BRUNA CRISTINA DIAS DA SILVA

OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Ji-paraná RO

2021

BRUNA CRISTINA DIAS DA SILVA.

OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Artigo apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, em metodologia do ensino superior do Centro Universitário São Lucas 2021, como requisito parcial para a conclusão do curso de Agronomia.

Orientador: Prof. Marcos Giovane Pedroza de Abreu.

Ji-paraná RO

2021.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo(a) autor(a)

S586o Silva, Bruna Cristina Dias da.

Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes sistemas de manejo / Bruna Cristina Dias da Silva. -- Ji-Paraná, RO, 2021.

20, p.

Orientador(a): Prof. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Centro Universitário São Lucas. Afya Educacional.

1. Manejo do solo. 2. Nutrientes do solo. 3. Biomassa microbiana no solo. I. Abreu, Marcos Giovane Pedroza de. II. Título.

CDU 631.4

Bibliotecário(a) Alex Almeida CRB 11.853

BRUNA CRISTINA DIAS DA SILVA.

Ocorrência de Fungos Micorrízicos Arbusculares em diferentes sistemas de manejo.

Artigo apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito parcial para a conclusão do curso de graduação em Agronomia do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Orientador: Profº. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu.

Ji-Paraná, de 2020.

Avaliação/ Nota:

BANCA EXAMINADORA

:_____

_____ Centro Universitário São Lucas

Orientador

Profº. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu.

_____ Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca.

Profº. Msc. Alan Antônio Miotti.

_____ Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca

Profº. Msc. Alisson Nunes da Silva.

OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.[1]

Bruna Cristina Dias da Silva.[2]

RESUMO:

O presente estudo tem como objetivo avaliar a ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes sistemas de manejo no solo. Após a retirada das amostras, o experimento foi conduzido ao laboratório de solos na faculdade São Lucas de Ji-paraná. A coleta do solo foi realizada nas áreas de café, sistema agroflorestal, área de recuperação e mata nativa, com o intuito de avaliar em qual manejo obteve maior índice de FMAs. Foi utilizado o método de peneiramento em via úmida de Gerdemann e Nicolson, com centrifugação sacarose 50% e avaliados sob placa Petri no microscópio estereoscópio. Os resultados de cada sistema foram tabelados com auxílio do software excel®. As áreas com maiores variedades de espécies vegetativa obtiveram um maior número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares, sendo assim a área da mata, sistema agroflorestal e a área de recuperação obtiveram um maior número, contendo um solo com maiores proporções de matéria orgânica e presença dos microrganismos, proporcionando maior absorção de nutrientes, controlando o estresse hídrico e uma boa qualidade de solo.

Palavras-chave: Absorção de nutrientes; Esporos; Matéria orgânica; Qualidade de solo.

OCCURRENCE OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS.

ABSTRACT:

The present study aims to evaluate the occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in different soil management systems at Rondônia Rural Show, in Ji-paraná. After removing the samples, the experiment was conducted at the soil laboratory at São Lucas de Ji-paraná college, from April to June. Soil collection was carried out in the areas of coffee, agroforestry system, recovery area and forest, in order to assess which management

[1] Artigo apresentado no curso de graduação em Agronomia do Ensino Superior do Centro Universitário São Lucas como pré-requisito para conclusão do curso, sob orientação do professor. Msc. Marcos Giovani Pedroza de Abreu E-mail: brunacristina_dias@hotmail.com

[2] Graduanda do curso de Agronomia pelo Centro Universitário São Lucas, 2021.

obtained the highest AMF index. The Gerdemann and Nicolson wet sieving method was used, with 50% sucrose centrifugation and evaluated under a Petri dish under a stereomicroscope. The results of each system were subjected to an analysis of variance, the means were compared by the tukey test ($p < 0.05$), using the SISVAR software. The areas with the largest varieties of vegetative species obtained a greater number of spores of arbuscular mycorrhizal fungi, thus the forest area, agroforestry system and the recovery area obtained a greater number, containing a soil with greater proportions of organic matter and the presence of microorganisms, providing greater nutrient absorption, cotrolling water stress and good soil quality.

Keywords: Nutrient absorption; Spores; Organic matter; Soil quality.

1. INTRODUÇÃO

Os Fungos Micorrizicos Arbusculares (FMA) são micro-organismos pertencentes ao filo Glomeromycota (SCHÜßLER et al., 2001). Em associação suas células formam arbúsculos no córtex radicular, daí o nome. Estão presentes na maioria dos solos e compõem a biomassa microbiana no solo. Desempenham um papel de grande importância principalmente na nutrição das plantas, melhoram a qualidade do solo e o desempenho das culturas. Dentre as famílias que são capazes de formarem simbiose com FMAs estão presentes: Brassicaceae, Caryophyllaceae e Chenopodiaceae e alguns representantes das famílias Commelinaceae, Juncaceae, Proteaceae, Cuprecaceae, Cyperaceae, Polygonaceae, Resedaceae, Urticaceae, Amaranthaceae e Portulareaceae (HARLEY; SMITH, 1983). Grande parte das angiospermas, gimnospermas, pteridófitas e briófitas formam micorrízas.

A simbiose dos FMAs se dá através da interação entre as hifas do fungo e as células das raízes das plantas, ocorrendo então a simbiose funcional e mutualista (SAGGIN JÚNIOR e SILVA 2006). Além da simbiose ocorrem também os estímulos, que podem ser químicos e quimiotropismo que é o desenvolvimento vegetal através do estímulo por substancias químicas. As hifas recebem esses sinais dos estímulos e com isso formam os seus apressórios em volta das raízes, induzindo respostas hormonais e estimulando a produção de proteínas nas plantas.

Tanto na agricultura quanto em áreas naturais, os FMAs são essenciais, porém apresentam maior eficiência em solos com deficiência de fósforo (P). Estes micro-organismos são selecionados de acordo com sua eficiência simbiótica em melhores resultados em condições climáticas, solo e o manejo cultural que serão submetidos.

Geralmente se isolam FMAs do próprio ecossistema em que vão ser aplicados para não sofrerem perdas por conta de fatores principalmente climáticos (MENGE, 1983; SAGGIN JÚNIOR; SIQUEIRA, 1996).

Estudos mostram que quando feita a inoculação, FMAs promovem a formação de mudas de boa qualidade de diversas frutíferas (MASRTINS et al., 2000). Também foram observados o uso de FMAs em mamoeiro, otimizando a produção de mudas (TRINDADE, 2001). O cafeeiro se associa simbioticamente com os FMAs que colonizam suas raízes, onde a planta tem benefícios nutricionais como aquisição do fósforo. As hifas possibilitam o acesso ao nutriente através da exploração do solo onde as raízes do cafeeiro não conseguem alcançar, além de tornar as plantas mais tolerantes a nematoides e tolerância a estresses, pois aumentam a capacidade de resistência a seca pela maior exploração do solo (MOSCARDINI, 2018). Siqueira et al. (1995) avaliaram o transplante de mudas de cafeeiro com a ausência de micorrízas em um solo com ausência de FMAs, observou que as plantas não inoculadas obtiveram um crescimento indesejado, reduzido, em comparação com as que foram submetidas a inoculação dos fungos.

Os FMAs desempenham uma série de benefícios ao crescimento vegetal e a revegetação das áreas degradadas, contribuindo com a nutrição das vegetações e amenização de fatores tóxicos através da simbiose. Atua no estresse biótico, absorção de água no solo e podem ser antagonistas a patógenos, onde a simbiose também reduz potenciais danos de parasitas e patógenos radiculares (Zuquette et al. 2013).

Com base no exposto o objetivo desse trabalho é avaliar a ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em diferentes sistemas de manejos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FUNGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES (FMAs)

Os Fungos Micorrizicos Arbusculares (FMAs) são microrganismos que compõe a biomassa microbiana dos solos, tanto naturais quanto cultivados. Na natureza cerca de 80% das plantas formam micorrizas. Os FMAs só crescem quando estão em contato com as raízes das plantas hospedeiras, ou seja, são fungos biotróficos

(HOFFMAN e LUCENA, 2006). São encontrados nos solos e nas plantas, onde se associam por meio da simbiose, melhorando assim a qualidade do solo e a nutrição das plantas (JEFFRIES et al., 2003).

A simbiose é uma associação entre dois organismos que se unem e se beneficiam. O benefício dessa simbiose traz estímulos ao crescimento através dos fatores nutricionais, aumentando a absorção de nitrogênio (COSTA e LOVATO, 2004), potássio e fósforo (CALVET et al., 2003), além dos benefícios nutricionais, os fungos também podem gerar uma tolerância a doenças radiculares (BORGES et al., 2007), podem também fornecer tolerância a estresse salino (GIRI et al., 2002) e tolerância a estresse hídrico (AUGÉ, 2001).

De acordo com estudos feitos em comparação de plantas com micorrízas e plantas não micorrízadas, chegou-se à conclusão que as micorrízadas possuem sensibilidade dos estômatos com a umidade, maior taxa de fotossíntese, menor perda no período de seca fazendo com que as plantas se recuperassem em tempo menor, uso de água pela planta com maior eficiência, maior atividade enzimática, redução do ácido abcísico no xilema, menor ocorrência de necrose celular e queda das folhas. Em alguns casos a dependência dos fungos ocorrem quando o solo está com baixa concentração de fósforo e em outros casos, a dependência ocorre mesmo com elevados níveis de fósforos, como é o caso do algodão (PAVAN KUMAR, 1998).

Os nutrientes são captados através das hifas dos fungos que penetram o solo em busca desses nutrientes e transferem para as raízes da planta hospedeira. Com o desenvolvimento das hifas extrarradiculares e a secreção de glomalina pelos FMAs ocorre a melhoria nos atributos físicos, químicos e biológicos nos solos. Glomalina é uma glicoproteína produzida pelos fungos micorrizicos (WRIGHT et al., 2007), onde são liberadas propriedades de cola no solo, com isso formam os agregados que constituem a melhoria do solo, evitando assim processos degradativos. Por meio do crescimento de biomassa das plantas em associação com FMAs, crescimento das hifas juntamente com a exsudação da glomalina, a elevação do teor de carbono no solo aumenta, fazendo com que ocorra uma maior atividade biológica (MOSCARDINI, 2008). Em solos degradados acontece de haver limitações de nutrientes como o nitrogênio e fosforo, as micorrízas arbusculares aumentam a absorção desses

nutrientes através da simbiose, o que faz com que as plantas consigam sobreviver mesmo em condições de baixa fertilidade do solo (SOUZA, 1996).

Se faz o uso das micorrízas arbusculares na recuperação de solos impactados para que aconteça a reintrodução de propágulos selecionados e espécies nativas que sejam adaptadas às condições encontradas. Geralmente estas áreas impactadas apresentam condições desfavoráveis ao crescimento vegetal por conta das deficiências nutricionais ou presença de fatores que são tóxicos, como os metais pesados. Colodete et al., (2013).

Nos últimos anos houve um aumento em degradação de áreas naturais, principalmente em sistemas florestais (BARBOSA et al. 1989). As matas ciliares garantem a estabilidade de áreas nas margens dos rios, ajuda no processo de evitar diversos tipos de erosão e assoreamento. Com isso se faz necessário o uso de revegetação de forma natural com a introdução de mudas produzidas em viveiros. São dispersadas também via sementes. Estudo feitos por Van der Heidjen (1998) determinaram quanto mais rico o solo de espécies de FMAs, maior era a diversidade de plantas, a captura por nutrientes e a produtividade do ecossistema.

2.2 DIVERSIDADE DE FMAS EM AGROECOSSISTEMAS

Os FMAs influenciam no crescimento, desenvolvimento e a nutrição das espécies vegetais, aumentando a fixação de carbono (C) na biomassa vegetal que fica acima do solo (SMITH e READ, 2008). Pouyú-Rojas e Siqueira (2000) fizeram um estudo onde inocularam sete espécies arbóreas com FMAs e observaram que as espécies inoculadas tiveram um aumento no crescimento das plantas ainda no viveiro e também após o transplante para o campo.

Siqueira et al. (1998) estudaram o crescimento das plantas em simbiose com os fungos e a resposta ao superfosfato simples em 28 espécies arbóreas em diferentes estádios sucessionais. Foram avaliadas oito espécies pioneiras, 11 climáticas, 5 secundarias inicias e 5 tardias. Obtiveram maiores resultados com as pioneiras onde foram inoculadas com micorrízas e com adição de P. Siqueira & Saggin Junior (2001) estudaram a dependência e resposta micorrízica em 29 espécies de arbóreas, com isso notaram que tanto a colonização micorrízica e absorção de P

aumentaram. Zangaro et al. (2000) observaram que a colonização micorrízica em casa de vegetação e em campo foram maiores em espécies pioneiras e secundárias iniciais, cerca de 70% do que em secundárias tardias e climácicas, cerca de 22%. Com isso foi observado que as plantas pioneiras dependem das micorrízas cerca de 90%, em comparação com as demais espécies.

Estudos na agricultura em relação a pupunheira (Bactris gasipaes H.B.K), mostraram que a associação das raízes com os fungos micorrízicos arbusculares tem sido benéfica, na formação de mudas, em seu estabelecimento a campo (CHU & KATO, 1992; CHULAN, 1991; SIVAPRASAD et al., 1989). A associação de pupunheira com FMA proporciona um melhor desenvolvimento da planta por conta do aumento da área de absorção de nutrientes. Silva et al., (1998).

Em mudas de cafeeiro, o uso dos fungos se faz presente desde o desenvolvimento da muda até o replantio. Os substratos comerciais muitas das vezes são pobres em nutrientes, com isso se faz o uso necessário de fertilizantes, os fungos aumentam a eficiência desses fertilizantes fazendo com que ocorra o desenvolvimento da planta com mais precisão (COSTA, 2011). Enrique Pouýu Rojas fez estudos que mostraram que os FMAs das espécies *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* foram as que demonstraram maior eficiência no crescimento de mudas do cafeeiro C. arábica. Quando plantadas no campo, as mudas que foram inoculadas apresentaram maiores resultados, produtividade maior no primeiro ano, isso se deve as condições que os FMAs quando se propagam aos solos as condições edafoclimáticas não interferirem em seu desempenho por conta da tolerância que adquirem.

Estudos realizados pela Embrapa Rondônia em 2011, demonstraram que a população desses fungos aumentou quando foram introduzidas espécies florestais nos cafezais, destacando-se o cafezal sombreado com teca (*Tectona grandis*) em consórcio, ocorreram maiores volumes de esporos e maior diversidade de espécies. Sebastião et al., (2011). Com isso pode-se concluir que cafezais sombreados ocorrem maiores incidências de FMAs.

Antes de implantar os fungos em uma área de revegetação se faz necessário uma avaliação das espécies em que tem o devido interesse nas áreas e sua relação com os fungos para uma melhor combinação (COLODET al et., 2013). Em um estudo realizado por Pouyú-Rojas em 2006 foi avaliado que os resultados dependem dos

fungos nas plantas hospedeira, avaliaram cerca de 16 espécies arbóreas com 8 fungos isolados e 2 populações nativas de FMAs, através dos resultados obtidos classificaram os fungos através do índice de amplitude da eficiência simbiótica (IAEF) onde seu potencial reabilitador é alto, ou seja eles colonizam e demonstra maior eficiência em sua planta hospedeira, a sua capacidade de estimular o crescimento das hospedeiras, com isso é de suma importância que para o reflorestamento com as espécies nativas seja usados fungos de acordo com sua relação simbiótica para um melhor resultado (POUYÚ-ROJAS et al., 2006).

Os FMAs constituem a biota do solo, com formação de um importante componente da matéria orgânica no solo, suas estruturas contribuem com a quantidade de C fixada no solo (LEAKE et al, 2004). Os solos quando degradados apresentam limitações nutricionais, como por exemplo de nitrogênio e fosforo. As micorrízas arbusculares contribuem para a absorção desses nutrientes que estão em falta no solo através da simbiose (SOUZA e SILVA, 1996).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de solos no Centro Universitário São Lucas em Ji-Paraná RO. O clima de Rondônia predominante é o Equatorial Quente Úmido, segundo a classificação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1978), com três meses secos e temperatura média superior a 18°C em todos os meses do ano, chegando a atingir até 35°C e a média anual de precipitação pluvial entre 1.400 e 2.500 mm/ano.

Foram coletadas amostras de solos na área do Parque Vandeci Rack localizado na Rodovia Br-364, Km 333 s/n Zona Rural – RO, latitude 10°57’19.2’’ S, longitude 61°54’22.9’’ W, altitude de 144 metros. O solo do local é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (SANTOS et al., 2018). Para monitorar a ocorrência de FMA, foram coletadas amostras de solos nas seguintes áreas (Quadro 1):

Quadro 1. Histórico e descrição das áreas experimentais (tratamentos) no Argissolo Vermelho-Amarelo com horizonte B eluvial, na região de Ji-Paraná, RO.

Símbolo	Histórico e descrição da área
FN	Área de floresta nativa, caracterizada fitoecologicamente como, Floresta Ombrófila Densa (conhecida também por floresta pluvial tropical - Floresta Amazônica e Floresta Atlântica).
CCA	Cultivo convencional de café (*Coffea canephora*) por 4 anos, no espaçamento de 3x1,5 m, já tendo sido feito plantio de espécies de cobertura na área (culturas), podas e adubação anual.

SAF	Sistema agroflorestal com 4 anos, conduzido com a associação das espécies: cacau (*Theobroma cacao*), banana (*Musa spp*.), ipê (*Handroanthus heptaphyllus*), mogno (*Swietenia macrophylla*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), nim (*Azadirachta indica*).
AR	Área em processo de recuperação por dois anos, conduzida com a implantação das espécies: bandarra - paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*), sumauma (*Ceiba pentandra*), seringa (*Hevea brasiliensis*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), aroeira (*Schinus sp*.), ipê (*Handroanthus heptaphyllus*), ingá (*Inga edullis*), ingá (*Inga sp.*), cerejeira (*Amburana acreana*), buriti (*Mauritia flexuosa*), açaí (*Euterpe precatória*), crotalária (*Crotalaria sp.*).

FN: floresta nativa; CCA: cultivo convencional de café; SAF: sistema agroflorestal; AR: área em recuperação.

Fonte: Santos (2020).

De cada área foram coletadas aleatoriamente quatro amostras compostas, constituídas por 10 subamostras. As subamostras foram coletadas a uma profundidade de 0-20 cm na região radicular da vegetação específica de cada área, após a coleta as amostras foram homogeneizadas formando assim amostras compostas. Após a coleta as amostras foram levadas para o laboratório de solos do centro universitário São Lucas onde foram submetidas ao processo de secagem à sombra e posteriormente acondicionadas em sacolas plásticas e armazenadas a 10°C até o momento das análises posteriores, Caproni et al., (2003).

Para análise da diversidade de FMAs, de cada amostra foi retirada 100 g de solo para a extração dos esporos pela técnica de peneiramento em via úmida (Gerdemann & Nicolson, 1963), seguindo-se de centrifugação com sacarose 50%. Após a centrifugação os esporos foram transferidos para uma placa de Petri e agrupados de acordo com seu tamanho, cor e forma e quantificados sob auxilio de microscópio estereoscópio (40 x). Para a identificação das espécies foi utilizado manual de identificação de FMA (Schenck & Pérez 1990), e sites específicos (http://invam.caf.wvu.edu; http://www.agro.ar.szczecin.pl/~jblaszkowski/).

As espécies identificadas em cada área em específico foram contabilizadas e tabeladas em planilhas com auxílio do software Excel.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Tabela 1. Densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes sistemas de manejo.

	Esporos (n° g $^{-1}$)		
Área	250mm	100mm	Total
Mata	115,9	1.118,51	1.234,41
Café	116,87	204,52	321,39
SAF	874,53	394,95	1.269,48
Área de Recuperação	184,53	885,78	1.070,31

SAF: Sistema agroflorestal.

Com a técnica de decantação e peneiramento em via úmida (GERDEMANN; NICOLSON, 1963), utilizou-se as peneiras de 2,00 mm, 100mm e de 250mm, foram centrifugadas em solução sacarose 50% (JENKINS, 1964) e quantificados os esporos. A identificação foi feita através da forma e estrutura dos esporos, camadas de paredes, ornamentação, coloração, etc., (JUNIOR, 2018) Foram encontrados os gêneros *Acaulospora e Claroideoglomus*. Devido à falta da peneira de 20mm não foi possível avaliar com precisão a ocorrências de diversidade de esporos de outras espécies de fungos.

Na área da mata observou-se um total de 1.234,41 esporos por grama de solo. No café (*Coffea canephora*), foram observados 321,39 esporos por grama de solo. No sistema agroflorestal (SAF) observou-se 1.269,48 esporos por grama de solo e na área de recuperação observou-se 1.070,31 esporos por grama de solo. A quantidade encontrada leva em consideração o uso solo, seja para manutenção de floresta nativa secundária, culturas anuais e perenes, para pastagem ou reflorestamento, podem ocasionar a mudança nos atributos físicos, químicos e biológicos (SOUZA et al. 2005). O manejo do solo, as práticas agrícolas utilizadas podem alterar na população de fungos e na diversidade (PURIN et al. 2006; ANGELINI et al. 2012). A ocorrência dos FMAs está relacionada às espécies de culturas no ambiente implantado, época da coleta também interfere na população de FMAs e a característica do solo. Silva et a. (2016) avaliaram a composição da população dos FMAs, determinado pela influência de cobertura vegetal na abundancia de esporos desses fungos, o comprimento de micélio extrarradicular e os teores da glicoproteína, denominada como glomalina no solo de diferentes áreas da Mata Atlântica, realizaram a caracterização dos fungos

nas épocas de verão e inverno, realizando a extração de esporos pelo método de peneiramento úmido (GERDEMANN;NICHOLSON, 1963) e centrifugação em água e sacarose. Espécies do gênero *Acaulospora* e *Glomus* foram identificados em solos com pH de 4,08 a 5,89. A quantidade de esporos de FMAs nas áreas estudadas, no verão, mostrou uma variação de 336 a 1635 esporos por 50 cm^3 de solo, sendo a menor média encontrada na área de agricultura anual e a maior na área de pastagens (SILVA et al., 2016).

Os fungos desempenham importantes funções que ajudam no desenvolvimento e crescimento vegetal, influencia na qualidade através das funções metabólicas que desempenham (JUNIOR, 2018) além desses benefícios, a micorrízia proporciona o aumento na absorção de água e nutrientes, contribui com a formação de agregados por conta da produção e liberação de uma glicoproteína, a glomalina (MIRANDA, 2008; TRESEDER; TURNER, 2007). A glomalina contribui com a estocagem de carbono no solo (Nichols e Wright, 2006). Essa proteína é como um ligante orgânico (Purin, 2005). Segundo Sousa et al. 2012, a quantidade de glomalina que é produzida pelos FMAs são influenciadas por vários fatores, características do solo, condições climáticas, uso do solo, manejo agrícola e a presença e tipo de vegetação. Além da fixação de nutrientes a glomalina melhora o aspecto do solo, evitando o processo degradativo do solo (MOSCARDINI, 2008) e faz com que as plantas acionem o comando de defesa (CAMERON et al., 2013). As plantas colonizadas por esses FMAs não apresentam formação que conseguem ser visíveis a olho nu, por isso usa-se o microscópio para analisar (JUNIOR, 2018).

A associação dos FMAs e as plantas hospedeiras é chamada de mutualística nutricional, pois o fungo auxilia a planta na absorção de nutrientes e água que são retiradas do solo e as plantas fornece energia derivada para os fungos através dos produtos fotossintéticos. Os fungos se reproduzem com a formação de esporos assexuados, possibilitando a sobrevivência e dispersão das espécies (JUNIOR, 2018).

Estudos realizados (Theodoro et al. 2003) para avaliar a ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares e a colonização de micorrízias em mata nativa e no cafeeiro em quatro tratamentos: sistema de produção do cafeeiro como o convencional, orgânico e em conversão, e um fragmento de 1 hectare de mata. Foram encontradas

espécies de FMAs nos sistemas de produção do cafeeiro como a *Acalospora e Glomus*, representaram cerca de 91% da ocorrência total nos sistemas de produção. Os índices de ocorrência dos fungos variam de acordo com os valores de pH, Al e P do solo, as espécies de *Acalospora* ocorrem quando o pH sofre pouca influência do Al e do P, isso explica a sua elevada ocorrência no sistema do café orgânico (Theodoro et al. 2003). O café tem grande importância no agronegócio brasileiro, com seu potencial exige também uma maior demanda por novas tecnologias. A redução da dependência de insumos importados poderia deixar a cultura do café mais sustentável e lucrativa (RAGHURAMUKU, 2010). Uma alternativa viável para esse objetivo é o uso da associação planta-microrganismo. Estudos realizados pelo ARDITO et al., (2016) mostraram que clones que foram inseridos FMAs em solos de baixa fertilização obtiveram melhoria no crescimento e nutricional de P no solo. Conilon 'BRS OuroPreto' representa uma cultivar multiclonal, composta por 15 clones vegetativos multiplicados com ciclos de maturação intermediários. Estão adaptados às principais características climáticas do estado de Rondônia, como alta temperatura e umidade do ar, além de seca moderada (ROCHA et al., 2015), a melhor resposta à inoculação foram as com os fungos *Claroideoglomus etunicatun* + *Glomus sp*, melhorando o crescimento e a nutrição da planta no presente estudo. No C. canephora observou-se menos esporos de FMA devido ser apenas uma cultura plantada, por conta disso o número foi inferior aos demais.

Os sistemas agroflorestais (SAF) pode alterar o processo dos FMA no solo, com um papel importante no restabelecimento da estruturação do solo degradado gerado pelo cultivo intensivo (BONFIM, 2010). O experimento foi feito com a cultivar de café Arabica *(coffea arábica)* em consorcio com grevíleas *(Grevillea robusta)* em pleno sol. As coletas foram feitas em época secas e chuvosas. Foram observados esporos em grande quantidade no sistema arbóreo, na estação seca e chuvosa, sendo maior na seca. Quando introduzidas árvores na cultura do café acumula-se maior número de matéria orgânica no solo (MAIA et al. 2006). Além do aumento do acumulo de matéria orgânica, também se acumula substancias húmicas e frações de carbono, melhorando a qualidade do solo. Em um estudo realizado por THEODORO et al. (2003) sobre efeitos do manejo em cafeeiro orgânico constatou que a cobertura vegetal contribui com a elevação do pH, proporcionando uma diminuição da

solubilidade do Al. A densidade de esporos de FMA é inversamente proporcional à porcentagem de saturação de Al no solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Devido ao grande número de matéria orgânica, ocorreu a diminuição de Al trocável no solo, ocorrendo um maior número de esporos. Com isso observou-se um maior número de esporos na seca por conta da falta de chuva, induziu os microrganismos se associas as plantas, manifestar o mecanismo de adaptação e a elevação da esporulação.

O cultivo de espécies como o cacaueiro tem sido muito utilizado como um dos principais componentes de sistemas Agroflorestais (MENDES, 2020). A cultura vem diminuindo os impactos causados na agricultura migratória e diversificando os cultivos, pois além de contribuir em aspectos ambientais também existem benefícios econômicos ao sistema de produção e contem facilidade em se adaptar a sistemas diversificados (SANTOS e SILVA, 2017). Os FMAs são uma alternativa viável para a melhoria de fatores como a qualidade do solo, desenvolvimento do cacaueiro de forma sustentável, manutenção e dinâmica dos ecossistemas (GOMIDE et al., 2014). Mendes (2020) realizou um estudo 2020 com FMAs *Glomus clarum*, mostrou a diferença entre cacaueiros inoculados e não inoculados. Foram inoculados 422 mudas e 422 não inoculadas. Houve diferença significativa em toda as variáveis analisadas, mostrando a significância do FMAs, número elevado de plantas vivas cerca de 64,64%, 84 cm superior nas alturas das folhas e cerca de 18 folhas a mais, maior crescimento vegetal, contribuiu com a absorção de macronutrientes primários e secundários, em destaque o N, P, K e Mg. Os fungos contribuíram também com a adaptação das plantas Lattuda et al. (2019).

Em estudo no Centro de pesquisa do Cacau na Bahia realizado por Santos et al., (2020), tiveram como objetivo avaliar a ocorrência e diversidade de espécies de FMAs em cacaueiro cultivado sob o sistema cabruca (sombreado). Quando coletado amostras de esporos na área do cacau, analisaram que no período seco com uma densidade de 90,8 a 671,8. Identificaram cerca de 23 espécies de FMAs nas áreas de cacau-cabruca, dos gêneros *Acaulospora* (8), *Ambispora* (1), *Claroideoglomus* (1), *Dominikia* (1), *Funneliformis* (1), *Gigaspora* (1), *Glomus* (5), *Paraglomus* (2), *Sclerocystis* (1) e *Septoglomus* (2), predominando o *Acaulospora* e o *Glomus*. Fatores como as características edáficas, as plantas hospedeiras, cobertura vegetal, condição

do ambiente e o manejo do solo influenciam na ocorrência da diversidade dos FMAs (Eom, Hartnett & Wilson, 2000; Moreira e Siqueira, 2006; Souza et al., 2010).

A recuperação de áreas degradadas fornece ao ambiente degradado, condições favoráveis a reestruturação do ambiente que não tem condições físicas, químicas e biológicas de se regenerar por si só (COELHO, 2016). Os FMAs influenciam não só no crescimento, como no desenvolvimento nutricional de espécies vegetais, aumentando a fixação de C na biomassa vegetal acima do solo (Smith e Read, 2008). Em 2001, Saggin Junior mostraram em estudo a dependência micorrízica de 29 espécies arbóreas e além da colonização por micorrízias houve também a absorção de P. Em 2000 Zangaro et al. notou que a colonização micorrízica em casa de vegetação e no campo foi maior em espécies pioneiras e secundárias iniciais até 70% do que em secundárias tardias e climácicas de até 20%. Em estudo determinado para identificar atributos como a colonização radicular, índice de diversidade e a relação a atributos químicos do solo, utilizando áreas degradadas e em recuperação no Nordeste. Foi feito o plantio de leguminosas e gramíneas forrageiras como: *Crotalaria juncea, Cajanus cajan, Leucaena leucocephala e Cenchrus ciliares*, em uma área com processo de erosão. Observou um resultado maior de ocorrência de raízes com presença de esporos de FMAs nas áreas plantadas com essas forrageiras, em grande escala o *Acaulospora morrowiae* Spain & N.C.Schenck. Obtiveram um ótimo resultado com a colonização de FMAs. (CARNEIRO et al., 2012). Lacerda et al., (2009), realizaram estudos sobre os benefícios da inoculação de FMAs *Glomus clarum* em espécies arbóreas do cerrado, gabiroba *(Campomanesia cambessedeana)*, baru *(Dipterix alata)*, jatobá *(Hymenaea courbaril)*, ingá *(Inga laurina)*, caroba *(Jacaranda cuspidifolia)* e chichá *(Sterculia striata).* A inoculação do fungo aumentou o diâmetro do caule depois de 60 a 90 dias, a demora por resultados é pelo fato das sementes implantadas por conta das próprias reservas nutricionais contidas na semente, promoveu aumento da matéria seca, cerca de 66% na espécie gabiroba e 23% no ingá. Em um programa de vegetação para obter um resultado melhor é ideal que se use mudas de boa qualidade, que produza um elevado índice de raízes. As espécies que foram inoculadas com FMA, apresentaram sistema radicular mais pesado. Recomendaram a inoculação com *Glomus clarum* conjuntamente com a fertilização do solo com fosforo. Para o jatobá

(Hymenaea courbaril) e baru *(Dipterix alata),* a aplicação de P deve ser feita apenas no solo. Os FMAs contêm um papel importante na recuperação ou revegetação de áreas que estão degradadas, proporcionam as plantas quando se associam adaptabilidade ao local, fazendo com que competem entre si (FLORES-AYLAS et al., 2003).

Segundo Bonfim et al. (2010), os FMAs em condições adversas se desenvolvem melhor, promovendo uma estratégia de sobrevivência e manutenção das espécies através do seu aumento de esporulação, com isso pode-se afirmar que os esporos são mais abundantes no período seco.

5. CONCLUSÃO

As áreas com variedade de vegetações como o SAF, mata e área de recuperação obtiveram um maior número de esporos devido ao acumulo de matéria orgânica e a variedade de espécies, com isso acumulou-se mais FMAs do que a área do café, por ser uma área somente com a vegetação do café e sem sombreamento. Além do aspecto físico, os FMAs contribuem com absorção dos nutrientes no solo, como N, P, K e libera a glomalina uma importante proteína que condiciona o carbono.

REFERÊNCIAS

BERBARA, SOUZA, FONSECA. Ricardo, Francisco, Henrique. III – Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. **EMBRAPA.** Departamento de solos. Janeiro, 2015.

BONFIM, MATSUMOTO, LIMA, CÉSAR, SANTOS. Joice, Sylvana, Jessé, Fábio, Marcos. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e aspectos fisiológicos em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol. **Solos e Nutrição de plantas**. Bragantina, Campinas SP, 2010.

BRAGHIROLLI, SGROTT, PESCADOR, UHKMANN, STÜMER. Felipe, Andressa, Rosete, Alexandre, Sidney. Fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de florestas ciliares e fixação de carbono no solo**. Revista brasileira de ciências do solo.** Vol. 36, n° 03. Maio/Junho 2012.

CARNEIRO, JÚNIOR, PEREIRA, ARAÚJO, SILVA. Romero, Francisco, Lucimária, Ademir, Gladstone. Fungos Micorrízicos Arbusculares como indicadores da recuperação de áreas degradadas no Nordeste do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n° 4, 2012.

COLODETE, DOBBSS, RAMOS. Carlos, Leonardo, Alessandro. Aplicação das micorrizas arbusculares na recuperação de áreas impactadas. **Natureza On line.** Jan/Mar 2014.

COSTA, LEÔNIDAS, MENDES, RODRIGUES. Rogério, Francisco, Angelo, Vanda. Importância dos fungos micorrízicos arbusculares para o cafeeiro. **EMBRAPA Rondônia**. Julho, 2011.

HOFFMANN, LUCENA. Lúcia, Valeska. Para entender micorrízas arbusculares. **EMBRAPA.** Documento 156. Novembro, 2006.

JUNIOR, SILVA. Orivaldo. Eliane. Micorriza Arbuscular – Papel, Funcionamento e Aplicação da Simbiose. **Miolo Biota.** Cap. 5 101 – 135. Dezembro, 2006.

LACERDA, SILVA, CARNEIRO, REIS, JÚNIOR. Kenia, Marcelle, Marco, Edésio, Orivaldo. Fungos Micorrízicos Arbusculares e adubação fosfatada no crescimento inicial de seis espécies arbóreas do Cerrado. **CERNE, LAVRAS,** v. 17, n° 3, 2011.

MACHADO, PEREIRA, FLORIANO, RIBEIRO, CARVALHO. Cynthia, Cícero, Patricia, Luana, Arminda. Glomalina e número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares no cultivo do milho em sucessão a plantas de cobertura. **FERTIBIO**. Maceió/Alagoas, 2012.

MENDES, OLIVEIRA, SANTOS, MELLO. Alia, Anastacia, Alini, Andréia. Avaliação da fauna edáfica e desenvolvimento do cacau inoculado com fungos micorrízicos. **Mestrado,** Centro Cientifico Conhecer. Marabá-PA, 2020.

MOSCARDINI, Davi. Qual a importância dos fungos micorrízicos arbusculares para o cafeeiro. **Revista Attalea Agronegócios.** Artigo. Setembro, 2018.

PEREIRA, MELLO, CORREA, MICHELOTTI, MANESCHY, KNOECHELMANN. Fernanda, Andrea, Helena, Fernando, Rosana, Clarissa. Distribuição de fungos

micorrízicos nos assentamentos palmares e araras. **Agroecossistemas.** V. 2, n° 1. Fev/Jul, 2010.

ROJAS, SIQUEIRA. ENRIQUE, JOSÉ. Micorriza Arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. **Pesquisa agropecuária brasileira.** Vol. 35 n° 1. Janeiro, 2000.

SANTOS. Jaqueline Bedoni dos. Avaliação da atividade microbiana e biomassa em diferentes sistemas de manejo. **Trabalho de conclusão de curso**, Centro Universitário São Lucas. 2020.

SANTOS, SOUSA, GROSS, FILHO, LIMA, GOTO. Maria, Carla, Eduardo, Leoberto, Thâmara, Bruno. Fungos Micorrícos Arbusculares na cultura do cacaueiro l: ocorrência e diversidade em sistemas cacau-cabruca. **Agrotrópica**, 2020.

SILVA, PEREIRA, SANTOS, MIGUEL, SILVA. Cristiane, Marcos, Vera, Divino, Eliane. Fungos Micorrízicos Arbusculares: composição, crescimento de micélio extrarradicular e glomalina em áreas de mata Atlântica, Rio de Janeiro. **Ciênc. Florest. 26 (02)**. Apr-Jun. 2016.

SILVA, SUDO, ALMEIDA, MATOS, PEREIRA, BOVI, MACHADO. Eliane, Ailena, Dejair, Rosa, Marsílvio, Marilene, Cynthia. Ocorrência e Efetividade de Fungos Micorrízicos em Plantas Cultivadas. **EMBRAPA.** Nov. 1998.

SILVA, ARAÚJO, SILVA, PEREIRA, SCHIAVO, FREITAS, SAGGIN-JUNIOR, MARTINS. Cristiane, Jean, Eliane, Marcos, Jolimar, Marta, Orivaldo, Marco. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares: diversidade, composição e glomalina em área revegetada com sesbânia. **R. Bras. Ci. Solo**, 38:423-431, 2014.

SOARES, SOUSA, GARRIDO, LIMA. Ana, Carla, Marlon, Francisco. Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição de mudas de jenipapeiro. **Revista Ciência Agronômica.** Vol. 43 n° 1. Jan/Mar 2012.

THEODORO, ALVARENGA, GUIMARÃES, JÚNIOR. Vanessa, Maria, Rubens, Moisés. Carbono da biomassa microbiana e micorríza em solo sob mata nativa e agroecossistemas cafeeiros. **Acta Scientiarum: Agronomy**. Vol. 25 n°1, 2003.