

**CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE FUNGOS MICORRÍZICOS
ARBUSCULARES DO SOLO EM DIFERENTES AMBIENTES NO CERRADO SUL
MATO GROSSENSE**

**CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE HONGOS MICORRÍZICOS
ARBUSCULARES EN SUELO CERRADO DO SUL MATO GROSSENSE**

**MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL
FUNGI SOIL IN DIFFERENT ENVIRONMENTS IN SOUTH- MATO-
GROSSENSE CERRADO**

Apresentação: Comunicação Oral

Larissa Michaela Cavalcante Dos Santos¹; Gustavo Codognotto Munari²; José Vitor Ferreira Balasso³ Tailane Gomes Felix de Lima⁴; Grazieli Suszek de Lima⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/VCIAGRO.0131>

RESUMO

A busca da sustentabilidade em sistemas de produção tem favorecido os processos bioquímicos do solo associados à atividade microbiana, o que resulta diretamente na melhoria das condições do solo. Esse estudo tem por finalidade avaliar a quantificação e desenvolvimento dos fungos micorrízicos arbusculares em diferentes ambientes no cerrado sul mato-grossense, e saber como nosso manejo está influenciando diretamente a microbiota do solo. O estudo foi realizado no campus do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul em Nova Andradina/MS, onde foram coletadas 14 pontos de coletas para realização análises de microbiológica foram utilizados cilindros de 50 mm de diâmetro a 50 mm de profundidade (4 amostras por ponto), os pontos limítrofes foram obtidos com uso de GPS topográfico e utilização de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index para determinar as condições da vegetação dos pontos coletados, sendo a avaliação da porcentagem de colonização pelo método da placa riscada. Os dados foram analisados estatisticamente com auxílio do programa SISVAR e submetidos à análise de variância, com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados obtidos foram significativos tanto quanto o desenvolvimento de arbúsculos como a de vesícula em alguns pontos por terem disponibilidade de água ou por cobertura vegetal proporcionando a realização da simbiose com plantas, em busca de nutrientes e água no solo, demonstrando a importância do manejo correto. A importância de realizar os estudos de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes ambientes no cerrado como áreas cultivadas e matas nativas, nos proporciona saber como nosso manejo está influenciando diretamente a microbiota do solo, possibilitando recursos que não prejudique ao meio ambiente. Portanto, é necessário de estudos com soluções sustentáveis para ajudar a garantir a disponibilidade desses microrganismos no solo do cerrado sul matogrossense.

Palavras-Chave: Fungos micorrízicos, cerrado, cobertura vegetal, simbiose.

¹ Bacharelado em agronomia, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul, larissasantos.la@outlook.com

² Bacharelado em agronomia, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul, gustavomunari14@gmail.com

³ Técnico em agropecuária, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul, josevitorferreirabalasso@gmail.com

⁴ Técnico em agropecuária, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul, tailanegomes516@gmail.com

⁵ Doutorado, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul, grazieli.suszek@ifms.edu.br

RESUMEN

La búsqueda de sostenibilidad en los sistemas de producción ha favorecido los procesos bioquímicos del suelo asociados a la actividad microbiana, lo que redundando directamente en la mejora de las condiciones del suelo. Este estudio tiene como objetivo evaluar la cuantificación y desarrollo de hongos micorrízicos arbusculares en diferentes ambientes del cerrado de Mato Grosso do Sul, y conocer cómo nuestro manejo está influyendo directamente en la microbiota del suelo. El estudio se llevó a cabo en el campus del Instituto Federal de Mato Grosso do Sul en Nova Andradina/MS, donde se recolectaron 14 puntos de recolección para realizar análisis microbiológicos utilizando cilindros de 50 mm de diámetro a 50 mm de profundidad (4 muestras por punto). Los puntos de frontera se obtuvieron mediante GPS topográfico y utilizando NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada para determinar las condiciones de vegetación de los puntos colectados, evaluándose el porcentaje de colonización mediante el método de placa rayada. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el programa SISVAR y sometidos a análisis de varianza, con comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. Los resultados obtenidos fueron significativos en cuanto al desarrollo de arbusculos y vesículas en algunos puntos debido a la disponibilidad de agua o cobertura vegetal, brindando simbiosis con las plantas, en búsqueda de nutrientes y agua en el suelo, demostrando la importancia de un correcto manejo. La importancia de realizar estudios sobre hongos micorrízicos arbusculares en diferentes ambientes del cerrado, como áreas cultivadas y bosques nativos, permite conocer cómo nuestro manejo está influyendo directamente en la microbiota del suelo, habilitando recursos que no dañan el medio ambiente. es necesario realizar estudios con soluciones sustentables que ayuden a garantizar la disponibilidad de estos microorganismos en el suelo de la cerrado sur mato grossense.

Palabras Clave: Hongos micorrízicos, cerrado, cobertura vegetal, simbiosis.

ABSTRACT

The search for sustainability in production systems has favored soil biochemical processes associated with microbial activity, which directly results in improved soil conditions. The aim of this study is to evaluate the quantification and development of arbuscular mycorrhizal fungi in different environments in the cerrado of southern Mato Grosso, and to find out how our management is directly influencing the soil microbiota. The study was carried out on the campus of the Federal Institute of Mato Grosso do Sul in Nova Andradina/MS, where 14 collection points were collected for microbiological analysis using 50 mm diameter cylinders at 50 mm depth (4 samples per point), the border points were obtained using topographic GPS and the use of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index to determine the vegetation conditions of the points collected, and the evaluation of the percentage of colonization by the scratched plate method. The data was statistically analyzed using the SISVAR software and submitted to analysis of variance, with comparison of means using the Tukey test at 5% significance. The results obtained were significant both in terms of the development of arbuscules and vesicles at some points because of the availability of water or because of the vegetation cover, allowing symbiosis with plants in search of nutrients and water in the soil, demonstrating the importance of correct management. The importance of carrying out studies on arbuscular mycorrhizal fungi in different environments in the cerrado, such as cultivated areas and native forests, allows us to know how our management is directly influencing the soil microbiota, enabling resources that do not harm the environment. Therefore, it is necessary to studies with sustainable solutions to help ensure the availability of these microorganisms in the south mato grossense cerrado.

Keywords: Mycorrhizal fungi, cerrado, vegetation cover, symbiosis.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é uma das principais áreas de cultivo agrícola do Brasil. Essa região apresenta diversas características favoráveis para os cultivos, topografia planiforme e textura do solo que melhora a mecanização das áreas, além de apresentar pluviometria adequada para o desenvolvimento de diversas culturas. No entanto, a obtenção de maiores produtividades é dificultada por fatores como o pH ácido dos solos, elevada saturação por alumínio e baixa disponibilidade de fósforo nos solos do Cerrado (Ernani et al.,2007). Esses fatores trazem preocupação principalmente para a fase inicial das culturas em que o sistema radicular é menos desenvolvido e a absorção de fósforo e outros minerais é dificultada. O fósforo (P) possui funções importantes na planta, sendo constituinte das fontes de energia, fosfolipídios e outros compostos possuindo funções importantes na fisiologia das plantas, tais como função na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular (Malavolta, 2006).

A diversidade microbiana desempenha um papel crucial na determinação da qualidade do solo, uma vez que as capacidades metabólicas dos microrganismos estão intrinsecamente ligadas às funções essenciais do solo, como a ciclagem de nutrientes, favorecendo assim a multifuncionalidade ecossistêmica. Devido à sua elevada sensibilidade às mudanças ambientais e à estreita correlação com as funções do solo e do ecossistema, as propriedades microbianas são reconhecidas como indicadores-chave da qualidade do solo (CAVALCANTE et al., 2023).

Dentre os organismos benéficos para as plantas destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) que possuem a capacidade de colonizar o sistema radicular da maioria das famílias de plantas. São simbioses obrigatórios e colonizam principalmente plantas terrestres, auxiliando na nutrição, crescimento e tolerância a doenças (Smith;Read, 2008). É fundamental o entendimento das atividades dos fungos micorrízicos arbusculares em solos de cerrado e da sua biodiversidade, sendo preciso investigar e quantificar quando encontrada em ambientes diferentes no cerrado por serem fungos beneficiadores ao solo.

O objetivo da pesquisa é avaliar a quantificação e desenvolvimento desses fungos micorrízicos arbusculares em diferentes ambientes, no cerrado sul mato-grossense, e saber como nosso manejo está influenciando diretamente na microbiota do solo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os FMAs pertencem ao filo Glomeromycota e são caracterizados pela penetração inter e intracelular das células do córtex da raiz da planta, onde formam vesículas, esporos e arbusculos (DA SILVA LIMA, 2006). Os arbusculos são estruturas internas formadas pela ramificação dicotômica de hifas especializadas e é onde ocorre a maior parte da troca de nutrientes. Enquanto a gramínea disponibiliza ao fungo fotoassimilados para suprir sua dependência de carbono, os FMAs, por meio de suas hifas que se prolongam pela rizosfera, explorando uma área maior que a das raízes da planta, absorvem água, fosfato e outros nutrientes essenciais e levam aos arbúsculos para realizar a troca dos nutrientes. (Raven et al., 1996; Smith & Read, 2010; Pfeffer et al., 1999). O estabelecimento da simbiose entre fungos micorrízicos arbusculares e as plantas se inicia através de sinais químicos. O fungo reconhece flavonóides presentes nos exsudatos das raízes, ativando os genes responsáveis pela simbiose, fazendo com que o fungo passe por alterações fisiológicas que possibilita a colonização de seu hospedeiro (Moreira & Siqueira, 2006). Um estudo sobre os genes responsáveis pela formação de micorrizas em diversas linhagens de plantas, indicou a presença destes genes no ancestral comum das plantas terrestres, sua função foi preservada durante a evolução das espécies. Este resultado evidencia que a simbiose entre planta e fungos micorrízicos foi um dos principais fatores que contribuíram na colonização de ambientes terrestres pelas plantas (WANG et al., 2016). Por meio de um processo evolucionários, as micorrizas permitiram benefícios mútuos que contribuíram para a origem da presente flora terrestre (Moreira & Siqueira, 2006; Valadares et al., 2016). Aproximadamente 217 espécies de FMAs foram descritas mundialmente e, destas ocorrências, 119 já foram registradas no Brasil (Souza et al., 2010). Apesar de representar um número pouco numeroso em relação à quantidade de plantas descritas, os FMAs conseguem formar micorrizas em diversos habitats (Moreira & Siqueira, 2006). A presença de fungos micorrízicos arbusculares aumenta a possibilidade desenvolvimento das plantas e sobrevivência aos intempéries climáticos e ataques de patógenos, onde pode prejudicar a produção de biomassa no solo, pois diminui a cobertura do solo proporcionando o aumento de temperatura, afetando a proporção de nutrientes no solo, a ausência de material vegetal no solo pode ocasionar a lixiviação, lavando os nutrientes dessas áreas e diminuindo o desenvolvimento de microrganismos no solo.

Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são fungos endofíticos septados escuros (DSE) são organismos que quando presentes no solo também formam associações simbióticas com as plantas. As hifas são estruturas que se formam no sistema radicular das espécies vegetais após a associação mais agressivos proporcionando a essas estruturas

capacidade de explorar em maior quantidade o solo, chegando a distância que as raízes não conseguem, promovendo assim uma maior absorção de água e nutrientes (RODRIGUES; BARROSO; FIQUEIREDO, 2018; CAMARA et al., 2016). Os fungos micorrízicos produzem a glomalina, que tem a função de manter a estabilidade dos agregados, e por esta interação acarretar em consumo de carbono, eles acabam por contribuir com o sequestro de carbono (RODRIGUES DA SILVA, 2021) e aumento da resistência da planta a agentes patogênicos e a estresses físicos (COSTA da SILVA, 2022). Cerca de 80% das plantas possuem a capacidade de realizar esse processo de simbiose, não havendo grandes especificidades para a ocorrência de micorrizas (LUCAS, 2022). Entretanto, é apontado por CORDEIRO, (2005) que a quantidade de relações que a planta mantém com os fungos micorrízicos varia em função de sua dependência dessa interação, e pela quantidade de nutrientes que é disponibilizada para suas raízes. A relação simbiótica entre o fungo e a raiz das plantas é denominada micorriza (LUCAS, 2022). Os FMA's estão presentes em todos os tipos de ambientes, e são fundamentais para o desenvolvimento de ecossistemas, assim, eles se tornam muito suscetíveis às alterações nos mesmos, como processos de revolvimento do solo e aplicação de produtos, químicos e orgânicos, os quais podem reduzir a ocorrência destes organismos (CORDEIRO, 2005).

Além disso, os FMA's reduzem a suscetibilidade do solo à erosão, reduzindo as perdas de solo por água e ar, processos os quais são comuns em solos com sistema de manejo mais agressivo e intenso, como o sistema convencional, que, pelo ato do revolvimento, danifica e expõe as hifas dos fungos, reduzindo os benefícios que estes poderiam atribuir à lavoura. Segundo Luz Sousa (2022), um dos benefícios primários para as plantas é a maior absorção de fósforo, o qual é propiciado pela interação com os fungos, que melhoram o aproveitamento do nutriente naturalmente disponível ou antropicamente depositado no solo. Costa da Silva (2022), traz que este nutriente é fundamental nos processos metabólicos dos vegetais, como a produção da adenosina trifosfato (ATP em inglês). Quando o fungo não está agregado ao sistema radicular de nenhuma planta, ele possui a função de decompor a matéria orgânica presente no solo (LUCAS, 2022). Outro fato relevante para o setor da agricultura, é relacionado aos consórcios como mediadores das relações entre plantas presentes, fato que viabiliza e traz sustentabilidade à cadeia produtiva (LUZ SOUSA, 2022). Por estes motivos, esses microrganismos são de suma importância para a sustentabilidade dos sistemas de produção nas regiões tropicais, como o caso do cerrado (Luz Sousa, 2022).

Os solos do Cerrado, apresentam como característica geral uma baixa fertilidade

natural e um maior grau de acidez (Costa da Silva, 2022), que é resultado do teor de alumínio no solo, e deficiência de cálcio, situações que acabam por prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular (Luz Sousa, 2022). Como apresentado, as micorrizas reagem conforme o manejo, um deles, é a correção da acidez com calcário e/ou gesso, que além de alterarem a disponibilidade dos minerais no solo, podem comprometer a atividade dos fungos micorrízicos arbusculares (Luz Sousa, 2022). Miranda (2012) apresentou alguns exemplos dessa variações tem-se a *Entrophospora colombiana* e *Glomus etunicatum*, as quais tiveram o maior nível de esporulação em solos corrigidos. Nesse âmbito, em áreas agrícolas, os níveis de colonização dos fungos são mais elevados do que quando comparados aos patamares que são apresentados em áreas de Cerrado que não sofreram antropização (CORDEIRO, 2005). Todavia, Lucas (2022) apresenta que mesmo com tais propriedades, nos solos do Cerrado brasileiro foram identificadas cerca de 67% de todas as espécies de fungos micorrízicos.

METODOLOGIA

Áreas de estudo

As áreas utilizadas estão localizadas no município de Nova Andradina, Mato Grosso do Sul. Segundo Koppen, o clima da região é caracterizado como Cfa. Foram utilizados zonas com diferentes formas de agricultura, as quais são (Figura 1): mata nativa (22°04'46"S, 53°27'25"W e 22°04'53"S, 53°28'19"W), sistema agroflorestal (22°04'49"S, 53°27'19"W), cultivo de forrageira em posiu (22°04'54"S, 53°28'12"W), forrageira implantada cultivar xaraés (MG-5) com mais de 20 anos sem bovinos na área (com um ano apenas de pastejo de ruminantes) (22°04'44"S, 53°28'01"W), forrageira BRS capiaçu irrigada (22°04'45.8"S 53°27'19.2"W), forrageira com pastejo de ovinos (22°04'34.0"S 53°27'25.8"W), olericultura (22°04'46.3"S 53°27'20.3"W), semeadura direta (22°04'47.5"S 53°27'20.1"W), semeadura convencional (22°04'46.6"S 53°27'21.7"W), fruticultura temperada (22°04'45.7"S 53°27'32.9"W), fruticultura tropical (22°04'45.4"S 53°27'30.4"W), cultivo de banana (22°04'49.8"S 53°27'32.1"W), cultivo de cana-de-açúcar (22°05'01.6"S 53°28'11.6"W). Os pontos limítrofes foram obtidos com uso de GPS topográfico demonstrado na (Figura 3) e utilização de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) na (Figura 2) modelo GreenSeeker Handheld onde ele fez as leituras de NDVI da planta onde $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$, pode variar de 0,00 a 0,99 que irá determinar as condições das vegetações dos pontos coletados, os ambientes foram analisados estatisticamente com auxílio do programa SISVAR e submetidos à análise

de variância, com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância com 3 repetições de 14 de ambientes totalizando 42 amostras coletadas de raiz aleatoriamente, onde analisarmos a presenças de fungos micorrízicos arbusculares.

Figura 1: Localização do município de Nova Andradina e do campus do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, mostrando a localização dos pontos de coleta.



Fonte: Google (2023).

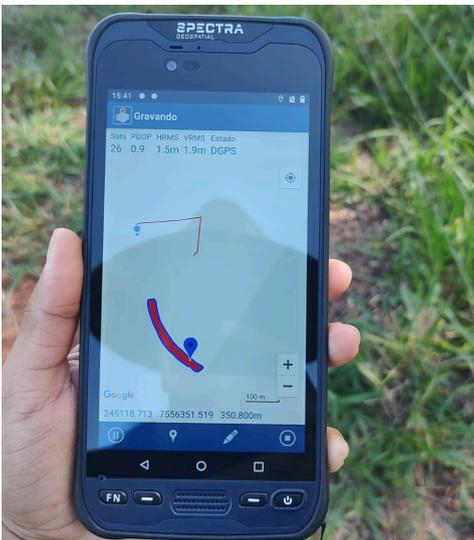
Figuras 2: Análise das vegetação com utilização de NDVI.



Fonte: Própria (2024).

A metodologia de coletas de raízes para a avaliação da colonização micorrízica arbuscular foi baseado no proposto por ZANGARO E COLABORADORES (2013) com modificações. Para tal, em cada um dos pontos de análise nas áreas avaliadas foi realizada a coleta em pontos aleatorizados de 4 amostras de solo (utilizando cilindros de 50 mm de diâmetro a 50 mm de profundidade) apresentada na (Figura 4). Estas quatro amostras de solo foram unidas e diluídas em água corrente sob peneiras que permitiram a retenção das raízes finas. A seleção manual sob estereomicroscópio buscará coletar todas as raízes finas (< 2mm de diâmetro) e com características de vitalidade. Uma vez selecionadas cerca de 1g de raízes de cada ponto de análise como mostra a (Figura 5), foi colocado álcool 70%. Após pelo menos 24h de fixação as raízes foram submetidas a clarificação (10% KOH), acidificação (1% HCl) apresentada na (Figura 6), e coloração em azul de tripano (0,05%) na (Figura 7), (Brundrett et al. 1996). A avaliação da porcentagem de colonização foi realizada pelo método da placa riscada de (Giovannetti e Mosse 1980), no qual se busca identificar as estruturas características dos FMA (hifas corticais, arbúsculos e vesículas) com utilização de lupa eletrônica na qual é demonstrada a (Figura 8) .

Figura 3: Levantamento dos pontos de análise com utilização de GPS.



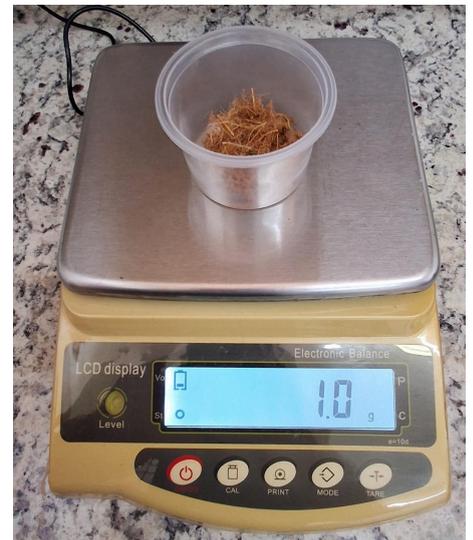
Fonte: Própria (2024).

Figura 4: Coleta de solo para análise de fungos micorrízicos.



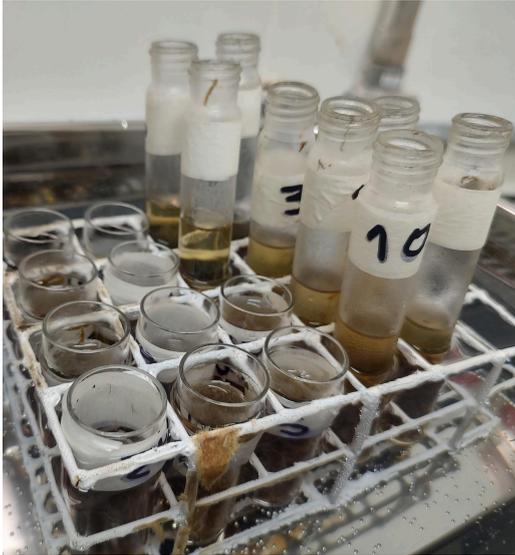
Fonte: Própria (2024).

Figura 5: Pesagem das amostras de raízes na balança analítica.



Fonte: Própria (2024).

Figura 6: Clarificação das raízes em banho maria a 50°C por 30 min.



Fonte: Própria (2024).

Figura 7: Realizando a coloração com azul de tripan.



Fonte: Própria (2024).

Figura 8: Avaliação das raízes no método de placa riscada.



Fonte: Própria (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises dos 14 pontos demonstrado na (Tabelas 1) de 2024, apresenta resultados significativos de desenvolvimentos dos fungos micorrízicos, onde é realizado as 100 análises visuais na placa de petri riscada com a utilização de lupa eletrônica, logo após calculamos através desses dados a porcentagem de colonização radical que leva em consideração o seguinte cálculo: $[(\text{hifas} + \text{arbúsculos} + \text{vesículas})/100]$, em seguida na (Tabela 1) pode ser observado a porcentagem de colonização arbuscular, resultado da seguinte fórmula: $[(\text{arbúsculos})/100]$, (Giovannetti e Mosse 1980).

Esses cálculos foram realizados com o objetivo de observar a incidência de FMA nas áreas de análises, obtendo assim como resultado uma alta porcentagem de arbusculos e vesículas em alguns pontos específicos, como mostrado na (Tabela 1).

Tabela 1: Apresenta os resultados da contagem da colonização micorrízica nos 14 pontos de coleta em 2024.

Pontos de análises	Datas	Vesícula	Arbúsculo	Hifa Intra.C	Hifa Extra.C	Nada	Colonização radical total	Colonização arbuscular
Agrofloresta	15/04	22	48	7	17	6	94	48
Canavial	15/04	6	54	12	21	7	93	54
S.Plantio Direto	17/04	30	45	11	8	6	94	45
Forrageira Ovinos	17/04	18	42	12	12	16	84	42
Olericultura	17/04	23	52	3	11	11	89	52

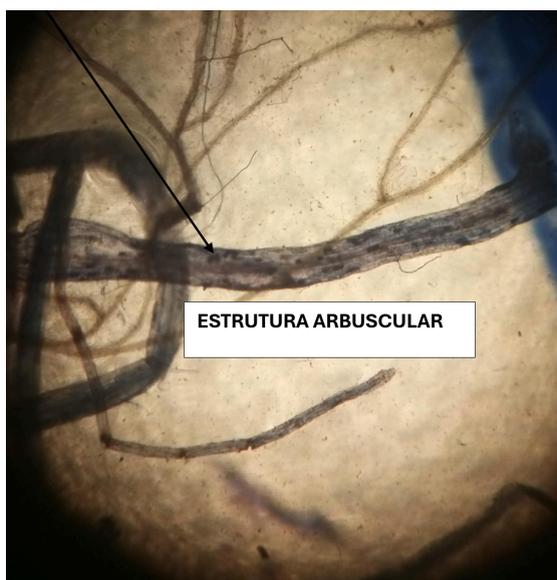
Mata nativa	22/04	41	15	8	30	6	94	15
Plantio Convencional	22/04	57	23	9	9	2	98	23
Forageira. Posiu	22/04	43	41	7	9	0	100	41
Banana	22/04	33	30	15	12	10	90	30
Córrego	26/04	56	39	3	2	0	100	39
Forageira. Irrigada	26/04	55	23	3	7	12	88	23
Forageira.Bovino	26/04	7	22	7	41	23	77	22
Fruticultura. TR	26/04	1	7	3	15	74	26	7
Fruticultura.TP	26/04	50	29	2	12	7	93	29

TP= Temperada, TR= Tropical.

Fonte: Própria (2024).

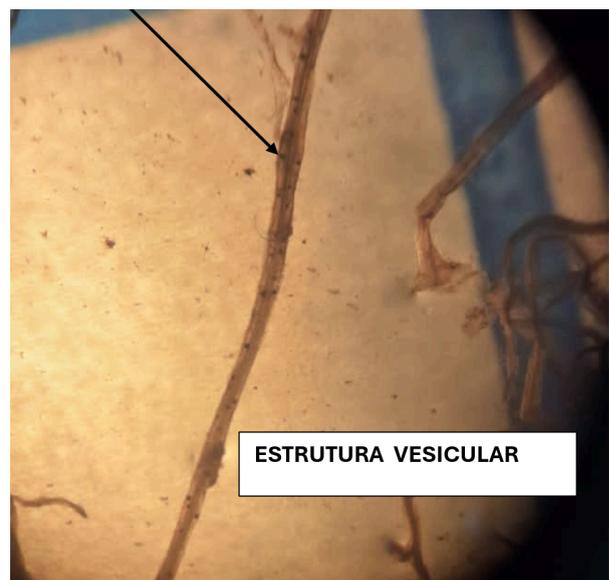
A ocorrência da micorriza em condições naturais é frequente nos dados obtidos no projeto houve uma grande ocorrência natural, sem ocorrência de inoculação obtivemos dados significativos em todos os ambientes de estudo como demonstrado na (Figura 9) a presença de arbúsculos no solo responsável pela simbiose com a planta e também a presença de vesícula (Figura 10) que é uma estrutura responsável pela reserva dos fungos (Lambais & Ramos, 2010).

Figura 9: Estrutura arbuscular com utilização de lupa eletrônica 2 x.



Fonte: Própria (2024).

Figura 10: Estrutura vesicular com utilização de lupa eletrônica 2 x.



Fonte: Própria (2024).

O desenvolvimento dos fungos micorrízicos arbusculares pode ser correlacionados com o índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), como demonstrada na (Tabela 2), pois a vegetação de cada área analisada difere uma da outra, proporcionando resultados de análise significativas quanto o desenvolvimento dos fungos micorrízicos, onde a presença da estruturas do fungo tem menor quantidade na área de fruticultura tropical em comparação às áreas de análises como córrego, forrageira em posiu, convencional e agrofloresta, por falta da cobertura vegetal que fornece umidade e proteção ao solo favorecendo a melhoria da microbiota no local. O NDVI auxilia a diferenciar a vegetação de outros tipos de cobertura do solo, constituindo importante ferramenta para avaliar as mudanças na cobertura vegetal e no uso do solo (Aliero et al., 2022; Hu et al., 2023)

A interpretação do NDVI pode aumentar os rendimentos de cada área analisada sendo correlacionados com os FMAs com objetivo de ter plantas mais saudáveis com desenvolvimento radicular bem definido alcançando profundidades significativas, em busca de nutrientes e água, economizando o dinheiro em fertilizantes e cuidando melhor do meio ambiente. O NDVI também ajuda no monitoramento de infestação ou incidência de pragas, doenças ou plantas daninhas, e orienta o controle químico ou biológico mais adequado, indicando também a necessidade de irrigação e adubação. O NDVI é usado para acompanhar o crescimento e o desenvolvimento das plantas (GIACOMINI, 2021).

Tabela 2: Apresenta os resultados do NDVI nos 14 pontos de coleta em 2024.

Pontos de análises	Datas	NDVI
Agrofloresta	15/04	0,58
Canavial	15/04	0,31
S.Plantio Direto	17/04	0,20
Forrageira Ovinos	17/04	0,28
Olericultura	17/04	0,24
Mata nativa	22/04	0,27
Plantio Convencional	22/04	0,44
Forrageira. Posiu	22/04	0,51
Banana	22/04	0,79
Córrego	26/04	0,43

Forrageira. Irrigado	26/04	0,20
Forrageira.Bovino	26/04	0,59
Fruticultura. TR	26/04	0,16
Fruticultura.TP	26/04	0,56

TP= Temperada, TR= Tropical.

Fonte: Própria (2024).

Os 14 pontos de diferentes ambientes foram analisados estatisticamente com auxílio do programa SISVAR e submetidos à análise de variância, com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância. Contudo, é importante ressaltar que a ausência de esporos não indica necessariamente, ausência de colonização radical, pois estes fungos podem estar no ambiente em outras formas como hifas e em raízes colonizadas (Santos e Carrenho, 2011). A associação simbiótica de FMAs constataram importante incremento no desenvolvimento vegetal em parâmetros como quantidade de folhas e índice de clorofila (Nascimento et al.2024).

A (Tabela 3) foi analisado estaticamente os arbúsculos presentes em diferentes ambientes onde os locais de canavial de (54) e olericultura de (52) se sobressaíram no desenvolvimento dos arbúsculos estruturas responsáveis de realizar a simbiose com plantas, em busca de nutrientes e água no solo, esse aumento de desenvolvimento pode ser adquirido pela cobertura vegetal e os manejos realizados, seja ele como adubação e irrigação presentes no local isso demonstra a importância do manejo correto. Os ambientes como a fruticultura tropical de (7) e mata nativa de (15) podem ter apresentados valores baixos, a mata nativa tem muita cobertura vegetal isso faz que ocorra a decomposição de raízes rapidamente de até 50mm de profundidade sendo assim, quando coletamos a maioria era raízes já decompostas com pouca ou nada de presenças de fungos micorrízicos arbusculares. A fruticultura tropical é um local onde tem pouco revolvimento do solo seja ele para adubação e pouca cobertura vegetal como mostra a avaliação com o NDVI, para evitar plantas daninhas e plantas que favorecem doenças para os citros presentes no local.

Tabela 3:Análise de variância dos Arbusculos nos 14 pontos diferentes de coleta de raízes em 2024 .Teste de Tukey a 5%.

Pontos de análises	Médias	Resultado do teste de arbúsculo
Canavial	54	A
Olericultura	52	A

Agrofloresta	48	B
S.Plantio. Direto	45	B
Forageira Ovinos	42	B
Forageira. Posiu	41	BC
Córrego	39	C
Banana	30	CD
Fruticultura. TP	29	CD
Plantio Convencional	23	D
Forageira. Irrigado	23	D
Forageira. Bovino	22	DE
Mata Nativa	15	E
Fruticultura. TR	7	F

TP= Temperada, TR= Tropical.

*Letras diferentes indicam diferenças significativas, apenas na mesma coluna, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Própria (2024).

A (Tabela 4) mostra o desenvolvimento da estrutura do fungo a vesícula que nem todos os FMAs apresentam, como o gênero *Gigaspora* e *Scutellospora* (SMITH;READ,1997), o mais comum de ser encontrado no cerrado é o gênero *Glomus etunicatum* que tem a presença da vesícula que é responsável de ser reserva do fungo armazenando fotoassimilados através da simbiose das plantas. Os pontos com maior incidência de vesícula foram o plantio convencional (57), córrego (56), forrageira irrigada (55) e fruticultura temperada com (50), esses ambientes também tinham cobertura vegetal favorável para o desenvolvimento do fungo. Os pontos com menor incidência de vesícula pode estar como correlacionado com o baixo índice de NDVI ou seja baixa cobertura vegetal e falta de manejo no ambiente como a fruticultura tropical (1), já o canavial (6) e forrageira bovino (7) o baixo desenvolvimento de vesicular pode estar relacionada com os fungos micorrízicos que não desenvolve essa estrutura de armazenamento.

Sendo assim, as micorrizas desempenham um papel crucial na absorção de nutrientes, especialmente os menos solúveis, sendo um dos resultados positivos e marcantes dessa simbiose. Isso resulta em plantas vigorosas, bem nutridas e ainda mais resistentes às condições edafoclimáticas (DA ROSA; REIS, 2022). Portanto, as micorrizas são importantes para a saúde e o desenvolvimento das plantas, contribuindo para a

sustentabilidade dos ecossistemas, desempenhando um papel crucial na promoção da agricultura sustentável.

Tabela 4: Análise de variância das Vesículas nos 14 pontos diferentes de coleta de raízes em 2024 . Teste de Tukey a 5%.

Pontos de análises	Médias	Resultado do teste de vesícula
Plantio Convencional	57	A
Córrego	56	A
Forageira.Irrigado	55	A
Fruticultura.TP	50	A
Forageira. Posiu	43	AB
Mata nativa	41	AB
Banana	33	B
S. Plantio direto	30	B
Olericultura	23	C
Agrofloresta	22	C
Forageira Ovinos	18	C
Forageira. Bovino	7	D
Canavial	6	D
Fruticultura.TR	1	E

TP= Temperada, TR= Tropical.

*Letras diferentes indicam diferenças significativas, apenas na mesma coluna, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Própria (2024).

CONCLUSÕES

A importância de realizar os estudos de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes ambientes no cerrado como áreas cultivadas e matas nativas, nos proporciona saber como nosso manejo está influenciando diretamente a microbiota do solo, possibilitando recursos que não prejudique ao meio ambiente, agricultura vem passando por várias mudanças, com enfoque no ambiental, econômico e social. Desta forma, os microrganismos desempenham um papel fundamental, podendo ser uma ferramenta valiosa para promover práticas agrícolas mais sustentáveis, aumentando a eficiência dos recursos, reduzindo a dependência de insumos prejudiciais e melhorando a saúde dos ecossistemas

agrícolas. Embora práticas de manejo sustentáveis sejam discutidas há tempos, atualmente isso tem se intensificado, em razão da crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental e segurança alimentar, além da conscientização sobre os impactos negativos que produtos químicos causam à saúde humana e ao ambiente. Portanto, é necessário de estudos com soluções sustentáveis para ajudar a garantir a disponibilidade desses microrganismos no solo do cerrado sul matogrossense .

REFERÊNCIAS

Aliero, M.M., Ismail, M.H., Alias, M.A., Ambursa, A.S., Muhammed, A., Umar, I., Bunza, R.M., 2022. Spatiotemporal Assessment of Land Cover Change and Vegetation Degradation Using Remote Sensing in Kebbi State, Nigeria, in: El-Askary, H., Erguler, Z.A., Karakus, M., Chaminé, H.I. (eds), Research Developments in Geotechnics, Geo-Informatics and Advances in Remote Sensing. Science, Technology & Innovation. Springer, Cham, pp. 347-350. https://doi.org/10.1007/978-3-030-728960_79.

CAVALCANTE, F. G. et al. Grupos Funcionais do solo: papel das comunidades microbianas especializadas na ciclagem de nutrientes e sensores de distúrbios ambientais. Cuadernos de Educación y Desarrollo, v. 15, n. 9, p. 8676-8698, 2023. Disponível em: <https://ojs.europublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/1651>. Acesso em: 14 maio. 2024.

COSTA DA SILVA, Yasmin Paim de Melo. Análise Do Crescimento De Cinco Gramíneas Nativas Do Cerrado Associadas A Fungos Micorrízicos Arbusculares. Orientador: Dr.Júlio Barêa Pastore. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/31522>. Acesso em: 17 junho 2024.

CORDEIRO, Meire Aparecida Silvestrini et al. Colonização E Densidade De Esporos De Fungos Micorrízicos Em Dois Solos Do Cerrado Sob Diferentes Sistemas De Manejo. Pesquisa Agropecuária Tropical, [S. l.], v. 35, n. 3, p. 147-153, 2005. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/2530/253020157003.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

DA ROSA, M. J.; REIS, J. M. R. Uso de micorrizas no crescimento do tomateiro cereja. Cerrado Agrociências, v. 13, p. 48-56, 2022. Disponível em:

<https://revistas.unipam.edu.br/index.php/cerradoagrocencias/article/view/4078>. Acesso em: 17 jun. 2024.

DA SILVA LIMA, João Marcos et al. Densidade de Fungos Micorrízicos Arbusculares em solo de Cerrado cultivado com *Triticum* spp. In: **CICURV-Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde**. 2023.

DOS SANTOS, Josiane de Brito Gomes; DE SOUZA HACON, Sandra; DA SILVA NEVES, Sandra Mara Alves. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e seu uso no estudo da saúde humana: uma revisão de escopo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 3, p. 1115-1144, 2023.

ERNANI, P.R., ALMEIDA, J.A. and SANTOS, F.C., 2007. Potássio. In: R.F. NOVAIS, V.H. ALVAREZ V., N.F. BARROS, R.L. FONTES, R.B. CANTARUTTI and J.C.L. NEVES, eds. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, pp. 551-594.

GIACOMINI, Luan Trevisan. Implantação da agricultura de precisão em cultivo de soja na Fazenda Giacomini localizada em Xanxerê-SC. Trabalho de conclusão de curso (TCC), curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Paraná. 53f. 2021.

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

LAMBAIS, M. R.; RAMOS, A. C. Sinalização e transdução de sinais em micorrizas arbusculares. In: MICORRIZAS: 30 anos de pesquisa no Brasil. Lavras: UFLA, 2010. p.119-132.

LUCAS, Leidiane dos Santos et al. Biodiversidade De Fungos Micorrízicos Arbusculares Sob Solo De Cerrado. 2022.

LUZ SOUSA, Andressa da. Manejo Da Fertilidade Do Solo Sobre O Crescimento Radicular Do Capim Marandu E Interação Com Fungos Micorrízicos. Orientador: Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Zootecnia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/5040>. Acesso em: 14 maio 2024.

MALAVOLTA E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres; 2006.

MOREIRA, Fátima M. S.; SIQUEIRA, José Oswaldo. Microbiologia e Bioquímica do Solo. 2. ed. Lavras, MG: UFLA, 744p., 2006.

NASCIMENTO, Ivaneide de Oliveira et al. Eficiência simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares do cerrado maranhense associados à cultura do feijão -caupi (*Vigna unguiculata*(L.) WALP.). Cuadernos de Educación y Desarrollo, v.16, n.1, p. 1774-1791, 2024

OLIVEIRA NETA, Maria das Graças et al. DIVERSIDADE DA MICROBIOLOGIA DO SOLO EM ÁREAS DE CERRADO. **Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal)**, v. 17, n. 5, 2024.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia vegetal. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 728p. 1996.

RODRIGUES, A. R. S. P.; LIMEIRA, G. N. Uso de fungos na agricultura: uma revisão com ênfase na aplicação em sistemas agroecológicos. *Revista Ambientale*, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/410>. Acesso em: 18 Jun. 2024.

SANTOS, F. E. F.; CARRENHO, R. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em remanescente florestal impactado (Parque Cinquentenário -Maringá, Paraná, Brasil). *Acta Botanica Brasilica*, v.25, n.2, p.508-516, 2011

SMITH, S. E.; READ, D. J. Mycorrhizal symbiosis. 1997.

WANG, P.; WU, S. H.; WEN, M. X.; WANG, Y.; WU, Q. S. Effects of combined inoculation with *Rhizophagus intraradices* and *Paenibacillus mucilaginosus* on plant growth, root morphology, and physiological status of trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) seedlings under different levels of phosphorus. *Scientia Horticulturae*, v. 205, p. 97-105, 2016.

ZANGARO, Marcela. A generalização do paradigma de gestão por competências no caso dos quadros gerenciais. In: **X Jornadas de Sociologia**. Faculdade de Ciências Sociais, Universidade de Buenos Aires, 2013.

