

PRESENÇA E DIVERSIDADE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIOS

PRESENCIA Y DIVERSIDAD DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PRESENCE AND DIVERSITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN DIFFERENT AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEMS

Apresentação: Comunicação Oral

Gustavo Codognotto Munari¹; Larissa Michaela Cavalcante dos Santos²; Ana Laura Pinheiro da Silva Lima³; Maria Clara Teixeira da Silva⁴; Grazieli Suszek⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/VCIAGRO.0137>

RESUMO

A utilização de defensivos químicos teve seu uso reduzido em função dos danos que estes podem causar à saúde animal, vegetal e ambiental. Nesse âmbito, têm-se inserido no campo técnicas que se utilizam de inimigos naturais para controlar pragas, como os insetos. Essa prática consiste no controle biológico, dentro do qual pode-se citar os fungos entomopatogênicos, que são capazes de penetrar no inseto e causar sua morte. Com base nesse contexto, foi objetivo do trabalho avaliar populações fúngicas entomopatogênicas em diferentes áreas do Cerrado sul mato grossense, as quais englobam: mata nativa (MN), mata ciliar (MC), sistema agroflorestal (Af), cultivo de forrageira em pousio (FP), forrageira implantada cultivar xaraés (MG-5) com mais de 20 anos sem bovinos na área (com um ano de pastejo) (FB), olericultura (Oc), semeadura direta (SD), semeadura convencional (SC), fruticultura temperada (FT), fruticultura tropical (FTr), cultivo de bananas (CB), cultivo de cana-de-açúcar (CC). Para quantificação dos fungos foi utilizado a técnica “Insect bait” com larvas de *Tenebrio molitor*, os quais, após a morte, foram acondicionados em câmara úmida por 10 dias, então replicou-se, os que demonstraram crescimento fúngico, para placas de petri autoclavadas contendo BDA. Após 10 dias foi feita a identificação pela morfologia do fungo. Os dados foram processados em software estatístico, onde se realizou o Teste Tukey com 5% de probabilidade. Diversos isolados foram encontrados, a partir dos quais foi possível concluir que o ambiente tem forte influência na ocorrência fúngica de entomopatogênicos, seja por interferência da vegetação ou por intervenção do manejo. Acrescenta-se que são necessários maiores estudos sobre gêneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* e *Trichoderma*, a fim de identificar as espécies realmente capazes de controlar entomo-pragas.

Palavras-Chave: Controle biológico, solo, insetos, sistemas de manejo.

RESUMEN

El uso de plaguicidas químicos se ha reducido debido a los daños que pueden causar a la salud animal, vegetal y medioambiental. En este contexto, se han introducido en el campo técnicas que utilizan enemigos naturales para controlar plagas como los insectos. Esta práctica consiste en el control biológico, incluyendo hongos entomopatogénicos, que son capaces de penetrar en el insecto y causarle la muerte. Con base en este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar las poblaciones de hongos entomopatogénicos en diferentes áreas del

¹ Bacharelado em Agronomia, IFMS - Nova Andradina, gustavomunari14@gmail.com

² Bacharelado em Agronomia, IFMS - Nova Andradina, larissasantos.la@outlook.com

³ Técnico em Agropecuária, IFMS - Nova Andradina, annalauraagro@gmail.com

⁴ Técnico em Agropecuária, IFMS - Nova Andradina, mariaclarateixeiradasilva126@gmail.com

⁵ Doutora em Engenharia Agrícola, IFMS - Nova Andradina, grazieli.suszek@ifms.edu.br

Cerrado en el sur de Mato Grosso, que incluyen: bosque nativo (MN), bosque ribereño (MC), sistema agroforestal (Af), cultivo forrajero en barbecho (FP), cultivo forrajero implantado xaraés (MG-5) con más de 20 años sin ganado en el área (con un año de pastoreo) (FB), olericultura (Oc), siembra directa (SD), siembra convencional (SC), fruticultura templada (FT), fruticultura tropical (FTr), platanicultura (CB), caña de azúcar (CC). Para cuantificar los hongos, se utilizó la técnica del "insect bait" con larvas de *Tenebrio molitor*, las cuales, después de muertas, se colocaron en una cámara húmeda durante 10 días, luego las que mostraron crecimiento fúngico se replicaron en placas de Petri autoclavadas conteniendo BDA. Transcurridos 10 días, se identificó el hongo por morfología. Los datos se procesaron con un programa estadístico y se realizó la prueba de Tukey con una probabilidad del 5%. Se encontraron varios aislados, de lo que se pudo concluir que el medio ambiente tiene una gran influencia en la aparición de hongos entomopatógenos, ya sea debido a la interferencia de la vegetación o a la intervención del manejo. Además, son necesarios más estudios sobre los géneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* y *Trichoderma* para identificar las especies realmente capaces de controlar las entomopestes.

Palabras Clave: Control biológico, suelo, insectos, sistemas de gestión.

ABSTRACT

The use of chemical pesticides has been reduced due to the damage they can cause to animal, plant and environmental health. In this context, techniques that use natural enemies to control pests, such as insects, have been introduced into the field. This practice consists of biological control, including entomopathogenic fungi, which are able to penetrate the insect and cause its death. Based on this context, the aim of this study was to evaluate entomopathogenic fungal populations in different areas of the Cerrado south of Mato Grosso, which include: native forest (MN), riparian forest (MC), agroforestry system (Af), fallow forage crop (FP), implanted forage crop xaraés (MG-5) with more than 20 years without cattle in the area (with one year of grazing) (FB), olericulture (Oc), direct sowing (SD), conventional sowing (SC), temperate fruit growing (FT), tropical fruit growing (FTr), banana growing (CB), sugar cane growing (CC). To quantify the fungi, the "Insect bait" technique was used with *Tenebrio molitor* larvae, which, after death, were placed in a humid chamber for 10 days, then those that showed fungal growth were replicated in autoclaved petri dishes containing BDA. After 10 days, the fungus was identified by morphology. The data was processed using statistical software and the Tukey test was carried out at 5% probability. Several isolates were found, from which it was possible to conclude that the environment has a strong influence on the fungal occurrence of entomopathogens, whether due to interference from vegetation or management intervention. In addition, further studies are needed on the genera *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* and *Trichoderma* in order to identify the species that are really capable of controlling entomopests.

Keywords: Biological control, soil, insects, management systems.

INTRODUÇÃO

Para obtenção de bons resultados com o cultivo agropecuário, é necessário a utilização de métodos de controle de insetos pragas, os quais podem acarretar desde pequenas perdas de produtividade até danos econômicos severos (Matos Filho, 2023). Adendo a isso, é apresentado que as estratégias de controle de pragas se iniciam com a genética da cultura a ser implantada na lavoura, a qual é harmonizada ao monitoramento e gestão (cultural, física, biológica, mecânica e química) de pragas (Fonseca, 2020).

O controle químico convencional (uso de defensivos químicos) é amplamente empregado nos cultivos brasileiros para o controle de insetos indesejados (Gomes, Silva & Santos, 2020). Isso se deve à agilidade no controle, entretanto, as principais adversidades encontram-se na tecnologia de aplicação utilizada (Fonseca, 2020). Eles também trazem malefícios ao meio ambiente, afetando não somente a fauna benéfica presente no solo, como também corpos d'água, a saúde humana,

promovendo a seleção de pragas resistentes (Gomes, Silva & Santos, 2020), redução no número de polinizadores e elevação dos custos para produção (Nogueira & Melville, 2020). Nesse sentido, têm-se optado por outras maneiras de controle, com menores danos ao meio ambiente, como por exemplo, o controle biológico, que traz consigo a sustentabilidade dos sistemas de produção (Parra, 2019).

O controle biológico abrange desde os macrorganismos como a *classe insecta*, até microrganismos como os fungos, desses, até o ano de 2018, haviam 29 agentes de controle biológico registrados no Brasil (Geremias, 2018). Dentre as opções adotadas no controle biológico está a utilização de fungos que se alojam e, através do seu desenvolvimento e dos metabólitos produzidos, eliminam os insetos-hospedeiros, esses agentes de controle são denominados fungos entomopatogênicos, entre os quais se destacam, quanto a literatura e estudo, os gêneros *Beauveria* e *Metarhizium* (Wiermann, 2022).

Esses fungos podem ser definidos como aqueles que, durante algumas fases de desenvolvimento, necessitam de um inseto como hospedeiro, bem como aqueles que moderam as populações de insetos transmissores de patologias, podendo eles serem parasitas obrigatórios ou facultativos (Mora, 2015).

Além de estarem presentes no controle biológico, os fungos entomopatogênicos constituem parte dos recursos que podem ser usufruídos no manejo integrado de pragas, o qual não deixa totalmente de lado os pesticidas químicos, mas somente os utiliza quando for necessário manter os níveis da praga abaixo dos níveis de dano econômico (Fernandes *et al*, 2021).

Esses gêneros dos reino Fungi apresentam boa exequibilidade, em vista do elevado rendimento, menores quantidades de resíduos prejudiciais ao ecossistema, mantendo a população dos microrganismos benéficos no solo (Fernandes *et al*, 2021), a capacidade de infectar o hospedeiro em diferentes fases de desenvolvimento (Saldanha *et al*, 2022) e a capacidade de adentrar no hospedeiro através da cutícula do inseto (Moretti de Souza *et al*, 2022). Outra vantagem, seria o denominado efeito residual, já que os fungos conseguem permanecer no ambiente por longos períodos de tempo (Fernandes *et al*, 2021), o qual não necessita de um período de carência para reentrada de animais, no caso da pecuária (Matos Filho, 2023).

Mesmo com o crescimento destes meios de controle, são escassos os estudos que abordam sobre fungos entomopatogênicos, principalmente no que remete a sua ocorrência nos diversos sistemas de cultivo, dessa forma buscou-se avaliar a ocorrência de fungos entomopatogênicos em diferentes manejos e cultivos, com o intuito de avaliar a relação do manejo com a ocorrência desses.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O uso de produtos químicos no campo tem conduzido a elevação dos custos de produção,

mesmo com sua alta eficiência, há alguns empecilhos quanto a sua utilização, um deles está relacionado a pressão de seleção, onde espécies de insetos capazes de resistir às moléculas aplicadas tem uma elevação no número de indivíduos em função da menor competição com outros organismos, reduzindo a capacidade de ação deste após um período de uso constante e intensivo (Nogueira & Melville, 2020). Esse tipo de manejo de artrópodes ainda é agravado com o monocultivo sucessivo, que disponibiliza alimento por uma maior área e/ou tempo, no caso de duas ou mais safras durante o ano (Vieira, 2022).

Assim, como meio de contenção alternativo de pragas, insere-se o controle biológico, que se aproveita das próprias relações existentes no ecossistema, fazendo o uso de predadores, parasitas e/ou patógenos, e sob esta visão, pode-se subdividir os controles biológicos em: natural, que tem a finalidade de estabilizar a população de insetos-praga em um nível plausível, e o aplicado, que consiste na liberação em massa de agentes de controle biológico, para maior agilidade do processos de regulação de pragas (Gomes, Silva & Santos, 2020).

Tendo esta base, uma opção para o controle de insetos-praga são os fungos entomopatogênicos, os quais contemplam a seletividade de hospedeiros, ou seja, mínima perturbação da população de organismos benéficos ao sistema agrícola (polinizadores, por exemplo), e as substâncias, por eles sintetizadas, acabam por ser menos prejudiciais aos animais e seres humanos (Pinheiro de Sousa *et al*, 2023).

Entretanto, algumas das desvantagens desse tipo de controle, bem como a morosidade para a efetiva eliminação do alvo, alta dependência climática, a qual engloba a necessidade de umidade e temperatura ideal, além da suscetibilidade de inviabilização do fungo em função da radiação ultravioleta (Vilela & Vieira, 2023), ademais, somente a utilização de métodos biológicos não garante o controle total da infestação, já que sua ação, por vezes, é restringida a poucos alvos, em face disso, torna-se necessário a adoção e utilização de outras práticas que visam o controle desta categoria de pragas e que garanta a manutenção do agroecossistema, assim, têm-se o manejo integrado de pragas (MIP), que tem como princípio englobar as diversas formas de controle com o intuito de manter população de entomo-pragas abaixo do nível de dano econômico (Parra, 2019).

De forma geral, o fungo adentra no hospedeiro após aderir e penetrar diretamente a cutícula, em função da característica hidrofóbica da parede celular do conídio (infecção mais comumente realizada pelos *Entomophthorales*), entretanto, a infecção pode ocorrer com o auxílio de um apressório (*Hypocreales*) ou, quando os esporos são muito pequenos, a infecção pode iniciar de dentro para fora, ocorrendo a aderência do conídio a parede do sistema digestivo (*Ascospaera*) (Mora, 2015).

No entanto, a eficiência desses fungos depende diretamente das condições às quais eles estão submetidos, por exemplo, Oliveira, Salvadori & Corso (2009) ao estudar formas de controle biológico

de insetos danosos à cultura da soja em sistema de semeadura direta (SSD) observou que, sob este tipo de manejo, a ocorrência de fungos entomopatogênicos se mostrou mais elevada de que um sistema convencional, em função, principalmente, do menor revolvimento do solo no SSD.

Ainda segundo Pinheiro de Sousa *et al* (2023), alguns fungos como os dos gêneros *Beauveria* e *Metarhizium* podem reduzir em até 80% a população de insetos-alvo quando estão sob circunstâncias propícias. Ademais, a sua versatilidade de aplicação também os tornam importantes agentes de controle de pragas, como descrito por Amorim Pessoa *et al* (2022), o qual demonstrou a compatibilidade *in vitro* de cepas de *Metarhizium rileyi* com diferentes inseticidas a base de Acefato e Permetrina, havendo a possibilidade de aplicação de ambos em um mesmo local sem o risco de antagonismos, desde que feitas aplicações em um intervalo temporal.

Outra utilidade dos fungos entomopatogênicos, como o *Metarhizium anisopliae*, está no controle de pragas que afetam diretamente a pecuária, como os carrapatos (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*), que acabam por acarretar em problemas veterinários e óbitos de animais por motivo de serem vetores de algumas doenças (Vilela & Vieira, 2023). Outros ectoparasitas que podem ser moderados com a utilização de micoinseticidas, são os hematófagos que parasitam humanos, além dos carrapatos, outros ácaros, piolhos e pulgas, que são importantes vetores de patógenos, como a bactéria *Rickettsia prowazekii*, causadora do tifo epidêmico (Mendes, 2019).

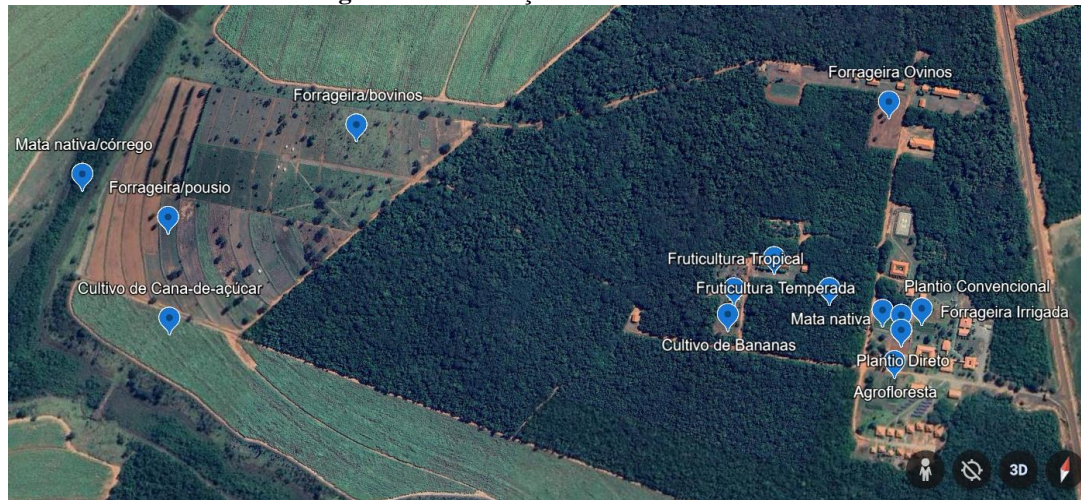
Como supracitado, a capacidade de controlar insetos advém, também, da produção de substâncias que atuam fisicamente e metabolicamente no hospedeiro, o que o leva à morte. As principais substâncias produzidas são as enzimas, as quais operam desde a penetração no inseto, e que degradam a camada externa de proteção, a cutícula, que é composta de quitina. Ao realizar essa degradação ela também libera nutrientes que são utilizados pelo fungo para o desenvolvimento de suas estruturas. Outras substâncias, são os denominados metabólitos secundários, que atuam neurologicamente, reduzindo a capacidade de reação do inseto a infecção, os quais são altamente tóxicos ao hospedeiro e também tem ampla utilização na agricultura, apresentando elevadas taxas de mortalidade dos insetos (Wiermann, 2022).

METODOLOGIA

O levantamento de dados ocorreu nas dependências do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Nova Andradina, onde o clima, segundo Koppen, é caracterizado como subtropical úmido (Cfa). O qual, compreendeu todas as áreas de análise (Figura 1), sendo elas: mata nativa (MN), mata ciliar (MC), sistema agroflorestral (Af), cultivo de forrageira em pousio (FP), forrageira implantada cultivar xaraés (MG-5) com mais de 20 anos sem bovinos na área (com um ano de pastejo) (FB), olericultura (Oc), semeadura direta (SD), semeadura convencional (SC), fruticultura temperada

(FT), fruticultura tropical (FTr), cultivo de bananas (CB), cultivo de cana-de-açúcar (CC).

Figura 1: Distribuição das áreas de análise.



Fonte: Google, 2023.

Para coleta de solo para análise de fungos entomopatogênicos foram efetuadas 4 sub-amostras de solo, referente ao horizonte A, tomadas de forma aleatória, utilizando-se um cilindro metálico previamente esterilizado com álcool 70% (Figura 2). Feitas as coletas das 4 sub amostras, obteve-se uma amostra composta, a qual, acondicionada em saco plástico, foi mantida em isopor durante o restante da coleta até a chegada ao laboratório para processamento (adaptada de Goettel & Inglis, 1997). Para isolamento dos fungos, foi utilizado o método “Insect bait”, com larvas de *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Tenebrionidae). Para tal, as amostras compostas foram destorroadas e então separadas 80g (Figura 3) em um pote plástico transparente previamente higienizado com álcool 70%, onde também foi deixado um espaço, cerca de 2cm, livre até a tampa, para permitir ventilação (adaptado de Medo & Cagán, 2011). Então foram adicionadas 10 larvas de *T. molitor* (Figura 4) entre o 3º e 4º ínstar em cada recipiente. Os potes foram armazenados em bancada no laboratório a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e 12 horas de luz e invertidos diariamente durante os primeiros cinco dias para induzir o movimento das larvas e aumentar a chance de contato com os fungos, além de umedecer o solo sempre que necessário. A quantificação de larvas mortas se iniciou no 5º dia e, a cada três dias, até completar 10 dias.

Figura 2: Materiais de coleta.

Figura 3: Pesagem de solo.

Figura 4: Alocação das larvas.



Fonte: Própria, 2024.



Fonte: Própria, 2024.



Fonte: Própria, 2024.

As larvas mortas foram isoladas, esterilizadas superficialmente em álcool 70% por 1 minuto, imersas em água destilada estéril por três vezes e, então, alocadas em câmara úmida por 10 dias (Figura 5). Depois desse período, as larvas as quais apresentaram sinais de infecção por fungos entomopatogênicos, tiveram uma pequena quantidade dos conídios transferidos para o meio de cultura a base de batata, dextrose e ágar (BDA) Difco + 5 g.L-1 de Pentabiótico, para isolamento e posterior purificação dos isolados (Figura 6).

As larvas oriundas de uma mesma amostra de solo, foram consideradas como isolados distintos, quando as características morfológicas das colônias eram discrepantes após o crescimento em placa.

Então, foi realizada a identificação de cada colônia a nível de gênero com base nas características micro e macroscópicas utilizando-se a chave taxonômica proposta por Humber (2012) (Figura 7).

Figura 5: Larva com

esporulação do fungo entomopatogênico em câmara úmida.



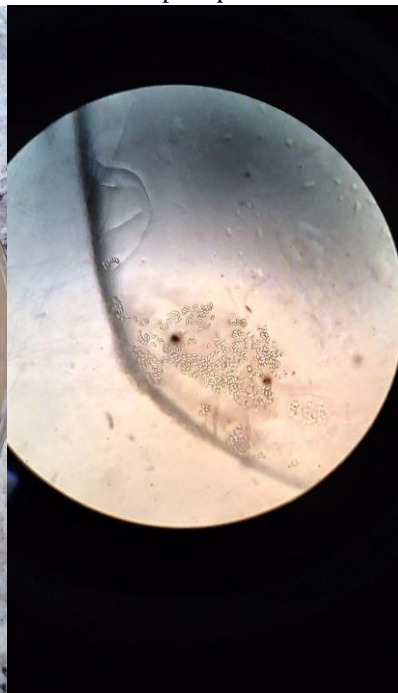
Fonte: Própria, 2024.

Figura 6: Fungo entomopatogênico isolado em placa.



Fonte: Própria, 2024.

Figura 7: Esporos fúngicos do gênero *Metarhizium*, microscópio óptico 50x.



Fonte: Própria, 2024.

Para análise, foi utilizado software de processamento estatístico, pelo qual foi realizada a análise de variância e o teste Tukey com 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a conclusão da identificação e quantificação de fungos multiplicados em placas (Tabela 1), foi identificado uma predominância do gênero *Trichoderma sp*, ocorrendo na maioria dos sistemas analisados. Além disso, também observou-se a presença de fungos contaminantes, como os *Rhizopus sp*.

Tabela 01: Teste Tukey da ocorrência fúngica por morte larval.

ÁREA	GÊNERO					
	<i>Rhizopus</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Metarhizium</i>
SD	1Da	1Fa	-	-	-	-
SC	-	2Ea	-	-	-	-
MN	3Ba	4Cb	-	-	-	-
CC	4Ac	26Aa	6Ab	-	2Ad	10Ab
MC	-	4Cb	1Bc	1Ac	-	6Ba
Oc	-	12Ba	-	-	-	-
FT	-	3Da	1Bb	-	-	-
FB	2Cb	1Fc	-	-	2Ab	5Ca
FTr	-	-	-	-	-	-
FP	-	2Eb	1Bc	-	-	10Aa
CB	-	1Fa	1Ba	-	-	-
Af	1Da	-	-	-	-	-

SD: Semeadura Direta; SC: Semeadura Convencional; MN: Mata Nativa; CC: Cultivo de Cana; MC: Mata Ciliar; Oc:

Olericultura; FT: Fruticultura Temperada; FB: Forrageira Bovinos; FTr: Fruticultura Tropical; FP: Forrageira Pousio; CB: Cultivo Bananas; Af: Agrofloresta. Letras maiúsculas iguais na coluna não diferiram estatisticamente. Letras minúsculas semelhantes na linha não diferiram estatisticamente. **Fonte:** Própria, 2024.

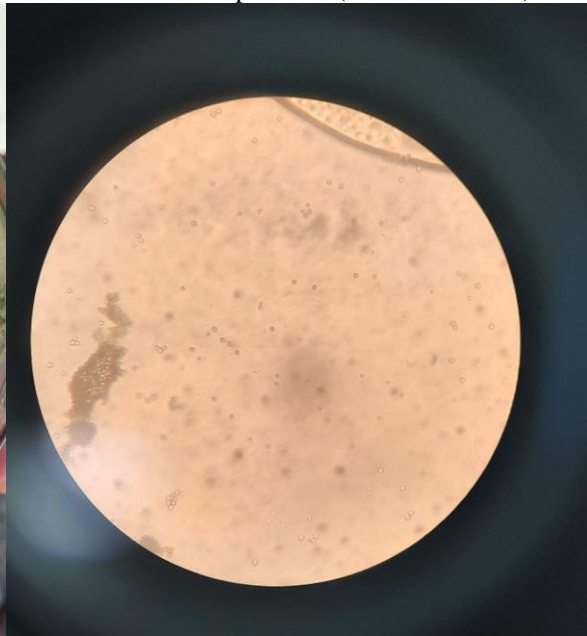
Dessa forma, os diferentes usos das áreas demonstraram diferença entre os tipos e número de fungos encontrados. A partir disso observou-se a elevada incidência de *Trichoderma sp.* (figura 8 e figura 9), segundo Tavares da Silva *et al* (2020), ao analisar a densidade desse gênero do Cerrado, denota que esses fungos têm uma elevada densidade nas regiões do Cerrado, em função da alta resistência que os mesmos possuem às alterações ambientais. Além disso, também é abordado que estes fungos têm grande importância nos agroecossistemas, pois além de poder colonizar raízes e atuar como promotor de crescimento, ele também atua como um biopesticida, sendo capaz de controlar diversos tipos de insetos-praga presentes no solo, principalmente pelos metabólitos secundários que são produzidos, e ainda pode ser incorporado a outros métodos de controle de insetos, como a utilização de óleo de nim (Dias *et al*, 2019; Gomes, 2023), mesmo sendo controlador de fitopatógenos, característica mais marcante, ele também é capaz de atuar como entomopatogênico, o qual, em estudo, foi capaz de levar a mortalidade 78% de *Leptopharsa heveae* (TANZINI, 2002).

Figura 8: *Trichoderma sp.*
(cor esverdeada)
sobre a placa.



Fonte: Própria, 2024.

Figura 9: *Trichoderma sp.* em
microscópio ótico (Aumento de 50x).



Fonte: Própria, 2024.

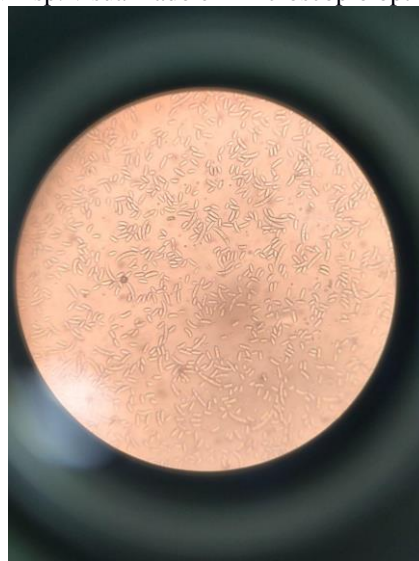
Quanto a elevada ocorrência nos sistemas olerícola e de cultivo de cana de açúcar, segundo (Romão, 2010), ao estudar a diversidade fúngica aliada ao cultivo da cana de açúcar, observou que dentre os 35 gêneros estudados, *Trichoderma* foi o quarto mais abundante, tendo pouca seletividade a área de isolamento (rizosfera raiz), além disso, o fato do constante revolvimento do solo nestes

sistemas, pode ter acarretado em sua prevalência e seletividade.

Quanto à ocorrência de *Aspergillus sp.*, ela não se demonstra tão efetiva, isso pode ser em função do manejo, o qual, utilizam-se de corretores e condicionadores de solo, os quais podem diminuir a ocorrência de alguns fungos, em função do aumento do teor de cálcio no solo, além disso, sua população pode ter sido reduzida em função da competição que ocorre com outros gêneros de fungos (Rossetto, Silva & Araújo, 2004).

O gênero *Penicillium*, o qual tem grande importância na produção de penicilina, isolada a partir do *Penicillium notatum* (Damasceno, 2012), teve baixa incidência nos sistemas agrícolas levantados, isso se deve ao fato de que esses fungos preferem climas mais frios e moderados (Santos Oliveira, 2011), diferentemente do que ocorre na região onde foi coletado, a qual é caracterizada pelo clima com duas estações bem definidas: uma com alto índice pluviométrico e elevadas temperaturas, e outra com baixas temperaturas e pluviosidade (Ivasko Junior *et al.*, 2021). Além disso, a quantidade de matéria orgânica no solo também se mostra um fator de grande importância na ocorrência de *Penicillium* (Santos Oliveira, 2011), sendo encontrado nos sistemas de produção de cana de açúcar e de pastagem. O gênero *Penicillium* ainda demonstra pouco potencial como entomopatogênico, sendo relatado mínimos efeitos sobre carrapatos (*Boophilus microplus*), o mesmo ocorre para *Fusarium* (figura 10), além disso, é necessária atenção redobrada com a utilização desses fungos, bem como o *Aspergillus*, já que algumas espécies podem produzir micotoxinas nocivas à saúde (Domingues, 2022; Borges Da Silva, 2006).

Figura 10: *Fusarium sp.* visualizado em microscópio óptico, aumento de 50x.



Fonte: Própria, 2024.

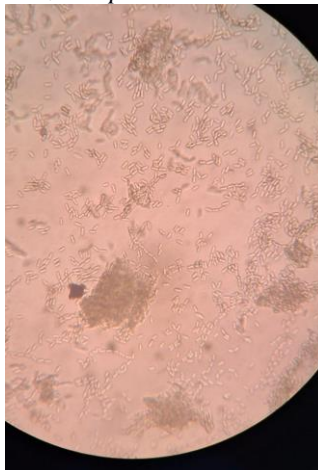
Mesmo com algumas características e pesquisas que remetem aos fungos supracitados como

entomopatogênicos, é necessário ainda considerá-los como contaminantes, em vista que são poucos estudos que abordam sobre essa característica (Zanardo, 2015).

No cerrado as queimadas são muito recorrentes nos períodos mais seco, nisso, a microbiota do solo é modificada em função da resistência de fungos as altas temperaturas, um exemplo resistente a essa adversidade são os *Rhizopus* (Silva *et al*, 2021), os representantes desse gênero tem uma ampla distribuição, desde os usos para fermentações até como causador de patologias em plantas e com potencial de produtor de biomoléculas, como a quitosana, utilizada nas indústrias farmacêutica, alimentícia e até como biocontrolador de patógenos (Rodrigues Vieira, 2018), entretanto, no presente trabalho, foi constatado apenas como contaminante, bem como relatado por Lima-Primo *et al* (2022).

Dos fungos encontrados, o mais estudado por sua capacidade entomopatogênica são os do gênero *Metarhizium* (figura 11), principalmente por sua capacidade de infecção de diversos hospedeiros (Zanardo, 2015). A autora ainda aborda que o *Metarhizium anisopliae* tem alta relação com o ambiente agrícola, sendo comumente encontrado nos diversos agrossistemas, diferente da *Beauveria bassiana*, a qual aparenta ter maior afinidade com ecossistemas naturais. Esses agentes fúngicos têm alta relevância no controle de pragas das monocotiledôneas, como as pastagens e os canaviais (Guerra, Pires & Lima, 2009).

Figura 11: *Metarhizium sp.* visto com microscópio ótico, 50x.



Fonte: Própria, 2024.

Ainda sobre o *Metarhizium*, foi verificado sua maior ocorrência em área de produção de cana de açúcar, além de se correlacionar com a compactação do solo, já que maiores densidades de solo acabam comprometendo as trocas gasosas, diminuindo a disponibilidade de água e dificultando o crescimento hifal (Lanza, Monteiro & Malheiros, 2004).

A alta incidência desses fungos com os sistemas onde há monocotiledôneas implantadas pode estar relacionada ao microclima criado por essas, que favorece o desenvolvimento do fungo em

função das condições, como temperatura e umidade, serem mais propícias (Basso *et al*, 2005).

CONCLUSÕES

Com a realização do estudo, foi concluído que o ambiente tem forte influência na ocorrência fúngica de entomopatogênicos, seja por interferência da vegetação ou por intervenção do manejo.

Acrescenta-se que são necessários maiores estudos sobre gêneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* e *Trichoderma*, a fim de identificar as espécies realmente capazes de controlar entomopragas.

REFERÊNCIAS

AMORIM PESSOA, L. G. *et al*. Compatibility of inseticides with the entomopathogenic fungus *Metarhizium rileyi* (Ascomycota). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. e9911124382, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.24382. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24382>. Acesso em: 30 jun. 2024.

BASSO, Lúcia Mara de Souza *et al*. Controle de larvas de *Boophilus microplus* por *Metarhizium anisopliae* em pastagens infestadas artificialmente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 40, n. 6, p. 595-600, 30 jun. 2005. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pub/article/view/6998>. Acesso em: 25 jun. 2024.

BORGES DA SILVA, Sandra. Identificação e Quantificação de Hemócitos de Fêmeas Ingurgitadas de *Boophilus Microplus* Inoculados Com Fungos *Metarhizium Anisopliae*, *Beauveria Bassiana*, *Penicillium Corylophilum* E *Fusarium Oxysporum*. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro-Instituto De Veterinária, [S. l.], 2006. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/9658>. Acesso em: 21 jun. 2024.

DAMASCENO, Caroline Lopes. Potencial De *Penicillium Citrinum* Para o Controle de *Aspergillus Niger*, Agente Causal Da Podridão Vermelha Do Sisal. 2012. TCC (Bacharelado Em Biologia) - Universidade Federal Do Recôncavo Da Bahia, [S. l.], 2012. Disponível em: <https://ri.ufrb.edu.br/handle/123456789/2365>. Acesso em: 22 jun. 2024.

DIAS, Alex Felix *et al*. Efeito do óleo do nim e de *Trichoderma* sp. sobre larvas de *Tenebrio molitor*. In: V CONBRAFR – CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 2019, Curitiba – PR. Resumo [...]. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/120435073/Efeito_do_%C3%B3leo_do_nim_e_de_Trichoderma_sp_sobre_larvas_de_Tenebrio_molitor. Acesso em: 16 jun. 2024.

DOMINGUES, Maurício Magalhães *et al*. Diversity of entomopathogenic fungi from soils of eucalyptus and soybean crops and natural forest areas. **BRAZILIAN JOURNAL OF BIOLOGY**, [S. l.], v. 82, p. 1-6, 29 nov. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/M3GhdzzhM6CK75BPWgcrBrn/>. Acesso em: 23 jun. 2024.

FERNANDES, Lígia Maria Gonçalves *et al*. *Aspergillus* Entomopatogênicos Como Agentes De Controle Biológico De Pragas Agrícolas. In: SEMINÁRIO DE BIOCONTROLE 2020 - IPA/UFRPE, 2020, Recife - PE. ANAIS DO SEMINÁRIO DE BIOCONTROLE 2020 -IPA/UFRPE [...]. [S. l.]:

Revista Agropecuária Pernambucana, 2021. Disponível em: <https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/241>. Acesso em: 23 jun. 2024.

FONSECA, Luciano Ferreira da. Fatores Ambientais e Tempo De Degradação Foliar De Neonicotinóides No Controle Químico De Insetos Sugadores Em Soja. 2020. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30326>. Acesso em: 16 jun. 2024.

GEREMIAS, L. D. Perspectivas do mercado de controle biológico no Brasil. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 12–13, 2018. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/305>. Acesso em: 25 jun. 2024.

GOETTEL, M. and INGLIS, G. (1997) Fungi: Hyphomycetes. In: Lacey, L.A., Ed., *Manual of Techniques in Insect Pathology*, Academic Press, London, 213-249.

GOMES, Taisa Pavani. Potencial inseticida de *Trichoderma spp.* produzidos por fermentação líquida. 2023. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-05062023-153848/en.php>. Acesso em: 18 jun. 2024.

GOMES, A. M. da S.; SILVA, J. M. da; SANTOS, C. B. dos. O uso indiscriminado de agrotóxicos e suas consequências na saúde humana e no ambiente: revisão bibliográfica. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 1691–1706, 2020. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i3-1041. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1041. Acesso em: 30 jun. 2024.

GUERRA, Diana Mendonça Silva; PIRES, Ana Paula Duarte; LIMA, Elza Áurea de Luna Alves. Persistência De *Metarhizium Anisopliae Spp* No Solo Sob Diferentes Condições De Temperatura E Umidade. **Revista Caatinga**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 1-6, 4 maio 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/266>. Acesso em: 16 jun. 2024.

IVASKO JÚNIOR, S. *et al.* Classificação Do Estado De Mato Grosso Do Sul Segundo Sistema De Zonas De Vida De Holdridge. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 26, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v26i0.61843. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14234>. Acesso em: 29 jun. 2024.

LANZA, Lourenço Maurício; MONTEIRO, Antonio Carlos; MALHEIROS, Euclides Braga. População de *Metarhizium anisopliae* em diferentes tipos e graus de compactação do solo. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 34, n. 6, p. 1757-1762, 2 jun. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/95NBpKd6dLLbbsMgtCHgXXv/?lang=pt>. Acesso em: 17 jun. 2024.

LIMA-PRIMO, Hyanameyka Evangelista de *et al.* Sanidade de sementes de trigo produzidas no Cerrado de Roraima. In: CPAF-RR, 2022, Boa Vista - RR. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1155719>. Acesso em: 23 jun. 2024.

MATOS FILHO, Roque Luziano De Freitas. Manejo Integrado De Cigarrinha-Das-Pastagens No Bioma Cerrado. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal Goiano, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4208>. Acesso em: 17 jun. 2024.

MEDO, J e CAGÁN, L 2011. Factor affecting the occurrence of entomopathogenic fungi in soils of Slovakia as revealed using two methods. *Biological Control*, 59: 200-208.

- MENDES, Leandro Lansiquot. Eficácia do uso de fungos entomopatogênicos no controle de artrópodes ectoparasitas vetores de agentes infecciosos para humanos. 2019. Monografia (Especialização em Diagnóstico e Controle Microbiológico) - Universidade Federal de Minas Gerais, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/37482>. Acesso em: 23 jun. 2024.
- MORA, Margy Alejandra Esparza. Fungos Entomopatogênicos Isolados De Solos De Um Fragmento De Mata Atlântica. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Pós- Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em Biotecnologia Aplicada., [S. l.], 2023. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13531?locale=es>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- MORETTI DE SOUZA, Francis *et al.* Fungos entomopatogênicos associados ao controle da mosca-branca: Uma revisão. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 11, p. 1-12, 21 ago. 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33536>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- NOGUEIRA, Luciano; MELVILLE, Cirano Cruz. Insetos E Ácaros: Resistência A Pesticidas E Estratégias De Manejo. **Revista AgroTecnologia**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 68-74, 9 mar. 2020. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/article/view/9776>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- OLIVEIRA, Lenita Jacob; SALVADORI, José Roberto; CORSO, Ivan Carlos. Plantio direto favorece controle natural de pragas. **Visão Agrícola**, v. 9, p. 99-103, 2009. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/edicoes/plantio-direto>. Acesso em: 17 jun. 2024.
- PARRA, José R. P. Controle Biológico na Agricultura Brasileira. **Entomological Communications**, [S. l.], v. 1, p. ec01002, 2019. DOI: 10.37486/2675-1305.ec01002. Disponível em: <https://www.entomologicalcommunications.org/index.php/entcom/article/view/ec01002>. Acesso em: 30 jun. 2024.
- PINHEIRO DE SOUSA, João Vitor *et al.* Fungos Entomopatogênicos Utilizados Para Controle Biológico De Insetos-Pragas Na Agricultura. **JNT - FACIT BUSINESS AND TECHNOLOGY JOURNAL**, [S. l.], v. 2, n. 46, p. 343-357, 15 out. 2023. Disponível em: <https://revistas.faculdefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/2503>. Acesso em: 23 jun. 2024.
- RODRIGUES VIEIRA, Edson. Potencial Biotecnológico De Amostras De *Rhizopus* Isoladas De Solos Da Caatinga Do Nordeste, Brasil Na Produção De Monohexosilceramidas, Quitina E Quitosana. 2018. Tese (Doutorado em Biotecnologia em Recursos Naturais) - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE, [S. l.], 2018. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/7747>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- ROMÃO, Aline Silva. Análise da comunidade fúngica associada à cana-de-açúcar e estudo da interação *Trichoderma virens* – planta hospedeira. 2010. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, [S. l.], 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-02082010-151201/pt-br.php>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- ROSSETTO, Claudia Antonia Vieira; SILVA, Otniel Freitas; ARAÚJO, Antonio Edilson da Silva. Influência da calagem, da época de colheita e da secagem na incidência de fungos e aflatoxinas em grãos de amendoim armazenados. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 309-315, 3 nov. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/bnrXhY4MFCPJZdNQ6M7qJCN/?lang=pt>. Acesso em: 22 jun. 2024.
- SALDANHA, Mateus Alves *et al.* Caracterização morfofisiológica de fungos entomopatogênicos para o controle biológico de *Oncideres impluviata*. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 776-792,

24 jun. 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/49227>. Acesso em: 15 jun. 2024.

SANTOS OLIVEIRA, Ginarajadaça Ferreira Dos. Controle Biológico De *Nasutitermes Corniger* (Motschulsky) (Isoptera:Termitidae) Por Fungos Entomopatogênicos: *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) (Sorokin), *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Vuillemin), *Isaria javanica* (Frieder e Bally) e *Penicillium sp.* (Fleming) No Amazonas. 2011. TESE (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, [S. l.], 2011. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/4368>. Acesso em: 23 jun. 2024.

SILVA, C. *et al.* Efeito do fogo na abundância e diversidade fúngica no solo do Cerrado. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 1910–1929, 2021. DOI: 10.5902/1980509854717. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/54717>. Acesso em: 30 jun. 2024.

TANZINI, Marcel Ricardo. Controle Do Percevejo-De-Renda-Da-Seringueira (*Leptopharsa heveae*) Com Fungos Entomopatogênicos. 2002. TESE (Doutorado Em Entomologia) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, [S. l.], 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-17092002-161221/pt-br.php>. Acesso em: 22 jun. 2024.

TAVARES DA SILVA, J. B. *et al.* Population density of *Trichoderma* fungi in natural environments and agrosystems of a Cerrado area. **Biota Neotropica**, Sao Paulo, Brazil, v. 20, n. 4, 2020. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/BN/article/view/1767>. Acesso em: 28 jun. 2024.

VIEIRA, João Gabriel Da Fonseca. Estratégias Utilizadas Para Controle De Insetos-Praga Na Cultura Da Soja. 2022. TCC (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Norte do Paraná, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/62859>. Acesso em: 13 jun. 2024.

VILELA, R. C. de O.; VIEIRA, V. A. Uso De Fungos Entomopatogênicos Para O Controle Biológico De Carrapatos Em Bovinos. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 726–737, 2023. DOI: 10.31510/inf.v20i2.1717. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1717>. Acesso em: 30 jun. 2024.

WIERMANN, Isabela Santos De Melo. Metabólitos Com Atividade Inseticida Produzidas Por Fungos Entomopatogênicos. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biotecnologia) - Curso De Graduação Em Biotecnologia, Universidade Federal De São João Del-Rei, [S. l.], 2022. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/cobit/TCC/TCCs%20Defendidos/TCC%20Isabela%20Wiermann.pdf](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/cobit/TCC/TCCs%20Defendidos/TCC%20Isabela%20Wiermann.pdf). Acesso em: 20 jun. 2023.

ZANARDO, Ana Beatriz Rigueti. Abundância de fungos entomopatogênicos da ordem *Hypocreales* e diversidade genética de *Metarhizium spp.* isolados de amostras de solo de áreas representativas de cinco biomas brasileiros. 2015. Tese (Doutorado Em Entomologia) - Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, [S. l.], 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-22092015-140424/pt-br.php>. Acesso em: 21 jun. 2024.