

INSTITUTO FEDERAL

Goiano

Campus Rio Verde

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**Panorama e desafios do controle biológico: compatibilidade entre
defensivos químicos e biológicos**

LARA LORRAYNE FERREIRA ALVES

Rio Verde – GO

2025

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE**

BACHARELADO EM AGRONOMIA

LARA LORRAYNE FERREIRA ALVES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde,
como requisito parcial para a obtenção do Grau de
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Profº. Drº. Alaerson Maia Geraldine

Rio Verde – GO

2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

A474p Alves, Lara Lorrayne Ferreira
Panorama e desafios do controle biológico: compatibilidade entre
defensivos químicos e biológicos / Lara Lorrayne Ferreira Alves.
Rio Verde 2025.

26f. il.

Orientador: Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220024 -
Bacharelado em Agronomia - Integral - Rio Verde (Campus Rio
Verde).
1. Controle biológico. 2. Trichoderma. 3. Metarhizium. 4.
Beauveria. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese (doutorado) | ☐ Artigo científico |
| ☐ Dissertação (mestrado) | ☐ Capítulo de livro |
| ☐ Monografia (especialização) | ☐ Livro |
| ☒ TCC (graduação) | ☐ Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Lara Lorrayne Ferreira Alves

Matrícula:

2019102200240171

Título do trabalho:

Panorama e desafios do controle biológico: compatibilidade entre defensivos químicos e biológicos

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 12 / 03 / 2025

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
LARA LORRAYNE FERREIRA ALVES
Data: 12/03/2025 12:08:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rio Verde

Local

12 / 03 / 2025

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
ALAERSON MAIA GERALDINE
Data: 12/03/2025 16:19:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 13/2025 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 26 dia(s) do mês de fevereiro de 2025, às 9 horas reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Alaerson Maia Geraldine (orientador), Eugênio Miranda Sperandio (membro externo), Darliane de Castro Santos (membro interno) para examinar o Trabalho de Curso intitulado "Panorama e desafios do controle biológico: compatibilidade entre defensivos químicos e biológicos. do(a) estudante Lara Lorryne Ferreira Alves, Matrícula nº 2019102200240171 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano – Campus Rio verde-Go. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Alaerson Maia Geraldine

Orientador(a)

(Autorizou assinatura via presidente da banca)

Eugênio Miranda Sperandio

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Darliane de Castro Santos

Membro

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Alaerson Maia Geraldine, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 11/03/2025 15:49:41.
- **Darlíane de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 11/03/2025 16:35:28.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/03/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 685403

Código de Autenticação: 1fb0f34d15



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

RESUMO

Alves, Lara Lorrayne Ferreira. **PANORAMA E DESAFIOS DO CONTROLE BIOLÓGICO: COMPATIBILIDADE ENTRE DEFENSIVOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS**. 2025. 26p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2025.

O uso de produtos químicos para o controle de pragas e doenças é um método muito eficiente e ainda o mais utilizado nos grandes cultivos, no entanto, tem se observado um aumento pela busca de produtos biológicos visando o manejo integrado. O gênero *Trichoderma* é um dos principais grupos que contém fungos capazes de controlar doenças do solo e ainda induzir o crescimento das plantas. Já dentre os fungos entomopatogênicos, fungos do gênero *Metarhizium* e *Beauveria* são os que mais se destacam pela alta eficiência no controle de insetos praga. Pelo fato do posicionamento junto aos produtos químicos, é preciso entender que algumas moléculas têm o potencial de afetar negativamente o desenvolvimento dos agentes de controle biológico. As moléculas Tiametoxam, Fipronil, Metalaxil, Carboxin, Tiram, Chlorothalonil e Glifosato não interferiram na viabilidade de *Trichoderma*. O acefato foi considerado moderadamente tóxico à *Metarhizium* e o fipronil reduziu de forma significativa a viabilidade da *B. bassiana*. Quanto aos herbicidas, o clomazone+ametrina e 2,4 diclorofenoxiacético inibiram o crescimento micelial, a produção e a viabilidade dos conídios de *B. bassiana* e *M. anisopliae*. Conclui-se que a compatibilidade é um fator importante para garantir a eficácia dos produtos biológicos.

Palavras-chave: Controle biológico, *Trichoderma*, *Metarhizium* e *Beauveria*.

ABSTRACT

Alves, Lara Lorrayne Ferreira. **PANORAMA AND CHALLENGES OF BIOLOGICAL CONTROL: COMPATIBILITY BETWEEN CHEMICAL AND BIOLOGICAL PESTICIDES.** 2025. 26p. Course Completion Work (Bachelor's Degree in Agronomy). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2025.

The use of chemical products to control pests and diseases is a very efficient method and still the most used in large crops, however, there has been an increase in the search for biological products aiming at integrated management. The genus *Trichoderma* is one of the main groups that contains fungi capable of controlling soil diseases and also inducing plant growth. Among the entomopathogenic fungi, fungi of the genus *Metarhizium* and *Beauveria* are those that stand out most for their high efficiency in controlling insect pests. Due to their positioning next to chemicals, it is necessary to understand that some molecules have the potential to negatively affect the development of biological control agents. The molecules Thiamethoxam, Fipronil, Metalaxyl, Carboxin, Tiram, Chlorothalonil and Glyphosate did not interfere with the viability of *Trichoderma*. Acephate was considered moderately toxic to *Metarhizium* and fipronil significantly reduced the viability of *B. bassiana*. As for herbicides, clomazone+amethrin and 2,4 dichlorophenoxyacetic acid inhibited mycelial growth, production and viability of conidia of *B. bassiana* and *M. anisopliae*. It is concluded that compatibility is an important factor in ensuring the effectiveness of biological products.

Keywords: Biological control, *Trichoderma*, *Metarhizium* and *Beauveria*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1	A Fitopatologia e as Doenças de Plantas	7
2.2	A Entomologia e os Insetos de Importância Agrícola	8
2.3	Controle Biológico	9
2.4	<i>Trichoderma sp.</i> como Fungicida Microbiológico	11
2.5	<i>Beauveria sp.</i> como Inseticida Microbiológico	13
2.6	<i>Metarhizium sp.</i> como Inseticida Microbiológico	13
2.7	Controle Químico e Biológico em Sistemas Produtivos de Soja e Milho....	14
2.8	Compatibilidade entre Químicos e Biológicos.....	16
2.8.1	Compatibilidade de químicos com <i>Trichoderma sp.</i>	16
2.8.2	Compatibilidade de químicos com <i>Metarhizium sp.</i> e <i>Beauveria sp.</i>	17
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é um dos setores de grande destaque na economia mundial e atua como um importante esteio de sustentação do sistema econômico do Brasil. O PIB do agronegócio brasileiro no primeiro semestre de 2024 foi de R\$ 2,50 trilhões, deste valor, 1,74 trilhão corresponde ao ramo agrícola (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2024).

O estado de Goiás tem grande relevância neste cenário produtivo, segundo dados da Conab apresentados no portal do Governo de Goiás em outubro de 2024, a safra goiana de grãos deve atingir 33 milhões de toneladas na safra 2024/2025. Neste contexto, a região do sudoeste goiano se destaca na produção de soja e milho, essencialmente em sistema de plantio sucessivo, em que há o plantio de soja assim que se inicia o período de chuvas, seguido do plantio de milho ou sorgo, na segunda safra.

Na busca desses resultados satisfatórios no cultivo desses grãos, se faz necessário a adoção de uma série de manejos que englobam desde práticas no preparo de solo até o acompanhamento do desenvolvimento da cultura e cuidados após a colheita. No período do cultivo, o manejo de pragas e doenças é fundamental, uma vez que as doenças constituem um dos principais fatores limitantes da produtividade (Cota *et al.*, 2013) e as pragas, quando fora do controle, podem inviabilizar até produções inteiras (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2019).

Para o controle de pragas e doenças que estejam presentes durante o ciclo das culturas, o ideal é que se adote o Manejo Integrado de Pragas (MIP), e no mesmo sentido, o Manejo Integrado de Doenças (MID), que se baseiam em princípios fundamentados na integração de táticas de controle como controle cultural, biológico, comportamental, genético e varietal afim de que o manejo não seja exclusivamente baseado no uso de defensivos agrícolas (Kogan, 1998).

No ano de 2018, a indústria brasileira de controle biológico registrou um dos maiores índices de crescimento da sua história, em que faturou 77% a mais do que no ano de 2017 (Bettiol; Silva; Castro, 2019). Desde então, tem sido evidenciado uma maior procura desses produtos para que sejam incluídos no manejo de pragas e doenças em sistemas produtivos de soja e milho. Para isso, são utilizados micro e macrorganismos que atuam na regulação das populações de seus hospedeiros (Meyer *et al.*, 2019).

Apesar da expansão do uso de materiais de soja e milho com biotecnologias para conter pragas e doenças, ainda assim, o controle tem ficado muito restrito ao uso de defensivos químicos, o que vem causando desequilíbrios nas populações de insetos e microrganismos

naturais do ambiente, resistências nos organismos alvos por alta exposição das moléculas e baixa ou até mesmo nenhuma eficácia no controle de algumas doenças e insetos.

Os fungos são amplamente utilizados para fins de controle biológico. Dentre eles a *Beauveria sp.* e o *Metarhizium sp.* atuam como inseticidas no controle de percevejos e outros, e o *Trichoderma sp.* que atua no controle de outros fungos, agindo contra as principais doenças que acometem as raízes em cultivos de soja e milho no sudoeste goiano. Se posicionados corretamente, ou seja, juntamente com os químicos que são compatíveis, têm grande sinergia.

Tendo isso em vista, se faz importante a busca por compatibilidade de uso entre biopesticidas e produtos químicos, pois, uma vez que esses produtos interagem, algumas moléculas químicas têm o poder de reduzir o potencial germinativo dos fungos que atuam como agente de controle biológico. Sendo assim, o objetivo com esse trabalho foi discutir sobre controle biológico, os principais fungos utilizados para tal prática, e, ao final, serão apresentadas algumas moléculas que já foram submetidas a testes *in vitro* de compatibilidade com os agentes de controle biológico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Fitopatologia e as Doenças de Plantas

Fitopatologia é uma palavra de origem grega, em que *phyton* significa planta, *phatos* significa doença e *logos* significa estudo, e indica a ciência que estuda as doenças das plantas em todos os seus aspectos, desde a diagnose, sintomatologia, passando pela etiologia e epidemiologia, até chegar ao manejo (Filho; Kitajima, 2018).

Tendo a doença como objeto central da fitopatologia, sua definição passou por alterações ao longo dos anos com o avanço das descobertas, sendo uma delas a de Agrios (1997) que diz que doença é o mal funcionamento de células e tecidos do hospedeiro que resulta da sua contínua irritação por um agente patogênico ou fator ambiental e que conduz ao desenvolvimento de sintomas. Doença é uma condição envolvendo mudanças anormais na forma, fisiologia, integridade ou comportamento da planta. Tais mudanças podem resultar em dano parcial ou morte da planta ou de suas partes.

Há outra definição muito aceita para doença na fitopatologia, segundo Gaumann (1950), doença de planta é um processo dinâmico, no qual hospedeiro e patógeno, em íntima relação com o ambiente, se influenciam mutuamente, do que resultam modificações morfológicas e fisiológicas. Assim, a partir dessa definição surge a ideia do triângulo da doença (figura 1), em que seus vértices constituem fatores que ao interagirem entre si, resultam na doença. Esses fatores compreendem um hospedeiro suscetível, um ambiente favorável e a presença de um microrganismo patogênico.

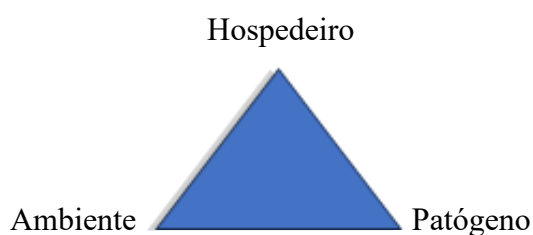


Figura 1. Fatores que resultam na doença. A severidade varia de acordo com a intensidade de cada fator.

As principais doenças que acometem a soja na região do sudoeste goiano são: ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), oídio (*Microsphaera diffusa*), míldio (*Peronospora manshurica*), podridão do carvão (*Macrophomina phaseolina*), mancha alvo (*Corynespora cassicola*), fusariose (*Fusarium solani*), os nematoides das lesões

radiculares (*Pratylenchus brachyurus*), do cisto (*Heterodera glycines*) e das galhas (*Meloydogine incognita*) e as doenças de fim de ciclo como a antracnose (*Colletotrichum truncatum*), cercosporiose (*Cercospora kikuchii*), mancha parda (*Septoria glycines*), e mancha olho de rã (*Cercospora sojina*). Já o milho é acometido com frequência pelo complexo do enfezamento, nematoides das lesões radiculares e das galhas e turcicum (*Helminthosporium turcicum*), de acordo com dados do Instituto Goiano de Agricultura (2022) e conhecimento prático de acompanhamento de cultivos na região.

2.2 A Entomologia e os Insetos de Importância Agrícola

A palavra entomologia tem origem grega, cuja união de dois radicais, *entomon* (inseto) e *logos* (estudo), designam estudo dos insetos. Assim, a entomologia é a especialidade da Biologia que estuda os insetos e suas relações com as mais diversas áreas de conhecimento, como ecologia, comportamento, controle biológico, manejo integrado de pragas, resistência de plantas a artrópodes, entomologia florestal, urbana e veterinária, entre outros (Leite, 2011).

O campo da entomologia agrícola estuda os insetos que se fazem presentes em plantas de áreas cultivadas. Neste cenário os insetos passam a ser denominados como pragas, isso porque eles conflitam com os lucros esperados nas produções por causarem danos e lesões nas plantas, flores e frutos. Conhecer sobre o comportamento, alimentação, hábitos e ciclo de vida dos insetos é crucial para que seja adotado o manejo correto em situações de aumento populacional (Gullan; Cranston, 2017).

Ao se alimentarem das plantas, os insetos causam diversas injúrias, podendo ser lesões em órgãos subterrâneos, broqueamento (confecção de galerias no interior de órgãos subterrâneos, caule, frutos e grãos), contribuição para o surgimento de galhas, provocam a desfolha, confeccionam minas (galerias surgidas nas folhas devido a destruição do mesófilo foliar), além de realizarem a sucção de seiva, introduzirem toxinas no organismo das plantas e são grandes vetores de doenças, principalmente viroses. Tudo isso acarreta em prejuízo por queda na produção agrícola (Picanço, 2010).

Quanto as pragas de importância agrícola para os cultivos de soja e milho no sudoeste goiano se destacam o complexo de *Spodoptera* (*S. eridania*, *S. frugiperda* e *S. cosmioides*), a *Helicoverpa armígera* e *Helicoverpa zea*, o percevejo marrom (*Euschistus eros*) e barriga-verde (*Diceraeus melacanthus*), além da mosca branca (*Bemisia tabaci*) e da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), que além das injúrias que causam, são vetores de doenças importantes.

2.3 Controle Biológico

A definição de controle biológico sofreu alterações ao longo dos anos e tem diversas definições aceitas. Para DeBach (1964), controle biológico é a ação de parasitoides, predadores ou patógenos que mantêm a densidade populacional de outros organismos numa média mais baixa do que ocorreria em sua ausência. Já Van Den Bosh *et al.* (1982) definem controle biológico como a regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais ou, simplesmente, o restabelecimento do balanço da natureza. Em outras palavras, o controle biológico ocorre através da utilização de um microrganismo não patogênico para controlar outro microrganismo patogênico (Medeiros *et al.*, 2018).

Os agentes de controle biológico podem ser distinguidos de acordo com o modo com que agem sobre o alvo. Podem ser referidos como predadores, parasitoides ou patógenos. E ainda podem ser classificados como macrorganismos ou microrganismos. Dentre os macrorganismos se inclui os insetos parasitoides e predadores, ácaros predadores, aves e qualquer animal que pode ser visto a olho nu. Já os microrganismos são considerados os fungos, bactérias, vírus e protozoários (Filho; Macedo, 2011).

No Agrofít, em uma busca feita em dezembro de 2023, havia 516 produtos microbiológicos registrados, sendo eles acaricidas, bactericidas, fungicidas, inseticidas e nematicidas. Já em outra busca feita em março de 2025, foi observado um aumento de 23,1% nos registros, agora sendo 635 produtos (gráfico1). A classe que mais aumentou o número de produtos registrados foi de nematicidas microbiológicos, com aumento de 42%, passando de 69 para 98 produtos. Estes dados estão representados no gráfico 2.

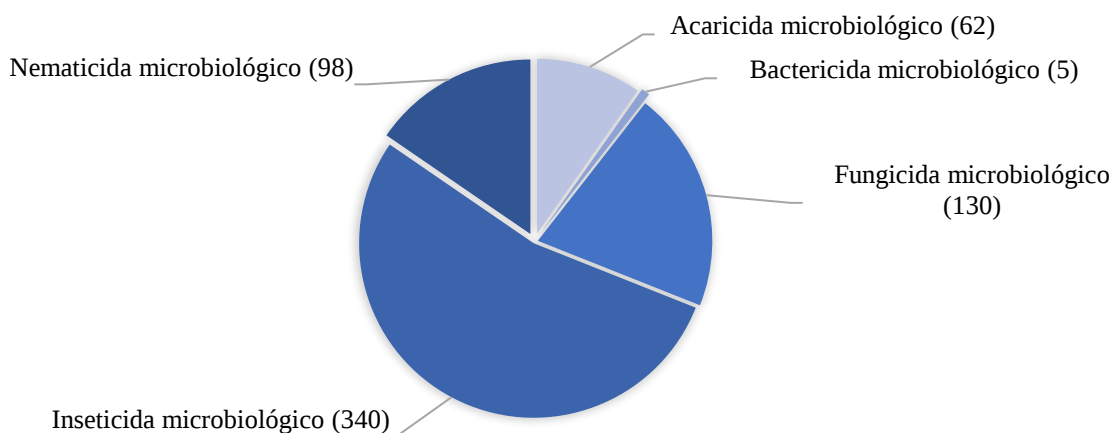


Gráfico 1. Relação de quantidade de produtos microbiológicos registrados no Agrofít (2025).

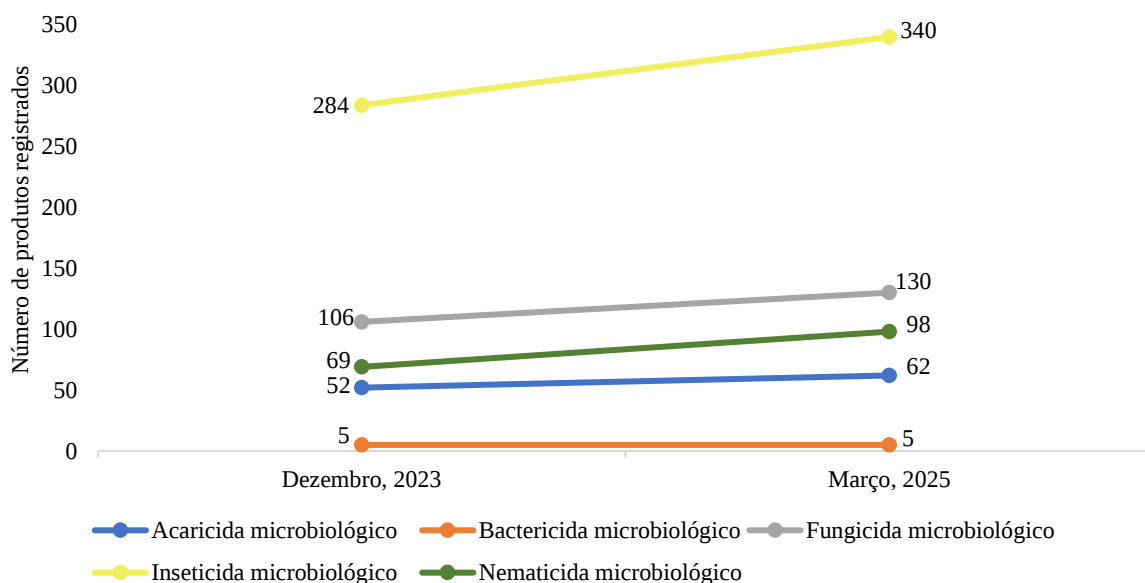


Gráfico 2. Relação do aumento da quantidade de produtos registrados no Agrofit (2025) entre dezembro (2023) e março (2025).

Dentre os microrganismos mais utilizados nos produtos registrados destas classes estão as bactérias do gênero *Bacillus* e os fungos dos gêneros *Trichoderma*, *Beauveria* e *Metarhizium*. Na tabela 1 estão descritos todos os agentes de controle encontrados nas formulações dos produtos comerciais.

Tabela 1. Dados de todos os ingredientes ativos de produtos microbiológicos registrados no Agrofit.

Classificação do produto	Agente de controle
Acaricida (62)	<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Hirsutella thompsonii</i> , <i>Beauveria</i> + <i>Metarhizium</i>
Bactericida (5)	<i>Bacillus subtilis</i> e <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
Fungicida (130)	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>B. thuringiensis</i> , <i>B. velezensis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. circulans</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>Trichoderma afroharzianum</i> , <i>T. asperellum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningiopsis</i> .
Inseticida (340)	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>B. thuringiensis</i> , <i>Baculovirus</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Cordyceps javanica</i> , <i>Isaria fumosorosea</i> , <i>Isaria javanica</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Metarhizium rileyi</i> , <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , <i>Pseudomonas chlororaphis</i> ,
Nematicida (98)	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>Bacillus circulans</i> , <i>Bacillus firmus</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus methylotrophicus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus velezensis</i> , <i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Pasteuria nishizawae</i> , <i>Pochonia chlamydosporia</i> , <i>Pseudomonas oryzae</i> , <i>Purpureocillium lilacinum</i> , <i>Trichoderma endophyticum</i> , <i>Trichoderma harzianum</i>

Uma das maneiras de realizar o controle biológico é a partir da liberação de agentes de controle em massa em áreas infestadas para o controle direto da espécie-alvo. Esse método é uma forma de controle biológico aumentativo e que se baseia em liberações inundativas, podendo ser exemplificado pelos agentes entomopatógenos, tais como certas bactérias e fungos, utilizados como inseticidas microbianos (Gullan; Cranston, 2017).

Como regra geral, as publicações técnicas e científicas recomendam doses de, pelo menos, 1×10^{12} propágulos (conídios aéreos, conídios submersos e/ou blastosporos) por hectare quando se adota a estratégia de controle biológico inundativo (Faria *et al.*, 2022). Além disso, para um bom resultado no campo deve ser levado em consideração as condições climáticas no momento de aplicação, uma vez que temperatura, umidade e raios UV interferem de forma negativa no crescimento dos fungos.

Quando é feita a disseminação de microrganismos, sobretudo de fungos entomopatogênicos que visam o controle de insetos praga, ocorre um fenômeno. Tal fenômeno é conhecido por epizootia e é caracterizado por uma elevada prevalência de um patógeno que resulta na morte de grande parte dos infectados. Após a morte do inseto, ao final do ciclo de infecção, o fungo esporula para iniciar outro ciclo de infecção (Fontes; Inglis, 2020).

2.4 *Trichoderma* sp. como Fungicida Microbiológico

Fungos do gênero *Trichoderma* encontram-se entre os agentes de controle biológico mais estudados e empregados na produção agrícola mundial. Isto porque, além de possuírem grande potencial para melhorar a sanidade e o desenvolvimento de plantas, não são patogênicos ao homem e ao meio ambiente (Lucon *et al.*, 2014). O seu ciclo de vida compreende na germinação de esporos que formam hifas, essas hifas se transformam em conidióforos que liberam os conídios (Machado, 2012).

Dos produtos à base de *Trichoderma*, a espécie *Trichoderma harzianum* é a mais comercializada mundialmente. Dentre os modos de ação das espécies deste fungo pode ocorrer a competição por espaço e nutriente, o parasitismo de fungos fitopatogênicos, a liberação de compostos que inibem o crescimento de outros microrganismos (antibiose) além da produção de metabólitos que auxiliam no desenvolvimento do sistema radicular (Bettiol *et al.*, 2019).

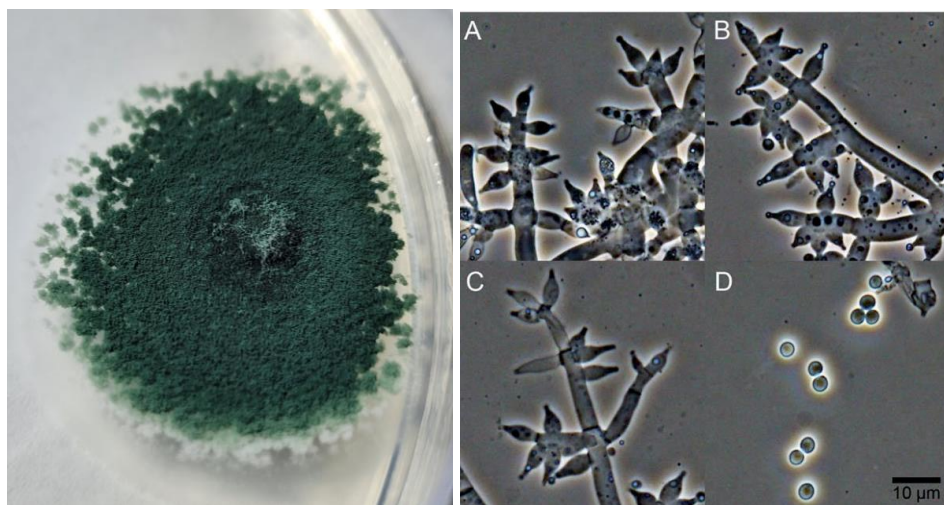


Figura 2. Na primeira foto *Trichoderma asperellum*. em meio BDA (autoria própria). Na segunda foto *Trichoderma harzianum* KUC21203. (AC) Conidióforo. (D) Conídios (Fonte: Jang *et al*, 2018).

Através do micoparasitismo, antibiose, competição, espécies do gênero *Trichoderma* conseguem parasitar e degradar a parede celular de fitopatógenos, inibir a germinação de esporos, o crescimento de hifas e o desenvolvimento de estruturas de resistência como escleródios e clamidósporos de um amplo número de patógenos, como: *Aspergillus*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Macrophomina*, *Monilia*, *Penicillium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Verticillium*, dentre outros (Monte; Bettiol; Hermosa, 2019).

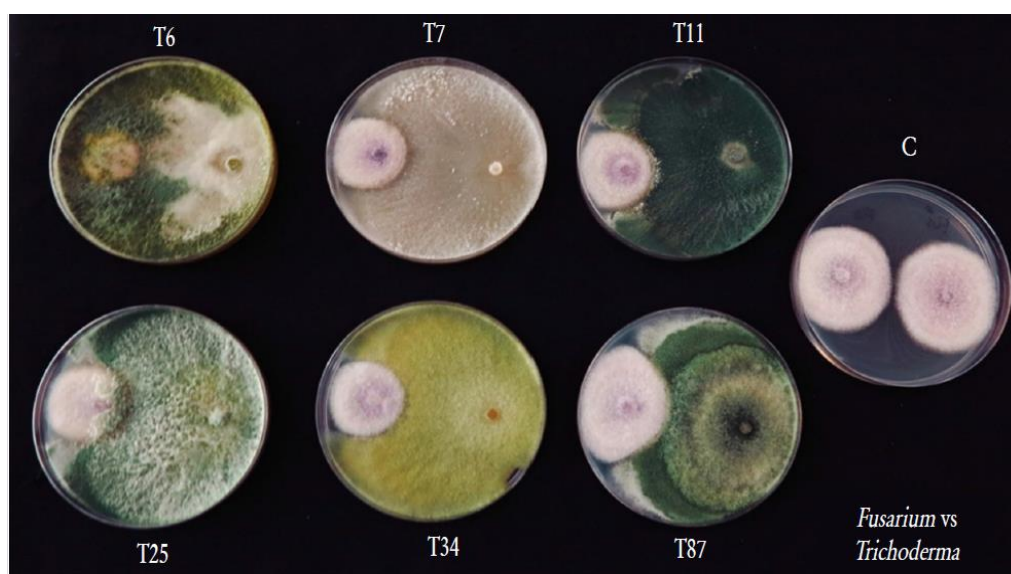


Figura 3. Cultivos pareados em placas de *Fusarium oxysporum* (esquerda) e *Trichoderma* spp. (direita) após 120 h de crescimento em meio batata-dextrose-ágar. T6=*T. parareesei*, T7= *T. hamatum*, T11= *T. atroviride*, T25= *T. asperellum*, T34=*T. harzianum* e T87=*T. virens*; C=testemunha (Fonte: Monte; Bettiol; Hermosa, 2019).

2.5 *Beauveria* sp. como Inseticida Microbiológico

O gênero *Beauveria* engloba várias espécies, sendo a espécie *Beauveria bassiana* a mais utilizada no controle biológico. Trata-se de um fungo com grande potencial entomopatogênico e é encontrado naturalmente nos solos (Feijó, 2004). Seus conídios germinam produzindo tubos germinativos, que posteriormente formam o micélio. Este que se caracteriza por hifas hialinas e septadas, que originam conidióforos simples ou ramificados, estrutura na qual são formados os conídios, quando então, o ciclo se repete. (Alves, 1998).

Ainda segundo Alves (1998), a *Beauveria bassiana* possui uma grande variedade de hospedeiros sendo capaz de colonizar insetos dos gêneros *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Hemiptera*, *Diptera*, *Hymenoptera* e *Orthoptera*. Assim, é amplamente utilizada como ferramenta no controle biológico para conter as principais pragas que acometem lavouras como a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), o percevejo marrom (*Euschistus heros*), a mosca-branca (*Bemisia tabaci*), a cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) dentre outras pragas, conforme contido na indicação de uso presente nas bulas dos produtos registrados no Agrofit (2023).

Os conídios de *Beauveria bassiana* germinam na superfície do inseto-praga, penetram em seu tegumento e o coloniza internamente. A liberação de toxinas na hemolinfa do inseto causa desnutrição, danos físicos, e a morte do hospedeiro. Insetos colonizados pelo fungo tornam-se duros e cobertos por uma camada pulverulenta de conídios, visível a olho nu em tons de branco (Moraes, 2022).

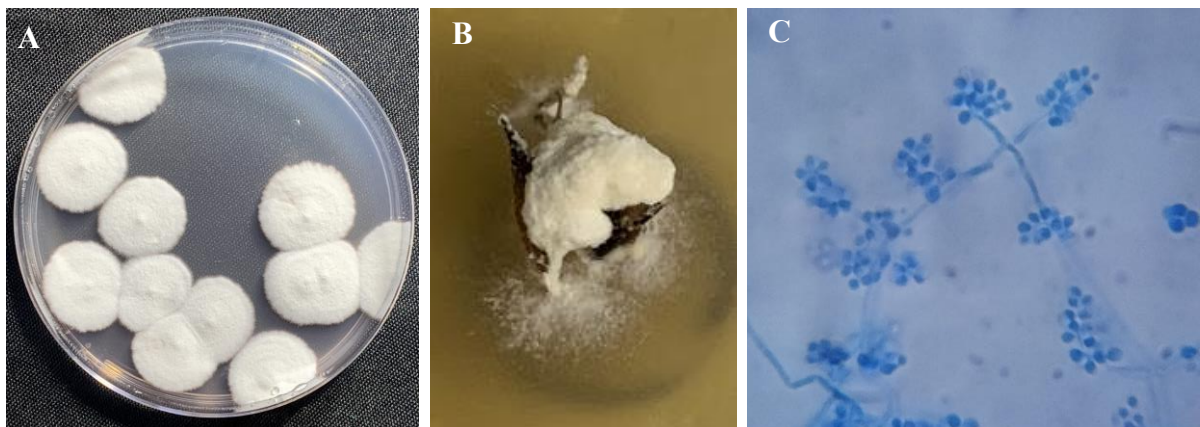


Figura 4. (A) Colônia do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. (B) *Euschistus heros* colonizado por *B. bassiana*. (C) Conídios e conidióforo de *B. bassiana* em microscopia (Fonte: autoria própria).

2.6 *Metarhizium* sp. como Inseticida Microbiológico

Das espécies do gênero *Metarhizium*, o fungo *Metarhizium anisopliae* é o que vem sendo utilizado desde 1970 para o controle da cigarrinha da cana-de-açúcar. Apresenta micélio

hialino e septado, com conidióforos característicos, sobre os quais surgem conídios cilíndricos organizados em colunas. Este fungo ao atacar os insetos provoca rigidez e os recobre por uma camada pulverulenta de conídios, resultando em colorações que variam do verde claro ao escuro, cinza ou branco com pontos verdes (Alves, 1998 e Arruda, 2005).

O processo de infecção de *M. anisopliae* sobre hospedeiros artrópodes inicia-se com a deposição do conídio sobre o tegumento do hospedeiro, seguido por germinação, penetração, colonização, exteriorização das estruturas do fungo e produção de esporos (Beys da Silva *et al.*, 2013). Após o processo de penetração, o fungo inicia a etapa de colonização do hospedeiro. As hifas que atravessam a cutícula, sofrem um engrossamento e se ramificam, liberando toxinas que causam a paralisação do hospedeiro (Bidochka; Leger; Roberts, 1997).

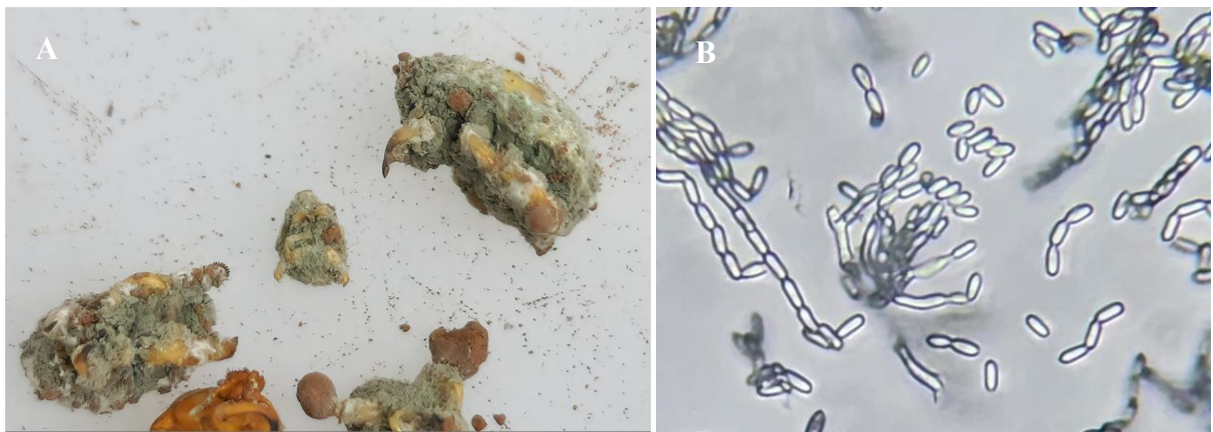


Figura 5. (A) Percevejo castanho (*Scaptocoris castanea*) colonizado por *Metarhizium anisopliae*. (B) Microscopia de conídios e conidióforos de *Metarhizium anisopliae* (Fonte: autoria própria)

Seus hospedeiros de importância agrícola incluem o percevejo castanho (*Scaptocoris castanea*), cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta* e *Zulia entrieriana*), cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*), percevejo marrom (*Euschistus heros*), lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), lagarta das folhas (*Spodoptera eridania*), lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), tripes (*Frankliniella schultzei*), dentre outras pragas conforme contido na indicação de uso das bulas dos produtos registrados no Agrofite (2023).

2.7 Controle Químico e Biológico em Sistemas Produtivos de Soja e Milho

De acordo com a nova classificação toxicológica definida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) em 2019, os produtos químicos passaram a ser divididos em 6 categorias de acordo com os riscos que oferecem à saúde humana quando em contato, listados na Tabela 2.

Tabela 2. Nova classificação toxicológica atualizada em agosto de 2019.

	Classificação toxicológica	Quantidade de produtos registrados
	Classe I - Extremamente tóxico	43
	Classe II - Altamente tóxico	79
	Classe III - Moderadamente tóxico	136
	Classe IV - Pouco tóxico	599
	Classe V - Improvável de causar dano agudo	899
	Não classificado	168
	TOTAL	1.924

Além da classificação toxicológica, outro fator levado em consideração quanto aos defensivos químicos é a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA). As classes são definidas pelo Ibama (2022) e a classificação final é obtida a partir de um somatório dos parâmetros parciais que consideram informações sobre solubilidade, mobilidade, adsorção, hidrólise, fotólise, biodegradabilidade, toxicidade a organismos do solo, aéreos ou aquáticos. Os produtos poderão ser enquadrados nas classes que estão contidas na tabela 3.

Tabela 3. Classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA) definido pelo Ibama.

Classe I	Produto altamente perigoso ao meio ambiente
Classe II	Produto muito perigoso ao meio ambiente
Classe III	Produto perigoso ao meio ambiente
Classe IV	Produto pouco perigoso ao meio ambiente

Tais informações são importantes para entender o efeito da escolha de um produto químico considerando o sistema como um todo. Quando se utilizamos produtos classe IV (que são pouco perigosos ao meio ambiente), maior a diversidade biológica encontrada nos locais de aplicação pelo seu baixo impacto ambiental.

Isso pode direcionar quais os produtos mais preferíveis a serem utilizados em sistemas que ocorrerá a aplicação tanto de químicos quanto de biológicos. Quanto mais produtos enquadrados na classe I forem utilizados, maior o impacto na biodiversidade com um todo, incluindo efeito negativo sob os agentes de controle biológico ali inseridos podendo anular sua eficácia. Sendo assim, a escolha de moléculas com nível de periculosidade ambiental menor aumenta a possibilidade de ação do biológico.

Dentre as principais classes de produtos químicos existentes (herbicidas, inseticidas e fungicidas), a classe que mais oferece risco ao manejo biológico são de fungicidas, seguido dos inseticidas e herbicidas, a depender da molécula química e os inertes que o constituem.

2.8 Compatibilidade entre Químicos e Biológicos

Nesse tipo de manejo que associa químicos e biológicos em algum momento ocorre a interação entre eles, seja durante seu tempo de ação ou ainda no tanque de pulverização, o que pode acabar reduzindo ou até mesmo anulando o desenvolvimento dos agentes de controle microbiológicos. Eles precisam permanecer viáveis para desempenhar sua finalidade, e para isso, é preciso saber quais as moléculas químicas tem um impacto negativo menor na germinação das estruturas reprodutivas dos fungos.

2.8.1 Compatibilidade de químicos com *Trichoderma sp.*

É de suma importância que, antes do plantio, as sementes tenham passado por um Tratamento de Sementes Industrial (TSI) ou *on farm* para que confira proteção para a planta sob as principais doenças e pragas de solo que acometem o cultivo logo no início. O *Trichoderma* como um agente de controle de doenças de solo precisa ser usado com um químico compatível, uma vez que mesmo se for aplicado no sulco ainda assim terá interação com os químicos utilizados no tratamento de semente.

Em seus estudos, Dalacosta (2019) observou incompatibilidade no tratamento de sementes com *Trichoderma* e Tiram/Carbendazin + Imidacloprido/ Tiodicarbe e Tiofanato Metílico/ Fluazinam + Bifentrina/Imidacloprido, porque ocorria 100% a inibição do crescimento do agente de controle biológico *Trichoderma harzianum*. De forma semelhante, Botelho (2022) concluiu que os fungicidas Picoxistrobina/Ciproconazol e Propiconazol/Difenoconazol inibiram completamente as cepas de *Trichoderma* testadas.

Já Dias Neto (2014) e Werle (2017) concluíram que o ingrediente ativo Tiametoxam (inseticida) não influenciou na esporulação do *T. harzianum*. No mesmo sentido, o Fipronil apresentou compatibilidade com cepas de *Trichoderma* nos testes feitos por Botelho (2022). May e Kimati (1999), utilizando os fungicidas a base de Metalaxil, Carboxin, Tiram e Chlorothalonil não interferiram no desenvolvimento do *Trichoderma*. Quanto a compatibilidade com herbicidas, cita que glifosato é compatível com *T. harzianum*.

Há diversos estudos realizados com vários ingredientes ativos e diferentes espécies de *Trichoderma*, sendo assim, os resultados variam de acordo com a combinação testada, a forma

de aplicação em campo (se através do tratamento de sementes ou no sulco de plantio) sofrendo influência até mesmo da formulação do produto.

2.8.2 Compatibilidade de químicos com *Metarhizium sp.* e *Beauveria sp.*

Aplicações recorrentes de inseticidas são feitas durante todo o ciclo da cultura a depender da necessidade. Para aproveitar as aplicações, de forma recorrente, os inseticidas biológicos são misturados no tanque de pulverização junto aos químicos, sendo eles herbicidas, fungicidas ou inseticidas químicos.

Para a cigarrinha do milho e percevejo marrom, o acefato, imidacloprido e bifentrina são os principais ingredientes ativos que agem no controle dessas pragas. Moino Jr. e Alves (1998) em teste *in vitro* utilizando imidacloprido e fipronil citam que esses químicos tiveram interferência pouco significativa no desenvolvimento de *M. anisopliae*. Costa *et al.* (2018) utilizando o *M. rileyi* obteve resultado moderadamente tóxico do acefato, enquanto as moléculas acetamiprido e imidacloprido não interferiram na produção de conídios deste fungo.

Na interação entre *B. bassiana* e os químicos imidacloprido e fipronil, o imidacloprido se apresentou menos tóxico que o fipronil para o fungo entomopatogênico segundo Moino Jr. & Alves (1998), resultado parecido ao de Botelho e Monteiro (2011) em que o fipronil reduziu de forma significativa a viabilidade da *B. bassiana*.

Quanto aos herbicidas, os formulados com clomazone+ametrina e com 2,4 diclorofenoxiacético inibiram o crescimento micelial, a produção e a viabilidade dos conídios de *B. bassiana* e *M. anisopliae* em todas as doses avaliadas por Botelho e Monteiro (2011) tendo a viabilidade dos conídios de *M. anisopliae* não afetada pelo herbicida à base de imazapir. Duarte *et al.*, (2019) observaram maior viabilidade de *M. anisopliae* com tebutiuram.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transição de uso de biológicos é necessária. Entender a interação entre moléculas químicas e agentes de controle biológico é fundamental para esse processo.

Produtos biológicos que tiverem o percentual de germinação de conídios reduzidos por consequência da interação com algum químico previamente testado *in vitro* precisam passar por reajuste de dose para que ocorra uma compensação de esporos viáveis afim de não perder o potencial do produto biológico, isso para casos em que o efeito negativo for relativamente baixo. Em casos mais extremos, onde o agente de controle biológico se torna totalmente inviável, não é recomendado a mistura em tanque nem a aplicação onde ocorrerá interação em algum momento, sendo necessário o rearranjo dos produtos do manejo.

Mais estudos *in vitro* de compatibilidade precisam ser feitos para que possa abranger mais cepas e todos os produtos químicos usados comumente em manejos de soja e milho, uma vez que foram poucos materiais encontrados na literatura com esse enfoque. Além do mais, os arranjos precisam ser validados em campo.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 4th ed. New York: Academic Press, 1997. 635 p.

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 04 mar. 25.

ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. 2ª ed. São Paulo: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba. 1998. 891p.

ARRUDA, W.; LUBECK, I.; SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M. H. **Morphological alterations of *Metarhizium anisopliae* during penetration of *Boophilus microplus* ticks**. Exp. Appl. Acarol. 37, 231–244. 2005.

AVALIAÇÃO ambiental para registro de agrotóxicos, seus componentes e afins de uso agrícola. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)**. Novembro de 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/avaliacao-ambiental#5-1-3-planilha-para-classifica--o-do-potencial-de-periculosidade-ambiental--ppa->>. Acesso em 7 jan. 2024.

BETTIOL, W.; PINTO, Z. V.; SILVA, J. C.; FORNER, C.; FARIA, M. R.; PACÍFICO, M. G.; COSTA, L. S. A. S. Produtos comerciais à base de *Trichoderma*. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. **Trichoderma: Uso na Agricultura**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1ª ed. 2019. p.45-160.

BETTIOL, W.; SILVA, J. C.; CASTRO, M. L. M. P. Uso atual e perspectivas do *Trichoderma* no Brasil. In: MEYER, M. C., MAZARO, S. M., SILVA, J. C. **Trichoderma: Uso na Agricultura**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1ª ed. 2019. p.21-43.

BEYS-DA-SILVA, W.O.; SANTI, L.; BERGER, M.; GUIMARÃES, J. A.; SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M. H. **Susceptibility of *Loxosceles sp.* to the arthropodpathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*: potential biocontrol of the brown spider**. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 7, 59–61. 2013.

BIDOCHKA, M.J.; LEGER, R.J.; ROBERTS, D.W. **Mechanisms of deuteromycete fungal interactions in grasshoppers and locusts: an overview**. Memoirs of the Entomology Society of Canada, 171: 231-224. 1997.

BOTELHO, A. S. **Compatibilidade de *Trichoderma spp.* com agrotóxicos e inibição de patógenos do solo por cepas comerciais e não comerciais**. 2022. (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília. 2022.

BOTELHO, A. A. A.; MONTEIRO, A. C. **Sensibilidade de fungos entomopatogênicos a agroquímicos usados no manejo da cana-de-açúcar**. Revista Bragantia, Campinas, v. 70, n. 2, p.361-369, 2011.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **Efeito do não tratamento de pragas e doenças sobre preços ao consumidor de produtos da cadeia produtiva de soja.** Parte 3. Piracicaba, SP. 2019.

COSTA, M. A.; LOUREIRO, E. S.; PESSOA, L. G. A.; DIAS, P. M. **Compatibilidade de inseticidas utilizados na cultura do eucalipto com *Metarhizium rileyi* (Farlow) (= *Nomuraea rileyi*)**. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 5, n. 3, p.44-48, Jul./set. 2018.

COTA, L. V.; COSTA, R. V.; SABATO, E. O.; SILVA, D. D. **Histórico e Perspectivas das Doenças na Cultura do Milho.** Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 193. 7p. 2013.

DALACOSTA, N. L. **Compatibilidade de *Trichoderma harzianum* associado ao controle químico no tratamento de sementes de soja.** 2019. (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco. 2019.

DeBACH, P. **Biological control of insect pests and weeds.** New York: Reinhold, 1964. 844p.

DIAS NETO, J. A. **Associação e compatibilidade de produtos químicos e os fungos *Trichoderma harzianum* e *Paecilomyces lilacinus* no manejo de fitonematóides na cultura da soja.** 2014.

DUARTE, R. T.; BULHÕES, L. E. L.; ESPINOSA, D. J. L.; MENEZES, K. O.; SILVA, A. B.; ZARATE, D. J. M. **Compatibilidade do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* e herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar.** Diversitas Journal. v.4, n.3 (set./dez.2019), p.717-727. 2019.

FARIA, M.; MASCARIN, G. M.; SOUZA, D. A.; LOPES, R. B. **Controle de qualidade de produtos comerciais à base de fungos para o manejo de invertebrados (insetos, ácaros, nematoides) em sistemas agropecuários.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2022.

FEIJÓ, F. M. C. **Ação de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium flavoviride* var. *flavoviride* no desenvolvimento pós embrionário de *Chrysomya albiceps* sob condições de laboratório.** 2004. (Doutorado em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

FILHO, A. B.; KITAJIMA, E. W. A História da Fitopatologia. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B. **Manual de Fitopatologia I.** Agronômica Ceres Ltda. 2018. p.3-13.

FILHO, E. B.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de Controle Biológico de Insetos-praga.** Natal: IFRN Editora. 2011.

FONTES, E. M. G.; INGLIS, M. C. V. **Controle Biológico de Pragas e Doenças.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 1ª ed. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2020.

GAUMANN, E. **Principles of Plant Infection.** London: Crosby Lockwood, 1950. 543p.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: Fundamentos da Entomologia**. Grupo Editorial Nacional. 5.ed. Rio de Janeiro, RJ. 2017.

Instituto Goiano de Agricultura (IGA). **Fitopatologia: Fungicidas Biológicos. Relatório Técnico Final Safra 2021/22**. Montividiu, GO. 2022

JANG, S.; KWON, S. L.; LEE, H.; JANG, Y.; PARK, M. S.; LIM, Y. W.; KIM, C.; KIM, J. J. **New Report of Three Unrecorded Species in *Trichoderma harzianum* Species Complex in Korea**. Taylor & Francis. Korea. Mycobiology, 46:3, p. 177-184. 2018.

KOGAN, M. **Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments**. Annual Review of Entomology. V.43, p.243-270. 1998.

LEITE, G. L. D. **Entomologia básica**. Montes Claros: Universidade Federal De Minas Gerais, Instituto De Ciências Agrárias, 2011.

LUCON, C. M. M.; CHAVES, A. L. R.; BACILIERI, S. ***Trichoderma*: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura**. 2014. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/cartilhas/trichoderma.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. ***Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente**. Revista de Ciências Agrárias. vol 3. p. 274-288. 2012.

MAY, L. L.; KIMATI, H. **Controle biológico de *Phytophthora parasitica* em mudas de citros**. Fitopatologia brasileira, v. 24, n. 1, p. 18-24, 1999.

MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C. P.; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B. **Manual de Fitopatologia I**. Agrônômica Ceres Ltda. 2018. p. 261-272.

MOINO JR. A.; ALVES, S. B. **Efeito de Imidacloprid e Fipronil sobre *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e no Comportamento de Limpeza de *Heterotermes tenuis* (Hagen)**. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. v.27, n.4. 1998.

MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. ***Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas**. In: MEYER, M. C., MAZARO, S. M., SILVA, J. C. ***Trichoderma*: Uso na Agricultura**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1ª ed. 2019. p.181-199.

MORAES, S. C. S. **Avaliação de patogenicidade do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* em formigas do gênero *Atta spp.* utilizando aprendizado de máquina**. 2022. (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas. 2022.

PICANÇO, M. C. **Manejo Integrado de Pragas**. Universidade Federal de Viçosa. 144p. 2010.

Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Agosto de 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 7 jan. 2024.

Sumário Executivo PIB do Agronegócio - 2º Trimestre de 2024. **Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA)**. 2024. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/publicacoes/sumario-executivo-pib-do-agronegocio-2o-trimestre-de-2024#:~:text=O%20PIB%20do%20agroneg%C3%B3cio%20brasileiro,3%2C50%25%20no%20ano.>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

Produção goiana de grãos deve crescer 11,4% na safra 2024/2025. **Governo do Estado de Goiás**. 2024. Disponível em: <<https://goias.gov.br/producao-goiana-de-graos-deve-crescer-114-na-safra-2024-2025/>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

VAN DEN BOSCH, R.; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A.P. **An Introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1982. 247p.

WERLE, M. R. **Compatibilidade *in vitro* de *Trichoderma spp.* frente a diferentes agrotóxicos**. 2017. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo. 2017.