

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SCHANADU TEDESCO ALVES

**FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS PARA O CONTROLE DE PRAGAS NA SOJA:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

DOIS VIZINHOS

2023

SCHANADU TEDESCO ALVES

**FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS PARA O CONTROLE DE PRAGAS NA SOJA:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**ENTOMOPATHOGENIC FUNGI FOR PEST CONTROL IN SOYBEANS: A
SYSTEMATIC REVIEW**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Francisco M. D. Vítola

DOIS VIZINHOS

2023



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SCHANADU TEDESCO ALVES

**FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS PARA O CONTROLE DE PRAGAS NA SOJA:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Bioprocessos e
Biotecnologia da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 06/julho/2023

Renata Padilha de Souza
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Alice Chiapetti Bolsan
Mestrado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Laura Guyss
Graduado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DOIS VIZINHOS

2023

RESUMO

A soja é muito importante economicamente para o Brasil e, apesar de toda a tecnologia implantada nas lavouras atualmente, ela tem sido muito atingida por diversas pragas. A forma mais comum para o controle de pragas é a utilização de inseticidas ou pesticidas químicos, porém estes possuem componentes nocivos em sua formulação, podendo intoxicar quem aplica e quem consome os alimentos, além de pessoas que habitam em comunidades vizinhas, pela contaminação da água. Dessa forma, inseticidas biológicos têm surgido como uma alternativa aos químicos, para controle biológico de pragas, formulados com a utilização de óleos essenciais de plantas e microrganismos. No Brasil já existem bioinseticidas comerciais em que os princípios ativos utilizados são fungos entomopatogênicos. Esses fungos infectam os insetos a partir de sua cutícula, e assim adentram no organismo do hospedeiro levando-o à morte. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sistemática de literatura para realizar o levantamento de publicações nesta área ao longo do tempo, bem como identificar os periódicos e autores mais relevantes. Para isso, realizou-se uma busca na base de dados Scopus com as palavras-chave “*entomopathogenic fungi*” e “*pest control*”, exportando os arquivos selecionados no formato BibTeX para utilizar a ferramenta Bibliometrix do programa R Studio. Depois, os mesmos arquivos foram exportados para o software Mendeley para selecionar os artigos que possuem relação com a utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de pragas da soja, seguida de aplicação do Methodi Ordinatio para identificar os artigos mais relevantes da área, a partir do seu fator de impacto e citações. Com isso, foi possível obter que o primeiro trabalho publicado na área de controle biológico de pragas utilizando fungos entomopatogênicos ocorreu em 1982 e no ano de 2022 foi o que mais obteve publicações nessa área. Além disso, foi possível encontrar a ocorrência de palavras-chave correspondentes com o tema estudado, mostrando que há relação entre os trabalhos publicados. No Mendeley, obteve-se 31 artigos relacionados à área estudada, podendo selecionar os 10 artigos mais relevantes para realizar uma breve revisão. Sendo assim, a revisão sistemática de literatura demonstra uma importante ferramenta para realizar o acompanhamento das publicações de acordo com os anos.

Palavras-chave: Controle biológico, insetos-praga, soja.

ABSTRACT

Soybeans are very economically important for Brazil and, despite all the technology currently being implemented in crops, it has been severely affected by several pests. The most common way to control pests is the use of insecticides or chemical pesticides, but these have harmful components in their formulation, which can intoxicate those who apply and those who consume the food, as well as people who live in neighboring communities, due to water contamination. Thus, biological insecticides have emerged as an alternative to chemical ones, for the biological control of pests, formulated with the use of essential oils from plants and microorganisms. In Brazil there are already commercial bioinsecticides in which the active principles used are entomopathogenic fungi. These fungi infect insects from their cuticle, and thus enter the host organism leading to death. Therefore, the objective of this work is to carry out a systematic literature review to carry out a survey of publications in this area over time, as well as to identify the most relevant journals and authors. For this, a search was carried out in the Scopus database with the keywords “entomopathogenic fungi” and “pest control”, exporting the selected files in BibTeX format to use the Bibliometrix tool of the R Studio program. Afterwards, the same files were exported to the Mendeley software to select the articles that are related to the use of entomopathogenic fungi to control soybean pests, followed by the application of the Methodi Ordinatio to identify the most relevant articles in the area, from its impact factor and citations. With this, it was possible to obtain that the first work published in the area of biological control of pests using entomopathogenic fungi occurred in 1982 and in the year 2022 was the one that obtained the most publications in this area. In addition, it was possible to find the occurrence of keywords corresponding to the topic studied, showing that there is a relationship between the published works. In Mendeley, 31 articles related to the studied area were obtained, being able to select the 10 most relevant articles to carry out a brief review. Therefore, the systematic literature review demonstrates an important tool for monitoring publications according to years.

Keywords: Biological control, insect pests, soybean.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo geral	14
1.2	Objetivos específicos	14
1.3	Justificativa.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Pragas da Soja.....	15
2.2	Fungos Entomopatogênicos	17
2.3	Revisão Sistemática de Literatura.....	19
2.4	Methodi Ordinatio.....	20
3	METODOLOGIA	21
3.1	Definição das Palavras-Chave e Base de Dados	22
3.2	Análise de Dados	22
3.3	Methodi Ordinatio.....	22
4	RESULTADOS	23
4.1	Definição das Palavras-chave e Base de Dados	23
4.2	Análise de dados.....	23
4.2.1	Publicações anuais	23
4.2.2	Periódicos.....	24
4.2.3	Autores	26
4.2.4	Palavras-Chave.....	28
4.2.5	Methodi Ordinatio	28
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A soja é originária da China, mas começou a ser vista com interesse industrial no mundo em meados do século XX (EMBRAPA SOJA, 2022). Atualmente o Brasil é o maior exportador de soja mundial, tendo exportado em 2020 cerca de 81,432 milhões de toneladas para países como a China, Países Baixos, Espanha, entre outros (SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ, 2020). De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2023), o crescimento significativo da produção de soja no Brasil se dá principalmente pela demanda internacional de alimentos e rações, bem como pela disponibilidade de terras e condições favoráveis para o cultivo da soja. Apesar da intensa aplicação de tecnologia nas lavouras atuais, as plantações de soja são frequentemente atingidas por pragas ou doenças. Dentre as pragas mais comuns se encontram o percevejo-marrom-da-soja (*Euschistus heros*) que causa danos ao atacar hastes e ramos, a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), mosca-branca (*Bemisia tabasi*), entre outros (MOREIRA; ARAGÃO, 2009).

Sendo assim, são necessárias ferramentas para o controle dessas pragas. A forma mais comum para o controle de pragas em plantações é a utilização de inseticidas ou pesticidas químicos que, apesar de evitar a queda na produção alimentícia, podem causar desde a contaminação do meio ambiente, desequilíbrio no ecossistema, até a intoxicação de quem aplica os pesticidas e de consumidores de alimentos, por possuir ingredientes nocivos em sua composição (OLIVEIRA-FILHO, 2008; NASCIMENTO; MELNYK, 2016). De acordo uma notícia publicada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2018, cerca de 193 mil pessoas em todo o mundo perdem a vida pela exposição a agrotóxicos e outras substâncias químicas nocivas, por ano. A intoxicação ocorre principalmente por conta da contaminação do meio ambiente. Uma vez pulverizados, os agrotóxicos contaminam o solo, sedimento e conseqüentemente os lençóis freáticos, tornando a água imprópria para o consumo. Dessa forma, afetam a saúde das pessoas que fazem parte de comunidades rurais próximas aos plantios, da população em geral que consome o alimento e dos trabalhadores que manipulam essas substâncias (VASCONCELOS, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2021).

Uma alternativa ao controle químico, é a utilização do controle biológico de pragas. Essa ferramenta consiste na utilização de organismos vivos, como

predadores, parasitóides e patógenos para controlar populações de pragas. No caso da soja, o controle biológico pode desempenhar um papel importante na redução das infestações por pragas e na minimização do uso dos pesticidas químicos (TORRES *et al.*, 2017). A utilização de biopesticidas ou bioinseticidas como alternativa aos pesticidas sintéticos tem sido muito estudada. De acordo com Oliveira-Filho (2008), os inseticidas biológicos são formulados a partir da utilização de microrganismos, como fungos e bactérias. Para isso, são utilizados microrganismos entomopatogênicos, ou seja, que causam doenças em insetos, levando-os à morte. O processo envolve a bioprospecção de microrganismos que infectam o inseto, seguido de isolamento e fermentação para obtenção de esporos (JACQUES *et al.*, 2017). Na cultura da soja, as principais espécies de fungos entomopatogênicos aplicados para o controle de pragas são *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*. Esses fungos têm sido amplamente estudados e utilizados como agentes de controle biológico contra várias espécies de pragas que afetam essa cultura (HUARTE-BONNET *et al.*, 2020). Levando em conta a importância do controle biológico utilizando fungos entomopatogênicos nas culturas de soja, explorar o estado atual dos estudos voltados a esse tema em artigos científicos se torna relevante. Dessa forma, busca-se realizar uma revisão sistemática de literatura para identificar trabalhos publicados nessa área.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral consiste em realizar uma revisão sistemática de literatura para mapear, identificar e explorar o estado atual do conhecimento voltado para a utilização de fungos entomopatogênicos para o controle biológico de pragas nas culturas de soja.

1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos consistem em:

- Definir palavras-chave para busca;
- Definir a base de dados para a realização das buscas;
- Realizar levantamento de estudos na área de acordo com os anos;
- Realizar o levantamento dos periódicos que possuem mais publicações;

- Realizar o levantamento dos autores mais relevantes na área de estudo buscada;
- Realizar levantamento das palavras-chave que mais aparecem nos trabalhos;
- Fazer o levantamento dos 10 artigos mais relevantes utilizando Methodi Ordinatio.
- Fazer uma leitura minuciosa dos artigos selecionados como mais relevantes para uma discussão mais aprofundada.

1.3 Justificativa

Levando em conta a incidência de diversas espécies de pragas em plantações de soja e a periculosidade da utilização de inseticidas químicos ao meio ambiente e à população em geral, torna-se necessário o estudo de métodos mais sustentáveis para o controle destas pragas. Sendo assim, a utilização de fungos entomopatogênicos é uma alternativa biológica que não causa poluição ou intoxicação, seja na natureza, a quem aplica ou a quem consome os alimentos. Dessa forma, o acompanhamento da evolução de estudos nessa área, torna-se relevante.

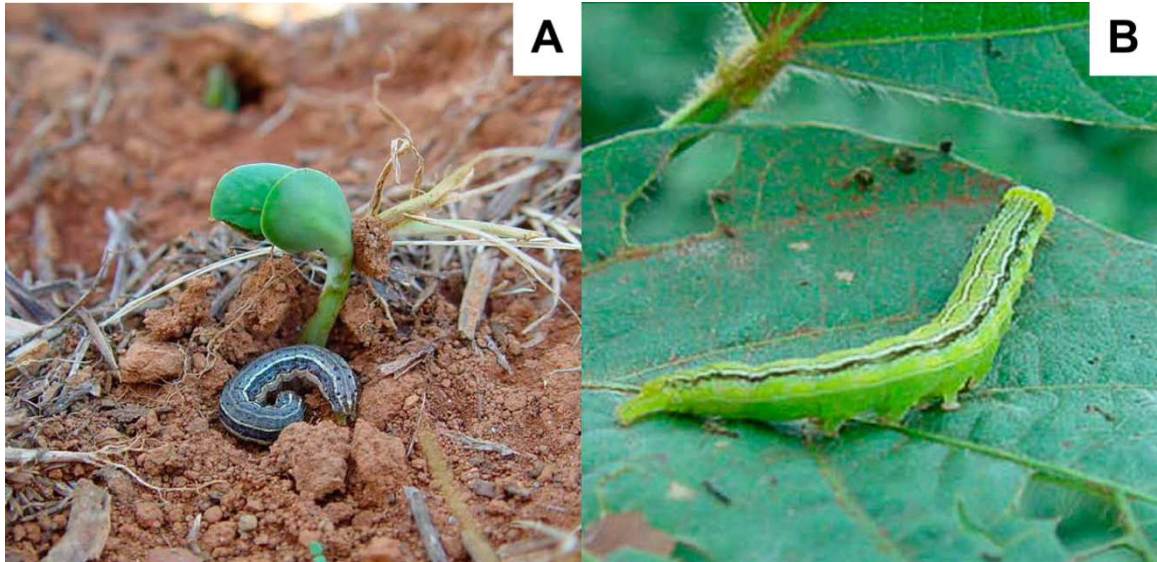
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pragas da Soja

A soja é um produto importante para a economia do Brasil. Em 2013 foram cultivados mais de 27 milhões de hectares de soja e em 2020 o país exportou mais de 81 milhões de toneladas, tornando-se o maior exportador de soja do mundo (ÁVILA; GRIGOLLI, 2014; SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ, 2020). As culturas de soja são alvo constante de insetos-pragas, que se alimentam de hastes, raízes, plântulas e folhas (ÁVILA; GRIGOLLI, 2014). Dentre as principais pragas, encontram-se algumas espécies de lagartas, percevejos, besouros, insetos do solo, entre outros. Lagartas das espécies *Spodoptera frugiperda* e *Anticarsia gemmatalis*, conhecidas popularmente como lagarta-militar e lagarta-da-soja (Figura 1), respectivamente, se alimentam

principalmente das folhas e hastes das plantas. A desfolha diminui significativamente a área de fotossíntese e a respiração vegetal (MOREIRA; ARAGÃO, 2009).

Figura 1 – (A) Lagarta-militar (*Spodoptera fugiperda*); (B) Lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*).



Fonte: Moreira e Aragão, 2009.

Outra praga muito comum é o percevejo-castanho-da-raiz (*Scaptocoris castanea*, *S. carvalhoi* e *S. buckupi*) (Figura 2), que suga as raízes da soja desde a fase inicial da planta até a colheita, fazendo com que não consigam absorver os nutrientes presentes no solo.

Figura 2 – Percevejo-castanho-da-raiz (*Scaptocoris castanea*)



Fonte: Moreira e Aragão, 2009.

O percevejo-marrom (*Euschistus heros*) (Figura 3), por outro lado, se alimenta das vagens e grãos, prejudicando a qualidade das sementes e consequentemente causando perda de rendimento (MOREIRA; ARAGÃO, 2009; SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2014). Considerando os danos e prejuízos que as pragas da soja podem causar, estudar formas de controle biológico para esses organismos se torna uma ferramenta importante.

Figura 3 – Percevejo-marrom (*Euschistus heros*)



Fonte: Moreira e Aragão, 2009.

2.2 Fungos Entomopatogênicos

Os estudos para o uso de fungos entomopatogênicos no controle de insetos-praga em plantações de diferentes culturas no Brasil, iniciou em 1955 e se tornou uma poderosa ferramenta para o controle biológico (MEYER *et al.*, 2022). Fungos entomopatogênicos infectam e causam doenças em insetos e artrópodes, levando-os à morte (PELL; HANNAM; STEINKRAUS, 2009; GONZALES *et al.*, 2016). De acordo com Moonjely, Barelli e Bidochka (2016), a principal porta de entrada para esses fungos infectarem o hospedeiro é a cutícula do inseto, a partir da penetração transcuticular. Assim que adentram a cavidade do corpo, os fungos se ramificam e as

hifas ficam aparentes no inseto, conforme mostra a Figura 4. Além da barreira química e física que os fungos entomopatogênicos precisam romper para infectar a cutícula do inseto, também podem ter dificuldades ao enfrentar o sistema imunológico do hospedeiro (JORDAN *et al.*, 2021).

Figura 4 – *Diabrotica speciosa* infectada pelo fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*.



Fonte: Hoffmann-Campo *et al.*, 2000.

Por se tratar de um microrganismo, apresentam modo de ação silencioso. Quando infectam o hospedeiro, os sintomas são pouco perceptíveis, mas estudos relatam a redução tanto na alimentação, quanto na ovoposição do inseto (MEYER *et al.*, 2022).

No Brasil já existem bioinseticidas à base de fungos entomopatogênicos vendidos comercialmente e estão oficialmente cadastrados no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) na categoria de inseticidas microbiológicos. Dentre os fungos utilizados nesses bioinseticidas estão *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2022). *B. bassiana* é recomendado para o controle de diversas pragas, pois quando infecta o hospedeiro, inibe o crescimento de outros microrganismos, favorecendo seu próprio crescimento. *M. anisopliae* possui grande eficácia no controle de pragas da soja, possuindo aplicação para diversas espécies de lagartas e percevejos (MEYER *et al.*, 2022). A Figura 5 mostra um percevejo-marrom infectado por *M. anisopliae*.

Figura 4 - Percevejo-marrom (*E. heros*) infectado pelo fungo *Metarhizium anisopliae*.



Fonte: Meyer *et al.*, 2022.

2.3 Revisão Sistemática de Literatura

A revisão sistemática de literatura é utilizada para realizar a identificação de estudos relevantes sobre determinado assunto, demonstrando características e resultados dos estudos selecionados, bem como o levantamento de pesquisas científicas (DERMEVAL; COELHO; BITTENCOURT, 2020). Além disso, essa modalidade segue protocolos específicos com base em estratégias para selecionar bases de dados e artigos científicos, utilizando de critérios de inclusão e exclusão (GALVÃO; RICARTE, 2019).

Sendo assim, a revisão sistemática de literatura é importante para obter uma visão abrangente e imparcial do conhecimento existente, identificar lacunas na literatura, direcionar pesquisas futuras e contribuir para o avanço do conhecimento científico. Isso se dá por se tratar de uma metodologia transparente e rigorosa, reduzindo o viés e fornecendo informações confiáveis e atualizadas (GALVÃO; PEREIRA, 2014; GALVÃO; RICARTE, 2019; DERMEVAL; COELHO; BITTENCOURT, 2020).

Para a realização de uma revisão sistemática de literatura, Galvão e Pereira (2014) descrevem 8 passos:

1. Elaboração da pergunta de pesquisa;
2. Busca na literatura;
3. Seleção dos artigos;
4. Extração de dados;
5. Avaliação da qualidade metrológica;
6. Síntese dos dados;
7. Avaliação da qualidade das evidências;
8. Redação e publicação dos resultados.

Segundo Chueke e Amatucci (2022), a bibliometria é uma ferramenta complementar à revisão sistemática de literatura, pois fornece métodos e técnicas para quantificar e analisar a produção científica, auxiliando na identificação de estudos relevantes a partir da utilização de palavras-chave, análises de citações e co-citações, mapeando a rede de conhecimento em uma determinada área e autores mais influentes. Dessa forma, a bibliometria pode contribuir para embasar a revisão sistemática, fornecendo informações quantitativas sobre a produção científica e ajudando a contextualizar os estudos selecionados. E a revisão sistemática oferece uma abordagem mais qualitativa, que envolve a análise crítica e a síntese das evidências, contribuindo para a tomada de decisões embasadas em evidências e o avanço do conhecimento científico (CHEUKE; AMATUCCI, 2022).

2.4 Methodi Ordinatio

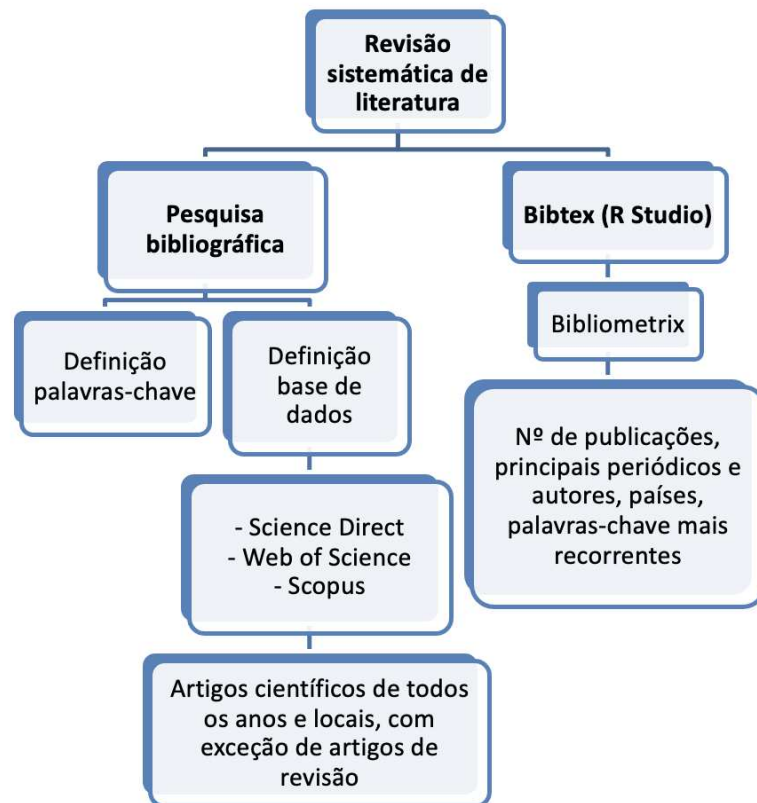
Methodi Ordinatio se trata de uma abordagem sistemática que busca classificar os estudos de forma quantitativa, selecionando artigos de alta qualidade, levando em consideração tanto o fator de impacto quanto as citações recebidas pelos artigos. Esse método surgiu a partir da união de estudos de Vinkler (1986; 1996; 2009; 2010; 2012), que destaca a relevância do fator de impacto das publicações como critério na seleção de artigos para revisões, e de estudos de Bormann (2010) e Antelman (2004), que enfatizam a importância do número de citações. Ao considerar tanto o fator de impacto quanto o número de citações, o Methodi Ordinatio visa selecionar artigos de alta qualidade, que tenham um impacto significativo no campo de pesquisa em

questão. Dessa forma, a metodologia busca promover uma revisão sistemática mais robusta e confiável, ao utilizar artigos bem avaliados e amplamente citados como base para a análise e síntese das evidências. Sendo assim, essa metodologia busca garantir a inclusão de estudos relevantes e influentes, contribuindo para a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos nas revisões sistemáticas (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2018).

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada a partir da pesquisa bibliográfica a partir da definição das palavras-chave e base de dados, além da análise de dados utilizando a ferramenta Bibliometrix do Software R Studio. A Figura 6 representa as etapas detalhadamente.

Figura 6 - Etapas para a revisão sistemática de literatura.



Fonte: Autoria própria, 2023

3.1 Definição das Palavras-Chave e Base de Dados

A definição das palavras-chave se deu a partir do tema e após algumas buscas preliminares, resultando na seguinte escolha: fungo entomopatogênico e controle de pragas. Porém, a busca foi realizada em inglês: *entomopathogenic fungi and pest control*. Mais especificamente, foi utilizado o operador booleano “and”, da seguinte forma: (“entomopathogenic fungi”) AND (“pest control”).

As bases de dados Science Direct, Web of Science e Scopus, foram escolhidas por possuírem interface para exportação direta dos artigos selecionados para a ferramenta Bibliometrix do programa RStudio.

3.2 Análise de Dados

A análise de dados ocorreu através da exportação dos artigos de pesquisa selecionados para a ferramenta Bibliometrix do programa R Studio, no formato BibTeX. Os resultados brutos foram então filtrados para obter apenas artigos de pesquisa, excluindo artigos de revisão, livros e capítulos de livros, além do levantamento dos autores mais relevantes, da quantidade de publicações ao longo do tempo, periódicos mais publicados, além das palavras-chave com maiores ocorrências.

3.3 Methodi Ordinatio

Essa etapa foi realizada a partir da exportação dos artigos obtidos nas bases de dados escolhidas para o gerenciador de referências, Mendeley, realizando a seleção manual de artigos de pesquisa que possuem relação com o tema Utilização de Fungos Entomopatogênicos para o Controle Biológico de Pragas da Soja. Em seguida, os artigos foram exportados para o software JabRef, que foi utilizado para fazer a conversão dos dados dos artigos para o formato de planilha e assim, permitindo exportar esses dados para o Microsoft Excel.

Além disso, realizou-se a busca no site *Journal metrics* da base de dados Scopus, para obter dados de Fator de Impacto (Fi) e Citações (Ci) dos artigos, para aplicação na fórmula deste método:

$$InOrdinatio = Fi/1000 + (\alpha * (10 * (AnoPesquisa - AnoPublicação))) + Ci$$

Onde α se refere a um valor atribuído para a relevância da atualidade dos artigos. Para essa pesquisa, optou-se por utilizar o valor de α igual a 10.

4 RESULTADOS

4.1 Definição das Palavras-chave e Base de Dados

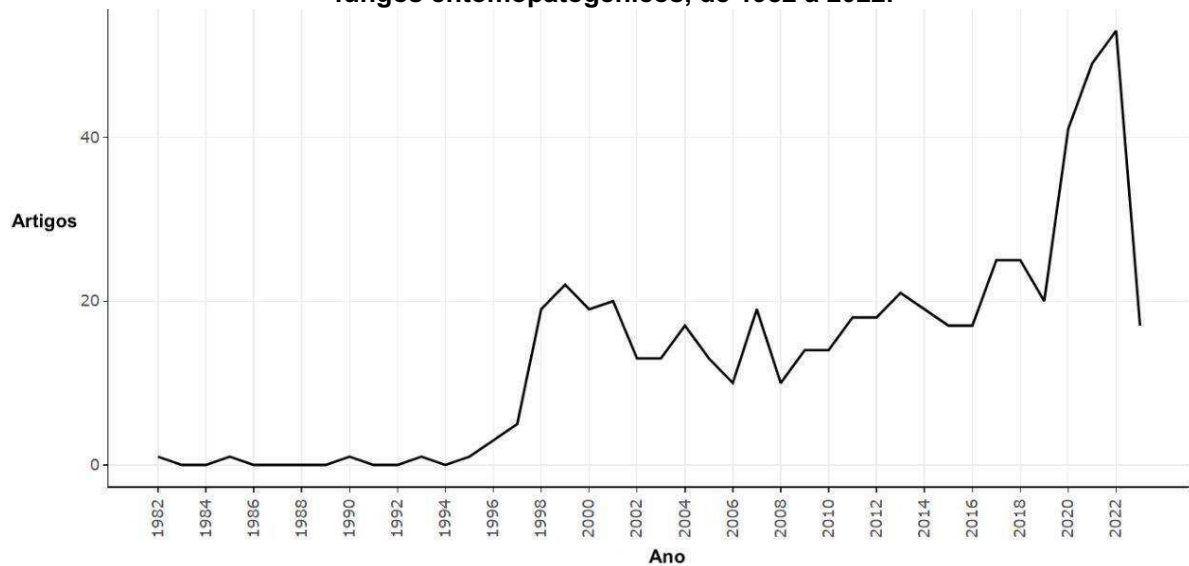
As palavras-chave escolhidas apresentaram um bom número de resultados nas bases de dados Science Direct e Scopus, porém, na base de dados Web of Science a busca não obteve êxito, apresentando apenas 19 resultados. Na base Science Direct foi possível obter 523 resultados para a busca, no entanto, não foi possível fazer a análise de dados no programa R Studio, pois o programa não possui a opção de leitura de dados dessa base de forma direta. Portanto, optou-se pela utilização dos resultados encontrados na base Scopus, onde foi possível obter 561 resultados. Excluindo os artigos envolvendo as palavras-chave “*Animal*” e “*Animals*”, 556 documentos foram carregados no programa. Esses documentos são de 1998 autores e 215 periódicos, além de apresentarem média de 25 citações e cerca de 1484 palavras-chave.

4.2 Análise de dados

4.2.1 Publicações anuais

O primeiro artigo relacionado à utilização de fungos entomopatogênicos no controle biológico de pragas foi publicado em 1982, com o título “Fungos como agentes de controle biológico de artrópodes de importância agrícola e médica”, que relata o estudo da influência de fatores físicos sobre os fungos utilizados no controle de pragas, e sua virulência; assim como propõe a necessidade de realizar bioprospecção para encontrar outros fungos entomopatogênicos (HALL; PAPIEROK, 1982). De 1983 até 1995 houve oscilação entre 0 e 1 publicação por ano. A partir de 1996 as publicações começaram a crescer, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 – Publicações de artigos científicos na área do controle biológico de pragas utilizando fungos entomopatogênicos, de 1982 a 2022.



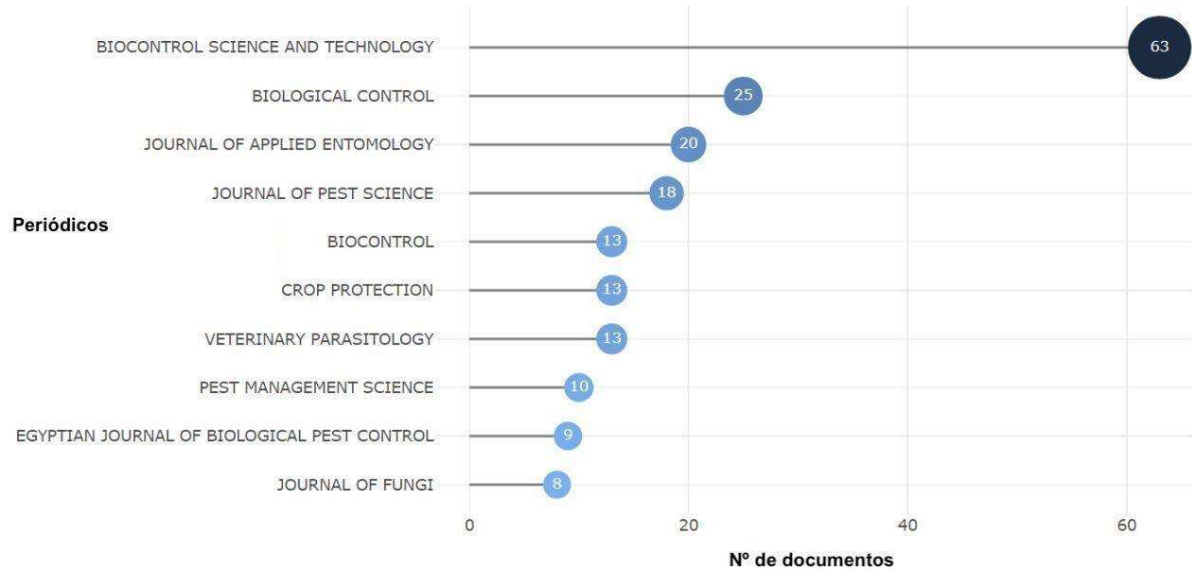
Fonte: Autoria própria, 2023.

Em 2022 ocorreu o maior número de publicações na área do controle de pragas com fungos entomopatogênicos, com 53 documentos publicados. O programa utilizado estima um crescimento anual de 7,15% na publicação de artigos. Portanto, espera-se que em 2023 cerca de 57 artigos sejam publicados na área do controle biológico com fungos entomopatogênicos.

4.2.2 Periódicos

Dentre os três principais periódicos que abordam o tema pesquisado na base de dados Scopus, encontram-se *Biocontrol Science and Technology*, *Biological Control* e *Journal Applied of Entomology*, apresentando 63, 25 e 20 publicações, respectivamente, a Figura 8 mostra os 10 principais periódicos encontrados na busca.

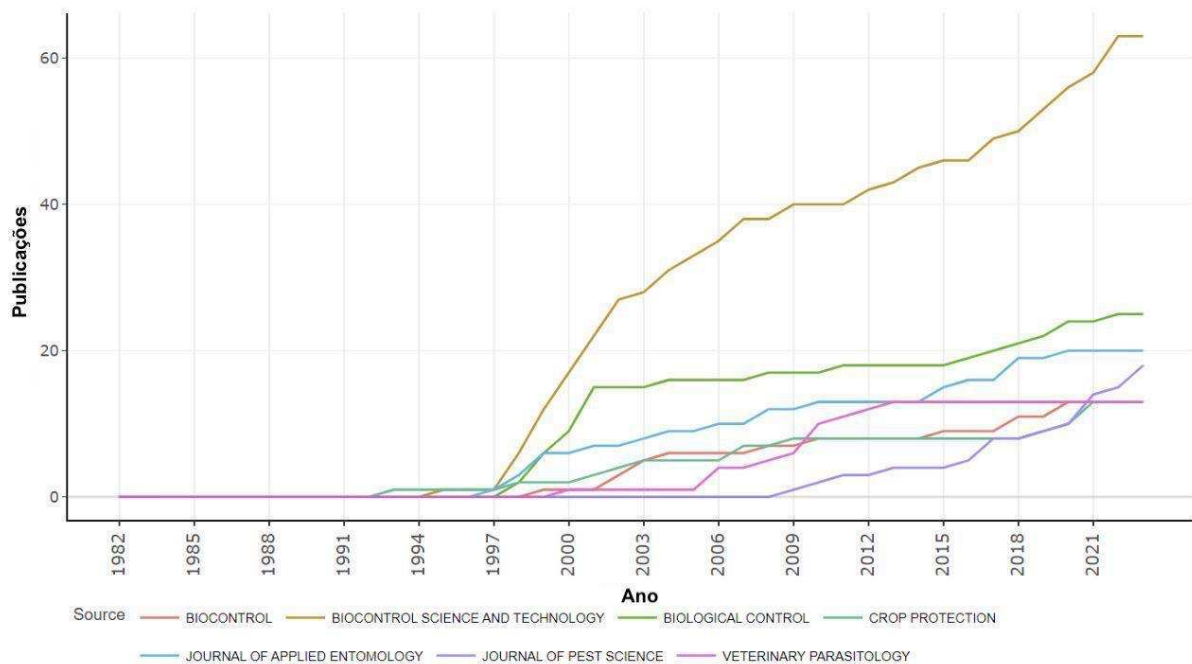
Figura 8 – Principais periódicos encontrados na base de dados Scopus, utilizando as palavras-chave “entomopathogenic fungi” e “pest control”.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Além disso, na Figura 9 também é possível verificar que o periódico que mais se destacou ao longo dos anos é o *Biocontrol Science and Technology*, registrando publicações desde o ano de 1995 até os dias de hoje, sendo que o ano de maior publicação é no ano de 2022, com 53 artigos.

Figura 9 – Publicações dos principais periódicos ao longo dos anos, encontrados na base de dados Scopus, utilizando as palavras-chave “*entomopathogenic fungi*” e “*pest control*”.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Um dos artigos publicados pela revista *Biocontrol Science and Technology* em 2022 trata da utilização do fungo *B. bassiana* para o controle de uma das principais

pragas da soja: o percevejo-marrom (*Euschistus heros*). Por se tratar de uma praga muito resistente aos inseticidas químicos e apresentar baixa suscetibilidade aos fungos isolados conhecidos, os autores buscaram obter isolados de *B. bassiana* de alta virulência, conseguindo comprovar o potencial do fungo frente à praga em questão (SILVA-SANTANA *et al.*, 2022).

4.2.3 Autores

Os autores mais relevantes nessa área de estudo encontram-se relacionados na ordem decrescente, de acordo com o número de publicações na Figura 10.

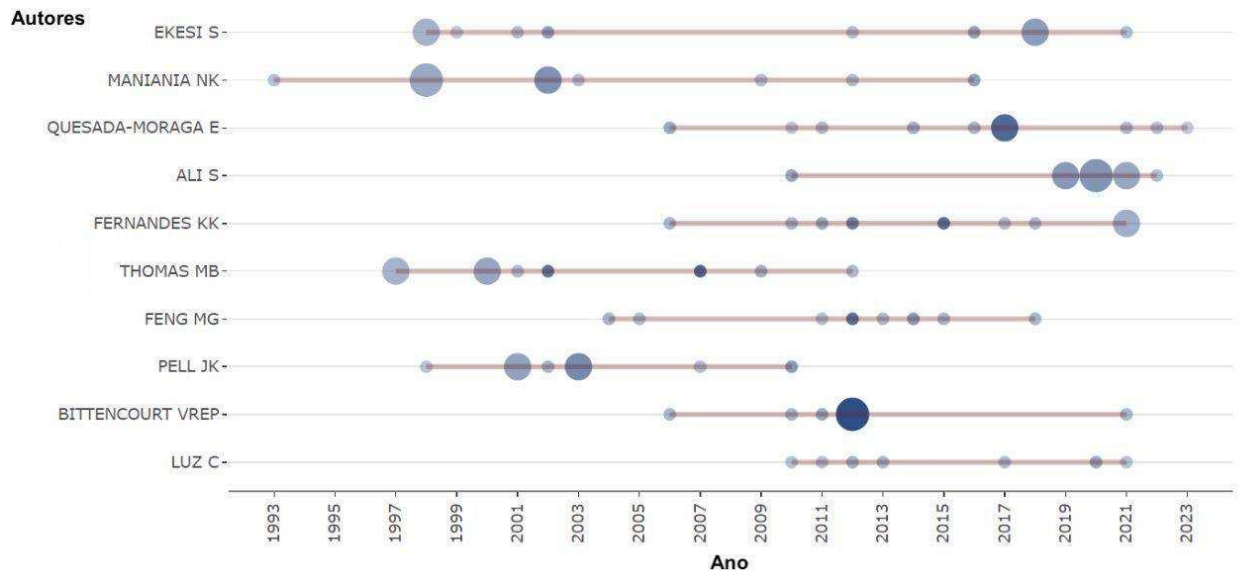
Figura 10 – Relevância de autores de acordo com o número de publicações de artigos realizadas desde o ano de 1982 a 2023, conforme pesquisa na base de dados Scopus, utilizando as palavras-chave “entomopathogenic fungi” e “pest control”.

Autores	Artigos
EKESI S	10
MANIANIA NK	10
QUESADA-MORAGA E	10
ALI S	9
FERNANDES KK	9
THOMAS MB	9
FENG MG	8
PELL JK	8
BITTENCOURT VREP	7
LUZ C	7

Fonte: Aatoria própria, 2023.

Além disso, também é possível relacionar os trabalhos publicados por esses autores em uma linha do tempo, conforme Figura 11, onde os anos são indicados pelas linhas e o número de publicações pelos círculos.

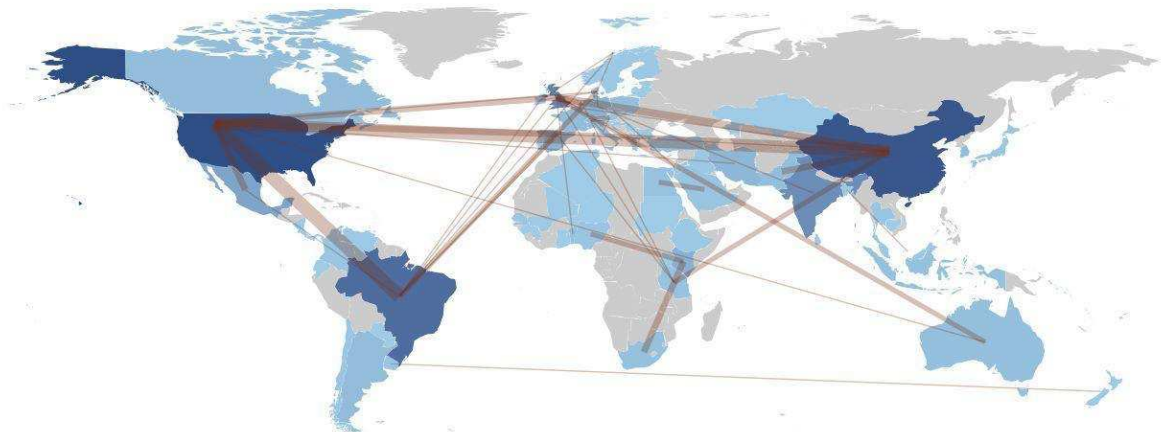
Figura 11 – Relação de trabalhos publicados na área de acordo com os autores mais relevantes.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Dessa forma é possível perceber que o autor Ekési, S., iniciou suas publicações no ano de 1998 e continuou até 2021. Esse autor se destaca por possuir mais de 6 mil citações e cerca de 301 documentos publicados, onde 18 documentos envolvem o estudo de fungos entomopatogênicos, dentro da pesquisa realizada. Um desses estudos envolve a utilização dos fungos *M. anasopliae* e *B. bassiana* para infectar ovos da praga lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*) e foi obtido sucesso, com mortalidade de 96% dos ovos (AKUTSE *et al.*, 2019). Também é possível relacionar a colaboração entre os países, de acordo com a Figura 12.

Figura 12 – Relação de colaboração de publicação de artigos entre os países.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Com isso, pode-se perceber que o Brasil fez parcerias com países como Estados Unidos, Espanha e Dinamarca, além de se apresentar entre os 3 países que mais publicam na área do controle biológico com fungos entomopatogênicos. Isso

da soja. Portanto, artigos que trazem em seus títulos, resumos e/ou palavras-chave, os nomes científicos de pragas da soja atrelados ao controle biológico por fungos entomopatogênicos foram selecionados. A partir dos artigos selecionados, utilizou-se o software JabRef para exportar os dados obtidos para a planilha do Microsoft Excel. Para obter dados de fator de impacto e citações, utilizou-se a plataforma *Journal Metrics* da base Scopus. Com isso, foi possível aplicar os valores encontrados na fórmula do Methodi Ordinatio, realizando a ordenação em ordem decrescente para identificar os artigos mais relevantes, conforme mostra a Quadro 1.

Quadro 1 - Methodi Ordinatio para artigos selecionados.

Ranking	Título	Ano	Revista	Autor	Fator de Impacto (Fi)	N° de Citações (Ci)	InOrdinatio
1	Effect of host plant on the potential of <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for controlling the silverleaf whitefly, <i>Bemisia argentifolii</i> (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouses	1998	Biological Control	Vidal, C., Osborne, L., Lacey, L. and Fargues, J.	4,2	11,318	2511,32
2	Potential application of the entomopathogenic fungus, <i>Nomuraea rileyi</i> , for control of the corn earworm, <i>Helicoverpa armigera</i>	1998	Entomologia Experimentalis et Applicata	Tang, L.-C. and Hou, R.	1,9	5,997	2506,00
3	Efficiency of the entomopathogenic fungus, <i>Beauveria bassiana</i> (Bals), against <i>Aphis crassivora</i> Koch and <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Gennandius</i>	1998	Journal of Applied Entomology	Zaki, F.	1,9	3,900	2503,90

4	Field trial with the entomopathogenic fungus <i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>acridum</i> against bands of the grasshopper <i>Rhammatocerus schistocercoides</i> in Brazil	2000	Biocontrol Science and Technology	Magalhães, B., Lecoq, M., Faria, M.D., Schmidt, F. and Guerra, W.	1,4	3,156	2303,16
5	Control of invasive soybean aphid, <i>Aphis glycines</i> (Hemiptera: Aphididae), populations by existing natural enemies in New York State, with emphasis on entomopathogenic fungi	2005	Environmental Entomology	Nielsen, C. and Hajek, A.	1,7	8,971	1808,97
6	Laboratory and glasshouse evaluation of entomopathogenic fungi against the two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> (Acari: Tetranychidae), on tomato, <i>Lycopersicon esculentum</i>	2005	Biocontrol Science and Technology	Chandler, D., Davidson, G. and Jacobson, R.	1,4	3,156	1803,16
7	Effect of agrochemicals on development of the entomopathogenic fungus <i>Nomuraea rileyi</i> and its virulence on <i>S. frugiperda</i>	2010	Bioagro	Pavone, D. and Dorta, B.	0,8	207	1507,00

8	Mortality evaluation of armyworm (Spodoptera frugiperda J. E. Smith) by using Metarhizium anisopliae In vitro	2014	Journal of Pure and Applied Microbiology	Romero-Arenas, O., Rivera, A., Aragon, A., Parraguirre, C., Cabrera, E. and Lopez, F.	0,8	1,559	901,56
9	Transient endophytic colonization of melon plants by entomopathogenic fungi after foliar application for the control of Bemisia tabaci Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae)	2017	Journal of Pest Science	Garrido-Jurado, I., Resquín-Romero, G., Amarilla, S., Ríos-Moreno, A., Carrasco, L. and Quesada-Moraga, E.	4,8	5,453	605,46
10	Efficacy of oil based formulation of Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. against chilli mite, Polyphagotarsonemus latus Banks delivered through different delivery equipments	2018	Journal of Biopesticides	Murugasidivi, K., Jeyarani, S. and Ramaraju, K.		95	595,00
11	Interaction of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae with chlorpyrifos ethyl and spinosad in Spodoptera frugiperda larvae	2018	Pest Management Science	Rivero-Borja, M., Guzmán-Franco, A., Rodríguez-Leyva, E., Santillán-Ortega, C. and Pérez-Panduro, A.	4,1	19,709	519,71
12	A Review of Entomopathogenic	2023	Iraqi Journal	Alhadidi, S.	0,7	517	517,00

	Fungi of Iraq		of Science				
13	Effect of essential and non-essential elements on cellular immune system of cotton bollworm, <i>helicoverpa armigera hübner</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	2018	Invertebrate Survival Journal	Baghban, A., Sendi, J. and Zibae, A.		1,883	501,88
14	Laboratory bioassay of six pesticides, an entomopathogenic fungus, and a botanical pesticide on two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae)	2021	Persian Journal of Acarology	Basak, R., Akter, M., Tumpa, T., Sharmin, D. and Ullah, M.	1,3	231	431,0013
15	Compatibility of entomopathogenic fungi with insecticides and their efficacy for IPM of <i>Bemisia tabaci</i> in cotton	2019	Journal of Pesticide Science	Sain, S., Monga, D., Kumar, R., Nagrale, D., Hiremani, N. and Kranthi, S.	2,4	1,261	401,26
16	Natural incidence of entomopathogenic fungus <i>nomuraea rileyi</i> on <i>spodoptera frugiperda</i> infesting corn in bengkulu	2020	Journal of Tropical Plant Pests and Diseases	Ginting, S., Nadrawati, Zarkani, A. and Sumarni, T.		44	344,00
17	Sub-lethal effects of partially purified protein extracted from <i>beauveria bassiana</i> (Balsamo) and its presumptive role in tomato (<i>lycopersicon</i>	2020	Insects	Keerio, A., Nazir, T., Anwar, T., Majeed, M., Abdulle, Y., Jatoi, G., Gadhi, M. and Qiu, D.	3	10,347	310,35

	esculentum l.) defense against whitefly (bemisia tabaci genn.)						
18	Evaluation of Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, and Bacillus thuringiensis for the management of Helicoverpa armigera (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory and field conditions	2020	Biocontr ol Science and Technolo gy	Fite, T., Tefera, T., Negeri, M., Damte, T. and Sori, W.	1,4	3,156	303,16
19	Efficacy of Entomopathogenic Fungi Beauveria bassiana in Pest Management	2022	Current Trends in Biotechn ology and Pharmac y	Srivani, M. and Jalaja, N.		203	303,00
20	Effect of entomopathogenic fungi introduced as corn endophytes on the development, reproduction, and food preference of the invasive fall armyworm Spodoptera frugiperda	2021	Journal of Pest Science	Russo, M., Jaber, L., Scorsetti, A., Vianna, F., Cabello, M. and Pelizza, S.	4,8	5,453	205,46
21	Characterization and bio-efficacy of entomopathogenic Beauveria associated with cuticle- degrading enzymes to restrain sucking	2022	Parasitol ogy Research	Bhadani, R., Gajera, H., Hirpara, D. and Kachhadiya, H.	2	14,682	114,68

	pest Bemisia tabaci						
22	Potential of a combination of entomopathogenic fungal strains and a non-ionic surfactant to control the fall armyworm (Spodoptera frugiperda)	2022	Journal of Asia-Pacific Entomology	Wu, S.-S., Tseng, C.-T., Yang, Y.-H., Liu, Y.-C., Chang, J.-C., Gyawali, P., Li, Y.-H., Yang, T.-H., Tsai, Y.-F., Tang, L.-C., Tang, L.-C. and Nai, Y.-S.	1,5	2,728	102,73
23	Conidia production of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana using packed-bed bioreactor: Effect of substrate biodegradability on conidia virulence	2023	Journal of Environmental Management	Sala, A., Barrena, R., Meyling, N. and Artola, A.	8,7	99,689	99,70
24	Accumulation of pyrethroids induces changes in metabolism of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana—Proteomic and lipidomic background	2023	Ecotoxicology and Environmental Safety	Litwin, A., Mironenka, J., Bernat, P., Soboń, A. and Różalska, S.	6,8	60,092	60,10

25	Persistence of <i>Metarhizium brunneum</i> (Ascomycota: Hypocreales) in the Soil Is Affected by Formulation Type as Shown by Strain-Specific DNA Markers	2023	Journal of Fungi	Hernández, I., Sant, C., Martínez, R., Almazán, M., Caminal, M., Quero, V., El-Adak, M., Casanova, A., Garrido-Jurado, I., Yousef-Yousef, M., Lara, J. and Fernández, C.	4,7	10,795	10,80
26	Effect of ultraviolet radiation on <i>Beauveria bassiana</i> virulence and development of protective formulations	2023	Archives of Microbiology	Jia, H., Camara, I., Zhang, Z., Gao, Y., Yang, X., Sangbaramou, R., Zhen, C., Shi, W. and Tan, S.	2,8	10,118	10,12
27	First Record of <i>Beauveria varroae</i> , <i>Cordyceps blackwelliae</i> , and <i>Purpureocillium lavendulum</i> from Greece and Their Pathogenicity against <i>Thaumetopoea pityocampa</i>	2023	Diversity	Lagogiannis, I., Mantzoukas, S., Eliopoulos, P. and Poulas, K.		7,795	7,80

28	DsRNAs spray enhanced the virulence of entomopathogenic fungi <i>Beauveria bassiana</i> in aphid control	2023	Journal of Pest Science	Zhang, J., Ye, C., Wang, Z.-G., Ding, B.-Y., Smagghe, G., Zhang, Y., Niu, J. and Wang, J.-J.	4,8	5,453	5,46
29	Fitness consequences of oviposition choice by an herbivorous insect on a host plant colonized by an endophytic entomopathogenic fungus	2023	Journal of Pest Science	Zhu, H., Fu, J., Wang, H., Bidochka, M., Duan, M., Xu, W., Sui, L., Ren, B., Li, Q. and Zhang, Z.	4,8	5,453	5,46
30	Isolation, molecular characterization of indigenous <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metchnikoff) isolate, using ITS-5.8s rDNA region, and its efficacy against the <i>Helicoverpa armigera</i> (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae)	2023	Egyptian Journal of Biological Pest Control	Shanker, R., Prajapati, M., Singh, R., Singh, R., Singh, J. and Kumar, P.	2,4	1,560	1,56
31	Pathogenicity of <i>Beauveria bassiana</i> and laboratory assessment with selective pesticides	2023	ScienceAsia	Bisandre, S., Ingle, Y., Lande, G. and Giri, M.	1,2	1,062	1,06

Fonte: Autoria própria, 2023.

Desta forma, foi possível selecionar os 10 artigos mais relevantes, para uma leitura mais aprofundada e elaboração de uma breve revisão.

Vidal *et al.* (1998) estudaram o uso do fungo entomopatogênico *Paecilomyces fumosoroseus* para o controle biológico da mosca-branca, que além de atingir culturas de soja no Brasil, também atinge culturas de tomate, pepino e repolho. Os autores realizaram a pulverização de conídios de *P. fumosoroseus* em larvas de mosca-branca durante 7 e 14 dias. Com isso obtiveram uma taxa de mortalidade de 70% e 97%, respectivamente, comprovando o potencial de *P. fumosoroseus* para o controle biológico desta praga. Zaki (2009) realizou estudos com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* em mosca-branca e obteve 100% de mortalidade dos insetos por este fungo. Garrido-Jurado *et al.* (2017) também realizou estudos para identificar a mortalidade da mosca-branca utilizando cepas de *B. bassiana* e *Metarhizium brunneum*, identificando que a mortalidade dessa praga é eficaz apenas com o fungo *B. bassiana*.

Tang e Hou (2003) utilizaram o fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* para aplicar em larvas de *Helicoverpa armigera* (Lagarta-do-velho-mundo). Essa praga atinge o milho, a soja e o tomate, atacando as vagens da soja e o fruto do tomate. Durante os ensaios, os autores aplicaram conídios de *N. rileyi* em sedas de milho e folhas de soja e tomate, e no solo durante 6 a 7 dias, obtendo mortalidade de 94,6% das larvas. Esse fungo também é eficaz no controle da Larva-militar (*Spodoptera frugiperda*), de acordo com Pavone e Dorta (2010). Os autores realizaram o estudo da virulência de *N. rileyi* em larvas de *S. frugiperda* durante 10 dias de ensaio e conseguiram obter 100% de mortalidade já nos primeiros dias de ensaio, mostrando que esse fungo possui potencial para utilização no Manejo Integrado de Pragas.

S. frugiperda também apresentou mortalidade por *Metarhizium anisopliae*. Romero-Arenas *et al.* (2014) realizaram a pesquisa utilizando diferentes concentrações de conídios de *M. anisopliae* em larvas do inseto. Com a maior concentração (53×10^4 con/mL) obtiveram 72,5% de mortalidade e com a menor concentração (4×10^4 con/mL) conseguiram apenas 32,5%, durante 3 dias de ensaio. Já Rivero-Borja *et al.* (2018) utilizaram *B. bassiana* e *M. anisopliae* combinados para verificar a esporulação das larvas de *S. frugiperda*, bem como a taxa de mortalidade desse inseto-praga. Constataram que cerca de 93% das larvas apresentaram esporulação e 68% de taxa de mortalidade.

Estudos utilizando *M. anisopliae* para aplicação contra *Rhammatocerus schistocercoides*, outro inseto que atinge culturas de soja, foram realizados a partir da pulverização direta nos insetos durante 14 dias de ensaio. Essa pesquisa mostrou que este fungo é eficaz no controle biológico de *R. schistocercoides*, apresentando 88% de mortalidade (MAGALHÃES *et al.*, 2010).

Outra praga que causa danos nas folhas das culturas de soja é o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*). Essa praga também foi objeto nos estudos de Chandler, Davidson e Jacobson (2005) para verificar a cepa de fungos entomopatogênicos mais eficaz no seu controle. Os autores realizaram estudos utilizando os fungos *M. anisopliae*, *B. bassiana*, *Hirsutella spp.*, *Verticillium lecanii* e o bioinseticida comercial formulado à base de *B. bassiana*, Naturalis-L. A partir dos ensaios constatou-se que Naturalis-L apresentou eficácia tanto na redução da população de *T. urticae* adultos, quanto de ninfas e ovos, reduzindo cerca de 98% desta praga. Além do ácaro-rajado, existem outros tipos de ácaros que atingem as plantações de soja, como o ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*). Esse ácaro também é suscetível a formulações de bioinseticida à base de *B. bassiana*, apresentando média de aproximadamente 40% de redução da população dessa espécie de ácaros (MURUGASRIDEVI; JEYARANI; RAMARAJU, 2018).

Nielsen e Hajek (2005) buscaram avaliar fungos entomopatogênicos capazes de atingir o pulgão-da-soja (*Aphis glycines*) e constataram que houve cerca de 84% de infecção dos insetos pelo fungo *Pandora neoaphids*.

Com isso, pode-se notar a maior incidência de estudos utilizando o fungo *B. bassiana*, dentre os artigos selecionados. Nota-se também a grande eficácia de mortalidade de insetos-praga na presença deste fungo entomopatogênico.

5 CONCLUSÃO

A utilização de ferramentas para revisão sistemática da literatura, permitiu o levantamento de estudos relacionados à utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de pragas da soja. Com isso foi possível verificar a incidência de artigos que utilizam as palavras-chave buscadas, bem como saber quais são os autores em ascensão na área, além de conseguir realizar o acompanhamento de publicações ao longo dos anos. Isso é importante para direcionar trabalhos na área e buscar a inovação. Além disso, também foi possível obter os trabalhos mais influentes e

relevantes a partir da utilização da ferramenta Methodi Ordinatio. Com isso, nota-se estudos com diferentes fungos entomopatogênicos para o controle biológico de pragas da soja, podendo constatar a grande incidência da utilização do fungo *B. bassiana* e sua potente eficácia na mortalidade de insetos-praga.

REFERÊNCIAS

AKUTSE, K. S. *et al.* Ovicidal effects of entomopathogenic fungal isolates on the invasive Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera Noctuidae). **Journal Of Applied Entomology**, [S.L.], v. 143, n. 6, p. 626-634, abr. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jen.12634>.

ÁVILA, C. J.; GRIGOLLI, J. F. J. **Pragas da Soja e Seu Controle**. Londrina: Embrapa, 2014.

CHANDLER, D. *et al.* Laboratory and glasshouse evaluation of entomopathogenic fungi against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: tetranychidae), on tomato, *Lycopersicon esculentum*. **Biocontrol Science And Technology**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 37-54, fev. 2005. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09583150410001720617>.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. Métodos de sistematização de literatura em estudos científicos: bibliometria, meta-análise e revisão sistemática. **Internext**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 284-292, 17 mar. 2022. Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM). <http://dx.doi.org/10.18568/internext.v17i2.704>.

DERMEVAL, D.; COELHO, J. A. P. M.; BITTENCOURT, I. I. **Mapeamento Sistemático e Revisão Sistemática da Literatura em Informática na Educação**. 2020.

DOMENICO, P.; DORTA, B. Efeito de agroquímicos no desenvolvimento do fungo entomopatogênico *Nomuraea riley* e sua virulência sobre *S. frugiperda*. **Bioagro**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 105-114, 2010.

EMBRAPA SOJA. História da Soja. 2022. Disponível em:
<<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>>.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 183-184, mar. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742014000100018>.

GALVÃO, M. C. B; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 57-73, 15 set. 2019. Logeion Filosofia da Informacao.
<http://dx.doi.org/10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73>.

GARRIDO-JURADO, I. *et al.* Transient endophytic colonization of melon plants by entomopathogenic fungi after foliar application for the control of Bemisia tabaci Gennadius (Hemiptera: aleyrodidae). **Journal Of Pest Science**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 319-330, 29 abr. 2016. Springer Science and Business Media LLC.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10340-016-0767-2>.

GONZALEZ, Francisco *et al.* New opportunities for the integration of microorganisms into biological pest control systems in greenhouse crops. **Journal Of Pest Science**, [S.L.], v. 89, n. 2, p. 295-311, 21 mar. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10340-016-0751-x>.

HALL, R. A.; PAPIEROK, B. Fungi as biological control agents of arthropods of agricultural and medical importance. **Parasitology**, [S.L.], v. 84, n. 4, p. 205-240, abr. 1982. Cambridge University Press (CUP).
<http://dx.doi.org/10.1017/s0031182000053658>.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. *et al.* Pragas da Soja no Brasil e seu manejo integrado. 30. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

HUARTE-BONNET, C. *et al.* Effectiveness of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae for controlling Podisus nigrispinus (Heteroptera: Pentatomidae) on soybean. **Pest Management Science**, p. 4011-4017, 2020.

JACQUES, R.J.S. *et al.* **BOLETIM TÉCNICO**: desenvolvimento de um bioinseticida para o controle das lagartas da soja. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2017.

JORDAN, C. *et al.* Entomopathogenic fungi as the microbial frontline against the alien Eucalyptus pest *Gonipterus platensis* in Brazil. *Scientific Reports*, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-13, 31 mar. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-86638-9>.

MAGALHÃES, B. P. *et al.* Field Trial with the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* var. *acidum* against Bands of the Grasshopper *Rhammatocerus schistocercoides* in Brazil. **Biocontrol Science And Technology**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 427-441, ago. 2000. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09583150050115016>.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT). 2022. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>.

MOONJELY, S. *et al.* Insect Pathogenic Fungi as Endophytes. *Genetics And Molecular Biology Of Entomopathogenic Fungi*, [S.L.], v. 94, p. 107-135, 2016. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.adgen.2015.12.004>.

MEYER, M. C. *et al.* **Bioinsumos na Cultura da Soja**. Brasília: Embrapa, 2022. 550 p.

MURUGASRIDEVI, K. *et al.* Efficacy of oil based formulation of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. against chilli mite, *Polyphagotarsonemus latus* Banks delivered through different delivery equipments. **Journal Of Biopesticides**, [S.L.], v. 11, p. 38-43, 2018.

MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de Pragas da Soja**. Campinas: Embrapa, 2009.

NASCIMENTO, L.; MELNYK, A. A química dos pesticidas no meio ambiente e na saúde. **Revista Mangaio Acadêmico**, S.l., v. 1, n. 1, p. 54-61, jun. 2016.

NIELSEN, C.; HAJEK, A. E.. Control of Invasive Soybean Aphid, *Aphis glycines* (Hemiptera: aphididae), populations by existing natural enemies in new york state, with emphasis on entomopathogenic fungi. **Environmental Entomology**, [S.L.], v. 34, n. 5, p. 1036-1047, 1 out. 2005. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/ee/34.5.1036>.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. Avaliação da Periculosidade Ambiental de Bioinseticidas como uma Nova Perspectiva para a Ecotoxicologia no Brasil. **Journal Of The Brazilian Society Of Ecotoxicology**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-7, 2008. Ecotoxicology and Environmental Contamination. <http://dx.doi.org/10.5132/jbse.2008.01.001>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Agrotóxicos e outras substâncias químicas matam 193 mil pessoas no mundo por ano**. 2018. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/80981-agrotoxicos-e-outras-substancias-quimicas-matam-193-mil-pessoas-no-mundo-por-ano-diz-onu>>.

PELL, J. K. *et al.* Conservation biological control using fungal entomopathogens. *Biocontrol*, [S.L.], v. 55, n. 1, p. 187-198, 17 nov. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10526-009-9245-6>.

RIBEIRO, E. B. *et al.* Estudo in Silico do potencial de contaminação ambiental por pesticidas piretroides. *Revista Técnica Ciências Ambientais*, Taubaté, v. 5, n. 2, p. 1-11, 2021.

ROMERO-ARENAS, O. *et al.* Mortality evaluation of armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) by using *Metarhizium anisopliae* In vitro. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v. 8, Edição Especial de novembro de 2014, p. 59-67.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (DERAL). **Prognóstico Cultura Soja**. 2020.

SILVA-SANTANA, M. F. *et al.* Selection and characterisation of *Beauveria bassiana* fungus and their potential to control the brown stink bug. **Biocontrol Science And Technology**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 90-102, 25 ago. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09583157.2021.1970716>.

SOSÁ-GÓMEZ *et al.* **Manual de identificação de insetos e outros vertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa, 2014.

TANG, L.; HOU, R. F.. Potential application of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, for control of the corn earworm, *Helicoverpa armigera*. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, [S.L.], v. 88, n. 1, p. 25-30, jul. 1998. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1570-7458.1998.00342.x>.

TORRES, J. B *et al.* Biological control of soybean pests in Brazil: current status and perspectives. **Springer**, N/A, p. 137-153, jan. 2017.

UNITED STATES. United States Department Of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds: world markets and trade**. N/A: Usda, 2023. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

VASCONCELOS, Y. et al. Agrotóxicos na berlinda. Pesquisa Fapesp, São Paulo, v. 271, p. 18-27, set. 2018.

VIDAL, C. *et al.* Effect of Host Plant on the Potential of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: hyphomycetes) for controlling the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Homoptera). **Biological Control**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 191-199, jul. 1998. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1006/bcon.1998.0625>.

ZAKI, F. N.. Efficiency of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Bals), against *Aphis crassivora* Koch and *Bemisia tabaci*, Gennadius. **Journal Of Applied Entomology**, [S.L.], v. 122, n. 1-5, p. 397-399, 12 jan. 1998. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.1998.tb01518.x>.