



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

CAMPUS DARCY RIBEIRO

MATHEUS AFONSO GONÇALVES

**SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E SUA
INFLUÊNCIA NA ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA NO CERRADO**

Brasília/DF

Novembro/2021

MATHEUS AFONSO GONÇALVES

**SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E SUA
INFLUÊNCIA NA ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA ARBUSCULAR NO CERRADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UNB), para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Prof^a. Alessandra Monteiro de Paula

Brasília/DF
Novembro/2021

**SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E SUA
INFLUÊNCIA NA ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA ARBUSCULAR NO CERRADO**

MATHEUS AFONSO GONÇALVES

TRABALHO FINAL DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO APRESENTADO AO CURSO
DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE BACHAREL EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 04 DE NOVEMBRO DE 2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Alessandra Monteiro de Paula
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Orientador

Prof. Cícero Célio de Figueiredo
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Examinador

Profa. Dra. Maria Lucrecia Gerosa Ramos
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Examinador

Brasília/DF
Novembro/2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

As	Afonso Gonçalves, Matheus SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E SUA INFLUÊNCIA NA ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA ARBUSCULAR NO CERRADO / Matheus Afonso Gonçalves; orientador Alessandra Monteiro de Paula. -- Brasília, 2021. 33 p. Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2021. 1. ILPF. 2. Micorrizas. 3. Consórcio milho pastagem. 4. Glomalina. I. Monteiro de Paula, Alessandra, orient. II. Titulo.
----	---

Cessão de direitos

Nome do Autor: Matheus Afonso Gonçalves

Título: Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta e sua influência na associação micorrízica arbuscular no cerrado

Ano: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desse relatório e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva - se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desse relatório pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos da universidade, mas que em todos os momentos nos ensina dia após dia, sendo ele um grande mestre.

À professora e orientadora Dr^a Alessandra Monteiro de Paula pela oportunidade de poder colaborar com suas pesquisas, pela paciência, confiança, amizade e sobretudo por acreditar na realização deste trabalho.

À Universidade de Brasília em especial a Faculdade de Agronomia e Veterinária (FAV) pelo ambiente criativo e amigável que proporcionou grandes momentos ao decorrer desta graduação.

A toda a minha família em especial ao meu pai Lindomar, minha mãe Izidória, irmã Jéssica e a minha namorada Lorraine, que desde o início me deram o maior apoio para seguir em frente, incentivando nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Aos amigos e colegas de trabalho do laboratório de Bioquímica e Microbiologia do Solo, Stefany, Daniel, Lemerson, Anderson e Estela que tive a oportunidade de dividir experiências no decorrer de dois anos durante a graduação

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

Muito Obrigado!

RESUMO

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) são estratégias de manejo de produção agrícola onde os componentes são organizados em arranjos espaciais de espécies florestais, intercaladas com cultivos anuais e pastagens. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes densidades do componente arbóreo do sistema ILPF, na densidade de esporos, colonização micorrízica e teor de glomalina facilmente extraível na associação simbiótica das plantas cultivadas no experimento e fungos micorrízicos arbusculares (FMA). O experimento consistiu em um consórcio de Gliricídia (*Gliricidia sepium*), com a cultura de Milho (*Zea mays*) utilizando um híbrido local (RB-9789 VIP-3), consorciado com (*Panicum maximum* cv. Massai), apresentando diferentes densidades de plantio de Gliricídia (de 667 a 1333 plantas ha⁻¹) entre tratamentos. A variação na densidade da população de Gliricídia não alterou significativamente o número de esporos de FMA, obtendo-se a média de 563 esporos 50 g solo⁻¹ na safra de 2018 e 525 esporos 50g solo⁻¹ na safra de 2019. Comportamento similar foi verificado para a taxa de colonização micorrízica, com média de 49,5% nas plantas de milho e 53,9% das forrageiras *Panicum maximum*, na safra de 2018 e 48,1% nas plantas de milho e 53,6% das forrageiras *Panicum maximum*, na safra de 2019. Observou-se efeito da população de gliricídia no acúmulo de glomalina facilmente extraível na safra de 2018, sendo nas parcelas com população de 667 plantas ha⁻¹ observando maior teor de glomalina (6,18 mg g⁻¹ solo). Entretanto, no segundo ano de avaliação (2019), a densidade de plantio da gliricídia não influenciou significativamente as variáveis analisadas. A densidade populacional de gliricídia, de até 1333 plantas ha⁻¹, não interferiu na simbiose micorrízica dos componentes anual (milho) e forrageiro (*Panicum maximum*) em sistemas ILPF avaliados por dois anos consecutivos.

Palavras-chave: Solo, consorcio, sistemas integrados, fertilidade, Glomalina, Mutualismo

ABSTRACT

Crop-livestock-forest integration systems (ILPF) are agricultural production management strategies where components are organized in spatial arrangements of forest species, interspersed with annual crops and pastures. The objective of this work was to evaluate the influence of different densities of the arboreal component of the ILPF system on spore density, mycorrhizal colonization and easily extractable glomalin content in the symbiotic association of plants grown in the experiment and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). The experiment consisted of a Gliricidia (*Gliricidia sepium*) intercropped with Maize (*Zea mays*) crop using a local hybrid (RB-9789 VIP-3), intercropped with (*Panicum maximum* cv. Massai), with different planting densities of Gliricidia (667 to 1333 plants ha⁻¹) between treatments. The variation in Gliricidia population density did not significantly change the number of AMF spores, with an average of 563 spores 50 g soil⁻¹ in the 2018 crop and 525 spores 50g soil⁻¹ in the 2019 crop. verified for the mycorrhizal colonization rate, with an average of 49.5% in corn plants and 53.9% in *Panicum maximum* forages, in the 2018 crop and 48.1% in corn plants and 53.6% in *Panicum maximum* forages, in the 2019 crop. There was an effect of the gliricidia population on the accumulation of easily extractable glomalin in the 2018 crop, and in the plots with a population of 667 plants ha⁻¹, a higher content of glomalin (6.18 mg g⁻¹) was observed. ground). However, in the second year of evaluation (2019), the planting density of gliricidia did not significantly influence the analyzed variables. The population density of gliricidia, up to 1333 plants ha⁻¹, did not interfere with the mycorrhizal symbiosis of the annual (maize) and forage (*Panicum maximum*) components in ILPF systems evaluated for two consecutive years.

Key words: Soil, consortium, integrated systems, fertility, Glomalin, Mutualism

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 HIPÓTESE.....	12
1.2 OBJETIVO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta	13
2.2 Consórcio do milho e pastagem.....	21
2.3 Micorrizas arbusculares e glomalina.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÕES.....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cinco maiores estados sob cultivo integrado.....	16
Figura 2. Localização da área experimental.....	21
Figura 3. Distribuição dos tratamentos e das parcelas.....	22
Figura 4. Estruturas fúngicas de micorriza arbuscular.....	25

LISTA DE TABELAS

QUADRO 1. Colonização micorrízica das cultivares (Milho e *Panicum maximum*), densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em área manejada em sistema de cultivo consorciado de gliricídia, com milho e gramíneas forrageiras, na região do Cerrado (2018 / 2019) 26

QUADRO 2: Média do teor de glomalina em área manejada em sistema de cultivo consorciado de gliricídia, com milho e gramíneas forrageiras, na região do Cerrado (2018 / 2019). 28

INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, estendendo-se principalmente pelo Centro-Oeste e parcialmente nas regiões Nordeste e Sudeste do país (KLINK; MACHADO, 2005). Este bioma ocorre em uma região biogeográfica mundial que, apesar de ser uma reserva de biodiversidade, está ameaçada de destruição.

Os solos no Cerrado são profundos, bem estruturados e bem drenados, mas são caracterizados pela baixa fertilidade. O relevo, normalmente é, plano a suavemente ondulado, o que possibilita um alto potencial para agropecuária, desde que sejam adotados sistemas de manejo conservacionistas como o mínimo revolvimento do solo, evitando processo degradativo por erosão (SOUSA E LOBATO, 2004).

A região Centro-Oeste destaca-se pela produção de cereais e é a maior produtora de grãos do Brasil, com uma estimativa de área plantada de cerca de 29.529 mil ha, o que representa um aumento de 3.7% em relação à safra 2019/2020 (CONAB, 2021).

O risco econômico de produção de cereais em áreas de sequeiro no durante o inverno é elevado, fazendo com que as áreas de plantio sejam deixadas em pousio, indo contra as práticas conservacionistas, uma possível alternativa é o uso de plantas de cobertura do solo nestes períodos, desenvolvendo um sistema de produção integrada promissor, uma vez que as estratégias de desenvolvimento deste sistema são menos intensivas e com baixo uso de insumos, podendo ser considerados mais sustentáveis com o passar do tempo (ASSMANN et al., 2003). Com intuito de elevar a qualidade e produtividade do produto tanto para o consumidor interno quanto para os demais mercados externos a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, desenvolveu um projeto de produção integrada do milho, baseando se em normas básicas de Boas Práticas Agrícolas, trazendo uma diferenciação ao produto através da conquista de um certificado para o produtor que optar pelo sistema (CAMPANHA, et.al., 2012).

O sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) destaca-se como uma alternativa de produção, que integra diferentes sistemas produtivos em uma mesma área, otimizando os efeitos sinérgicos que compõem todo o agrossistema, valorizando a adequação ambiental e promovendo a viabilidade econômica deste

sistema produtivo, buscando atingir patamares elevados quando se trata de qualidade ambiental e do produto (BALBINO et. al., 2011). Dentre os benefícios do ILPF está a contribuição da recuperação de áreas degradadas, está o melhor aproveitamento, além da regulação dos ciclos biológicos, refletindo diretamente nos microrganismos do solo, e aumentando consideravelmente os teores de matéria orgânica do solo, beneficiando o solo em atributos físicos, químicos e biológicos quando comparados a sistemas convencionais (FERREIRA et al, 2019).

O solo possui uma grande biodiversidade microbiana, composta por bactérias, fungos e arqueias e alguns microrganismos do solo associam-se simbioticamente com as plantas. (COIMBRA; ALVES, 2013). Os microrganismos que realizam associação mutualística com as plantas, ocorrem na rizosfera, região do solo sob influência das raízes e a atividade microbiana nesta região é superior às demais regiões do solo (COIMBRA; ALVES, 2013).

Os fungos micorrizicos arbusculares (FMA) são microrganismos que habitam o solo e possuem grande importância em ecossistemas nativos e áreas agrícolas (MÉNDEZ, 2016). Através da associação simbiótica com as plantas, os FMA se nutrem energeticamente pelo fornecimento de açúcares produzidos pelos fotoassimilados da planta hospedeira e por sua vez, absorvem nutrientes minerais e água do solo e os transferem para as raízes das plantas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Além do aumento da absorção de compostos minerais, principalmente o P, e maior absorção de água, os FMA são responsáveis pela exsudação e incorporação de glomalina (glicoproteínas). A glomalina é uma glicoproteína hidrofóbica, rica em carbono, termoestável e recalcitrante, proveniente principalmente (< 80%) da decomposição de hifas e esporos no solo (SOUSA, 2012).

Apesar da importância das associações micorrízicas para a produção agrícola, ainda são escassos os estudos que abordem o efeito do arranjo do componente arbóreo sob ILPF no estabelecimento dessas associações.

O objetivo deste trabalho, foi avaliar a influência de diferentes densidades populacional de *Gliricídia*, como componente arbóreo do sistema ILPF, na simbiose micorrízica da cultura de Milho (*Zea mays*) e na gramínea forrageira *Panicum maximum*, cv. Massai, bem como nos atributos do solo relacionados com a associação simbiótica

HIPÓTESE

A densidade populacional do componente arbóreo altera a colonização micorrízica das plantas anuais e forrageiras, o número de esporos de fungos micorrízicos e o teor de glomalina facilmente extraível do solo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da densidade populacional do componente arbóreo em sistema ILPF sob a simbiose micorrízica nos componentes forrageiro e anual.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar as taxas de colonização micorrízica nas espécies forrageira (*Panicum maximum* cv. Massai) e na cultura de milho como cultivo anual instalados na área.

Avaliar o número de esporos de FMA associados à raízes de milho e *Panicum maximum* cv. Massai consorciados em ILPF com diferentes densidades populacionais do componente arbóreos

Avaliar o teor de glomalina presente no solo, em função da densidade populacional do componente arbóreo.

REFERENCIAL TEÓRICO

SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

A adoção de práticas sustentáveis para a produção de alimentos está descrita como uma das quatro estratégias propostas no último relatório apresentado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), divulgado em agosto de 2021 (IPCC, 2021). Ainda segundo o relatório citado, a agricultura e as mudanças de uso da terra estão entre as principais atividades que contribuem com as emissões de gases do efeito estufa. Desde o lançamento do plano de Agricultura de Baixo Carbono (plano ABC), pelo Governo Brasileiro, diversas tecnologias de produção sustentáveis têm ganhado espaço no setor agropecuário do país, conforme documento técnico publicado pela Embrapa Meio Ambiente (Manzatto et al., 2020).

Dentre as tecnologias de produção recomendadas pelo plano ABC, destaca-se o sistema ILPF que é considerado uma estratégia produtiva que visa a sustentabilidade do sistema de produção, integrando atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas em consórcio em uma mesma área de produção, sendo altamente eficiente, diversifica a produção, minimiza custos de produção e agrega valor aos produtos oriundos deste sistema, além de ser adequado meio ambiental (BALBINO et. al., 2011). Dentro das características em que o sistema ILPF se configura, pode ser classificado em quatro diferentes modalidades: sistemas agropastoris, sendo caracterizado pela integração da lavoura e pecuária; sistema silvipastoril, integrando pecuária e floresta em consórcio; sistema silviagrícola, que integra os componentes florestais (árvores) e lavoura através do consórcio em uma mesma área; e sistemas agrossilvipastoril, onde configuram a integração de espécies arbóreas, pastagens e lavoura em uma mesma área (BALBINO et al., 2011).

A partir dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e sistemas silvipastoris, a finalidade da madeira produzida é de grande importância no planejamento do sistema de produção, pois a qualidade da madeira é diretamente influenciada por diversos fatores como a espécie escolhida, a disponibilidade de água e qualidade do solo em profundidade, uma vez que as raízes pivotantes do componente arbóreo possui desenvolvimento superior às culturas anuais. A utilização do eucalipto tem sido recorrente nestes sistemas, pois permite maior seleção dos

materiais genéticos, podendo a cultivar arbórea ser destinada para a produção da madeira. (FERREIRA et al, 2019)

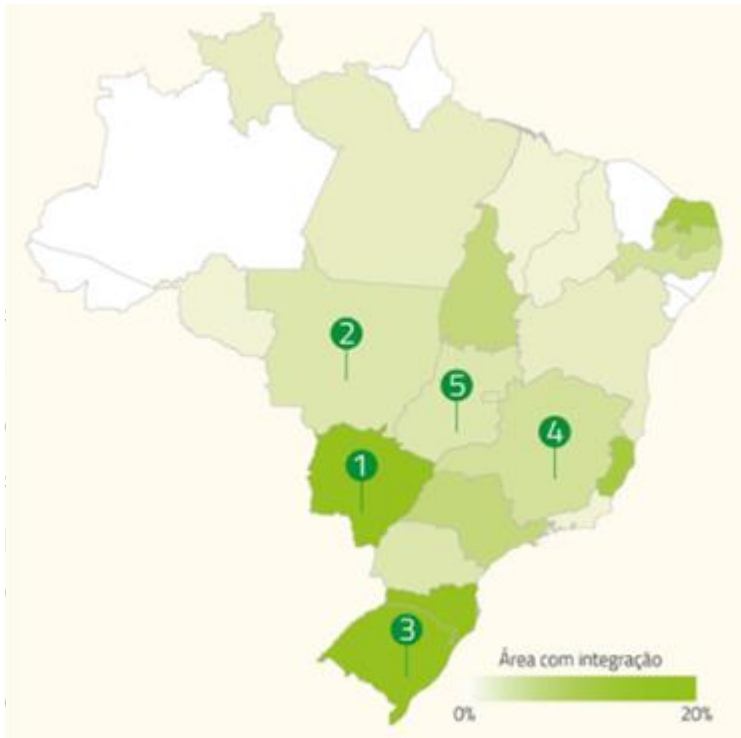
De acordo com FERREIRA et al. (2019) ao planejar o sistema ILPF, deve sempre conhecer o mercado para comercialização dos produtos. Aplicando principalmente para o componente arbóreo, pois a madeira tem uma variedade de usos para escolher, e as necessidades variam para cada região. Os mesmos autores citam como exemplo, o sistema ILPF que utiliza eucalipto como componente arbóreo do sistema, neste caso a meta é produzir pilares, que serão tratados quimicamente para aumentar sua resistência e durabilidade.

Por se tratar de um sistema integrado, há várias vantagens em se utilizar a ILPF, como, o aumento de produtividade por área cultivada, aumentando consequentemente a renda e a estabilidade econômica, diversificação das culturas, sendo, portanto, mais sustentáveis, promovendo aumento dos teores de matéria orgânica que se deposita na superfície do solo, proporcionando menor degradação do solo (AMADO et al., 2001). Esses fatores auxiliam no processo de tomada de decisão por parte dos produtores, a respeito de implementação e expansão da atividade em sistema integrados no Brasil (REIS et al., 2020)

O ILP é recomendado para áreas adequadas para agricultura e pecuária, mas nem todas as áreas adequadas para pecuária são adequadas para agricultura, mas todas as áreas adequadas para agricultura apresentam aptidão para pecuária. Existindo derivações deste sistema, i. ILP-Reforma ou transformação de pastagem; ii. ILP- "Boi" fora de temporada ou "Boi" para a terceira safra e; ILP-rotação lavoura-pecuária. (Bungenstab et al., 2019)

No Brasil, tem-se observado um pequeno aumento da área cultivada em sistemas de integração ILPF nos últimos anos (Figura 1), dando foco principalmente para culturas graníferas associadas a plantas forrageiras, porém sendo cerca de apenas 5% da área de território é ocupada por agricultura e pecuária em sistema ILP (Embrapa, 2017). Os sistemas integrados, são considerados promissores nos dias de hoje, com potencial de suprir a demanda por produtos oriundos da pecuária, consequentemente, reduzem a pressão por desmatamento e aparecimento de áreas de pastagens degradadas. (Manzatto et al., 2020). A baixa adoção dos sistemas de produção integrado tem como grandes fatores a falta de informação e assistência

técnica, assim como a mão de obra qualificada desde a instalação até a manutenção da área produtiva, que exige um maior investimento inicial quando comparado com sistemas de monocultivo (REIS et al., 2020).



egrado (1 - MS: 2.085.518
 a; 4 – MG:1.046.878 ha; 5 –
 i)

2), o aumento da utilização de
 vação e preservação ambiental,
 etais que promovem o aumento
 em sistema de plantio direto, ou
 uma redução em significativa das
 quando comparado ao sistema

emas consorciados no ILPF é um
 ampo, sendo relatado benefícios

diversos, como a possibilidade da terceira sarra, disponibilidade de nutriente no solo, e que segundo BEHLING et al. (2019), apesar da maior densidade de plantas e consequentemente elevada competição de água, nutrientes e luz pode ser contornada através de podas das espécies arbóreas, viabilizando como todo o sistema. O sistema de ILPF, integrando a cultura do milho com o capim, quando realizado em plantio direto, apresenta viabilidade, remunerando bem as áreas em que os sistemas são instalados promovendo lucro para o produtor (Vieira et al. 2011).

CONSÓRCIO DO MILHO E PASTAGEM

O consórcio de milho com pastagem foi evoluindo ao longo dos anos devido a pesquisas que demonstraram sua viabilidade econômica e demais fatores que colaboram para a efetividade da produção, dentre eles: produzir alimentos com menores taxas de emissão gases do efeito estufa (CECCON, 2013)

De acordo Oliveira (1990), no verão, foi desenvolvido o consórcio entre culturas anuais e forrageiras perenes, conhecido como Sistema Barreirão, o objetivo desse sistema era pautado na correção e fertilização do solo, com preparo mecanizado.

Posteriormente, em 2011, foi desenvolvido o sistema Santa Fé, ele tem sido avaliado entre o outono e o inverno, o desenvolvimento desse sistema se dá através da cobertura do solo. Através de estudos, verificou-se que esse sistema proporciona efeitos positivo (CECCON, 2013).

Em síntese, o uso de forrageira integrada com milho tem como principal objetivo a produção de palhada para cobertura do solo, ou alimentação animal, diferenciando os objetivos de acordo com a densidade de forrageira instaladas na área, uma vez que para nutrição animal pós safra, apresentam maiores populações quando é desejado apenas realizar a cobertura do solo por palhada (CECCON 2013).

Melotton (2013), obteve que no sistema ILPF, tem a vantagem de aumentar a cobertura do solo, bem como os teores de MOS, que melhoram os atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

O consorcio pode ser realizado de diferentes formas, existindo diversas combinações de realizar o consórcio do milho com pastagem. O melhor sistema vai depender conforme o planejamento e a necessidade de cada área, e destinação final da forrageira, possuindo estas informações é possível definir o melhor arranjo de plantas, época de plantio e escolha da forrageira de forma mais assertiva, para que o produtor mantenha a sustentabilidade de seu negócio (BORGHI, 2013).

MICORRIZAS ARBUSCULARES E GLOMALINA

O estudo aprofundado dos solos é de grande importância para maior desenvolvimento agrícola, sobre tudo os aspectos microbiológicos tem sido uma alternativa para buscar maiores produtividades. Os fungos micorrizicos arbusculares, (FMA), possuem fundamental importância para o melhor desenvolvimento vegetal (BERUDE, 2005). Estes organismos estão presentes nos mais diversos ecossistemas, formando associações mutualística com a planta hospedeira, sendo encontrados no bioma de cerrado de forma espontânea ou até mesmo via inoculação (SANTOS, 2018)

As micorrizas podem ser classificadas em três distintos grupos, levando em conta os aspectos morfológicos e anatômicos relacionados a colonização radicular, sendo as endomicorrizas, ectomicorrizas e ectendomicorrizas (GERDEMANN, 1968; RUSSOMANNO, 2006). Os FMA aumentam a absorção de nutrientes e água e são extensão do sistema radicular através de suas estruturas, conhecidas como micélios os quais se ramificam pelo solo absorvendo nutrientes antes limitados ao sistema radicular das plantas (GERDEMANN, 1968).

Os FMA, fazem parte do grupo das endomicorrizas, onde estes desenvolvem através da penetração do micélio no interior das raízes da planta hospedeira, de forma intercelular ou intracelular; as ectomicorrizas desenvolvem conjuntos de hifas ao redor do tecido radicular, onde se associam sem a inserção do micélio nos no interior das células da planta hospedeira (BERTOLAZI et al, 2010). Os fungos micorrizicos arbusculares são biotróficos obrigatórios, desenvolvendo uma relação simbiótica mutualística, com o as raízes da planta hospedeira, onde o micélio extra radicular explora o solo e há maior absorção de água e nutrientes, com eficiência notável em absorção e transporte de fósforo (SOUZA et al., 2010).

A propagação das micorrizas está relacionada à dispersão de esporos do FMA, os quais ao se encontrarem em condições ótimas germinam e desenvolvem estruturas secundárias (hifas) próximas às raízes, mas a ausência destes esporos não descarta a possibilidade de propagação destes microrganismos na rizosfera, podendo estar presentes através de diferentes estruturas, como células auxiliares, hifas e nas raízes colonizadas (SANTOS, 2018).

As hifas direcionam seu crescimento às raízes mais novas, com tecidos menos resistentes, onde podem realizar a simbiose com estes tecidos (BERTOLAZI et al., 2010). Estas estruturas proporcionam alta capacidade em translocação de nutrientes,

favorecendo aumento da altura e diâmetro do colo das plantas, representando de 1 a 2% do volume de solo explorado por todo sistema radicular da planta associada (ABREU et al., 2018).

Os FMA participam de diversos fatores de preservação ecológica, um deles é a produção de glicoproteínas (glomalina) as quais contribuem para a estabilidade dos sistemas naturais, favorecendo a formação de agregados no solo, aumentando a qualidade destes. A glomalina é exsudada pelas hifas durante o processo de decomposição por microrganismos edáficos (SANTOS, et al. 2018). A presença desta proteína afeta positivamente sob a estabilidade dos agregados, induzindo ligações com partículas de argila, aumentando a fixação de carbono, além de afetar os demais processos como biorremediação de solos contaminados com metais pesados (SILVA et al., 2010).

A glomalina é uma glicoproteína, insolúvel no solo e apresenta um processo lento de degradação, que depende das características do solo neste processo, podendo permanecer presente no solo de 6 a 42 anos, sendo assim uma estrutura proteica muito estável (RILLIG et al., 2003). A glomalina assim como as demais proteínas normalmente se desnaturam após serem submetidas a elevadas temperaturas, sugerindo que esta glicoproteína é uma molécula muito estável (SANTOS, 2018).

A glomalina facilmente extraível (GFE) do solo, é a glicoproteína de formação recente, sendo mais susceptível à decomposição, por se concentrar na superfície do agregado; por outro lado, a glomalina total é quantificada tanto na superfície como no interior dos agregados do solo (CARVALHO, 2021). Segundo Wright e Upadhyaya (1998), a produção de glomalina pode variar de 1 a 60 mg g⁻¹ de solo. Em áreas agrícolas GFE ocorre entre 0,5 a 3 mg g⁻¹ de solo (RILLIG et al., 2003), enquanto em áreas florestais os valores podem ser superiores a 60 mg g⁻¹ de solo, mostrando que a qualidade nutricional, diversidade vegetal, assim como fatores climáticos favorecem o desenvolvimento dos FMA e conseqüentemente a produção desta glicoproteína no solo (RILLIG et al., 2001). A GFE tem sido aplicada como indicadora de qualidade solo em áreas agrícolas e mineradas, evidenciando a melhoria na qualidade de solo, contribuindo para elevar a produtividade e desenvolvimento vegetal em ecossistemas (CARVALHO, 2021).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental, da Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (Figura 2), sendo uma região de clima tropical úmido a uma altitude de 1090m.

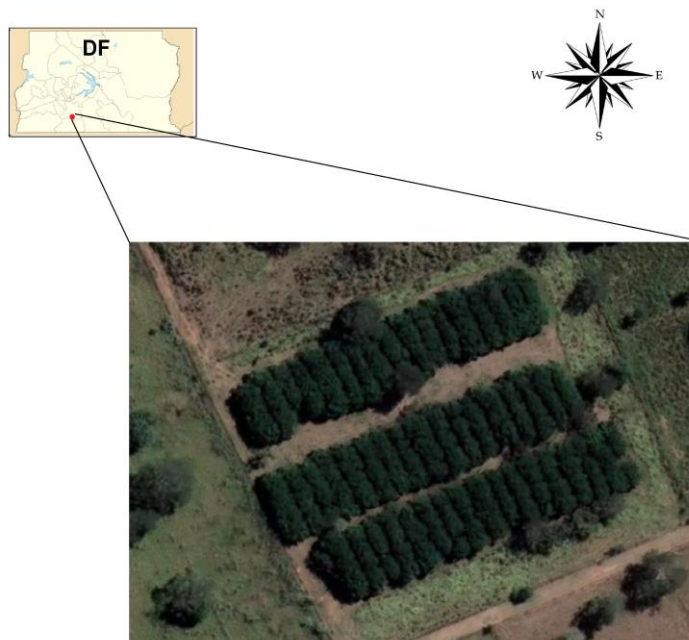


Figura 2: Localização da área experimental – Fazenda Água Limpa - DF

No ano de 2012, a área escolhida para desenvolvimento deste experimento se encontrava em elevado processo de degradação de pastagem. Foi realizado anterior a instalação do experimento correções do solo. A aplicação de calcário dolomítico foi realizada afim de elevar a saturação de bases para 50% ($1,5 \text{ t ha}^{-1}$), e posteriormente foi realizada a aplicação de P_2O_5 na forma de super fosfato simples (87 kg ha^{-1}), como forma de adubação corretiva, arado e gradeado em camada de 0 - 20 cm. (JOVANOVIC, 2017). No ano de 2013, foi realizado plantio do milho ($5,4 \text{ plantas m}^{-1}$) um dia após ao plantio do milho, foi realizada a semeadura do componente forrageiro (*P. maximum* cv Massai), sendo estas sementes distribuídas a lanço, 10 kg ha^{-1} . No ano de 2014 foi instalado o componente arbóreo para desenvolvimento do ILPF, as mudas de gliricídia foram plantadas em quatro diferentes densidades populacionais, (T1 - $667 \text{ plantas ha}^{-1}$ (5m x 3,0 m); T2 - $800 \text{ plantas ha}^{-1}$ (5 m x 2,5 m); T3 - $1000 \text{ plantas ha}^{-1}$ (5 m x 2,0 m); T4 - $1333 \text{ plantas ha}^{-1}$ (5 m x 1,5 m) com objetivo de verificar a sua influência no sistema. (COSER et al. 2018)

Para estudar o uso de espécies arbóreas alternativas no sistema de ILPF, no bioma do Cerrado, neste experimento utilizou-se a cultura da gliricídia (*Gliricídia sp.*) por ser uma leguminosa com adaptabilidade e elevado potencial para produção de massa verde, podendo ser utilizada como adubação verde ou alimentação animal. O componente arbóreo foi cultivado em diferentes densidades de plantio para cada um dos tratamentos, com os seguintes espaçamentos: 1) 667 plantas por hectare (5m x 3,0 m); 2) 800 plantas por hectare (5 m x 2,5 m); 3) 1000 plantas por hectare (5 m x 2,0 m); 4) 1333 plantas por hectare (5 m x 1,5 m), como apresentados no croqui abaixo (figura 3). Para o presente trabalho, foram avaliados os tratamentos 1, 3 e 4.

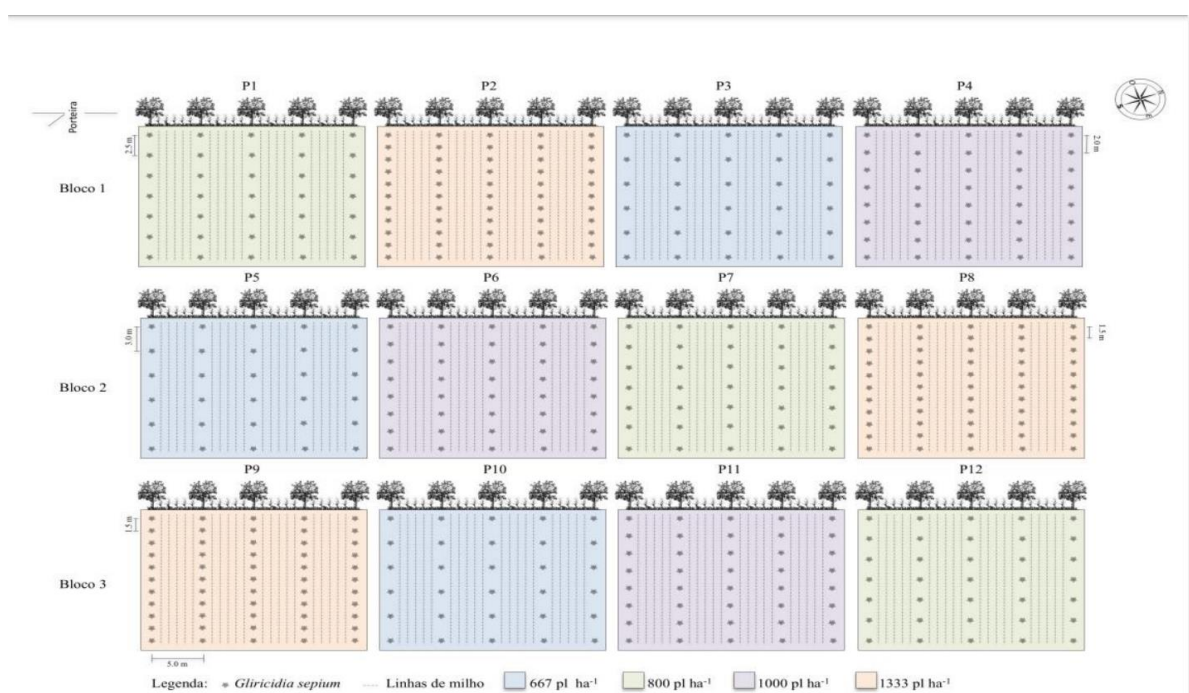


Figura 3: Distribuição dos tratamentos e das parcelas (fonte: Área experimental do Centro de Manejo de Ovinos (CMO) da Fazenda Água Limpa – UnB)

Para o presente trabalho, foram realizadas dois anos de avaliação, após cinco anos de implementação do experimento. Durante o primeiro ano (2018), foi realizada a manutenção na área experimental, sendo realizada poda das árvores de Gliricídia, e algumas plantas tiveram que ser substituídas por novas mudas, assim garantindo antes do plantio das plantas sob diferentes densidades da espécie arbórea. Após a manutenção, foi realizado preparo do solo para o plantio, através de uma segadeira de discos, triturando restos culturais e forragem já existente, afim de facilitar a decomposição desta matéria orgânica ao solo, e em seguida é foi realizado o plantio do milho consorciado com a gramínea forrageira (*Panicum maximum*. Cv. Massai).

No segundo ano de experimento (2019), o experimento foi conduzido sem realizar a poda da Gliricídia, sendo realizado a avaliação das densidades de plantas para se obter a quantidade de plantas por metro linear. Semelhante ao ano anterior, foi utilizado um triturador de restos culturais, para conter a espécie forrageira, possibilitando o plantio do milho. O plantio neste segundo ano ocorreu de forma mais tardia, quando comparado ao ano anterior e época convencional de plantio devido ao veranico.

A semeadura do milho em todas as parcelas do experimento fora realizada no mesmo dia, utilizando sementes de milho híbrido, com alta tecnologia, é elevado teto produtivo. Utilizando a densidade de cinco plantas por metro linear, e espaçamento de 0,75 metros entre linhas de plantio, resultando em uma densidade de 66.666 plantas ha⁻¹, no sulco do plantio, foi depositado a quantia de 750kg ha⁻¹ de N-P-K (04-14-08). A espécie de gramínea forrageira (*Panicum maximum* cv. e Massai), não foi realizada o plantio sendo a população presente em cada uma das parcelas é resultante da rebrota daquelas que já estavam instaladas nos tratamentos e sementes dispersadas pelas próprias plantas no decorrer de seu ciclo reprodutivo. A adubação de cobertura seguiu utilizando ureia (45% de N) com intuito de disponibilizar 75 kg ha⁻¹ de nitrogênio e KCl (60% de K₂O), disponibilizando 60 kg ha⁻¹ de K₂O no estágio fisiológico V3.

A amostragem de solo foi realizada da mesma forma tanto para o primeiro, quanto para o segundo ano de estudo. Foram coletadas durante o período de pré-florescimento do milho, aproximadamente 45 dias após a emergência, sendo coletada amostras na profundidade de 0-10 centímetros de solo sempre próximo ao sistema radicular das plantas de milho e o mesmo foi feito para as plantas da forrageira. O milho foi semeado em 5 linhas entre as fileiras de Gliricídia. Em cada parcela foram coletadas amostras aleatórias para ambas as plantas estudadas, sendo composta de três coletas por linha de milho, sendo coletado apenas nas linhas mais relevantes, sendo: linha “a” – linha de plantio de milho mais próxima da gliricídia; linha “c” – linha de plantio de milho central da plantadeira, sendo a mais distante da espécie arbórea.

A avaliação quantitativa da densidade de esporos nas amostras coletadas foi realizada pelo método do peneiramento úmido proposto por Gardemann e Nicolson (1963), sendo 50 g de solo seco, suspensos em aproximadamente 1 litro de água, em liquidificador durante 10 segundos, seguindo de um período de decantação visual,

onde o material sobrenadante foi dispensado em peneiras de malhas de 1 e 0,045 mm. O material retido na peneira de 0,045 mm foi transferido para tubos de centrifuga de 50mL de volume (tipo falcon), adicionada água destilada e centrifugados por 3 minutos a 3000 rpm. O sobrenadante resultado da centrifugação foi descartado, e adicionada solução de sacarose (60%) e novamente realizado processo de centrifugação por 2 minutos a 2000 rpm, O sobrenadante da segunda centrifugação foi dispensado na peneira de malha fina (0,045mm) e lavado para retirar o excesso de sacarose presente na amostra, sendo por fim este o extrato para quantificação. Utilizando do extrato de esporos de fungos, foi realizada a observação de 10 % do extrato total, previamente homogeneizado através de agitação mecânica. Posteriormente, os esporos foram dispostos em placa chanfrada e foi feita a contagem do número de esporos através de uma lupa. A contagem de esporos foi estimada para a contagem total da amostra, onde a avaliação contabilizou, por meio da ampliação com lupa laboratorial, a presença de esporos fúngicos destes 10%, dispostos em placa chanfrada, sendo posteriormente estimada para a amostra total.

Para a avaliação da colonização micorrízica das raízes de milho e da gramínea forrageira, foi utilizado o método da Placa Quadriculada proposta por Gionvanetti & Mosse (1980), sendo os fragmentos mais jovens das raízes coletados e submetidos a clarificação em solução de KOH e posteriormente coloração utilizando solução de Azul de Tripán, para expressarem mais visivelmente as estruturas fúngicas colonizadas. Os segmentos das raízes foram dispostos em placa de fundo quadriculado (1 cm²), e observadas através da lupa a presença e ausência de colonização nas linhas verticais e horizontais, exatamente no ponto de cruzamento das raízes com as linhas da placa quadriculada, sendo posteriormente realizada a taxa de raízes colonizadas (%).

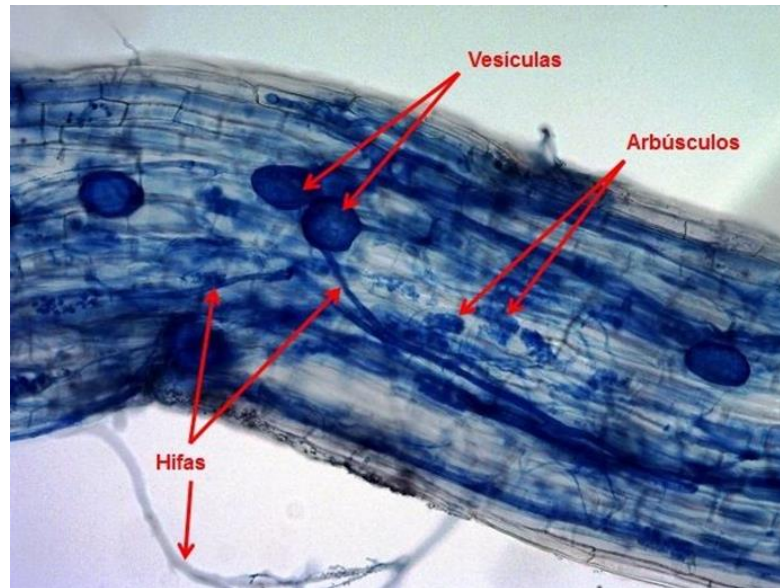


Figura 4: Estruturas fúngicas de micorriza arbuscular. Fonte: Agrolink

Para a determinação do teor de glomalina no solo, foi quantificado o teor de glomalina facilmente extraível (GFE), de acordo com a metodologia descrita por Wright e Upadhyaya (1998). Amostras de 0,50 g de solo foram autoclavadas com 4 mL de solução de citrato de sódio (20 mM; pH 7,0) durante 30 minutos a 121 °C, em seguida as mesmas amostras foram centrifugadas por 10 minutos a 3.500 rpm, onde o sobrenadante é remetido a quantificação a partir do ensaio de Bradford em espectrofotômetro (595nm) utilizando como curva padrão o resultado das leituras em diferentes concentrações do soro albumina bovina (BSA), os dados são expressos em mg de glomalina por grama de solo.

Os dados obtidos nestas análises foram submetidos a análise de variância, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014). Na avaliação do efeito da proximidade da linha de gliricídia (coleta nas linhas de plantio de milho mais próxima da linha de gliricídia - 'a' e na linha central da plantadeira - 'c'), verificou-se que não houve diferença pelo teste F, para nenhuma das variáveis analisadas. Dessa forma, foram considerados para todas as variáveis analisadas, a média entre os resultados observados nas amostras coletadas nas linhas de plantio de milho 'a' e 'c'. Na confirmação de efeito dos tratamentos pelo teste F, foi aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$) para a comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos no experimento de ILPF, a associação micorrízica e os atributos do solo relacionados a simbiose dos fungos com as plantas instaladas nos diferentes tratamentos, não foram influenciados pela densidade de plantio da gliricídia no número de esporos de FMAs, bem como da presença do milho ou gramínea forrageira como componentes do ILPF (Quadro 1). Em nenhum dos anos avaliados foi identificada diferença significativa no número de esporos relacionados espacialmente quanto à proximidade da linha de plantio da gliricídia. O número de esporos médio observado nas coletas realizadas no ano de 2018 foi de 563 esporos/50 g solo, sendo obtidas as seguintes médias:, T1: 602 esporos 50 g⁻¹ de solo; T3: 514 esporos 50 g⁻¹ de solo ; T4: 574 esporos 50 g⁻¹ de solo; enquanto nas amostras coletadas no ano de 2019, foi apresentado média de 525 esporos 50 g⁻¹ de solo, sendo apresentado as seguintes médias para cada um dos tratamentos nesse mesmo ano, T1: 558 esporos 50 g⁻¹ de solo ; T3: 495 esporos 50 g⁻¹ de solo ; T4: 524 esporos 50 g⁻¹ de solo.

QUADRO 1: Média das linhas a e c, para colonização micorrízica das cultivares (Milho e *Panicum maximum*), densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em área manejada em sistema de cultivo consorciado de gliricídia, com milho e gramíneas forrageiras, na região do Cerrado (2018 / 2019).

Tratamentos	Ano	Densidade de esporos de FMA (nº de esporos 50g ⁻¹ solo)	Colonização micorrízica do milho (%)	Colonização micorrízica da forrageira (%)
T1	2018	602	50,0%	55,0%
	2019	558	48,0%	56,0%
T3	2018	514	48,0%	52,0%
	2019	495	50,0%	53,0%
T4	2018	574	51,0%	55,0%
	2019	524	46,0%	52,0%
Média geral	2018	563	49,5%	53,9%
	2019	525	48,1%	53,6%

Tratamentos: T1 - 667 plantas de gliricídia por hectare (5m x 3,0 m); T3 - 1000 plantas de gliricídia por hectare (5 m x 2,0 m); T4 - 1333 plantas de gliricídia por hectare (5 m x 1,5 m).

Os fungos micorrízicos arbusculares dependem obrigatoriamente de um hospedeiro vivo para cumprirem todo seu ciclo de vida, isto os faz seres biotróficos obrigatórios (CARDOSO e NOGUEIRA, 2009). Na avaliação da colonização

micorrízica tanto para as plantas de milho e quanto para a gramínea forrageira, a colonização de raízes foi indiferente às variações de densidade de plantio da gliricídia como espécie arbórea na área de ILPF, bem como a proximidade das linhas de plantio avaliadas em ambos os anos.

Nas avaliações realizadas em 2018, as amostras apresentaram média de 51,8% de colonização radicular dentre os componentes vegetativos do ILPF que foram avaliados. No entanto, foi possível verificar que a gramínea forrageira apresentou uma colonização micorrízica superior (53,9%) que o milho (49,5%), porém não apresentou diferença significativa.

Nas amostras coletadas no ano de 2019 foi observado média de colonização radicular semelhante ao ano anterior (50,8%), assim como a manutenção da diferença observada entre os componentes vegetativos do ILPF se manteve, com uma colonização micorrízica significativamente maior para a gramínea forrageira (53,6%), em comparação as plantas de milho (48,1%).

Nas amostras coletadas em 2018, a proteína de solo relacionada à glomalina facilmente extraível foi favorecida pela menor densidade de plantio de gliricídia (6,42 mg g⁻¹ solo), quando comparada com a apresentada no tratamento de maior densidade de plantio da gliricídia (4,96 mg g⁻¹ solo) conforme apresentado no quadro 2, Destacando-se a influência da espécie vegetal no teor de glomalina, apresentando maior teor verificado nas amostras de solo que foram coletadas sob o capim (6,2 mg g⁻¹ solo) que também apresentou maior taxa de colonização micorrízica das raízes, em comparação as amostras de solo coletados sob a cultivar de milho (5,05 mg g⁻¹ solo).

Ainda no mesmo ano de 2018, em análise do efeito da densidade de plantio da gliricídia na presença dos componentes do sistema ILPF (milho e capim), verificou-se maiores teores de glomalina para as amostras coletadas sob capim no tratamento de menor densidade de plantio de gliricídia (6,18 mg g⁻¹ solo), quando comparado com tratamento de maior densidade de plantio (4,74 mg g⁻¹ solo).

No ano de 2019, a proteína do solo relativa à glomalina, facilmente extraível, não foi observada a influência da densidade de plantio da gliricídia assim como a presença do milho e gramínea forrageira como componentes do ILPF, obtendo média de 7,1 mg g⁻¹ de solo. Quando avaliada a influência da proximidade da linha de plantio

da espécie arbórea utilizada, também não foi observado efeito significativo nos teores de glomalina. Apesar da variação de plantio da gliricídia no sistema ILPF em estudo, bem como a avaliação espacial quanto a proximidade da linha de plantio não promoveu alteração dos teores de glomalina, facilmente extraível, o teor médio observado neste ano foi cerca de 27% maior que o teor médio observado no ano de 2018 (5,6 mg g⁻¹ solo).

QUADRO 2: Média do teor de glomalina em área manejada em sistema de cultivo consorciado de gliricídia, com milho e gramíneas forrageiras, na região do Cerrado (2018 / 2019).

Média do teor de glomalina avaliada em cada tratamento (mg g⁻¹ solo)		
Tratamentos	2018	2019
T1	6,417	7,070
T3	5,514	7,083
T4	4,955	7,111
Média geral	5,629	7,088

Tratamentos: T1 - 667 plantas de gliricídia por hectare (5m x 3,0 m); T3 - 1000 plantas de gliricídia por hectare (5 m x 2,0 m); T4 - 1333 plantas de gliricídia por hectare (5 m x 1,5 m).

Há relatos que diferenças nas condições da cobertura vegetal podem interferir na densidade de esporos, na colonização das raízes e teor de glomalina facilmente extraível na cultura do milho (*Zea mays*), podendo ser observado em resultados experimentais em cultivo transgênico convencional, apresentando valores de 89,7 esporos 50 g⁻¹ solo, 22,3% de taxa de colonização; 6,94 mg g⁻¹ de solo, de teor de glomalina – FE respectivamente (CAMPOS et al., 2015). Ainda segundo os mesmos autores, já em cultivo alternativo apresentando valores de 73,9 esporos 50 g⁻¹ solo, 32,5% de taxa de colonização e; 7,54 mg g⁻¹ de solo de teor de glomalina – FE respectivamente (CAMPOS et al., 2015). Assim como observado neste trabalho, onde resultados apresentados são de elevados valores de densidade de esporos e colonização micorrizica, o que demonstra a efetividade do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta na recuperação de área degradada, podendo ser visualizada boa condições de produtividade nesta área experimental de recuperação de solos.

Este trabalho corrobora com os dados encontrados por MÉNDEZ (2016) que em área sob cultivo milho consorciado com *P. maximum*, cv Aruana foram

apresentados resultados semelhantes ao encontrados neste trabalho sendo encontradas médias de 584 esporos recuperados em 50 ml de solo; 51,8% de taxa de colonização das raízes do milho; teor de glomalina facilmente extraível de $2,34 \pm 0,2$ mg g⁻¹ de solo, valor inferior ao encontrado neste trabalho, pois pode estar relacionado ao manejo utilizando, onde em nosso experimento não há revolvimento de solo, realizando plantio direto sob a palha, o que justifica o acúmulo ano após ano na camada superficial do solo.

No que diz respeito a área estudada, a densidade de esporos e colonização micorrízica possuem resultados expressivos que podem ser justificados pela presença abundante de gramíneas no solo das áreas estudadas, estas que são caracterizadas por apresentarem sistema radicular fasciculado e de maior exploração das áreas do solo. Assim as gramíneas podem estimular o FMA à explorarem junto as raízes as áreas do solo, tendo em vista que são biotróficos obrigatórios (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006)

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos durante os dois anos consecutivos em que o experimento foi realizado é possível observar que a densidade de plantio da gliricídia como espécie arbórea em sistema integração lavoura pecuária floresta (ILPF), consorciada com os componentes vegetais (milho e gramínea forrageira, não promoveu alterações significativas para a densidade de esporos de FMA, assim como na taxa de colonização das raízes dos componentes milho e pastagem.

A colonização das raízes por FMA se observou mais expressiva no componente forrageiro do sistema ILPF quando comparadas as taxas de colonização do milho, podendo ser justificado devido ao fator simbiótico entre planta e fungos micorrízicos se expressar maior nas raízes do *Panicum sp.*

A densidade com 667 plantas de gliricídia por hectare (5m x 3,0 m) favoreceu o acúmulo de glomalina facilmente extraível do solo, como observado no primeiro ano (2018) avaliado. No segundo ano de avaliação (2019), a densidade de plantio da gliricídia não apresentou influencia significativa no teor de glomalina facilmente extraível entre os diferentes tratamentos avaliados, entretanto, é possível observar que o sistema ILPF nas condições empregadas, favoreceu o acúmulo médio de glomalina facilmente extraível, com aumento de cerca de 27% em relação ao ano antecessor (2018).

De forma geral, a densidade populacional de gliricídia, de até 1333 plantas ha⁻¹, não interferiu na simbiose micorrízica dos componentes anual (milho) e forrageiro (*Panicum maximum*) em sistemas ILPF avaliados por dois anos consecutivos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, G. M.; SCHIAVO, J. A.; ABREU, P. M.; BOBADILHA, G. S.; ROSSET, J. S. Crescimento inicial e absorção de fósforo e nitrogênio de *Enterolobium contortisiliquum* inoculada com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 156-164, 2018.

AGROLINK. **Absorção radicular: Endomicorrizas** (FIGURA 4), Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutricao-via-raizes---absorcao-radicular_361459.html>. Acesso em 23 out. 2021

ASSMANN, T. S.; JÚNIOR, P. R.; MORAES, A.; ASSAMANN, A. L.; KOELHER, H. S.; SANTINI, Itaci. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 675-683, 2003.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; DA SILVA, V. P.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; GALENARI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, 2011.

BALBINO, L. C.; DA SILVA, V. P.; KICHEL, A. N.; ROSINHA, R. O.; DA COSTA, J. A. A. MANUAL ORIENTADOR PARA IMPLANTAÇÃO DE UNIDADES DE REFERÊNCIA TECNOLÓGICA EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA-URT ILPF. **Embrapa documentos**, 2011.

BERTOLAZI, A. A.; CANTON, G. C.; AZEVEDO, I. G.; Cruz, Z. M; SOARES, D. N; CONCEIÇÃO, J. M.; SANTOS, W. O.; RAMOS, A. C. O papel das ectomicorrizas na biorremediação de metais pesados no solo. **Natureza on line**, v. 8, n. 1, p. 24-31, 2010.

BERUDE, M. C; DE ALMEIDA, D. S.; RIVA, M. M.; CABANÉZ, P. A.; DO AMARAL, Atanásio A. Micorrizas e sua importância agroecológica. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015.

BORGHI, E.; CECCON, G.; CRUSCIOL, C. A. C. Manejo de espécies forrageiras em consórcio com milho safrinha. In: **Embrapa Pesca e Aquicultura-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. Estabilidade e produtividade: anais. Brasília, DF:

MATOSO, M. C.; CRUZ, J. C.; RESENDE, A. V.; COELHO, A. M.; KARAM, D.; DA SILVA, G. H.; FILHO, I. A. P. F.; CRUZ, I.; MARRIEL, I. E.; GARCIA, J. C.; QUEIROZ, L. R.; COTA, L. V.; PIMENTEL, M. M. G.; NETO, M. M. G. N.; VIANA, P. A.; DE ALBUQUERQUE, P. E. P.; DA COSTA, R. V.; MENDES, S. M.; QUEIROZ, V. A. V. Sistema de produção integrada de milho para região Central de Minas Gerais. **Embrapa Milho e Sorgo-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012.

CARVALHO, M. M. Avaliação do solo de áreas mineradas em recuperação dentro do bioma amazônico por meio da relação entre morfometria de agregados do solo e teor de glomalina. **Dissertação de doutorado, UNESP Sorocaba**, 2021.

CECCON, G. Consórcio milho-braquiária. **Embrapa Agropecuária Oeste-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2013.

Companhia nacional de abastecimento - CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, **Safra 2020/2021**, v. 8, n. 7, sétimo levantamento, abr. 2021.

COSER, T. R.; FIGUEIREDO, C. C. JOVANOVIC, B. MOREIRA, T. N. LEITE, G. G.; FILHO, S. L. S. C.; KATO, E. MALAQUIAS, V.; MARCHÃO, R. L. Short-term buildup of carbon from a low-productivity pastureland to an agrisilviculture system in the Brazilian savannah. **Agricultural systems**, v. 166, p. 184-195, 2018.

DOS REIS, J. C.; KAMOI, M. Y. T.; MICHETTI, M.; WRUCK, F. J.; FILHO, S. R. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia de desenvolvimento sustentável no estado de Mato Grosso. **Repositório De Casos Sobre O Big Push Para A Sustentabilidade No Brasil**, 2020.

DE FARIAS NETO, A. L.; DO NASCIMENTO, A. F.; ROSSONI, A. L.; MAGALHÃES, C. A. D. S.; ITUASSÚ, D. R.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; IKEDAM F. S.; JUNIOR, F. F.; FARIA, J. G. R.; ISERNHAGEN, I.; VENDRUSCULO, L. G.; MORALES, M. M.; CARNEVALLI, R. A. Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o

desenvolvimento de uma agropecuária sustentável. **Embrapa Agrossilvipastoril-Livro científico (ALICE)**, 2019.

FERREIRA, A. D. ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. **Brasília: EMBRAPA Cerrados**, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC). Sexto relatório de análise. 2021.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro: **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 148-151, jul./2005.

MELOTTO, A. M; LOURENÇÃO, A. L. F; GRIGOLLI, J. F.; GITTI, D. D. C. Implantação do consórcio milho e capins em Mato Grosso do Sul: principais aspectos. **Milho safrinha e culturas de inverno 2013**, p. 1-172, 2013.

MÉNDEZ, D. F. S. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares e sua relação com atributos do solo em área de milho sob monocultivo e em consórcio com forrageiras no cerrado: **Dissertação de mestrado em agronomia Universidade de Brasília**. p. 3-35, 2016.

MANZATTO, C. V. et al. Mitigação das emissões de gases de efeitos estufa pela adoção das tecnologias do Plano ABC: estimativas parciais. **Embrapa Meio Ambiente-Documentos (INFOTECA-E)**, 2020.

MOREIRA, FM de S; SQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. UFLA, p. 543–661, 2006.

REDE ILPF, **ILPF em números** (2021) (FIGURA 1), Disponível em: <https://www.redeilpf.org.br/images/Rede_ILPF_ILPF_em_Numeros_JAN2021_19MAR2021.pdf>. Acesso em 12 out. 2021

RILLING, M. C.; WRIGHT, S. F.; NICHOLS, K. A.; SCHMIDT, W. F.; TORN, M; S. Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soils. **Plant and Soil**, v. 233, n. 2, p. 167-177, 2001.

RILLING, M. C.; MAESTRE, F. T.; LAMIT, L. J. Microsite differences in fungal hyphal length, glomalin, and soil aggregate stability in semiarid Mediterranean steppes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, n. 9, p. 1257-1260, 2003.

RUSSOMANNO, O. M. R. Influência de fungos micorrízicos arbusculares associados ou não a *Fusarium oxysporum* Schecht. sobre plantas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e manjerição (*Ocimum basilicum* L.). **Dissertação de doutorado em agronomia UNESP**, 2006.

SANTOS, V. L.; SILVA, C. F.; PEREIRA, M. G; BERBARA, R. L. L. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares e glomalina em ecossistemas de Mata Seca, Brasil. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 117, 2018.

SILVA, C. F.; ARAÚJO, J. L. S.; SILVA, E. M. R. Proteína do solo relacionada à glomalina: uma alternativa para avaliação da qualidade do solo. In: FIGUEIREDO, M. V. B. et al. *Biotecnologia aplicada à agricultura: textos de apoio e protocolos experimentais*. **Embrapa Informação Tecnológica**; Recife, PE: Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), p. 519-532, 2010

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Cerrado: Soil Correction and Fertilization= Cerrado: Correção do Solo e Adubação. **Embrapa Cerrados**, 2004.

SOUZA, F. D.; STURMER, S. L; CARRENHO, R; TRUFEM, S. F. B. Classificação e taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil. **Micorrizas**, v. 30, p. 15-73, 2010.

VIEIRA, J. D. F; GODINHO, B; UTUMI, M; BROGIN, R. Sistema iLPF no cerrado de Rondônia: produtividade e custos de condução de milho, safrinha 2011. In: **Embrapa Rondônia-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Revista Pesquisa e Criação, Porto Velho, n. 10, Suplemento especial, p. 388-391, 2011. Edição dos anais do 20. Seminário Final de Iniciação Científica., 2011.