

EIXO TEMÁTICO: CONSERVAÇÃO DOS SOLOS
FORMA DE APRESENTAÇÃO: RESULTADO DE PESQUISA

ESPOROS DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM LAVOURAS DE CAFEIROS (*Coffea canephora*) NO ESTADO DE RÔNDONIA

Ana Lucy Caproni¹
Gabriel Cestari Vilardi¹
Ricardo Luis Louro Berbara²
Marta de Souza da Silva³
Franklin Amaral dos Santos³

(1) Docentes – Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Campus de Guajará-Mirim, Curso de Gestão Ambiental. Rodovia 425, Km 2,5. analucycaproni@yahoo.com.br (2) Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica Rodovia BR 465, Km 07, s/n - Zona Rural, Seropédica – RJ rberbara@hotmail.com. (3) Estudantes do Curso de Gestão Ambiental, Campus de Guajará-Mirim, Rodovia 425, Km 2,5.

Resumo

*Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) podem atuar na fertilidade do solo e nutrição vegetal, podendo atuar como facilitadores da nutrição do cafeeiro. Este trabalho teve por objetivo analisar as comunidades dos FMAs em solos sob sistemas de cafeeiro a pleno sol e em sistemas agroflorestais, como indicadores de estabilidade de ecossistemas agrícolas nos municípios de Nova Mamoré e de Guajará Mirim/RO. Foram realizadas amostragens aleatórias de solos sob plantas de café na profundidade de 0-10 cm. As extrações dos esporos foram feitas pela técnica de peneiramento em via úmida seguindo-se centrifugação com sacarose. Os esporos foram então contados e transferidos para lâminas para serem identificados e contados por espécie. Foram calculados a densidade dos esporos, a densidade de cada espécie, a frequência de ocorrência de cada espécie e os índices de diversidade de Shannon e de dominância de Simpson. A densidade média dos esporos dos FMAs diferiu entre os sistemas de cafeeiros, sendo as maiores médias observadas em dois sistemas de café a pleno sol, um no município de Nova Mamoré e outro no de Guajará Mirim. Os sistemas apresentaram um total de 34 espécies, pertencentes a 11 gêneros e 10 famílias. Desse total, 30 espécies ocorreram nas amostras de solo coletadas no município de Nova Mamoré e 27 espécies no município de Guajará Mirim. As famílias identificadas foram Glomeraceae, Acaulosporaceae, Entrophosporaceae, Scutellosporaceae, Archeosporaceae, Dentiscutataceae, Gigasporaceae, Racocetraceae, Sacculosporaceae e a Paraglomeraceae. Em todos os sistemas avaliados, a maior frequência de ocorrência de espécies pertenceu aos gêneros *Glomus* e *Acaulospora*. Os índices de diversidade de espécies não diferiram entre os sistemas de cafeeiro.*

Palavras-Chave: Fungos Micorrizicos Arbusculares; Café; Densidade de espécies; Índices de diversidade.

INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro na Amazônia ocupa uma área de aproximadamente 180.000 ha, tendo Rondônia, a maior área plantada (160.000 ha), entretanto com produtividade média de 10 sacas/ha (IBGE, 2012). A produtividade baixa da cafeicultura regional, alcançou em 2013 apenas 13 sc/ha. O sistema de produção prevalecente na região condiciona este resultado. Há ausência de tratos culturais como desbrota, poda e adubação, assim como métodos inadequados de colheita e pós-colheita. Por ser característico da pequena produção familiar em muitas regiões da Amazônia, o café é cultivado em pequenas áreas (MARCOLAN et al., 2015).

Para amenizar os custos da produção do cafeeiro e melhorar a fertilidade do solo tornam-se necessários estudos relacionados aos microrganismos do solo. No contexto da fertilidade do solo e nutrição vegetal, os microrganismos podem atuar como “facilitadores” da nutrição, interferindo na disponibilidade dos nutrientes, contribuindo assim, para reduzir a necessidade ou maximizar o uso de fertilizantes manufaturados (SIQUEIRA; MOREIRA, 1996). Para que as associações plantas-microrganismos possam contribuir efetivamente para uma melhor nutrição das plantas, primeiro é necessário avaliar as características simbióticas da microbiota natural dos solos e posterior inoculação dos microrganismos mais eficientes previamente selecionados e testados (COSTA, 2010). Um dos microrganismos que atuam no incremento da nutrição das plantas são os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs).

Os FMAs formam uma importante associação mutualística com as raízes de grande parte das plantas no planeta terrestre. A planta fornece carboidratos ao fungo, que em troca transfere para a planta hospedeira os nutrientes que absorvem do solo através de sua rede micelial, desempenhando assim um papel importante no crescimento e nutrição das mesmas (SIEVERDING, 1991). A associação mutualística destes fungos com as plantas é chamada de micorrizas arbusculares, isto é, quando as hifas penetram nas células corticais das raízes das plantas. Após este processo as hifas se estendem no solo próximo às raízes. Segundo Hoffman e Lucena (2006), as hifas funcionam como extensão das raízes das plantas, uma vez que, devido à sua grande capacidade de ramificação, exploram o solo, realizando absorção de água e nutrientes minerais, que são transferidos para as plantas por meio de estruturas intracelulares, efêmeras, denominadas arbúsculos. Segundo Barbara et al. (2006), micorrizas arbusculares são reconhecidas por sua habilidade em estimular o crescimento de plantas, principalmente por meio do incremento na absorção de nutrientes, principalmente o fósforo, dentre outros que também são pouco móveis no solo tais como o Cu, Mg e Zn.

As micorrizas têm apresentado efeitos benéficos nas mais variadas condições e espécies vegetais, sobretudo em solos de baixa fertilidade. Pode-se destacar o aumento na absorção e melhor conservação de nutrientes, como o fósforo; o aumento na nodulação e fixação do N₂ atmosférico; a alteração na relação planta-patógenos; as alterações na relação água-solo-planta; a alteração sobre a estruturação e estabilidade de agregados no solo, o aumento na produção de fitohormônios; as modificações anatômicas e fisiológicas do hospedeiro, proporcionando melhor adaptabilidade da planta às condições adversas e

ainda, colaboram para o aumento do dreno de carbono (C) da atmosfera (JAKOBSEN et al., 2002; LEAKE et al., 2004).

Os FMAs têm sido estudados, visando à sua aplicação para incrementar o desenvolvimento e a produção das culturas mediante seus efeitos na nutrição das plantas e outros benefícios diretos e indiretos (TRINDADE, 2000). A utilização de micorrizas arbusculares com elevada eficiência simbiótica e competitividade no agrossistema de cafeeiro da região Amazônica, contribuirá para um manejo eficientemente econômico e adequado à realidade ambiental, ajudando a fixação do homem na região, quebra da agricultura itinerante e manutenção do equilíbrio ecológico e da agricultura familiar (COSTA, 2010).

Entretanto, existem poucos estudos com relação à identificação e seleção de espécies de micorrizas arbusculares com elevada eficiência simbiótica e competitividade e possíveis interações com outros microrganismos e plantas multiplicadoras no agrossistema cafeeiro (*C. canephora*) na região Amazônica.

Diante da importância ecológica dos FMAs, o presente trabalho vem contribuir para o conhecimento sobre a sua diversidade em ecossistemas de cafeeiros nos municípios de Nova Mamoré e Guajará Mirim/RO, possibilitando assim o desenvolvimento de pesquisas que visam a melhoria da produção de café nos diferentes ecossistemas no estado de Rondônia. Este conhecimento vem contribuir para novas pesquisas no sentido de amenizar os custos de manutenção desta cultura agrícola e otimização da produção do café.

Este trabalho teve por objetivo analisar as comunidades dos fungos micorrízicos arbusculares em solos sob sistemas de cafeeiro solteiro e em sistemas agroflorestais, como indicadores de estabilidade de ecossistemas agrícolas nos municípios de Nova Mamoré e de Guajará Mirim/RO. E teve como objetivo específico identificar os esporos dos FMAs presentes nas proximidades das raízes de cafeeiros no período chuvoso (abril de 2016).

MATERIAL E MÉTODOS

Os sistemas estudados estão localizados no Município de Nova Mamoré e de Guajará Mirim – RO (a 280 e 320 Km, respectivamente, de Porto Velho) próximos ao Rio Madeira Mamoré e são de propriedades de pequenos produtores rurais. Nestes, foram coletadas amostras de solos sob o cultivo de cafeeiros em sistemas agroflorestais e em sistemas a pleno sol, sendo quatro em Nova Mamoré e quatro em Guajará Mirim sendo dois com café arborizado e dois com café solteiro em cada município como segue as descrições:

Em Nova Mamoré: o *primeiro sistema de cultivo era constituído de café* (Ar) com jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*. Lam.), mangueira (*Mangifera indica* L.), gravioleira (*Annona muricata* L.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) e bambu (*Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl.), com espaçamento 3 x 2 m, com 30 anos de idade, área de 0,5 ha, realizava os tratos culturais como podas e roçado manual, o sistema se apresentava bem arborizado, e foi implantado após derrubada de floresta; o *segundo sistema de cultivo de café era constituído* (Mc) de ipê (*Handroanthus albus* (Cham.) Mattos), com espaçamento de 3 x 6 m, com 10 anos de idade, 1,5 ha, realizava os tratos culturais como podas, roçadas semi-mecânicas e controle químico, o sistema apresentava poucas plantas invasoras e

foi implantado após derrubada da floresta. Mais dois sistemas constituídos de plantio de café a pleno sol, *sendo um* (Jos) com espaçamento de 3 x 2 m, com 8 anos de idade, 2,0 ha, realizava os tratos culturais como podas, roçadas semi-mecânicas e controle químico, o sistema apresentava poucas espécies de plantas invasoras e foi implantado após cultivo de pastagem; *e outro* (Jo1) com espaçamento também de 3 x 2 m, com 8 anos de idade, 1,5 ha, realizava os tratos culturais como podas e roçado manual, havia presença considerável de plantas invasoras e o sistema foi implantado após cultivo de pastagem, o solo se apresentava pedregoso.

Em Guajará-Mirim: *o primeiro sistema* (Ve) era constituída de café com biribá (*Annona* (Rollinia) mucosa Jacq. Baill.), palheira (*Orbignya speciosa* (Mart.) Barb. Rodr.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.), mamão (*Carica papaya* L.), com espaçamento 3 x 2 m, com 5 anos de idade, área de 0,5 ha, realizava os tratos culturais como podas e roçado manual, o sistema se apresentava bem arborizado, havia presença de muitas plantas invasoras e foi implantado após derrubada de floresta; *o segundo sistema de café era constituído* (Ed) de acerola (*Malpighia emarginata* DC.), cupuaçu, manga (*Mangifera indica* L.) abacate (*Parsea americana* L.), com espaçamento de 3 x 2 m, com 8 anos de idade, 1,0 ha, realizava os tratos culturais como podas, roçadas manuais e controle químico, o sistema apresentava com poucas plantas invasoras e foi implantado após cultivo de pastagem. Mais duas áreas constituídas de plantio de café a pleno sol, *sendo um de propriedade do Sr.* (Fr) com espaçamento de 3 x 2 m, com 8 anos de idade, 1,0 ha, realizava os tratos culturais como podas, roçadas semi-mecânicas e controle químico, o sistema apresentava poucas espécies de plantas invasoras e foi implantado após cultivo de pastagem; *e outro* (Jo2) com espaçamento também de 3 x 2 m, com 8 anos de idade, 1,0 ha, realizava os tratos culturais como podas e roçado manual, havia presença considerável de plantas invasoras e o sistema foi implantado após cultivo de pastagem, o solo se apresentava pedregoso.

Em cada sistema constituído de cultivo de café a pleno sol ou em sistemas agroflorestais coletaram-se solos próximos ao caule da planta de café para serem utilizados para as análises dos esporos dos FMAs.

Foram coletadas, aleatoriamente, oito amostras de solos compostas de 4 sub amostras em cada ecossistema em avaliação, sob as plantas de café. Foi usado um trado com capacidade para 500 mL de solo, a uma profundidade de 0-10 cm. As amostras foram homogeneizadas e secadas à sombra e armazenadas até o seu processamento.

De cada amostra foram utilizados 100 mL de solo para a extração dos esporos pela técnica de peneiramento em via úmida (GERDEMANN; NICOLSON, 1963), seguindo-se centrifugação com sacarose 50% (V:V). Os esporos foram contados e transferidos para uma placa de Petri, sendo que uma parte, escolhida aleatoriamente, foi agrupada por tamanho, cor e forma, colocados em lâminas com álcool polivinil em lactoglicerol (PVLG) e quebrados sob a lamínula, para expor as paredes internas. Na mesma lâmina, um segundo grupo de esporos foi montado com PVLG + reagente de Melzer (1:1). Os resultados da reação de cor ao reagente de Melzer foram usados para caracterizar as paredes dos esporos, melhorando, em alguns casos, a visibilidade, especialmente daqueles com paredes aderentes ou muito finas. Os esporos foram então identificados e contados por espécie.

A identificação das espécies dos FMAs foi feita segundo Schenck e Perez (1988) e conforme descrição morfológica disponível na internet na página da International Culture Collection of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (<http://invam.wvu.edu>),

(<http://www.zor.zut.edu.pl/>, e outros, mediante observações em microscópio óptico com iluminação de campo-claro e objetiva de imersão. Os esporos foram contados, mesmo quando parasitados ou não viáveis.

A densidade (D) dos FMAs foi estimada através do número de esporos em 100 mL de solo e a densidade de cada espécie de FMAs (D_i), como sendo a relação entre o número de esporos de determinada espécie por 100 mL de solo. As diferenças nas densidades entre o número total de esporos e o de espécies, entre as épocas de amostragens e as áreas amostradas, foram analisadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (SILVA; AZEVEDO, 2016). A frequência de ocorrência de cada espécie (F_i) foi calculada conforme a época de amostragens (chuvosa) (BROWER et al., 1990), de acordo com a equação $F_i = J_i / K$, onde F_i = Frequência de ocorrência da espécie i; J_i = Número de amostras nos quais a espécie i ocorreu e k = Número total de amostra.

Os dados obtidos das contagens e identificações dos FMAs foram avaliados quanto aos: Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e seu correspondente índice de equitabilidade (J'), conforme descrito por Pielou (1977) e Brower (1990) e Índice de Diversidade de Simpson (D) conforme descrito por Pielou (1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação dos esporos dos FMAs

O número médio dos esporos dos FMAs diferiu entre os sistemas de cultivo dos cafeeiros, na coleta de amostras de solo feita em abril de 2016. A maior densidade média observada, no município de Nova Mamoré, foi no sistema de cultivo de cafeeiro do Sr. Jos, no município de Nova Mamoré. Sendo que este sistema de cultivo de café a pleno sol, havia tratamentos culturais com controle químico, presença de algumas plantas invasoras, porém esta área foi implantada após o cultivo de pastagem. Enquanto que a maior densidade média de esporos observada, no município de Guajará Mirim, foi no sistema de cultivo do Sr. Ve onde era cultivado em sistema agroflorestal constituído de várias espécies de plantas frutíferas. Era um sistema com cinco anos de idade, não realizava controle químico, havia ainda a presença de grande quantidade de plantas invasoras. A produção de esporos de FMAs neste sistema está em concordância com a produção encontrada por Durazzini, Teixeira e Adami (2016), quando compararam o número de esporos em cultivos de cafeeiro em sistema convencional e em sistema agroflorestal no sul do estado de Minas Gerais, concluindo que o sistema de manejo do café influenciam na produção de esporos.

Nos dois sistemas que apresentaram maior número de esporos de FMAs, a presença do componente arbóreo não foi decisivo para a esporulação, mas observou-se a presença de gramíneas e de plantas invasoras. Sendo assim, importante frisar que as gramíneas possuem sistema radicular abundante e de rápido crescimento, com intenso contato entre raízes e propágulos de FMAs e grande capacidade de fornecer fotossintatos ao fungo, que favorece a esporulação (DANIELS-HETRICK; BLOOM, 1986). Para Colozzi Filho e Cardoso (2000), a maioria das plantas invasoras são gramíneas, geralmente de sistema radicular fasciculado que tendem a favorecer a micorrização e possibilitar que diferentes espécies de FMAs se mantenham no solo.

Para a área do Sr. Ve, com considerável diversidade de espécies cultivadas com o cafeeiro teriam influência na esporulação dos FMAs aliado à época de coleta das amostras de solo no período chuvoso. Fato semelhante foi encontrado por Bonfim et al. (2010) que analisando a influência do sombreamento de grevileas (*Grevillea robusta* A. Cunn.) em cultivo de cafeeiro observaram maiores números de esporos em áreas sombreadas que não sombreadas.

Com relação aos sistemas de cultivo de café que apresentaram as menores médias nas densidades dos esporos, estas podem ter sido influenciadas por fatores do solo e da planta. No entanto, a produção dos esporos é dependente do grau de colonização das raízes dos cafeeiros. E para Saggin-Júnior e Siqueira (1996) a colonização micorrízica pode ser afetada por diversos fatores, como espécie vegetal, idade da planta, densidade de raízes, propágulos de FMAs presentes no solo, eficiência de colonização, manejo do solo, dentre outros. E a esporulação dos FMAs vai depender de fatores do fungo, da planta da sazonalidade e do manejo da cultura (Cardoso et al., 2003). Na propriedade do Sr. Jo, o cafezal com a existência de 30 anos localizada no município de Nova Mamoré, registrou-se baixo número de esporos, notadamente, na época de coleta das amostras de solo, mês de abril de 2016, os cafezais estavam frutificando. De acordo com Balota e Lopes (1996), a esporulação de FMAs também estaria relacionada com o período de menor disponibilidade de fontes de carbono para o fungo, que corresponderia à frutificação do cafeeiro, quando os carboidratos são requeridos em maior intensidade pela planta. Este fenômeno ocorre de outubro a abril, com o consumo de nutrientes para frutificação centralizada nesta temporada, diminuindo assim o dreno de fotoassimilados para as hifas dos fungos e consequentemente para a formação de novos esporos no solo (LAVIOLA et al., 2007). Prates Junior (2014) observou houve diferença sazonal, com menor número de esporos de FMAs no período floração do cafeeiro quando comparado ao período de granação e colheita.

Avaliação das espécies dos FMAs

Os sistemas sob o uso de café a pleno sol e em sistema agroflorestal, apresentaram um total de 33 espécies, pertencentes a 11 gêneros, 10 famílias. Desse total, 30 espécies ocorreram nas amostras de solo coletadas no município de Nova Mamoré e 27 espécies no município de Guajará Mirim. Destas, seis foram identificadas somente no município de Nova Mamoré (*Acaulospora laevis*, *A. morrowiae*, *A. callosa*, *Dentiscutata heterogama* e *Gigaspora* sp.) e quatro somente no de Guajará-Mirim (*Acaulospora capsicula*, *A. excavata*, *A. lacunosa* e *Racocetra intraornata*). As famílias identificadas foram Acaulosporaceae (*Acaulospora capsicula*, *A. colossica*, *A. excavata*, *A. foveata*, *A. lacunosa*, *A. laevis*, *A. mellea*, *A. morrowiae*, *A. rehmi*, *A. scrobiculata*, *A. tuberculata*, *Ambispora brasiliensis*), Ambisporaceae (*Ambispora callosa*, *A. leptoticha*), Claroideoglomaceae (*Claroideoglomerus etunicatum*), Gigasporaceae (*Dentiscutata heterogama*, *Gigaspora alba*, *Gi. decipiens*, *Gi. Margarita*, *Gigaspora* sp., *Racocetra verrucosa*, *Ra. Intraornata*, *Ra. Weresubiae*, *Rhizoglomerus clarus*, *Scutelospora dipurpurescens*), Glomeraceae (*Funneliformis geosporum*, *Glomus ambisporum*, *Rhizophagus diaphanum*, *Gl. macrocarpum*, *Gl. aff nanolumem*, *Glomus* sp., *Gl. microaggregatum*), Paraglomeraceae (*Paraglomerus brasilianum*). De modo geral os gêneros *Acaulospora* e *Glomus* se apresentaram com maiores números de espécies

sendo 11 e cinco, respectivamente. Segundo Redecker et al. (2013) algumas destas espécies ainda não estão estabelecidas em famílias, mas foi colocada aqui conforme critério de outros pesquisadores citados em Jobim (2015).

Resultados diferentes também, com relação ao número de espécies por gênero são encontrados por outros pesquisadores. Em um sistema agroflorestal com café, em Bonga na Etiópia, Sewnet e Tuju (2013) identificaram quatro gêneros e nove espécies de FMAs onde *Glomus* se apresentou com quatro espécies e o Gênero *Acaulospora* se apresentou com uma espécie.

Observa-se que os gêneros *Glomus* e *Acaulospora* se apresentaram com maior frequência de ocorrência. Em outros locais também observaram resultados semelhantes. Collozzi Filho e Nogueira (2007) identificaram os gêneros *Acaulospora* e *Glomus* com mais frequência que as demais espécies de FMAs em cultivos de cafeeiro. Em 2012, Lebron; Lodge; Bayman, identificaram morfotipos do gênero *Glomus* em diferentes abundâncias em três cultivares de café, em Porto Rico e Vilatoro (2004) identificou *Acaulospora mellea* com maior frequência de ocorrência de FMAs em Guatemala. Os trabalhos realizados com identificação de espécies em cafeeiros a pleno sol ou em sistemas agroflorestais tem resultado em diferenças quanto aos gêneros e espécies, porém, os gêneros *Glomus* e *Acaulospora* estão sempre presentes. De acordo com Carrenho (1998), estes apresentam maior capacidade de adaptação aos solos submetidos a diferentes alterações nos teores de matéria orgânica e técnicas de adubação, calagem e cultivo, demonstrando serem espécies com grande resistência a perturbações ambientais, e sendo também predominantes em outros cultivos de café, em solos na Venezuela, Colômbia e México (SAGGIN-JUNIOR; SIQUEIRA, 1996).

Neste trabalho, no município de Nova Mamoré, identificaram-se exclusivamente sete gêneros de FMAs e no de Guajará-Mirim exclusivamente quatro gêneros, as demais espécies ocorreram nos cafezais em ambos os municípios. A segunda espécie com maior frequência de ocorrência foi *Acaulospora mellea* com 97% e 78%, seguida pelo *Claroideoglossum etunicatum* 88% e 75% respectivamente nos municípios de Nova Mamoré e de Guajará Mirim. Em todos os sistemas de cultivo de café avaliados haviam a presença de gramíneas, provavelmente por fazerem parte do banco de sementes. Segundo Miranda et al. (2007), a dominância de espécies de FMAs pode estar associada à presença destas plantas invasoras, sugerindo uma alta afinidade fungo-planta entre estes simbioses, nas condições edafoclimáticas locais e também a grande plasticidade do *G. macrocarpum* em adaptar-se a áreas com diferentes graus de perturbação e a diferentes plantas hospedeiras, ainda para Caproni et al. (2003) a elevada frequência de ocorrência dessa espécie demonstra uma alta capacidade de esporulação ou alta adaptabilidade à região e à situações iniciais independentes das condições climáticas.

Tanto em Nova Mamoré quanto em Guajará-Mirim, as espécies com a menor frequência de ocorrência foram, *Acaulospora lacunosa*, *Acaulospora morrowiae*, *Ambispora callosa*, *Gigaspora albida* e *Gigaspora* sp., ambas com 3% de frequência de ocorrência.

Nos sistemas de cultivo de café a pleno sol e agroflorestal no município de Nova Mamoré foram identificadas 30 espécies de FMAs sendo: *Acaulospora colossica*, *A. foveata*, *A. laevis*, *A. mellea*, *A. morrowiae*, *A. rehmi*, *A. scrobiculata*, *A. tuberculata*, *Ambispora brasiliensis*, *Ambispora callosa*, *Ambispora leptoticha*, *Claroideoglossum etunicatum*, *Dentiscutata heterogama*, Espécies Não Identificadas (ENI), *Funneliformis geosporum*, *Gigaspora albida*, *Gigaspora decipiens*, *Gigaspora margarita*, *Gigaspora*

sp., *Glomus ambisporum*, *G. diaphanum*, *G. macrocarpum*, *G. affin nolumem*, *Glomu* sp., *Paraglomus brasilianum*, *Racocetra verrucosa*, *Racocetra weresubiae*, *Rhizoglomus clarum*, *Rhizoglomus microaggregatum*, *Scutellospora calospora*. Este número de espécies pode ser considerado alto em relação ao encontrado em Guatemala onde Vilatoro (2004) identificou sete espécies em amostras de solos provenientes de sistemas agrofloretais, estes solos possuíam características de Franco argiloso.

Nos sistemas de cultivo de café no município de Guajará Mirim foram identificadas 27 espécies sendo elas a *Acaulospora capsicula*, *A. collosica*, *A. excavata*, *A. foveata*, *A. lacunosa*, *A. mellea*, *A. rehmi*, *A. scrobiculata*, *A. tuberculata*, *A. brasiliensis*, *Ambispora leptoticha*, *Clareoideoglomus etunicatum*, ENI, *Funneliformis geosporum*, *Gigaspora decipiens*, *Gigaspora margarita*, *Glomus ambisporum*, *G. macrocarpum*, *G. affin nanolumem*, *G. sp.*, *Paraglomus brasilianum*, *Racocetra verrucosa*, *R. intraornata*, *R. weresubiae*, *Rhizoglomus clarum*, *Rhizoglomus microaggregatum* e *Scutellospora calospora*.

Avaliação dos índices de diversidade de espécies de FMA

Os índices de diversidade de espécies para os FMAs não diferiram significativamente pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$), entre os sistemas agroflorestal com café e a pleno sol. Apesar de não haver diferença significativa o sistema agroflorestal com café com a presença de espécies frutíferas arbóreas no município de Nova Mamoré, foi o que apresentou um índice maior de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou com menor dominância de espécies de Simpson, seguida da área do Sr. Fr., com cultivo de café a pleno sol no município de Guajará Mirim. Nestes cafezais haviam a presença de plantas invasoras, principalmente o capim braquiária. Segundo Collozi-Filho e Cardoso (2000), a presença de invasoras que crescem na área entre uma capina e outras estimulam a esporulação de espécies FMAs diferentes. Como a maioria dessas invasoras são geralmente gramíneas, de sistema radicular fasciculado, elas favorecem a micorrização e possibilitam que diferentes espécies de FMAs se mantenham no solo, aumentando também a sua diversidade de espécies.

Com relação aos demais sistemas de cultivo de café, no período chuvoso, deve ser considerado que em abril os cafezais estavam frutificando, sugerindo que este evento tenha contribuído para a semelhança dos resultados nos índices de diversidade de espécies de FMAs. Pois, segundo Balota e Lopes (1996), nessas épocas ocorre baixa esporulação devido à umidade maior do solo e conta com uma menor disponibilidade de fontes de carbono para o fungo, pois no estágio de frutificação as plantas necessitam dos carboidratos com maior intensidade.

Analisaram-se também o dendrograma contendo o agrupamento das áreas de cultivos de café em sistemas agroflorestal e a pleno sol, com base nas espécies identificadas nas comunidades dos FMAs nos municípios de Nova Mamoré e de Guajará-Mirim. Observou-se que a área de cafezal do Sr. Jos, no município de Nova Mamoré formou um grupo 100% diferente das demais áreas, indicando que a composição da flora presente no cafezal e o sistema de manejo interfere nas comunidades dos FMAs. Enquanto que no município de Guajará-Mirim a área de cultivo de café do Sr. Ve também apresentou um grupo diferenciado em 100% dos

demais cultivos no mesmo município. Estas duas áreas apresentaram índice de diversidade de Shannon baixa.

Enfim existem vários estudos relacionados à influência dos sistemas agroflorestal nas comunidades dos FMAs. Porém, alguns relatos são contraditórios, em revisão feita por Bainard; Klironomos; Gordon (2011) concluíram que os sistemas agroflorestais podem ter um efeito positivo na comunidade de fungos MA, há casos em que não há nenhum efeito significativo ou há algum efeito negativo. Estes pesquisadores entendem que estes fatos podem ocorrer devido à variedade de locais e climas onde esses estudos ocorreram e as diversas combinações de espécies de árvores e culturas utilizadas dentro desses sistemas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de esporos dos FMAs está relacionada ao sistema de cultivo do cafeeiro e à presença de gramíneas.

Os gêneros dos FMAs mais comuns nos ecossistemas de cafeeiro nos municípios de Nova Mamoré e Guajará Mirim são *Glomus* e *Acaulospora* e a espécie com 100% de frequência de ocorrência é *Glomus Macrocarpum* em ambos municípios.

Os índices de diversidade de espécies de FMAs diferenciam os cultivos de cafeeiro em sistemas agroflorestal e a pleno sol nos municípios de Nova Mamoré e de Guajará Mirim.

REFERÊNCIAS

BAINARD, L.D.; KLIRONOMOS, J.N.; GORDON, A.M. Arbuscular mycorrhizal fungi in tree-based intercropping systems: A review of their abundance and diversity. **Pedobiologia**, n.54, p. 57–61, 2011.

BALOTA, E.L.; LOPES, E.S. Introdução de fungo micorrízico arbuscular no cafeeiro em condições de campo. II. Flutuação sazonal de raízes, de colonização e de fungos micorrízicos arbusculares associados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, n.2, p.225-232, 1996.

BERBARA, R. L. L.; SOUZA, F. A. de; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 53-88.

BONFIM, J.A. et al. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Physiological Aspects of Coffee Conducted in Agroflorestal System and at full Sun. **Bragantia**, v. 69, n.1, p.201-206, 2010. (in Portuguese with abstract in English).

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VON ENDE, C. N. **Field and laboratory methods for general ecology**. 3.ed. Dubuque: Wm C. Brown Publishers, 1990.

- CAPRONI, A. L. et al. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas revegetadas após mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.38, n.12, p.1409-1418, dez. 2003.
- CARDOSO, I.M.; BODDINGTON, C.; JANSSEN, B.H.; OENEMA, O.; KUYPER, T.W. Distribution of mycorrhizal fungal spores in soils under agroforestry and monocultural coffee systems in Brazil. *Agroforestry Systems*, v.58, p.33-43, 2003.
- CARENHO, R. Influência de diferentes espécies de plantas hospedeiras e fatores edáficos no desenvolvimento de fungos micorrízicos arbusculares (FMA). 1998. 226f. Tese (Doutorado em Biologia) – Curso de Pós-graduação em Biologia, Universidade Estadual Paulista, SP.
- COLOZZI FILHO, A.; NOGUEIRA, M. A. Micorrizas arbusculares em plantas tropicais: café, mandioca e cana-de-açúcar. In: SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. F. (Eds). **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, p. 39-56, 2007.
- COLOZZI-FILHO, A.; CARDOSO, E. J. B. N. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalária cultivada na entrelinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 2033–2042. 2000.
- COSTA, R.S.C.; *Micorrizas Arbusculares em Sistemas Agroflorestais em duas comunidades rurais do Amazonas/ Rogério Sebastião Corrêa da Costa – Manaus: UFAM, 2010.*
- DANIELS-HETRICK, B. A.; BLOOM, J. The influence of host plant on production and colonization ability of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. *Mycologia*, v.78, n.1, p.32-36, 1986.
- DURAZZINI, A. M. S.; TEIXEIRA, M. A.; ADAMI, A. A. V. Quantificação de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em solo sob diferentes cultivos de cafeeiros. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 8, n. 4, p. 83-91, dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v8n42016923>
- ERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from Transaction of the British Mycological Society, soil by wit sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*,. 46: 235-244, 1963.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wt-sieving and decanting. **Trans. Br. Mycol. Soc.** 46:235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytol**, V.84, p.489-500. 1980.
- HOFFMANN, L. V.; LUCENA, V. S. **Para entender micorrizas arbusculares**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 22 p. (Embrapa Algodão. documentos, 156)
- .

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: julho 2012.

JAKOBSEN, J.H. et al. Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holstein estimated in random regression models using REML. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.6, p.1607-1616, 2002.

JOBIM, K. **Fungos micorrízicos arbusculares (glomeromycota) em diferentes níveis de profundidade em fragmentos florestais**. 2015, 149 f. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

LAVIOLA, B.G. et al. Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Bioscience Journal**, v.23, n.1, p.29-40, 2007.

LEAKE, J. R. *et al.* Networks of power and influence: the role of mycorrhizal mycelium in controlling plant communities and agroecosystem functioning. **Canadian Journal of Botany**, v. 82, n. 08, p. 1016-1045, 2004.

LEBRON, D.; LODGE, J.; BAYMAN, P. Differences in Arbuscular Mycorrhizal Fungi among Three Coffee Cultivars in Puerto Rico. **Agronomy**, v.2012, 2012.

MIRANDA, E. M.; SILVA, E.M.R.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares associados ao amendoim forrageiro em pastagens consorciadas no sudoeste amazônico. *In*: Workshop Pan-Amazônico "Biodiversidade do Solo", Rio Branco. 26 a 29/09, 2007.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. 2nd. Wiley, NY. 1977.

PRATES JUNIOR, P. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro. 2014. 52f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

SILVE, M. E. Ocorrência e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em um ecossistema de cafeeiro submetido a diferentes métodos de controle de plantas daninhas. 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2011.

REDECKER, D. et al. An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). **Mycorrhiza**, v.23, p.515-31, 2013.

SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. *In*: SIQUEIRA, J. O. (Ed). **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 1996. p. 203-254.

SCHENCK, N.C.; PEREZ, Y. **Manual for identification of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi**. Gainesville, INVAM. 1988.

SEWNET, C.; TUJU, F. A. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with shade trees and *Coffea arábica* L. in a coffee-based agroforestry system in Bonga, **Afrika focus**, v.26, n.2, p. 111-131, 2013.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Microbiologia do solo e sustentabilidade agrícola: enfoque em fertilidade do solo e nutrição vegetal. In: Reunião Brasileira em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 22, 1996, Manaus. Resumos... Manaus: SBCS, 1996, p.1-42.

TRINDADE, A.V. Eficiência simbiótica de fungos micorrizicos arbusculares em solo não fumigados, para mamoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:505-513, 2000.

VILATORO, M.A.A. Matéria Orgânica e Indicadores Biológicos da Qualidade do Solo na Cultura do Café sob Manejo Agroflorestal e Orgânico. 2004. 176 f. (Tese de Doutorado em Ciência do solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.