M. High compatibility between arbuscular mycorrhizal fungal communities and seedlings of different land use types in a tropical dry ecosystem. Mycorrhiza, 19,47–60. 2008.

GOTO, B. T.; SILVA, G. A. DA ;YANO-MELO, A.M.; MAIA, L.C. Checklist of the arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota) in the Brazilian semiarid. MYCOTAXON 113, 251–254. 2010.

GUADARRAMA, P.; ÁLVAREZ-SÁNCHEZÁ, F.J.. Abundance of arbuscular mycorrhizal fungi spores in different environments in a tropical rain for Veracruz, Mexico. Mycorrhiza 8, 267- 270.1999.

GUADARRAMA-CHÁVEZ, P.; CAMARGO-RICALDE, S.L.; HERNÁNDEZ-CUEVAS, L.; CASTILLO, S. Los hongos micorrizógenos arbusculares de la región de Nizanda, Oaxaca,México. Bol. Soc. Bot. Mex. 81, 133–139. 2007.

GUADARRAMA, P.; CASTILLO, S.; RAMOS-ZAPATA, J.A., HERNÁNDEZ-CUEVAS, L.V.; RICALDE, S.L. Arbuscular mycorrhizal fungal communities in changing environments: The effects of seasonality and anthropogenic disturbance in a seasonal dry forest. Pedobiologia - Journal of Soil Ecology. 57: 87–95. 2014.

GERDEMANN J. W.; NICOLSON T. H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wt-sieving and decanting. Transactions British Mycological Society. 46:2. 235-244. 1963..

INVAM- International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi, 2001. Disponível em: <<http://invam.caf.wvu.edu/mycinfo/methods/cultures/monosp.htm>> Acessado em: 2013.

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

LI, L.F.; LI, T.; ZHAO, Z.W. Differences of arbuscular mycorrhizal fungal diversity and community between a cultivated land, an old field, and a never-cultivated field in a hot and arid ecosystem of southwest China. Mycorrhiza 17, 655–665. 2007

LOPES, P., STÜRMER, S.L., SIQUEIRA, J.O. Occurrence and Diversity of arbuscularmycorrhizal fungi in trap cultures from soils under different land use systems in the Amazon, Brazil. *Braz. J. Microbiol.* 40, 111–121. 2009.

MAASS, J.M. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. In: Bullock, A.H., Mooney, H.A., Medina, E. (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge University Press, Cambridge, 399–422. 1995.

MIRANDA, E.M.; SILVA, E.M.R.; SAGGIN JUNIOR, O.J. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares associados ao amendoim forrageiro em pastagens consorciadas no Estado do Acre, Brasil. *Acta Amazonica* 40, 13- 22. 2010.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. Lavras. Editora UFLA. 2002.

MUNYANZIZA, E.; KEHRI, H.K.; BAGYARAJ, D.J. Agricultural intensification, soil bio-diversity and agro-ecosystem function in the tropics: the role of mycorrhiza in crops and trees. *Appl. Soil Ecol.* 6, 77–85. 1997.

MURPHY, P.G.; LUGO, A. E. Ecology of Tropical Dry Forest. *Revista Ecology System*, 17. 67- 88, 1986.

NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M. & MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 18:659-669, 2004.

NICHOLS, K.A.; WRIGHT, S.F. Comparison of glomalin and humic acid in eight native US soils. *Soil Sci.*, 170:985–997, 2005.

OEHL, F.; SIEVERDING, E.; INEICHEN, K.; MÄDER, P.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A. Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of Central Europe. *Appl. Environ. Microbiol.* 69, 2816–2824. 2003.

OEHL, F., SIEVERDING, E., INEICHEN, K., MÄDER, P., WIEMKEN, A., BOLLER, T., Distinct spore population dynamics of arbuscular mycorrhizal fungal communities from

different agroecosystems in long-term microcosms. *Agric. Ecosyst. Environ.* 134,257–268. 2009.

OEHL, F.; LACZKO, E.; BOGENRIEDER, A.; STAHR, K.; BÖSCH, R.; VAN DER HEIJDEN, M.; SIEVERDING, E.,. Soil type and land use intensity determine the composition of arbuscular mycorrhizal fungal communities. *Soil Biol. Biochem.* 42,724–738. 2010

OEHL, F.; SCHNEIDER, D.; SIEVERDING, E.; BURGA, C.A., Succession of arbuscular mycorrhizal communities in the foreland of the retreating Morteratsch glacier in the Central Alps. *Pedobiologia.* 54, 321–331. 2011.

PAGANO, M. C.; ZANDEVALLI, R. B.; ARAÚJO, F. S. Biodiversity of arbuscular mycorrhizas in three vegetational types from the semiarid of Ceará State, Brazil. *Applied Soil Ecology.* 67,37–46, 2013.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distributions in the dry forest South America. *Annals Missouri Botany Garden, Saint Louis,* 80,902-927, 1993.

PRINGLE, A.; BEVER, J.D. Divergent phenologies may facilitate the coexistence of arbuscular mycorrhizal fungi in North Carolina grassland. *Am. J. Bot.* 89,1439–1446, 2002.

QUEIROZ, P.S. Riqueza e abundância de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em diferentes estágios sucessionais de uma floresta estacional decidual (mata seca). Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Montes Claros-MG, 39f. 2011.

RAMOS-ZAPATA, J. & GUADARRAMA, P. Los hongos micorrizógenos arbusculares en la restauración de comunidades tropicales. *Universidad y ciencia,* Tabasco, 1,59-65. 2004.

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*, 71, 215–221. 1990.

SANTOS, V. L. da S. Fungos micorrízicos arbusculares em ecossistema de Mata seca no Norte de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica- RJ, 81. 2010.

SCARIOT, A. & SERVILHA, A. C. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado, In: Scariot, A.; Felfili, J. & J. Sousa- Silva (Eds.) *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 123- 139. 2005.

SCHÜBLER, A. *Glomus claroideum* forms an arbuscular mycorrhiza-like symbiosis with the hornwort *Anthoceros punctatus*. *Mycorrhiza*. 10, 15-21.2000.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. *Biotechnology do solo: Fundamentos e Perspectivas*. Lavras: MEC/ABEAS,236.1988

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*, 31, 965-972. 1985.

SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. *Biotechnology do solo: fundamentos e perspectivas*. Lavras. MEC, ABEAS, ESAL, FAEPE. 1988.

SOUZA, Renata G .; MAIA, Leonor C .; SALES, Margareth F. e TRUFEM, Sandra FB. Diversidade e potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares em área de caatinga, na Região de Xingó, Estado de Alagoas, Brasil . *Rev. bras. Bot.*,26,49-60.2003.

STAHL, P.D.; WILLIAMS, S.E.; CHRISTENSEN, M. Efficacy of native vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi after severe soil disturbance. *New Phytol*. 110,347–354. 1988.

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*, 85, 181-191. 1997.

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, 206-236. 2006.

STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Species richness and spore abundance of arbuscular mycorrhizal fungi across distinct land uses in Western Brazilian Amazon. *Mycorrhiza*, 21, 255–267, 2001.

STÜRMER, S.L.& SIQUEIRA, J.O. Species richness and spore abundance of arbuscular mycorrhizal fungi across distinct land uses in Western Brazilian Amazon. *Mycorrhiza* 21, 255–267, 2011.

SUNIL KUMAR C.P.; SEEMA H.S, RAJKUMAR H. G. Occurrence and distribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in agricultural fields of Mysore. *World Journal of Science and Technology* , 2,01-07, 2012.

TCHABI, A.; CPYNE , D.; HOUNTONDI, F.; LAWOUIN, L.; WIEMKEN, A.; OEHL, F.,. Arbus-cular mycorrhizal fungal communities in sub-Saharan Savannas of Benin, WestAfrica, as affected by agricultural land use intensity and ecological zone. *Mycor-rhiza* 18, 181–195. 2008.

UIBOPPU, A.; MOORA, M.; SAKS, Ü.; DANIELL, T.; ZOBBERZ, M.; ÖPIK, M..Differential effect of arbuscular mycorrhizal fungal communities from ecosystems along management gradient on the growth of forest understorey plant species. *Soil Biol. Biochem.* 41, 2141–2146. 2009.

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*, 396, 69–72. 1998.

VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 400.1997.

VIOLI, H.A., BARRIENTOS-PRIUEGO, A.F., Wright, S.F., ESCAMILLA-PRADO, E., MORTON, J.B., MENGE, J.A., LOVATT, C.J., Disturbance changes arbuscular mycorrhizal fungal phenology and soil glomalin concentrations but not fungal spore composition in montane rainforests in Veracruz and Chiapas, Mexico. *For. Ecol. Manage.* 254, 276–290. 2008.

WHELAN, R.J. *The Ecology of Fire*. Cambridge Studies in Ecology, Cambridge. 1995.

WRIGHT S.F.; UPADHYAYA, A. A survey of soils aggregate stability and glomalina, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil*, The Hague, 198, 97-107, 1998.

ZANGARO, W., DE ASSIS, R.L., ROSTIROLA, L.V., DE SOUZA, P.B., GONC, ALVES, M.C., ANDRADE, G., NOGUEIRA, M.A. Changes in arbuscular mycorrhizal associations and fineroot traits in sites under different plant successional phases in southern Brazil. *Mycorrhiza* 19, 37–45. 2008.

