

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM BIOINSUMOS
COORDENAÇÃO DE CAPACITAÇÃO EM BIOINSUMOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *lato sensu* EM BIOINSUMOS
IF GOIANO CAMPUS MORRINHOS - GO**

ROGÉRIO PEREIRA VIANA

**CONTROLE BIOLÓGICO E A COMPATIBILIDADE ENTRE
PRODUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS**

MORRINHOS, GO

2025

ROGÉRIO PEREIRA VIANA

**CONTROLE BIOLÓGICO E A COMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS
BIOLÓGICOS E QUÍMICOS**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de pós-graduação *lato sensu* em Bioinsumos do Instituto Federal Goiano como exigência parcial para obtenção do título de especialista em Bioinsumos.

Orientador: Prof. Dr. Tenille Ribeiro de Souza.

MORRINHOS, 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**

V614 Pereira Viana, Rogerio
 Controle biológico e a compatibilidade entre produtos biológicos
 e químicos / Rogerio Pereira Viana. Morrinhos 2025.

 1f. il.

 Orientadora: Prof^ª. Dra. Tenille Ribeiro de Souza.
 Monografia (Especialista) - Instituto Federal Goiano, curso de
0430426 - Especialização em Bioinsumos - Morrinhos (Campus
Morrinhos).
 1. Compatibilidade de mistura em tanque entre produtos
 químicos e biológicos. 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:

Rogério Pereira Viana

Matrícula:

2024104304260017

Título do trabalho:

Controle biológico e a compatibilidade entre produtos biológicos e químicos

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01/12/2025

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
gov.br
ROGERIO PEREIRA VIANA
Data: 26/10/2025 10:46:08-0300
Verifique em <https://validar.ifi.gov.br>

Morrinhos GO

Local

26/10/2025

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
gov.br
TENILIERIBEIRO DE SOUZA
Data: 26/10/2025 13:21:50-0300
Verifique em <https://validar.ifi.gov.br>

Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) 3 CEBIO/IF Goiano

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos treze dias do mês de setembro de dois mil e vinte e cinco, às 8 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Dra Tenille Ribeiro de Souza (orientador), Dra Aline Brito Vaz (membro interno) e Dr. Erasmo Ribeiro da Paz Filho (membro interno), para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado **CONTROLE BIOLÓGICO E A COMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS** de **ROGÉRIO PEREIRA VIANA**, estudante do curso de Especialização em Bioinsumos do IF Goiano – Campus Morrinhos, sob Matrícula nº 2024104304260017. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do 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, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Campus, 13 de setembro de 2025.

Documento assinado digitalmente
 **TENILLE RIBEIRO DE SOUZA**
Data: 19/09/2025 07:42:19-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Tenille Riberio de Souza

Documento assinado digitalmente
 **ALINE BRITO VAZ**
Data: 19/09/2025 13:18:50-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

(Assinado eletronicamente)

Aline Brito Vaz

Membro da Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **ERASMO RIBEIRO DA PAZ FILHO**
Data: 19/09/2025 09:44:39-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

(Assinado eletronicamente)

Erasmo Ribeiro da Paz Filho

Membro da Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que fizeram parte desta jornada acadêmica e pessoal durante a pós-graduação em *lato sensu* em Bioinsumos. À Prof. Dr. Tenille Ribeiro de Souza, minha orientadora e inspiração, agradeço o apoio incansável, orientação dedicada e por compartilhar conhecimento com tamanha generosidade e entusiasmo. Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos-GO, FAPEG, FUNAPE e CBIO que proporcionaram um ambiente de aprendizado acolhedor, infraestrutura de excelência e oportunidades que possibilitaram a realização deste trabalho, minha profunda consideração. Estendo meus agradecimentos aos colegas, familiares e todos que contribuíram direta ou indiretamente para esta conquista, reforçando a importância da colaboração e do incentivo mútuo ao longo desta trajetória.



BIOGRAFIA DO ALUNO

Engenheiro Agrônomo graduado pelo Centro Universitário de Goiatuba – GO, especialista nas áreas de nutrição e fisiologia vegetal, obtendo título de especialização em nutrição de plantas pela FAZU (Uberaba – MG) e Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas e Fisiologia Vegetal e Nutrição de Plantas, ambas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP.

Atualmente exercendo a função de Supervisor de Tratos Culturais na Central Energética Morrinhos S/A, posição que permite alinhar conhecimento técnico-científico à prática no campo, promovendo o desenvolvimento de soluções voltadas à eficiência e à sustentabilidade agrícola.

No âmbito acadêmico, cursando mestrado em Proteção de Plantas pelo Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, aprofundando pesquisas em práticas inovadoras e sustentáveis para o setor agrícola. Trajetória pautada pelo compromisso com a excelência, pela busca contínua por conhecimento e pelo desejo de contribuir efetivamente para o avanço da agricultura brasileira, sempre valorizando o desenvolvimento científico e a responsabilidade socioambiental.

RESUMO

A presente revisão examina o desenvolvimento e a consolidação dos bioinsumos e do controle biológico como fundamentos essenciais para o manejo sustentável de insetos-pragas e doenças na agricultura brasileira. Destaca-se que bioinsumos abrangem processos e tecnologias de origem animal, vegetal ou microbiana, utilizados em sistemas agropecuários, aquáticos e florestais, promovendo benefícios significativos ao crescimento e desenvolvimento de plantas, animais e microrganismos. O controle biológico é caracterizado pela redução da incidência de patógenos por meio do emprego de organismos vivos e seus metabólitos bioativos, configurando-se como alternativa eficiente à dependência de defensivos químicos e com menor impacto ambiental. A evolução desse setor no Brasil é abordada desde as primeiras experiências, em 1921, marcadas pela introdução de inimigos naturais, até os principais avanços científicos e regulatórios promovidos entre 2010 e 2015, quando mudanças normativas facilitaram o registro e a difusão de novos produtos. Evidencia-se ainda o papel determinante de eventos como o surto da praga *Helicoverpa armigera*, em 2013, e a criação do Programa Nacional de bioinsumos, em 2020, ambos fundamentais para o fortalecimento e expansão do segmento. Esses acontecimentos consolidaram os bioinsumos como ferramentas indispensáveis para uma agricultura inovadora e sustentável. Adicionalmente, ressalta-se a crescente integração entre agentes biológicos e químicos no manejo integrado de pragas e doenças, estratégia que potencializa a eficácia do controle e reduz impactos ambientais negativos, desde que a compatibilidade entre produtos seja considerada. Tal integração favorece sistemas produtivos mais eficientes e uma agricultura ambientalmente responsável.

Conclui-se que o trabalho propõe uma revisão de literatura acerca da compatibilidade entre bioinsumos e produtos químicos no contexto do controle biológico, sintetizando avanços, desafios e perspectivas para o setor agrícola nacional.

Palavras-chave: Bioinsumos, Incompatibilidade, Manejo sustentável

ABSTRACT

This text examines the development and consolidation of bioinputs and biological control as essential foundations for the sustainable management of pests and diseases in Brazilian agriculture. It highlights that bioinputs encompass animal, plant, or microbial-based processes and technologies, used in agricultural, aquatic, and forestry systems, providing significant benefits for the growth and development of plants, animals, and microorganisms. Biological control is characterized by reducing the incidence of pathogens through the use of living organisms, standing out as an efficient alternative to the dependency on chemical pesticides and with lower environmental impact. The evolution of this sector in Brazil is addressed from the first experiences in 1921, marked by the introduction of natural enemies, to the key scientific and regulatory advances between 2010 and 2015, when regulatory changes facilitated the registration and spread of new products. The pivotal role of events such as the *Helicoverpa armigera* pest outbreak in 2013 and the creation of the National Bioinputs Program in 2020 is also highlighted, both fundamental for the strengthening and expansion of the sector. These milestones consolidated bioinputs as indispensable tools for innovative and sustainable agriculture. Additionally, the growing integration between biological and chemical agents in the integrated management of agricultural pests and diseases is emphasized—an approach that enhances control effectiveness and reduces negative environmental impacts, provided compatibility between products is considered. Such integration favors more efficient productive systems and environmentally responsible agriculture. In conclusion, this work proposes a literature review on the compatibility between bioinputs and chemical products in the context of biological control, synthesizing advances, challenges, and prospects for the national agricultural sector.

Keywords: Bioinputs, Compatibility, Sustainable Management

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 CONTROLE BIOLÓGICO NA AGRICULTURA.....	15
3.2 CONTROLE BIOLÓGICO NA PROTEÇÃO DE PLANTAS.....	18
3.3 ASSOCIAÇÃO ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS.....	22
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

O uso de agentes de biocontrole na agricultura tem se consolidado como uma abordagem estratégica e sustentável para o manejo integrado de pragas e doenças, resultando em avanços significativos nos sistemas de produção agrícola. No Brasil, o destaque para os bioinsumos tem crescido exponencialmente, refletindo um esforço amplo em diversificar e integrar práticas mais sustentáveis ao manejo agrícola. De acordo com o Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020 (BRASIL, 2020a), bioinsumos são definidos como processos e tecnologias de origem animal, vegetal e microbiana, aplicados à produção, ao armazenamento e ao beneficiamento em sistemas agropecuários, aquáticos e florestais, com impacto positivo no crescimento, desenvolvimento e na resposta de plantas, animais e microrganismos. Entre os principais bioinsumos utilizados na agricultura, destacam-se os inoculantes, biofertilizantes, insumos para nutrição vegetal e animal, e defensivos biológicos.

O controle biológico, conforme conceituado por Baker e Cook (1974), consiste na redução da densidade ou da atividade de patógenos por meio da interação com organismos vivos, sem intervenção humana direta. Esses mecanismos podem incluir antibiose, indução de resistência na planta e inibição por competição, sendo uma alternativa eficaz e ecologicamente responsável no controle de organismos que causam patogenicidade em culturas de interesse econômico (Medeiros et al., 2018). O desenvolvimento e a aplicação dos agentes de biocontrole ganharam maior relevância à medida que os impactos ambientais adversos associados ao uso intensivo de agrotóxicos começaram a ser amplamente reconhecidos, como alertado por Rachel Carson em sua obra seminal "Primavera Silenciosa", publicada na década de 1960 (Parra, 2014).

A história do controle biológico no Brasil remonta a 1921, com a primeira importação de um inimigo natural, a vespa *Encarsia berlesei*, utilizada no controle da cochonilha branca do pessegueiro. Apesar do insucesso inicial, esse marco representou o início da utilização de agentes biológicos no país (Nava, 2007). Na década de 1950, novas descobertas começaram a moldar o campo, como o estudo pioneiro de Reinaldo Foster sobre a inativação do vírus do mosaico do fumo por culturas de *Trichoderma* sp. (Bettiol; Morandi, 2009).

Entre 2010 e 2015, o setor de bioinsumos no Brasil vivenciou um ponto de inflexão importante devido a mudanças regulatórias no processo de registro, que facilitaram a introdução de novos produtos no mercado. Esse período coincidiu com o surto da praga *Helicoverpa armigera*, em 2013, quando os bioinseticidas a base de *Bacillus thuringiensis* demonstraram eficácia, consolidando-se como ferramentas essenciais no manejo de pragas (Valente, 2021). A expansão do setor foi ainda mais fortalecida com a implementação do Programa Nacional de Bioinsumos, instituído em 2020 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio do decreto 10.375 e das portarias 102 e 103. Este programa tem como objetivo ampliar e promover inovações no uso de bioinsumos, assegurando o aproveitamento sustentável do patrimônio genético nacional (Vidal et al., 2021).

O aumento contínuo no registro de produtos biológicos e o fortalecimento do mercado de bioinsumos destacam a importância desses agentes no cenário agrícola brasileiro. Com base em um histórico de avanços científicos e regulamentares, os bioinsumos reafirmam seu papel como pilares de uma agricultura sustentável e integrada, oferecendo soluções inovadoras para os desafios do setor.

A associação de produtos biológicos com químicos tem se mostrado uma prática crescente, especialmente no manejo integrado de pragas e doenças agrícolas. Essa abordagem combina o efeito residual e a eficácia dos produtos químicos com a segurança ambiental e a ação específica dos biológicos. Estudos indicam que combinações bem-sucedidas podem melhorar os resultados no campo, reduzir a pressão ambiental causada pelo uso exclusivo de químicos e promover uma agricultura mais sustentável e integrada (Silva, 2020, Oliveira & Gomes, 2019).

Para obter eficiência, é necessário que haja compatibilidade entre os agentes biológicos e os ingredientes ativos químicos, evitando interações que possam comprometer a viabilidade microbiológica ou a ação dos produtos combinados. (Souza et al., 2018).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a compatibilidade entre produtos biológicos e químicos no controle biológico,

focando na compatibilidade quando em mistura de tanque com produtos químicos, os quais podem reduzir a viabilidade biológica.

2. OBJETIVOS

Geral: Realizar uma revisão de literatura sobre a compatibilidade entre produtos biológicos e químicos no controle biológico na agricultura, destacando as potencialidades e limitações dessa associação para promover um manejo integrado, sustentável e eficiente de pragas e doenças.

Específicos: Avaliar os principais avanços científicos e regulatórios relacionados ao tema e identificar benefícios, desafios e requisitos de compatibilidade na combinação de agentes biológicos e químicos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONTROLE BIOLÓGICO NA AGRICULTURA

Os agentes de biocontrole ou bioinsumos são ferramentas indispensáveis no atual manejo de pragas, podem ser constituídos por processos e tecnologias de origem animal, vegetal e microbiana destinados ao uso na produção, armazenamento e beneficiamento em sistemas de produção agropecuários, aquáticos e de florestas plantadas, de forma a interferir positivamente no crescimento, desenvolvimento e mecanismo de resposta de animais, plantas e microrganismos, sendo substâncias derivadas de processos físico-químicos e biológicos, tal descrição consta do Decreto nº10.375, de 26 de maio de 2020 (BRASIL, 2020a). Considerando esta ampla descrição, podemos destacar, de acordo com a sua importância na agricultura, os inoculantes, biofertilizantes, produtos para nutrição vegetal e animal e defensivos biológicos.

De acordo com Baker e Cook (1974), o controle biológico propriamente dito, pode ser definido como a redução da densidade do inóculo ou da atividade de determinadas doenças provocadas por patógenos, pela ação de um ou mais organismos excluindo a ação direta humana. Esta ação pode se dar por produção de substâncias tóxicas com ação direta sobre o patógeno (antibiose), indução de resistência da planta e inibição competitiva (ocupação de espaço), ou seja, o controle biológico ocorre através da utilização de microrganismos não patogênicos para controle de organismos que geram patogenicidade a plantas de interesse econômico (Medeiros et al., 2018).

Em relato citado por Parra (2014) o autor descreve que o produto químico DDT (Diclorodifeniltricloroetano) teve seu ápice de utilização entre 1939 e 1960, nesse mesmo período Rachel Carson escreveu o livro, Primavera Silenciosa, alertando sobre os impactos do uso de agrotóxicos no meio ambiente. Em contrapartida ainda na década de 1950, houve a primeira publicação de um artigo sobre inativação do vírus do mosaico do fumo por filtração de culturas de *Trichoderma* sp., de autoria do pesquisador Reinaldo Foster, até então membro do Instituto Agrônomo (Bettiol e Morandi, 2009).

O primeiro registro de controle biológico no Brasil tem como marco a importação de um inimigo de controle natural em 1921, tratou-se do uso da vespa *Encarsia berlesei* (FOERSTER, 1878) (Hymenoptera: Aphelinidae) no controle da cochonilha branca do

pessegueiro (*Pseudaulacaspis pentagona*), porém houve insucesso no controle, provavelmente por se tratar de organismo introduzido no país e não ambientado as características climáticas (Nava, 2007).

O ponto de inflexão para utilização dos produtos de origem biológica no Brasil foi entre 2010 e 2015, com importantes alterações no processo de registro o que foi determinante para incremento de produtos no mercado, bem como na criação de mais empresas no segmento, coincidindo com o surto de *Helicoverpa armigera* em 2013, onde os bioinseticidas se mostraram ferramenta útil no controle da praga (Valente, 2021).

A figura abaixo ilustra o período citado e o incremento de produtos no mercado de bioinsumos:

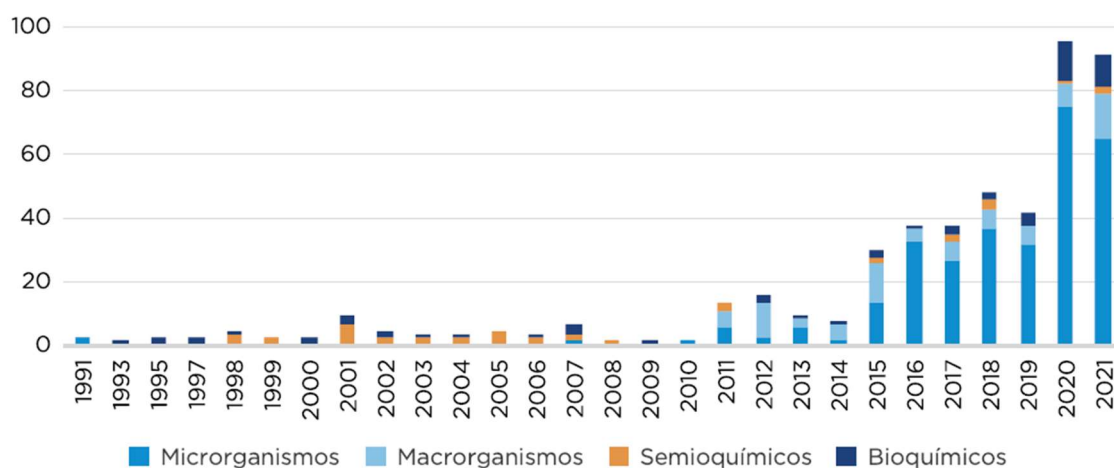


Figura 1. Produtos biológicos registrados por ano no Brasil (MAPA, 2021).

Outro fator relevante para o setor se deu pelo surgimento do programa nacional de bioinsumos, ao qual mediante decreto 10.375 e pelas portarias 102 e 103, criado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2020, visa ampliar e fortalecer a prática de inovações, assegurando conhecimento do patrimônio genético nativo (Vidal et al., 2021)

Diversos autores citam os benefícios de inoculação dos organismos com potencial de supressão patogênica no ambiente de produção, pois estes agem de forma mutualística com plantas reduzindo efeitos adversos do *stress* biótico e abiótico, atuando como

biofertilizantes e bioestimulantes (Poveda e Eugui, 2022). Porém devido a dinâmica populacional, a qual é apresentada no ambiente rizosférico, isso faz com que nem sempre seu uso associado ao manejo acarrete melhora nos rendimentos (Gouda et al., 2018). Estima-se a capacidade de liberação de 5 a 21 % de fotoassimilados de carbono na forma de açúcares solúveis pelas plantas em sua rizosfera, essa interface é meio de ligação para que sejam atraídos e selecionados os organismos que irão sobreviver com estes recursos (Lu et al., 2018). A capacidade de promover o crescimento vegetal mediante associação mutualística, ou seja, colonização efetiva do sistema radicular, é fator relevante a se considerar visto que, ocorrem melhoras no aproveitamento de nutrientes, solubilização de fosfatos e produção de hormônios vegetais (Gaspareto et al., 2023).

Essa associação íntima, ou seja, entre a introdução de organismos e resposta da planta, integrada ao ambiente de produção, cepa bacteriana utilizada, umidade do solo, formulação do inoculante e mistura ou não com produtos químicos irão definir o sucesso ou insucesso da utilização e resposta benéfica as plantas (Barbosa et al., 2021).

Filho e Macedo (2011) destacam que os agentes de controle biológico podem ser distinguidos de acordo com o modo que agem sobre o alvo, podendo ser descritos como predadores, parasitoides ou patógenos, sendo classificados como microrganismos ou macrorganismos.

De acordo com dados do Agrofyt (2025) o maior número de registros para organismos microbiológicos se dá para controle de insetos, como mostra a figura 2 abaixo:

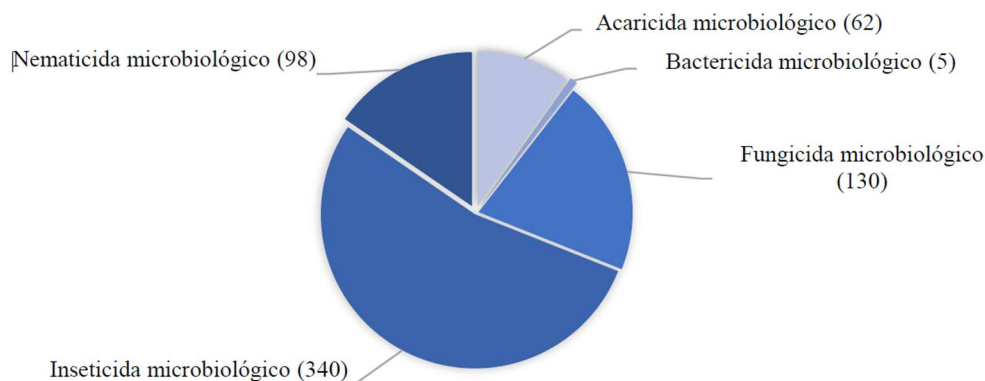


Figura 2. Microbiológicos registrados no Brasil (Agrofit, 2025).

No Brasil as vendas de insumos agrícolas biológicos se destacaram crescendo 67% na safra 2021/22 (Agrorevenda, 2024). Porém a sustentabilidade depende da combinação e uso adequado dos recursos e das tecnologias empregadas nos sistemas de produção (Alcantara, 2020), tal fato deve despertar a atenção para como a tecnologia dos bioinsumos está sendo empregada a campo, principalmente em associação aos diversos produtos químicos instituídos no manejo clássico da agricultura brasileira. A aplicação prática de bioinsumos na proteção de plantas se faz necessária e eficaz, resultando na inibição de resistência de patógenos as moléculas químicas existentes.

3.2 CONTROLE BIOLÓGICO NA PROTEÇÃO DE PLANTAS

Desde a década de 60 os agrotóxicos são utilizados no Brasil, quando o governo lançou um plano nacional de defensivos agrícolas, o qual fazia parte das iniciativas para ‘Revolução verde’ e buscava modernizar a agricultura, oferecendo crédito rural para incentivar o uso desses produtos (Giraldo, 2001). Desde então diversas moléculas foram perdidas devido ao uso sistemático e sem critérios e danos ambientais causados, deste

modo alternativas para redução de uso intensivo de tais produtos devem ser utilizadas (Lenz et al., 2011).

Diante de tais fatos e buscando ferramentas de manejo, os bioinsumos são importantes aliados, representando inovação na gestão agrícola e na aplicação de tecnologias com potencial para combater o declínio da biodiversidade nas terras agrícolas (Vemunt et al., 2022). Suprimindo ou controlando os patógenos associados as plantas os microrganismos benéficos podem agir por meio de diferentes mecanismos de ação, como a competição por nutrientes e espaço, pela produção de metabólitos secundários antimicrobianos ou até a ativação das respostas do sistema de defesa das plantas. Além disso são seguros ao ambiente e saúde humana (Kupper et al., 2003; Meyer et al., 2022).

Dentro deste amplo universo podemos citar os gêneros *Trichoderma* e *Bacillus* os quais são mais comumente utilizados na agricultura (Mosela et al., 2022).

Trichoderma sp. mudou completamente o cenário de controle biológico de doenças de plantas no Brasil, sendo que o primeiro registro de um produto a base do fungo foi em 2006 (Bettiol et al., 2006). As espécies do gênero *Trichoderma* são dotadas de alta capacidade de colonizar a rizosfera das plantas e muitos substratos com características diferentes, podendo produzir estruturas de resistência, clamidósporos e microescleródios, com isso capazes de sobreviver em condições muito adversas. Sua demonstração de eficácia mediante produção de enzimas degradadoras da parede celular é evidenciada na inibição da germinação de esporos, no crescimento de hifas e no desenvolvimento de estruturas de resistência como escleródios e clamidósporos de um amplo número de patógenos, como por exemplo: *Armillaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Macrophomina*, *Monilinia*, *Monilia*, *Nectria*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Plasmopara*, *Pseudoperenospora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Sclerotinia* *Sclerotiorum*, *Ustilago*, *Venturia*, *Verticillium*, etc (Monte, 2001). Nota se também que existe potencial de uso para o fungo no controle de nematoides destacando sua ação sobre a colonização e parasitismo de ovos e de juvenis J2 (segundo estágio), porém ainda não existem trabalhos elucidando os mecanismos envolvidos na ação parasítica deste fungo sobre nematoides (Santini, 2008).

Sendo bactérias gram-positivas e apresentando vasta distribuição ambiental o gênero *Bacillus* é outra ferramenta indispensável no manejo integrado. Com capacidade de formar estruturas de resistência, conhecidas como endósporos, promovendo maior resistência as adversidades do ambiente ao qual são expostas, possuem forte relação na promoção de crescimento por meio de uma série de mecanismos desencadeados quando em contato com a planta (Hassan, 2017), com capacidade de ocupar variados nichos ecológicos em interação com plantas, colonizando diferentes partes vegetativas (Ongena et al., 2005). O potencial de *Bacillus* na inibição do crescimento de fungos fitopatogênicos se dá pela aptidão que essa bactéria possui de sintetizar lipopeptídeos antifúngicos, como iturinas, plipastatinas e surfactinas, que ao interagirem com os fungos, criam canais transmembranares que irão acarretar perda do conteúdo celular e posteriormente na morte (Dunlap; Bowman; Rooney, 2019). Efeitos secundários são observados na planta, pela indução de resistência sistêmica, promovendo a síntese de ácido salicílico, ácido jasmônico e etileno (Ali et al., 2018).

Em estudo conduzido por Dorighello et al., (2020) com *Bacillus subtilis* em associação a fungicidas sistêmicos resultou em redução da severidade de ferrugem asiática e consequentemente gerou ganhos de produtividade na cultura.

De Sá et al., (2019) avaliou atividade antagonista de bactérias do gênero *Bacillus* e do fungo *Trichoderma* no controle de *Fusarium* sp., responsáveis por prejuízos em feijão-caupi, observou redução significativa no crescimento micelial do patógeno.

Morgado et al., (2015) comprovou mediante estudo a efetividade de *B. subtilis* no controle de *Meloidogyne spp.* e *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar, além destes resultados também foi observado que *B. methylotrophicus* gerou supressão na população de *M. incógnita* e aumento da produtividade em tomateiro em experimento realizado a campo (ZHOU et al., 2016). Até o presente momento no Brasil, estão registrados 142 produtos à base de *Bacillus* sp. (Agrofit, 2023).

Pseudomonas também age no controle de doenças através da antibiose, da secreção de metabólitos secundários, além da competição por alimentos e espaço (Rahman; Borah; Bora, 2020). O sistema de secreção T6SS que permite injeção de proteínas tóxicas diretamente em células procarióticas ou eucarióticas adjacentes, neste

gênero de bactérias, provocam inibição do crescimento e até morte celular dos organismos patogênicos (Monjarás e Valvano, 2020). *P. fluorescences* em condições de casa de vegetação suprimiu a reprodução de *M. incógnita* em plantas de tomate e soja, tal redução foi significativa, quando comparada ao nematicida carbofurano (Siddiqui; Haas; Heeb, 2005). Em outro experimento *Pseudomonas* foi capaz de inibir até 75% do crescimento de *Macrophomina phaseolina*, agente causal da doença podridão-cinzenta do caule, patógeno que causa expressivos danos a diversas culturas, seu uso é de grande importância no manejo integrado de doenças (Castaldi et al., 2021), além do potencial de solubilizar fosfato, atua como promotor de crescimento e ação antifúngica, o que poderá proporcionar estabilidade ao desenvolvimento das plantas e maiores produtividades. *Pseudomonas* se mostra agressiva, pois possui rápido crescimento em diferentes substratos e ambientes, suportando variações do meio em que são instaladas, tais fatos resultam em maior facilidade na formulação desta bactéria como bioinsumo (Dorjey; Dolkar; Sharma, 2017). A produção de sideróforos quelantes de ferro são outra característica inerente a este gênero bacteriano, sendo o ferro essencial ao desenvolvimento e proliferação de diversos patógenos associados ao solo, os sideróforos quelantes produzidos pelo gênero bacteriano capturam o ferro disponível impedindo seu aproveitamento por outros microrganismos, inibindo assim o seu desenvolvimento (Weller, 2007).

Com ampla gama de hospedeiros o fungo *Beauveria bassiana*, mostra-se outro destaque no controle de pragas, o qual infecta o hospedeiro por contato e leva a ocorrência de epizootias naturais (Vega et al., 2009). Com grande possibilidade de ser utilizado no manejo integrado de pragas, porém existem influências de fatores bióticos (produtos fitossanitários) e abióticos (temperatura, umidade e radiação ultravioleta, fatores relacionados ao hospedeiro, temperatura e composição química das secreções produzidas pela cutícula) afetam drasticamente a sobrevivência e viabilidade do fungo, reduzindo sua eficácia (Polar et al., 2015). Em condições de laboratório *B. bassiana* foi avaliado no controle de *Euchistus heros* (percevejo marrom), em duas diferentes concentrações 10^8 conídios/ml e 10^6 conídios/ml, resultando em 100% de mortalidade no nono dia de avaliação para a maior concentração e 95% de mortalidade para a menor concentração no

décimo primeiro dia de avaliação (Zambiazzi et al., 2012). Para Santos et al., (2017) *B. bassiana* isolado IBCB 66 na concentração de 10^{13} conídios/ml apresentou controle de 46,8% em população de *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae).

No controle de nematoides pesquisas mostram a efetividade de *Purpureocillium lilacinum*, parasita de ovos e cistos de *Meloidogyne incógnita* (YUE et al., 2019), *Radopholus similis*, *Heterodera* sp., *Globodera* sp., *Rotylenchulus reniformes* (Kannan; Veeravel, 2012).

A evolução do controle biológico é ferramenta eficaz ao controle de pragas na agricultura brasileira, porém demandam técnica para sua correta utilização.

3.3 ASSOCIAÇÃO ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS

Fator que pode ser resultante de sucesso ou fracasso na implementação de agentes de controle biológico é a sua possível incompatibilidade com produtos químicos em mistura de tanque, sendo que pode haver inibição de crescimento e proliferação, tal fato gera discussão e polêmica (Branco et al., 2024). Com adoção da inclusão de organismos biológicos ao tanque de pulverização ou ao tratamento de sementes associados a produtos químicos a questão volta a ser pautada, sendo que, em se tratando de organismos vivos a conservação é diretamente ligada a eficácia de controle a campo. Microrganismos quando submetidos a ação de agrotóxicos na calda, visando otimização de tempo e dos equipamentos disponíveis, pode ocasionar sérios danos ao metabolismo do produto de origem biológica, como redução das colônias formadas e da atividade enzimática (Rodrigues et al., 2020).

Toscano et al., (2012) cita que nem sempre os produtos químicos são escolhidos pelo grau de seletividade ou compatibilidade aos agentes de controle biológico, o que segundo Loureiro et al., (2002) pode vir a ser estratégia segura e eficiente para preservação dos organismos biológicos. Existem claras evidências de que produtos biológicos são amplamente afetados por químicos, podendo ocorrer antagonismo, efeito nulo ou até mesmo sinérgico sobre atividade de fungos utilizados no controle patogênico (Silva, Neves e Santoro, 2005), a toxicidade dos produtos químicos é fator relevante,

atuando de forma a inibir o desenvolvimento ou reduzir a persistência dos entomopatógenos no ambiente (Barbosa Júnior, 2020).

Em trabalho realizado por Branco et al., (2024) avaliando a compatibilidade de fungicidas e *Trichoderma sp* em tratamento de sementes de soja, os seguintes resultados são apresentados:

Tratamentos	Inibição do crescimento micelial (%)
Controle (Apenas água destilada)	0,0 d
Maxim Advanced® (Metalaxil - M + Tiabendazol + Fludioxonil)	73,45 a
Maxim XL® (Metalaxil - M + Fludioxonil)	54,24 b
Apron RFC® (Metalaxil - M + Fludioxonil)	54,63 b
Standak TOP® (Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil)	20,44 c
Spectro® (Difenoconazol)	15,43 cd
Certeza N® (Tiofanato Metílico + Fluazinam)	28,28 c
CV (%)	28,4

Tabela 1. Inibição do crescimento micelial de *Trichoderma sp* exposto a fungicidas Branco et al., (2024).

O efeito de inibição se torna claro, sendo pior para determinados produtos, como o Difenoconazol.

Além do efeito antagônico contra os diversos patógenos que atacam plantas, os microbiológicos podem atuar como promotores de crescimento de plantas, destacando-se as bactérias do gênero *Azospirillum spp.*, *Pseudomonas spp.* e *Bacillus spp.*, além do fungo *Trichoderma spp.* Diante de tal fato Hassan (2017), descreve o gênero de bactérias *Bacillus spp.* a qual vem despertando grande interesse, pois possui capacidade de sintetizar fitormônios que induzem o crescimento vegetal. A produção de fitormônios pela planta auxilia na mitigação dos estresses enfrentados, o que auxilia diretamente na fisiologia, aumento de biomassa e consequentemente maiores rendimentos das plantas de interesse econômico (Kosová et al., 2012).

Zhao et al., (2011) relata a capacidade da bactéria citada em solubilizar minerais, sendo um dos principais o fosfato, permitindo assim uma maior aquisição de fósforo pelas plantas.

Associar os organismos citados ao controle químico irá garantir maior eficácia aos tratamentos, se mostrando ferramenta adequada em associação ao controle patogênico químico, o manejo biológico é indispensável ao conjunto de integração das práticas de controle, promovendo efeito duradouro com proliferação de microrganismos promotores de supressão no meio ao qual as plantas de interesse econômico estão inseridas (Srinivas; Ramakrishnan, 2002). Porém sabe-se que microrganismos quando em contato com compostos químicos são possíveis de sofrer mutações, além da capacidade de químicos inibirem ou induzirem o crescimento de população microbiana específica, sendo que, a maior dificuldade de se encontra em responder quais associações são viáveis e quais não são, prevendo o que irá afetar o metabolismo do organismo entomopatogênico e quais não irão impactar em sua ação esperada.

Petter et al., (2012) relata que o conhecimento inerente a possíveis misturas de tanque com produtos fitossanitários, de diferentes classes e formulações, é necessário a fim de evitar possíveis danos a cultura e baixa eficiência no controle da praga alvo. A grande preocupação se dá mediante ao tempo de exposição e contato direto dos organismos de controle biológico aos diversos grupos químicos utilizados, pois podem desencadear bloqueios metabólicos em fungos, isso se dá pelo acúmulo de íons na superfície da membrana celular, pois se trata de um mecanismo de ação de tais produtos (Ghini E Kimati, 2000). Visto que tais fatos indicam que químicos inibem ou podem inibir o crescimento do antagonista ou até mesmo modificar o modo de ação, o que possivelmente resultará no fracasso de controle do patógeno.

Ao passo que além das bactérias, estudos aprofundados com fungo do gênero *Trichoderma*, o qual é encontrado na rizosfera e no solo, mostram o potencial de antagonismo sobre diversos patógenos em várias culturas (Rubio et al., 2017). Considerado competidor agressivo, pois seu crescimento é rápido e sua colonização atinge vários substratos, *Trichoderma spp.* ajuda na redução do inóculo inicial de determinadas doenças (Silva et al., 2015).

Ao avaliar *Trichoderma asperellum* na inibição, *in vitro*, de *Fusarium spp.*, Fonseca (2024) constatou a eficácia do fungo na inibição do desenvolvimento do patógeno, porém ao associa-lo a diversos tratamentos químicos de fungicidas concluiu que os fungicidas

químicos Bixafem, Protiocanazol e Trifloxistrobina foram compatíveis com *Trichoderma*, porém não induziram esporulação, enquanto o Pidiflumetofen apresentou compatibilidade e permitiu esporulação, em contraste Metominostrobin e Tebuconazol não foram compatíveis e inibiram a esporulação e desenvolvimento, o que prejudicou o controle.

Loureiro et al., (2020) comparou a interação entre *Trichoderma harzianum* e *Purpureocillium lilacinum* quando associados a Avicta[®] (nematicida e inseticida), Cruiser[®] (inseticida) e Maxim XL[®] (fungicida) em laboratório realizados *in vitro* avaliando a esporulação e a germinação de conídios em relação a testemunha, sendo que Cruiser[®] (inseticida) e Maxim XL[®] (fungicida) foram compatíveis para *Purpureocillium lilacinum* e Avicta[®] (nematicida e inseticida) foi classificado como moderadamente tóxico, no caso de *Trichoderma harzianum* os três produtos citados foram classificados como compatíveis.

Entretanto Francisco et al., (2019) ao estudar thiametoxan, princípio ativo do produto comercial Cruiser[®], concluiu que o produto foi muito tóxico para a espécie *Trichoderma endophyticum*, inibindo totalmente a germinação dos conídios. *Trichoderma asperellum*, *T. harzianum* e *B. subtilis* foram estudados por Araújo et al., (2021) em associação ao nematicida químico fluopiram, *in vitro*, e se mostraram compatíveis, em análise feita por Ávila et al., (2005) os ingredientes ativos dos fungicidas podem inferir de formas variáveis no desenvolvimento e nos mecanismos de ação dos agentes de biocontrole, sendo assim deve-se prover avaliação antes da associação em tanque, garantindo assim a eficácia e o sucesso da aplicação.

Ao analisar sobrevivência de *B. subtilis* em contato com os fungicidas carbendazim, fosetyl aluminium, difenoconazol, azoxistrobina e tebuconazol em dosagens moderadas do produto químico, Suneeta et al., (2016) considerou a sobrevivência moderada da bactéria (crescimento de 50% em relação ao controle), tal índice pode ser explicado graças a formação de endósporos, os quais permitem uma maior resistência a estresses do meio, como variações de temperatura, pH ou até o contato com agrotóxicos (Bahadir; Llaqat; Eltem, 2018). Porém apesar da estrutura protetora a bactéria não sobreviveu quando exposta a misturas com produtos formulados a partir do ingrediente ativo

Mancozeb (Bronzatto, 2023). Espécies do gênero *Bacillus* possuem atividade de biorremediação em solos, ou seja, degrada compostos xenobióticos e os utiliza em benefício próprio reutilizando os compostos favoráveis ao seu desenvolvimento (Mohsin et al., 2021). Quando associado a espécie *Bacillus velezensis*, cepa HY-3479, o ingrediente ativo carbendazim apresentou taxa de degradação de 76,99%, o que foi relacionado ao aumento nos níveis de expressão gênica dos genes *mhel* e *hdx*, expressos pela bactéria e que são relacionados a degradação deste ingrediente ativo (SONG; HWANG, 2023).

Lançar mão da utilização de produtos biológicos no controle de doenças em plantas é prática indispensável, Santos et al., (2022) destaca a eficácia de *Bacillus subtilis* no controle de doenças foliares da soja, o qual agiu reduzindo a severidade de ferrugem asiática (*Phakopsora pachirhizi*), míldio (*Perenospora manshurica*), mancha marrom (*Septoria glycines*), mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) e mancha parda (*Septoria glycines*) e a antracnose (*Colletotrichum truncatum*) nas vagens.

Outro fungo que se mostra eficaz no controle de mosca branca (*Bemisia tabaci*) e que vem sendo amplamente utilizado é *Isaria fumosorosea* a qual foi testada, *in vitro*, quanto a compatibilidade com produtos químicos por Agnes et al., (2013), o protocolo de produtos se deu por utilizar os inseticidas Premio[®], Engeo Pleno[®] e Match[®], os herbicidas, Glifosato 480[®] e Flex[®], e os fungicidas Comet[®] e Fox[®] nas concentrações mínimas e máximas recomendadas pelo fabricante, sendo que, dos inseticidas utilizados o único que não promoveu interferência foi Premio[®] em dose mínima, dos herbicidas, Glifosato 480[®] na dose mínima e Flex[®] nas duas doses foram moderadamente compatíveis, sendo os demais produtos citados considerados tóxicos.

Associação simulando mistura em tanque entre *B. amyloliquifasciens* e Propiconazol, Azoxistrobina + Ciproconazol, Fenpropimorfe e Piraclostrobina + metconazol resultou em redução significativa do número de colônias em 26,4%, maior que 30%, 56,1% e 43,9% respectivamente, o autor cita que nenhum dos tratamentos inibiu totalmente o crescimento do organismo citado, concluindo que a associação e aplicação a campo resultam em controle de doença e ganhos em produtividade (Drebes, 2022).

Carbosulfano e Bifentrina apresentaram efeito negativo no crescimento vegetativo de *B. bassiana* independente da dose utilizada (Oliveira et al., 2016). Pinto (2016) não constatou efeitos negativos de Engeo Pleno® ao isolado IBCB 276 de *B. bassiana*. Os inseticidas comerciais Singular® e Diamante® foram compatíveis com *B. bassiana* enquanto Diamante® e Actara® foram moderadamente tóxicos ao isolado testado (Rossi-Zalaf et al., 2008).

Algumas metodologias são citadas para avaliar os índices de inibição dos agentes de biocontrole por produtos químicos, como a citada por Branco et al., (2025), ao testar diversos fungicidas associados ao fungo *Trichoderma sp* no tratamento de sementes de soja, sendo a metodologia descrita da seguinte forma:

- 1- Padronização de concentração de produtos químicos em PPM.
- 2- Meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA).
- 3- Cultivo de colônias puras para extrair disco micelial medindo 5 mm.
- 4- BOD temperatura de $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12 horas por 7 dias.
- 5- Avaliação do crescimento micelial em eixos ortogonais, utilizando régua milimetrada, em intervalos de 24 horas.
- 6- Obtém-se o índice de inibição pelo cálculo abaixo:

$$I = ((C - T)/C) * 100$$

I = índice de inibição

C = diâmetro da colônia na placa controle

T = diâmetro da colônia nos tratamentos

Apesar de muitos trabalhos realizados, nota-se a falta de padronização dos testes, o que dificulta a comparação de resultados de um mesmo produto, sendo que alguns resultados dependem exclusivamente de fatores como o isolado e espécie do fungo, bem como a combinação com diferentes produtos, das concentrações dos ingredientes ativos e da formulação de cada produto testado (Castiglioni et al., 2003).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração entre o controle biológico e o uso de produtos químicos desponta como uma das estratégias mais relevantes para o avanço de uma agricultura sustentável e eficiente. Os progressos alcançados no conhecimento acerca dos agentes de biocontrole, bem como das interações entre estes e os defensivos químicos, evidenciam a necessidade de pesquisas contínuas e análises rigorosas sobre a compatibilidade das distintas combinações de insumos. Ressalta-se a importância de avaliar cuidadosamente a associação entre agentes biológicos e químicos, a fim de evitar possíveis antagonismos e assegurar a eficácia dos programas de manejo integrado de pragas e doenças.

A implementação criteriosa dessas tecnologias pode resultar em considerável redução do uso exclusivo de defensivos químicos, promover a biodiversidade dentro dos agroecossistemas e contribuir significativamente para a saúde do solo e das plantas. O êxito dessa abordagem depende da constante atualização de protocolos de aplicação, da supervisão técnica especializada e do estímulo à inovação, garantindo, assim, que o setor agrícola avance em direção a práticas cada vez mais responsáveis, seguras e eficientes.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro de produtos biológicos no Brasil. Disponível em: [URL]. Acesso em: março de 2023.
- AGROREVENDA. Relatório anual sobre bioinsumos na agricultura brasileira. Publicado pela Associação Nacional de Bioinsumos. Brasília, 2024.
- ALCANTARA, J. **Sustentabilidade agrícola e uso adequado de bioinsumos**. Editora XYZ, São Paulo, 2020.
- BAKER, K.F.; COOK, R.J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco: Freeman, 1974.
- BARBOSA JÚNIOR, A. Impacto de produtos químicos no desenvolvimento de entomopatógenos. **Revista Brasileira de Agricultura Sustentável**, v.10, n.3, p.120-134, 2020.
- BARBOSA, A.; SILVA, L.; NEVES, T. Relação entre formulação de inoculantes e condições ambientais no sucesso de bioinsumos. **Ciência Rural**, v.50, n.9, p.150-165, 2021.
- BARBOSA, M.; SOUZA, C.; TEIXEIRA, L. et al., "Fatores determinantes do sucesso na aplicação de bioinsumos". **Plant and Soil**, vol. 445, n. 1, pp. 123-136, 2021
- BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B.; PINHEIRO, A.P.B. **Trichoderma como agente de controle biológico**. São Paulo: Embrapa, 2006.
- BRANCO, J. D. S. et al. Compatibilidade de *Trichoderma* com fungicidas utilizados no tratamento de sementes de soja. **Observatório de la economía latino americana**, v. 23, n. 1, p. e8643, 14 jan. 2025.
- CASTALDI, L.; et al. Efeito de *Pseudomonas* spp. no controle de *Macrophomina phaseolina*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.56, n.5, p.450-460, 2021.
- CASTIGLIONI et al., 2003.
- DE SÁ, L.M.; et al. Controle de *Fusarium* sp. com *Trichoderma* e *Bacillus*. **Revista de Fitopatologia**, v.44, n.22, p.233-240, 2019.
- DORIGHELLO, J.F.; et al. Efeito de *Bacillus subtilis* associado a fungicidas no manejo de ferrugem asiática. **Agronomia Brasileira**, v.39, n.8, p.187-202, 2020.
- DORJEY, T.; DOLKAR, T.; SHARMA, R. Uso de *Pseudomonas* na agricultura. **Agricultural Microbiology Journal**, v.23, p.33-40, 2017.
- DUNLAP, C.A.; BOWMAN, M.J.; ROONEY, A.P. Produtos antimicrobianos produzidos por *Bacillus* spp. **Current Microbiology**, v.77, p.450-456, 2019.
- FILHO, J.; MACEDO, P., 2011. "Classificação e aplicações dos agentes de controle biológico". *Biological Control Journal*, vol. 22, pp. 110-127.
- FILHO, J.R.; MACEDO, P. Classificação de agentes de controle biológico. In: **Manual Avançado de Defensivos Biológicos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: AgroBio, 2011.
- GASPARATO, A.; CARDOSO, D.; ALMEIDA, T. et al., 2023. "Avanços recentes em bioestimulantes para cultivo agrícola". **Agronomy Journal**, vol. 115, n. 2, pp. 135-148.
- GHINI, R.; KIMATI, H. Efeito de produtos químicos sobre fungos entomopatogênicos. **Summa Phytopathologica**, v.26, p.55-60, 2000.

GIRALDO, O.F. Revolução verde e o uso de agrotóxicos no Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v.18, n.2, p.77-85, 2001.

GOUDA, S.; MEENA, B.; SHARMA, K. et al., 2018. "Impacto dos biofertilizantes na produtividade agrícola". **Journal of Agricultural Biotechnology**, vol. 34, n. 7, pp. 1594-1605.

HASSAN, S.E. Bacillus spp. como promotores de crescimento vegetal. *Journal of Plant Growth Regulation*, v.36, p.753-770, 2017.

KANNAN, R.; VEERAVEL, R. Controle de nematoides com *Purpureocillium lilacinum*. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.80, n.3, p.197-201, 2012.

KOSOVÁ, K.; et al. Mitigação de estresses abióticos com fitormônios. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.60, p.35-52, 2012.

KUPPER, K.C.; et al. Microrganismos benéficos e controle de doenças. **Revista Brasileira de Microbiologia**, v.34, p.91-96, 2003.

LENZ, P.; et al. Alternativas ao uso intensivo de agrotóxicos. **Pesquisa em Agroecologia**, v.3, n.1, p.45-60, 2011.

LOUREIRO, J.A.; et al. Seletividade de produtos químicos para agentes biológicos. **Agrochemical Sciences**, v.10, p.33-41, 2002.

LU, H.; ZHANG, W.; ZHAO, L. et al., 2018. "Dinâmica da rizosfera e interações planta-microrganismo". **Soil Biology and Biochemistry**, vol. 120, pp. 79-90.

LU, Y.; et al. Fotoassimilados de carbono na rizosfera. **Soil Biology and Biochemistry**, v.123, p.93-100, 2018.

MEDEIROS, F.H.V. et al. Controle biológico de doenças de plantas: histórico, bases conceituais e avanços científicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.13, n.2, p. 89-106, 2018.

MEYER, J.; et al. Biotecnologia aplicada ao controle biológico. **Advances in Agricultural Biotechnology**, v.15, n.2, p.149-161, 2022.

MONJARÁS, J.A.; VALVANO, M.A. Sistema de secreção T6SS em *Pseudomonas*. **Microbial Pathogenesis**, v.149, p.104296, 2020.

MONTE, E. Potencial de Trichoderma no controle de doenças. **Mycological Research**, v.105, p.1163-1170, 2001.

MORGADO, D.R.; et al. Efeitos de *Bacillus subtilis* no manejo de nematoides. **Nematology**, v.17, p.123-130, 2015.

MOSELA, M.; et al. Bioinsumos como ferramentas para modernização da agricultura. **Agroecology and Sustainable Agriculture**, v.14, n.3, p.233-243, 2022.

PETTER, F.A.; et al. Misturas de tanque e eficiência no controle biológico. **Journal of Integrated Pest Management**, v.6, p.45-54, 2012.

POVEDA, K. y EUGUI, S., 2022. "Manejo sustentável de pragas agrícolas através de bioinsumos". **Revista Agrícola Internacional**, vol. 45, n. 3, pp. 210-225.

POLAR, P.; et al. Influências ambientais no desempenho de *Beauveria bassiana*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.109, p.1-10, 2015.

- SANTINI, J.B. *Trichoderma* no manejo de nematoides. **Nematologia Brasileira**, v.6, n.1, p.67-74, 2008.
- SANTOS, L.H., & Fernandes, A.P. (2021). "Impacto Ambiental do Uso de Produtos Biológicos e Químicos na Agricultura." **Environmental Science Review**, vol. 29, pp. 200-215.
- SANTOS, V.C.; et al. Utilização de *Beauveria bassiana* no manejo de *Sphenophorus levis*. **Journal of Pest Science**, v.90, p.387-396, 2017.
- SILVA, J.A., et al. (2020). "Eficácia de Produtos Biológicos e Químicos no Controle de Pragas." **Revista Brasileira de Agronomia**, vol. 36, pp. 123-134.
- SILVA, T.; et al. Redução de inóculo com *Trichoderma*. **Plant Disease**, v.99, p.152-159, 2015.
- SIDDIQUI, Z.A.; HAAS, D.; HEEB, S. Uso de *Pseudomonas fluorescens* no controle de nematoides. **Biological Control**, v.32, p.205-210, 2005.
- SOUSA, C.M., et al. (2018). "Compatibilidade de Agentes Biológicos e Produtos Químicos em Sistemas Agrícolas." **Agroecology Journal**, vol. 22, pp. 65-78.
- SRINIVAS, P.; RAMAKRISHNAN, P. Manejo integrado com microrganismos. **Indian Journal of Microbiology**, v.42, p.45-55, 2002.
- TOSCANO, L.C.; et al. Compatibilidade de biológicos com químicos em misturas. **Journal of Agricultural Research**, v.20, n.4, p.233-240, 2012.
- VEGA, F.E.; et al. Uso de *Beauveria bassiana* no controle de pragas. **Fungal Biology**, v.113, p.1-10, 2009.
- VIDAL, F.; SILVA, J.; COSTA, R. et al.,. "Programa Nacional de Bioinsumos: Inovações e Potencialidades". **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2021.
- WELLER, D.M. Produção de sideróforos por *Pseudomonas*. **Annual Review of Phytopathology**, v.45, p.15-31, 2007.
- ZAMBIAZZI, D.R.; et al. Avaliação de *Beauveria bassiana* no controle de percevejos. **Neotropical Entomology**, v.41, p.123-130, 2012.
- ZHAO, L.; et al. Solubilização de fosfato por *Bacillus* spp. **Plant and Soil**, v.345, p.45-52, 2011.
- ZHOU, X.; et al. Supressão de M. incógnita por *Bacillus methylotrophicus*. **Biological Agriculture & Horticulture**, v.32, p.123-130, 2016.