

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA
AGROPECUÁRIA

ADRIANO DA ANUNCIAÇÃO PIMENTEL

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS DE
BASE BIOLÓGICA PARA FINS DE REGISTRO

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
JUNHO – 2024

ADRIANO DA ANUNCIACÃO PIMENTEL

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS DE
BASE BIOLÓGICA PARA FINS DE REGISTRO**

Bacharel em Engenharia Agrônômica

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia 2005

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Defesa Agropecuária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Defesa Agropecuária na Área de Ciências Agrárias.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Silva
Barbosa

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
JUNHO – 2024**

FICHA CATALOGRÁFICA

P644a	<p>Pimentel, Adriano da Anunciação. Avaliação da eficácia de produtos fitossanitários de base biológica para fins de registro / Adriano da Anunciação Pimentel. Cruz das Almas, BA, 2024. 90f.; il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária.</p> <p>Orientadora: Prof. Dra. Flávia Silva Barbosa.</p> <p>1.Defensivos vegetais – Controle integrado – Uso. 2.Produutos químicos agrícolas – Pragas agrícolas. 3.Meio ambiente – Saúde – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 632.95</p>
-------	---

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB. Responsável pela Elaboração Antonio Marcos Samento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).

FOLHA DE APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA - UFRB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA
AGROPECUÁRIA

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS DE BASE BIOLÓGICA PARA FINS DE REGISTRO

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de Adriano da Anunciação
Pimentel

Aprovado em: 20 de junho de 2024

 Documento assinado digitalmente
FLAVIA SILVA BARBOSA
Data: 12/08/2024 15:32:41-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof^ª. Dr^ª. Flávia Silva Barbosa

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Presidente da banca

 Documento assinado digitalmente
MARILENE FANCELLI
Data: 09/08/2024 16:49:03-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof^ª. Dr^ª. Marilene Fancelli

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Embrapa Mandioca e Fruticultura)

Examinadora Interna

 Documento assinado digitalmente
MARIA GARDENNY RIBEIRO PIMENTA
Data: 12/08/2024 15:12:31-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof^ª. Dr^ª. Maria Gardenny Ribeiro Pimenta

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Examinadora Externa

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos, com muito afeto e carinho, que, por qualquer meio, contribuíram com a sua execução, orientando, viabilizando, incentivando e suportando as ausências fruto da dedicação a esse trabalho.

EPÍGRAFE

“O intelecto se satisfaz com teorias e explicações, a inteligência não; e para a compreensão do processo total da existência, é necessária uma integração da mente e do coração no agir. A inteligência não está separada do amor.”

(Jiddu Krishnamurti)

PIMENTEL, Adriano da Anunciação. **AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS DE BASE BIOLÓGICA PARA FINS DE REGISTRO.**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – BA, 2024.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Flávia Silva Barbosa

RESUMO

O termo agrotóxico foi propositalmente criado no sentido de alertar sobre os riscos que envolvem o uso destas substâncias. Seu conceito legal abrange, entre outros, os agentes biológicos de controle. Para que possam ser comercializados e utilizados é necessário passar no crivo da legislação vigente, que avalia os riscos à saúde e ao meio ambiente e sua eficácia agronômica. O Brasil se destaca como o maior consumidor de produtos desta natureza do mundo, segundo dados da FAO. Vários são os danos relatados em função de sua utilização, tanto relacionados à saúde e meio ambiente, como na área agronômica pelo desenvolvimento de resistência pelas pragas. Assim, os agentes biológicos de controle se apresentam como uma alternativa para redução de uso dos agrotóxicos químicos, pois geralmente são de baixa toxicidade e periculosidade ambiental, com mecanismos de ação que retardam o desenvolvimento de resistência das pragas. Sua utilização vem crescendo no Brasil e no mundo. O modelo de regulação evoluiu dos químicos e nem sempre atende a todos os requisitos relacionados à eficácia dos produtos biológicos. Neste sentido, por meio de pesquisa exploratório-descritiva, de natureza quantitativa e qualitativa, com fontes documentais e bibliográficas, o presente trabalho contrastou a legislação brasileira com diretrizes de organismos internacionais, legislação de outros países e com o conhecimento técnico-científico. Observando que há um certo equívoco ao incluir os produtos biológicos no rol conceitual de agrotóxico instituído por lei. Também, que há uma certa dissonância entre as terminologias utilizadas na legislação nacional e estrangeira, nas diretrizes de organismo internacionais e no meio acadêmico. Ainda, que a metodologia de avaliação de eficácia brasileira adota três vias com ritos processuais distintos, nem sempre seguindo a melhor técnica e diretrizes de organizações ligadas à proteção de plantas, mormente no que se refere aos números de ensaios e sua representatividade às possíveis condições ambientais e agronômicas do Brasil. Apontando a necessidade de adequações no aparato regulatório no sentido de garantir o sucesso na utilização dos produtos à base de agentes biológicos de controle.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico; Normas; Regulação; Eficiência agronômica.

PIMENTEL, Adriano da Anunciação. **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL-BASED PHYTOSANITARY PRODUCTS FOR REGISTRATION PURPOSES.**

Federal University of Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Ba, 2024.

Advisor: Dr. Flávia Silva Barbosa

ABSTRACT

The term agrototoxin was purposely created to warn about the risks involved in the use of these substances. Its legal concept covers, among others, biological control agents. In order for them to be sold and used, they must pass the scrutiny of current legislation, which assesses the risks to health and the environment and their agronomic effectiveness. Brazil stands out as the largest consumer of products of this nature in the world, according to FAO data. There are several damages reported due to its use, both related to health and the environment, as well as in the agronomic area due to the development of resistance by pests. Thus, biological control agents present themselves as an alternative for reducing the use of chemical pesticides, as they are generally of low toxicity and environmental danger, with mechanisms of action that delay the development of pest resistance. Its use has been growing in Brazil and around the world. The regulatory model evolved from chemicals and does not always meet all requirements related to the effectiveness of biological products. In this sense, through exploratory-descriptive research, of a quantitative and qualitative nature, with documentary and bibliographic sources, the present work contrasted Brazilian legislation with guidelines from international organizations, legislation from other countries and with technical-scientific knowledge. Noting that there is a certain mistake in including biological products in the conceptual list of agrototoxin established by law. Also, there is a certain dissonance between the terminologies used in national and foreign legislation, in the guidelines of international organizations and in academia. Furthermore, the Brazilian effectiveness assessment methodology adopts three routes with different procedural rites, not always following the best technique and guidelines from organizations linked to plant protection, especially with regard to the number of tests and their representativeness to possible environmental conditions. and agronomic crops in Brazil. Pointing out the need for adjustments to the regulatory apparatus in order to guarantee the successful use of products based on biological control agents.

KEYWORDS: Biological control; Standards; Regulation; Agronomic efficiency.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Sistemas do MAPA e informações extraídas	40
Figura 2 – Percentual de produtos à base de macro e microrganismos em relação ao total de agrotóxicos registrados no MAPA	43
Figura 3 – Percentual de produtos à base de macro e microrganismos em relação ao total de produtos à base de agentes biológicos de controle registrados no MAPA	43
Figura 4 – Percentual de produtos à base de microrganismo registrados no MAPA por espécie	45
Figura 5 – Percentual de produtos à base de macro-organismos registrados no MAPA por espécie	46
Figura 6 – Número de registros de produtos macro e microbiológicos no MAPA entre os anos de 2017 e 2023	46
Figura 7 – Percentual e número de registros de produtos microbiológicos registrados no MAPA entre os anos de 2017 e 2023 por via de registro	47
Figura 8 – Percentual e número de registros de produtos macrobiológicos registrados no MAPA entre os anos de 2017 e 2023 por via de registro	48

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 – Número de espécies por grupo de organismos biológicos registrado no MAPA	44
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários

Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APPPC – Asia & Pacific Plant Protection Commission

APVMA – Australian Pesticides Veterinary Medicines Authority

CAN – Comunidade Andina

CFR – Code of Federal Regulations

CO₂ – Dióxido de carbono

COSAVE – Comitê de Sanidade Vegetal do Cone Sul

DATASUS – Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPA - EUA – United States Environmental Protection Agency

EPA – Parecer Técnico de Eficiência e Praticabilidade Agronômica

EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization

ER – Especificação de Referência

EUA – Estados Unidos da América

FAO – Food and Agriculture Organization

FRAC-BRASIL – Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas

g - Grama

ha – Hectare

HSE – Health and Safety Executive

HRAC-BR – Comitê de Ação a Resistência aos Herbicidas

I.A. – Ingrediente Ativo

Ibama – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IRAC-BR – Comitê de Ação a Resistência a Inseticidas

kg – Quilograma

L - Litro

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

MAPA/SDA – Secretária de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e Pecuária

ml - Mililitro

MIP – Manejo integrado de pragas

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PARA – Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos

p.c. – Produto Comercial

pH – Potencial Hidrogeniônico

PMRA – Pest Management Regulatory Agency

PNCRC – Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes

SEI – Sistema Eletrônico de Informações

UE – União Europeia

UV - Ultravioleta

LISTA DE SÍMBOLOS

°C – graus Celsius

§ - Parágrafo

% – porcentagem

/ - Por

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 AGROTÓXICOS NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	19
3.2 DANOS RELACIONADOS AOS AGROTÓXICOS	19
3.3 CONTROLE BIOLÓGICO COMO MITIGADOR DOS DANOS RELACIONADOS AOS AGROTÓXICOS	22
3.4 REGISTRO DE PRODUTOS DE BASE BIOLÓGICA	24
3.5 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA COMO PARTE DO PROCESSO DE REGISTRO	26
3.6 FATORES RELACIONADOS À EFICÁCIA DOS AGENTES BIOLÓGICOS	32
3.7 INSTRUÇÃO DE USO DE AGROTÓXICOS E AFINS NA LEGISLAÇÃO ...	38
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1 PRODUTOS À BASE DE AGENTES BIOLÓGICOS DE CONTROLE REGISTRADOS NO MAPA	43
5.2 TERMINOLOGIAS E CLASSIFICAÇÃO	48
5.3 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA	52
5.3.1 O modelo brasileiro	53
5.3.2 Fontes de dado na avaliação da eficácia	53
5.3.2.1 Registro pela via convencional	54
5.3.2.2 Registro por especificação de referência	56
5.3.2.3 Registro por comparação	57
5.3.3 Número e local de ensaios	58
5.3.4 Considerações sobre a avaliação da eficácia no Brasil	60
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62

REFERÊNCIAS	64
ANEXO	78

1 INTRODUÇÃO

O tema envolvendo os agrotóxicos está sempre em pauta na sociedade, tanto pelos riscos à saúde e ao meio ambiente em função da sua utilização, como pela sua importância na produção agrícola (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; ANVISA, 2019; WEBER; ANDRADE, 2019; BASSO; SIQUEIRA; RICHARDS, 2021; MAPA, 2021; FAO, 2022).

O termo foi cunhado, na década de 1970, propositalmente para alertar sobre os riscos envolvidos em seu uso (SANTOS, 2020). Sua conceituação legal abrange, além dos produtos químicos e outros, os produtos à base de agente biológicos de controle de pragas (BRASIL, 2002; BRASIL, 2023).

O desenvolvimento de um agrotóxico como ferramenta para agricultura requer uma série de informações e estudos nos campos da saúde, do meio ambiente e da agronomia, cuja avaliação é de competência da Anvisa, Ibama e MAPA, respectivamente (BRASIL, 2023).

Em 2021, apesar de não ter sido o maior produtor de grãos e frutas do mundo, o Brasil foi o maior consumidor de pesticidas com aproximadamente 720 mil toneladas utilizadas na produção agrícola, que corresponde a 1,5 vezes do consumo dos EUA, que figura na segunda colocação (ARAGÃO; CONTINI, 2022; FAO, 2024).

Dados do Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes vegetal do MAPA e do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos da Anvisa demonstram o uso inadequado dos agrotóxicos, apresentando resíduos fora dos padrões estabelecidos em 16,8% e 23%, respectivamente, das amostras dos produtos vegetais analisados (ANVISA, 2019; MAPA, 2021).

No campo saúde, são inúmeros os danos relacionados aos agrotóxicos, ocorrendo de forma aguda ou crônica, como intoxicações, contaminação de leite materno, potencial em causar câncer, distúrbios endócrinos, respiratórios e até mesmo suicídio; já em relação ao meio ambiente, são relatadas contaminação do solo, de águas fluviais e subterrâneas, do ar, persistência destas substâncias na cadeia

trófica, danos a insetos, peixes, aves, etc (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; QUEIROZ *et al.*, 2019; WEBER; ANDRADE, 2019; TAVARES *et al.*, 2020; BASSO; SIQUEIRA; RICHARDS, 2021; FAO, 2022; RODRIGUES, 2022).

Na área agronômica, o uso irregular e intensivo de agrotóxico promove a perda de sua eficácia em função do desenvolvimento de resistência das pragas (GARRIDO; BOTTON, 2021). Esse contexto é agravado em função das mudanças climáticas, que têm influência na dinâmica de pragas (PU; WANG; CHUNG, 2020; KERR *et al.*, 2022), impondo a necessidade de um consumo ainda maior destes produtos.

A associação do consumo elevado, falta de capacitação dos usuários e inobservâncias às recomendações de bula potencializam os problemas relacionados ao uso dos agrotóxicos (QUEIROZ *et al.*, 2019; TAVARES *et al.*, 2020; BASSO; SIQUEIRA; RICHARDS, 2021; GARRIDO; BOTTON, 2021; RODRIGUES, 2022).

A intensificação do uso de agentes biológicos de controle é uma alternativa para redução do uso de agrotóxicos químicos, minimizando os danos relacionados à saúde, meio ambiente e eficiência, pois, de maneira geral, são de baixo risco à saúde humana e ao meio ambiente e, seu modo de ação complexo, retarda ou impede o desenvolvimento de resistência de pragas alvo (JORGE; SOUZA, 2017; AGROFIT, 2024; MAPA/SDA; IBAMA; ANVISA, 2023).

O consumo de produtos biológicos vem crescendo no Brasil e no mundo, que tem gerado uma maior demanda por registro nos órgãos e instituições responsáveis pelas avaliações toxicológica, ambiental e agronômica (BRASIL, 2002; EMBRAPA, 2016; FAO, 2017; BORSARI; CANTOS; DIAS, 2022; AGROFIT, 2024).

Cada espécie de agente biológico de controle, ou até mesmo variações nessa categoria, possuem características intrínsecas como modo de ação, especificidade quanto ao alvo biológico, tolerância a fatores abióticos, entre outras, que precisam ser observadas e avaliadas, de modo que essas informações sejam analisadas pelo MAPA, órgão competente pela avaliação de eficácia, e chegue até o produtor através do produto comercial registrado, garantindo o sucesso da tecnologia biológica (VALICENTE, 2019; VALADARIS-INGLIS; LOPES; FARIAS, 2020; SÓSA-GOMEZ; ARDISSON-ARAÚJO; RIBEIRO, 2022; BRASIL, 2023).

Por meio de pesquisa exploratório-descritiva de natureza quantitativa e qualitativa, utilizando-se de fontes documentais e bibliográficas (GIL, 2008; OLIVEIRA, 2011; MACEDO, 2018; PEREIRA *et al.*, 2018; ROCHA; MELLO, 2021), buscou-se contrastar a legislação brasileira de avaliação de eficácia dos produtos biológicos com as de legislação estrangeira, diretrizes de organismos internacionais e informações técnico-científicas.

O trabalho aponta um equívoco incluir em lei os agentes biológicos de controle no rol conceitual de agrotóxicos, face ao baixo risco ambiental e à saúde inerentes a produtos desta natureza. Ainda, a legislação nacional utiliza conceitos e classificações que não se alinham com os adotados no meio científico, diretrizes de organismos internacionais e legislação de outros países (BRASIL, 2003; FAO, 2006; DUNHAM, 2015; FAO, 2017; PARRA, 2021; BRASIL, 2023; AGROFIT, 2024).

Também se observa que o modelo brasileiro adota três vias metodológicas distintas para avaliação da eficácia, com maior ou menor rigor, nem sempre dotado de embasamento legal, com número de ensaios experimentais insuficientes para representar as possíveis condições ambientais e agronômicas do país e sem protocolos específicos para condução destes testes, que considerem o agente biológico, a praga e a cultura (FAO, 2006; MAPA/SDA, 2009; EPPO, 2012; FAO, 2017; EPPO, 2018; BRASIL, 2023).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Contrastar o modelo de avaliação de eficácia adotado pela legislação brasileira para produtos à base de agentes biológicos de controle com diretrizes de organismos internacionais relacionados à proteção de plantas e a legislação de outros países, tendo como referencial modo de ação e fatores intervenientes dos grupos ou espécies de organismos que conferem eficácia aos produtos já registrados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar quais os agentes biológicos de controle que conferem eficácia aos produtos de base biológica registrados no MAPA;
- Quantificar a evolução de pedidos de registro anual MAPA;
- Especificar qual a metodologia de avaliação de eficácia adotada no registro;
- Levantar informações técnico-científicas sobre modo de ação e fatores capazes de intervir na eficácia dos principais grupos ou espécies de agentes biológico de controle;
- Explorar a legislação de outros países, diretrizes de organismo internacionais e terminologia relacionadas aos produtos biológicos para controle de pragas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 AGROTÓXICOS NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Diferentemente da Lei Nº 7.802, de 11 julho de 1989, a Lei Nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023, que revoga a anterior, conceitua e distingue agrotóxicos de afins, tendo o primeiro como objeto preservar a agricultura e sua produção da ação danosa de organismos e o segundo intervir de alguma forma em processos fisiológicos das plantas (BRASIL, 1989; BRASIL, 2023).

Contudo, permanece, no mesmo rol conceitual de agrotóxicos, produtos de natureza química, física e biológica que se destinem ao controle de pragas, é o que se extrai dos incisos IV, XXV e XXVI, do Art. 2º, da Lei Nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023 (BRASIL, 2023).

A amplitude do tema envolve três grandes áreas, a saber, eficiência e praticabilidade agrônômica, saúde humana e meio ambiente, cujas competências legais para regular cabem aos Ministérios da Agricultura e Pecuária, da Saúde e do Meio Ambiente, respectivamente (BRASIL, 2002).

Para que se possa produzir e utilizar produtos considerados agrotóxicos, devem ser atendidas as diretrizes e requisitos dos órgãos competentes, cujo registro é concedido pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, no caso dos produtos destinados ao uso agrícola, sem que haja qualquer hierarquia sobre as decisões dos demais órgãos em suas respectivas áreas de conhecimento (BRASIL, 2002).

3.2 DANOS RELACIONADOS AOS AGROTÓXICOS

Em 2015, o Brasil foi responsável por cerca de 10% do consumo mundial de agrotóxicos, equivalente a 375.000 toneladas, ocupando a sétima colocação em quantidade aplicada por área cultivada com média de 4,3 kg/ha, que implica em uma média de 1,8 kg/habitante, alavancando a quinta colocação no mundo neste quesito (MORAES, 2019).

A produção agrícola brasileira de grãos em 2021 foi a quarta maior do mundo, ficando atrás de EUA, China e Índia, enquanto que para frutas ocupou-se a terceira posição, sendo China e Índia primeiro e segundo, respectivamente (ARAGÃO; CONTINI, 2022). Em contrapartida, o Brasil é o primeiro em uso de agrotóxicos, consumindo no ano de 2021 aproximadamente 720 mil toneladas para uso agrícola, que corresponde a mais de 150% do consumo Norte Americano, colocando-o na segunda posição, seguido de Indonésia, China e Argentina (FAO, 2024).

No período de 2017-2018, o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária coletou 4.616 amostras de 14 alimentos de origem vegetal, que representam 30% da dieta do brasileiro, sendo que 23% destas amostras apresentaram resultados insatisfatórios (ANVISA, 2019).

O Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes apresentou como resultado em 2020, que, em média, 67,17% das amostra coletadas dos produtos abacaxi, arroz, banana, batata-inglesa, cenoura, citros, farinha de trigo, feijão, pimentão, tomate e uva continham algum resíduo de agrotóxico, com inconformidades em 20,58% das amostras, sendo que culturas como feijão caupi, pimentão e feijão comum apresentaram inconformidades em 76,67%, 63,75% e 36,63% das amostras coletadas, respectivamente (MAPA, 2021).

As inconformidades, relacionadas aos agrotóxicos, citadas no parágrafo acima, advêm tanto da detecção de resultados acima do Limite Máximo Resíduo permitido para cultura, como da presença de substâncias não autorizadas ou proibidas, com base em legislação específica da Anvisa (MAPA/SDA, 2013).

BASSO; SIQUEIRA; RICHARDS (2021) relatam, com base em artigos publicados entre 2015 e 2020, danos à saúde de agricultores pelo uso frequente de agrotóxicos; subnotificação e uso inadequado por falta de conhecimento dos usuários destas substâncias; correlação entre intoxicação e tentativas de suicídio; potencialidade dos agrotóxicos em causar diversos danos à saúde humana; contaminação do solo, de águas fluviais e subterrâneas, do ar; e persistência destas substâncias na cadeia trófica.

WEBER; ANDRADE (2019), investigando sobre o panorama dos Agrotóxicos Altamente Perigosos no Brasil trazem, como exemplos de danos causados por estas substâncias, o resíduo em alimentos, contaminação de leite materno e intoxicação humana por exposição a estes produtos.

Entre 2001 e 2014 foram notificados 80.069 casos de intoxicação por agrotóxicos no Brasil, com uma progressão anual, o maior número de casos ocorre na região Sul, possivelmente pelo elevado consumo destes produtos na região e à maior atuação do sistema de Vigilância em Saúde do Estado do Paraná (QUEIROZ *et al.*, 2019).

Dados nacionais apontam uma correlação entre o aumento no consumo de agrotóxicos e intoxicações causadas pelo seu uso; maior número de óbitos na região Nordeste, apesar de ocupar a 4ª colocação em consumo destas substâncias; altos índices de intoxicação entre as mulheres; e subnotificação de casos (TAVARES *et al.*, 2020; RODRIGUES, 2022).

Levantamento realizado em 184 artigos publicados entre 2011 e 2017 sobre impactos ambientais, evidencia prejuízos sobre insetos, água, solo e peixes, quanto aos efeitos sobre a saúde humana, relata mais de 10.000 casos de intoxicação entre 1999 e 2009 no Nordeste brasileiro com 2.052 mortes entre 2000 e 2009, prevalência em pessoas adultas do sexo masculino, com danos à imunidade, ao DNA, transtornos mentais, sibilância, depressão, suicídio, possível associação com alguns tipos de câncer, óbitos fetais, etc. (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Incidentes ambientais em aves, peixes e abelhas pelo mundo são relatados em uma investigação realizada pela FAO em cerca de 80 estudos publicados, onde são descritos a natureza, proporções, fatores envolvidos, iniciativas no sentido de contornar e monitorar esses incidentes, listando os agrotóxicos mais frequentemente identificados nestes eventos, destaca também a dificuldade em quantificar os danos ao meio ambiente, por não serem em grande parte relatados (FAO, 2022).

O uso contínuo sem respeitar as recomendações de bula de agrotóxicos químicos tem levado à perda da eficácia pelo desenvolvimento de resistência a estas substâncias em diversas espécies consideradas pragas, através de mecanismos como sequestro/compensação, resistência comportamental, destoxificação

metabólica, redução da sensibilidade no sítio-alvo e redução da penetração, necessitando de estratégias de manejo integrado com práticas culturais, físicas, genéticas e biológicas (GARRIDO; BOTTON, 2021).

Resistência de pragas aos pesticidas químicos já é relatado há algum tempo, com sérios prejuízos em grandes culturas como soja, milho, algodão e cana de açúcar, (MARTINELLI; OMOTO, 2006; SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012; CRUZ *et al.*, 2013; GAZZIERO *et al.*, 2015; SOUZA, 2023).

Com o objetivo de minimizar os danos relacionados à resistência aos agrotóxicos, foram criados, a partir da década de 1980, comitês que fomentam pesquisa e desenvolvimento sobre produtos fitossanitários, fornecem informações estratégicas sobre manejo da resistência em parceria com diversas instituições, entre outras ações, como é o caso do Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas FRAC-BRASIL, do Comitê de Ação a Resistência aos Herbicidas HRAC-BR e do Comitê de Ação a Resistência a Inseticidas IRAC-BR, todos reconhecidos pela FAO (FRAC-BR, 2023; HRAC-BR, 2023; IRAC-BR, 2023).

As mudanças climáticas promovem alterações na dinâmica de pragas como um todo, afetam também a eficiência da aplicação e persistência de pesticida, impondo, em alguns casos, a necessidade de maior utilização, conseqüentemente intensificando os danos relacionados ao uso dessas substâncias (KERR; *et al.*, 2022).

3.3 CONTROLE BIOLÓGICO COMO MITIGADOR DOS DANOS RELACIONADOS AOS AGROTÓXICOS

Os produtos registrados à base de agentes biológicos de controle são em sua imensa maioria classificados nos baixos riscos toxicológicos e de periculosidade ambiental, portanto, são comumente definidos como um método de controle sustentável por não causarem danos ao meio ambiente e à saúde humana (EMBRAPA, 2016; AGROFIT, 2024).

KERR *et al.*, (2022) apontam ainda como medidas para mitigação dos danos relacionados à resistência aos agrotóxicos, no contexto das mudanças climáticas, a utilização de produtos de base biológica. O modo de ação complexo destes produtos

dificulta em muitos casos o desenvolvimento de resistência das pragas (JORGE; SOUZA, 2017).

A utilização de bioinsumos é estimulada por meio do Programa Nacional de Bioinsumos, que tem como diretrizes disponibilizar alternativas ecologicamente sustentáveis, viabilizando produtos saudáveis, a partir de recursos renováveis, como microrganismos e vegetais, de modo a aperfeiçoar a agropecuária na perspectiva social, ambiental e econômica (BRASIL, 2020).

O Manejo Integrado de Pragas é preconizado na agricultura de maneira geral, consistindo resumidamente numa série de práticas estratégicas que visam de alguma forma evitar os prejuízos causados por estes organismos levando em consideração o controle biológico desde sua origem, promovendo a redução de agrotóxicos químicos (KOGAN, 1998; EMBRAPA, 2002; EMBRAPA, 2016).

A introdução de *Rodolia cardinalis*, em 1888, na Califórnia, para controle do pulgão branco dos citros é considerado um marco histórico do controle biológico (PARRA, 2021). Contudo, sua utilização já ocorria há alguns séculos antes de Cristo, pelos chineses, que controlavam pragas de citros com formigas (CLAUSEN, 1956).

No Brasil, em 1921, foi importada a espécie *Encarsia berlesei* para controle da cochonilha branca do pêssigo, porém não foi bem sucedido, devido à falta de conhecimento sobre a criação do inseto (PARRA, 2014; PARRA, 2021).

O controle biológico pode ser aplicado por meio de três estratégias: por importação ou clássico, que se caracteriza pelas introduções de espécies exóticas; o conservativo, quando o agroecossistema é manejado para manter e aumentar inimigos naturais; e o aumentativo, quando há introdução por inoculação ou inundação de agentes biológicos já presentes na área, porém em população insuficiente para controlar a praga (EILENBER *et al.*, 2001; FONTES; PIRES; SUJII, 2020).

Dunham (2015) classifica os produtos biológicos em biofertilizantes, bioestimulantes e biopesticidas, que se subdividem em bioquímicos (extratos vegetais, minerais, semioquímicos, *etc.*), microbianos (bactérias, fungos, vírus, *etc.*) e os macro-organismos (insetos, ácaros e nematoides). Parra (2021) adaptando esta

classificação insere a terminologia de bioagentes, para macro-organismos (insetos e ácaros), bioinseticidas, biofungicidas e bioherbicidas, que podem ser à base de microrganismos, incluindo os nematoides e bioquímicos.

3.4 REGISTRO DE PRODUTOS DE BASE BIOLÓGICA

A legislação brasileira sobre agrotóxicos e afins, ao regular os produtos de base biológica com organismos vivos para fins de registro, os distingue em produtos microbiológicos (bactérias, fungos e vírus) e agentes biológicos de controle (insetos, ácaros e nematoides), bioquímicos e semioquímicos, sendo que estes não se restringem a produtos de base biológica (BRASIL, 2002; ; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2005; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2006a; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2006b; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2023).

Organismos como artrópodes, fungos, bactérias, vírus, nematoides, *etc.*, utilizados para controle de pragas isoladamente ou em formulações, são considerados agrotóxicos e afins nos termos da legislação vigente, mesmo sem a necessidade de se instituir Limite Máximo de Resíduo e Intervalo de Segurança, tendo em vista o baixo risco toxicológico, conforme respectivas monografias publicadas pela Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2020).

O mesmo ocorre do ponto de vista ambiental, em que produtos à base destes agentes biológicos de controle já registrados, são classificados como Produtos Pouco Perigoso ao Meio Ambiente (AGROFIT, 2024).

Existem atualmente 561 produtos registrados no MAPA à base de agentes biológicos de controle, com possibilidade de controle de aproximadamente 175 alvos biológicos diferentes, sendo que aproximadamente 25% contêm em sua formulação espécies do gênero *Bacillus*, 18% *Beauveria bassiana*, 17% *Metarhizium anisopliae*, 11% espécies do gênero *Trichoderma*, 7% vírus e 18% agentes microbiológicos de controle, ou seja, insetos, ácaros e nematoides, sendo que 60% desse total se resumem a produtos tendo como ativo as espécies *Cotesia flavipes*, *Telenomus podisi*, *Trichogramma galloi* e *Trichogramma pretiosum*, destacando-se que em torno de 53% destes foram registrados com base em ER (AGROFIT, 2024).

Esses produtos podem ser registrados através de três vias diferenciadas, a primeira, convencional, pois é rito processual estabelecido para registro de produtos no decreto regulamentador da lei de agrotóxicos, quando são apresentados no pleito de registro todos os documentos, informações e testes para as avaliações agrônômicas, de toxicidade e periculosidade ambiental, nos termos do Anexo II do Decreto Nº 4.074/2002, nesse caso de maior complexidade e custo (BRASIL, 2002).

A segunda, por comparação (referência), quando não são exigidos os testes de eficiência e praticabilidade agrônômica e estudo de resíduos, conforme Art. 3º., § 11. e § 13., da Lei Nº 14.785/2023, sendo apresentado um produto comercial registrado como referência para extrapolação das indicações de uso e para o qual não exista restrição sobre a proteção de informações nos termos da Lei Nº 10.603, de 17/12/2002 (BRASIL, 2002a; BRASIL, 2002b).

Na terceira, o registro acontece por meio de uma Especificação de Referência (ER), onde constam as especificações e garantias mínimas para o registro de produtos fitossanitários para uso na agricultura orgânica, portanto, mais simples e menos oneroso registrar por meio das duas últimas (BRASIL, 2002).

Na via convencional, a eficácia dos agrotóxicos no uso proposto deve ser comprovada mediante testes de eficiência e praticabilidade agrônômica, realizados por empresas e instituições credenciadas pelo MAPA, que é o órgão competente para avaliar os resultados e conceder o registro. Nesses testes são avaliados, dentre outros pontos, relação entre doses e controle do alvo biológico, modo de aplicação, modalidade de emprego, época, intervalo e número de aplicações, entre outros (BRASIL, 2002; MAPA/SDA, 2009).

Para avaliação de eficácia convencional para nova indicação de uso realizada pelo MAPA é necessária a apresentação de três testes de eficiência e praticabilidade agrônômica conduzidos em regiões ou safras diferentes, em campo ou condições controladas, devendo ser observados os requisitos experimentais dispostos na norma sobre, dentre outros, material e métodos, avaliações, conclusões, desenvolvidos em função do uso pretendido, praga, cultura, modo de aplicação, doses, etc. (MAPA/SDA, 2009).

O registro destes produtos garante segurança à população, em relação à toxicidade e periculosidade ambiental e à qualidade e eficiência aos agricultores, no entanto, existem ainda muitos gargalos burocráticos, falta de pessoal qualificado nos órgãos reguladores e empresas do ramo, além de falta de metodologia adequada para verificação de conformidade e qualidade (DE PAULA JÚNIOR *et al.*, 2013).

Fatores como estratégia de uso, relações ecológicas, características biológicas, mecanismo de ação, ciclo biológico, mobilidade, fatores abióticos são alguns dos componentes a serem observados no controle biológico de um modo geral (FONTES; VALADARIS-INGLIS, 2020).

Avaliar a eficácia dos produtos comerciais desta natureza requer a apresentação de testes de eficiência e praticabilidade agronômica que na sua condução considerem todas as variáveis que deem suporte às indicações de uso do produto e de alguma forma possam comprometer esta eficácia (FONTES; VALADARIS-INGLIS, 2020).

Avanços na legislação sobre registro de produtos biológicos, como priorização para produtos de baixa toxicidade e impacto ambiental, normas específicas, indicação de uso para qualquer cultura, rito simplificado e de baixo custo para registro de produtos para com base em ER, promoveram melhorias nas avaliações realizadas para fins de registro, além de um crescimento de registro de produtos desta natureza, porém há carências de avanços técnicos e regulatórios (JORGE; SOUZA, 2017).

3.5 AVALIAÇÃO DE EFICÁCIA COMO PARTE DO PROCESSO DE REGISTRO

O modelo de registro de agrotóxicos e afins adotado atualmente no Brasil estabelece que estes produtos e agentes devem ter sua eficiência comprovada por meio de avaliação realizada pelo MAPA, incluindo-se os produtos fitossanitários de base biológica, é o que se extrai dos Art. 1º, IV; Art. 5º, I; Art. 8º, Anexo II, Item 14; do Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002 (BRASIL, 2002).

Segundo a FAO (2006), a avaliação da eficácia não é adotada por todos países, fundamentados na suposição que o mercado se regule, contudo a instituição recomenda que a eficiência dos pesticidas componha o processo de registro de produtos desta natureza, tendo como pressupostos impedir que produtos de baixa

qualidade ou danosos cheguem até os produtores, principalmente em nações que dispõem de serviço de extensão, sistema de resolução de litígios, controle de intoxicações e remediação de danos ambientais precários.

Organizações internacionais voltadas para defesa vegetal, ao tratar sobre avaliação de eficácia de pesticidas para fins de registro, químicos ou biológicos, destacam a importância de realização de testes em condições ambientais distintas e em diferentes anos, sugerindo acima de seis ensaios de eficácia direta (FAO, 2006; EPPO, 2018).

Ressaltam ainda a possibilidade de extrapolação de dados já analisados em condições semelhantes de cultura, praga e condições ambientais, até mesmo a utilização de dados de outros países, desde que de forma criteriosa e técnica, prevendo também a utilização de dados científicos publicados (FAO, 2006; EPPO, 2012; EPPO, 2018).

A FAO (2017) referindo-se especificamente aos biopesticidas (microbianos, botânicos e semioquímicos), sugere na avaliação de eficácia dos microbianos e botânicos a necessidade de no mínimo três ensaios de campo em grande escala com resultados satisfatórios no alvo biológico; possibilidade de extrapolação para outras culturas, devidamente justificada; dados laboratoriais; possibilidade de utilizar ensaios de campo de clima comparáveis; além da necessidade de informações sobre restrições ou orientações sobre possíveis fatores capazes de intervir na ação do produto.

Ainda sobre a eficácia, a organização acima citada, propõe a utilização dos padrões estabelecidos pela EPPO de forma orientativa para condução dos ensaios, destacando a necessidade, em muitos casos, de adequações em função da natureza do ingrediente ativo com detalhamento das metodologias (FAO, 2017).

A avaliação de pesticidas na União Europeia ocorre em duas etapas: primeiro a avaliação de riscos e sua gestão vinculados ao ingrediente ativo e um produto formulado válida para todo os estados; em seguida é avaliada a eficácia, com base nos padrões EPPO, observando especificidades locais em três zonas ambientalmente distintas, cada zona avalia o dossiê através de um Estado Membro relator com

resultado válido para os demais membros da zona, salvo algumas exceções (UE, 2009; EC, 2013; FREDERIKS; WESSELER, 2019).

No Canadá, os biopesticidas são divididos em: pesticida microbianos, que são formulados com bactérias, fungos, vírus, protozoários, algas, micoplasmas, rickettsias e organismos relacionados e metabólitos associados; semioquímicos, que são químicos de origem natural e seus análogos sintéticos, que transmitem mensagens capazes de alterar o comportamento de seus alvos e produtos não convencionais de controle de pragas, tais como: óleos e extratos vegetais, óleo mineral, etc. (PMRA, 2003; PMRA, 2021).

O órgão responsável pelo manejo de pragas no Canadá estabelece diretrizes gerais sobre a avaliação de eficácia de pesticidas, inclusive biológicos, as quais pontuam a necessidade dos dados apresentados representarem as condições de clima, solo e agronômicas do país, com fontes de pesquisa variadas, públicas e privadas, de forma que sustentem as recomendações de uso do produto, estabelecendo a necessidade de três a dez ensaios ou mais, em função do alvo biológico e da especificidades do ingrediente ativo (PMRA, 2003; PMRA, 2021).

No que se refere às avaliações para comprovação de eficácia, essas organizações sugerem de maneira geral avaliar a fitotoxicidade às culturas, o rendimento quantitativo e qualitativo da produção, o efeito sobre a praga e organismos não alvo, os danos à cultura e culturas subsequentes, a dose mínima eficaz, o desenvolvimento de resistência, em delineamento experimental e metodologia estatística válida para análise dos dados e ainda, no caso de microbiológicos, observar suas peculiaridades em função da sua natureza (FAO, 1988; PMRA, 2003; FAO, 2006; PMRA, 2021; EPPO, 2024)

A Organização Europeia e Mediterrânea para a Proteção de Plantas – EPPO (2012) descreve, como princípios para registro de produtos microbianos no controle de pragas, que os ensaios de eficácia sejam conduzidos por entidades oficiais ou reconhecidas oficialmente, observando a segurança para as culturas; fundamentação para indicações de bula; compatibilidade de misturas, se for o caso; adequação ao MIP; demonstrando a eficácia por meio de testes em laboratórios e em campo,

verificando possíveis fatores capazes de intervir, sendo que estas informações devem constar nas instruções de uso do produto.

A legislação norte americana classifica os biopesticidas em pesticidas microbianos, tais como: protozoários, algas, fungos, bactérias, vírus, entre outros; pesticidas bioquímicos, como semioquímicos, reguladores naturais de planta e insetos, repelentes e atrativos, *etc.*, de química natural ou equivalente sintético e modo de ação não tóxico ao alvo biológico; e protetores incorporados em plantas, ou seja, plantas geneticamente modificadas com genes que promovem o controle de pragas (CFR, 2024; EPA, 2024).

Nos EUA, os biopesticidas são de registro obrigatório e submetidos a testes de eficiência para comprovar seu desempenho, conforme proposto em bula, não sendo de apresentação obrigatória no pleito, ficando a critério da agência responsável (CFR, 2024; EPA, 2024).

Destaca-se que cada isolado de microrganismos são considerados novos ingredientes ativos e que macro-organismos parasitoides e predadores, incluídos os nematoides, são isentos de requisitos da Lei de Inseticidas, Fungicidas e Rodenticidas, que regulam produtos desta natureza (CFR, 2024; EPA, 2024).

A legislação australiana para produtos agrícolas biológicos os classifica em quatro grupos principais, sendo eles: produtos químicos biológicos (semioquímicos, hormônios, reguladores de crescimento, enzimas e vitaminas); extratos vegetais, óleos e outros; agentes microbianos (inclusive nematoides microscópicos); e outros organismos vivos (insetos, plantas e animais microscópicos, além de alguns organismos que foram geneticamente modificados), todos submetidos a processo de registro com avaliação de eficácia, a exceção de predadores e parasitas macroscópicos, nematoides entomopatogênicos e plantas não modificadas geneticamente (APVMA, 2024).

A Autoridade Australiana de Pesticidas e Medicamentos Veterinários (2024), ao tratar da eficácia de pesticidas, inclusive os biológicos enquadrados neste rol, prevê a condução de ensaios com detalhamento pautado nos padrões estabelecidos pela EPPO, com número variando, em função do produto e sua utilização, da

importância da cultura e praga, realizados em anos ou safras diferentes e em diferentes áreas geográficas onde o produto possa ser usado, chegando até dez testes por cultura/praga.

A Comissão de Proteção Vegetal da Ásia-Pacífico (APPPC, 2016) relatou que muitos países membros não dispõem de regulamento específico para registro de biopesticidas; na Malásia, produtos que tenham como ingrediente ativo microrganismos (bactérias, fungos, vírus e nematódeos entomopatogênicos e protozoários) e extratos vegetais são registrados como biopesticidas; nas Filipinas, estes produtos também são registrados com diretrizes próprias e avaliação de eficácia, o mesmo ocorre na Índia.

Na China, os biopesticidas são agrupados em microbianos (bactérias, fungos, protozoários, algas e vírus), bioquímicos (semioquímicos, reguladores naturais de crescimento de plantas/insetos, indutores de resistência, *etc.*), botânicos e inimigos naturais (insetos predadores, ácaros predadores, parasitas macroscópicos e nematoides), todos submetidos a testes de eficácia com ensaios em laboratório e campo, o número de ensaios varia entre 6 e 8 para as principais pragas e culturas, realizados em locais ambientalmente distintos (APPPC, 2016).

O Comitê de Sanidade Vegetal do Cone Sul – COSAVE (2016), ao tratar de requisitos para registro de produtos microbiológicos, destaca que o produto deverá ter sua eficácia comprovada por meio de testes em laboratório, estufa ou campo, de preferência conduzidos na área do COSAVE, apontando a necessidade de informar os tratamentos realizados, locais e safras agrícolas, por quais instituições serão executados e os parâmetros avaliados.

A autoridade chilena de agricultura utiliza a terminologia Pesticidas Naturais, subdivididos em pesticidas biológicos (microrganismos e macro-organismos), pesticidas químicos naturais (extratos vegetais, animal, mineral e extratos de fermentação biológica) e pesticidas semioquímicos (feromônios e aleloquímicos), que devem ter sua eficácia comprovada mediante ensaios realizados com protocolos aceitos universalmente, como os estabelecidos pelo EPPO e FAO (CHILE, 2000; CHILE, 2014; CHILE, 2018; CHILE, 2022).

Especialistas em biopesticidas destacam aspectos importantes para o avanço da avaliação de eficácia de produtos desta natureza, tais como: harmonização e flexibilização de protocolos de avaliação de eficácia de forma a abarcar as complexidades desses produtos; eficácia a partir de um plano de MIP; indicam considerar modo de ação nos desenhos experimentais; orientações adicionais sobre aplicação para os usuários; sugerem considerar a utilização dos padrões sobre eficácia da EPPO; suscetibilidade dos biopesticidas à radiação UV, chuva, estágio fisiológico e nutrição da planta; bem como considerar fontes diversas de informação na comprovação da eficácia; importância do momento da aplicação, entre outros (OCDE, 2022).

No Brasil, a legislação classifica os produtos microbiológicos e macrobiológicos (insetos, ácaros e nematoides) como produtos à base de agente biológicos de controle de pragas, com rol específico de informações a serem apresentadas no pedido de registro em comum, conforme item 14 do Anexo II do Decreto Nº 4.074/2002, e normas infralegais em separado com maior detalhamento de dados para cada um deles (BRASIL, 2002; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2006; BRASIL, 2023; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2023).

Em relação a produtos de bioquímicos e semioquímicos, são incluídos no mesmo rol de informações solicitadas para produtos químicos no decreto regulamentador, porém cada um deles possui norma vigente para dados específicos (BRASIL, 2002; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2005; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2006).

Os experimentos para comprovação de eficácia são estabelecidos em norma própria com requisitos e conteúdo comum para todos os produtos contextualizados na lei de agrotóxicos, não havendo qualquer especificidade em função da natureza do ingrediente ativo, que abrangem, entre outros, uma revisão bibliográfica sobre cultura, alvo biológico e o ingrediente ativo; objetivo; materiais e métodos, estabelecendo número de tratamentos vinculados à doses, produto padrão e testemunha, delineamento estatístico, *etc.*; resultados e discussão dos dados de eficiência, produtividade; avaliação de fitotoxicidade, eficiência, seletividade para outros

organismos, MIP na cultura; e uma conclusão inequívoca sobre eficiência e fitotoxicidade (MAPA/SDA, 2009).

3.6 FATORES RELACIONADOS À EFICÁCIA DOS PRODUTOS E AGENTES BIOLÓGICOS

Grande parte de produtos de base microbiológica utilizados na agricultura controla apenas algumas espécies de insetos, com baixo potencial de persistência no ambiente, necessitando de cuidados precisos na aplicação em função da fase do inseto e das condições ambientais (BRAVO, 2011).

Os baculovírus geralmente iniciam sua infecção em larvas de insetos suscetíveis, quando na forma de vírus derivados de corpos de oclusão são ingeridos, sendo a principal via de entrada destes vírus, levando o hospedeiro à morte após cerca de 6 a 8 dias, liberando grande quantidade de partículas virais no meio ambiente, que podem ser ingeridas por outras larvas, iniciando-se novos ciclos (FONTES; VALADARIS-INGLIS, 2020).

De acordo com Sósá-Gomez; Ardisson-Araújo.; Ribeiro (2022), as formulações comerciais à base de vírus devem observar fatores como influência da luz solar, exsudatos vegetais da cultura, fixação do produto na planta alvo, contaminantes, obstrução de equipamentos, *etc.*, e, ainda, devem informar claramente a concentração por partículas infectivas; momento e número de aplicações considerando nível de infestação e fase de desenvolvimento da praga; e a compatibilidade de aplicação com outros produtos biológicos.

A aplicação de produtos contendo Baculovírus deve considerar aspectos relacionados ao armazenamento como: umidade, temperatura e incidência de luz solar; já em relação à aplicação em campo, o momento de aplicação em função da cultura e praga, monitoramento da praga, horário de aplicação em função da radiação solar, formulações com proteção contra ultravioleta (UV) e espalhante adesivo, volume de calda em função da área, estão entre os fatores que influenciam na eficácia (VALICENTE, 2019).

A exemplo têm-se a formulação em microencapsulado de cera patenteada ENTOSTAT em conjunto com dióxido de titânio, que promoveram maior proteção à radiação UV (WILSON *et al.*, 2020).

Atualmente, dos 37 produtos comerciais registrados contendo baculovírus como ingrediente ativo em sua formulação, que varia entre pó molhável e suspensão concentrada, são indicados para controle de *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includen*, *Helicoverpa armígera* e *Spodoptera frugiperda* (AGROFIT, 2024).

Existem programas para controle de pragas no Brasil à base de baculovírus na lagarta-da-soja, lagarta do cartucho no milho, lagarta mandarová, lagarta do álamo, lagarta falsa medeieira e lagarta do algodão (FONTES; VALADARIS-INGLIS, 2020).

As Especificações de Referências para produtos à base de baculovírus trazem recomendações em relação ao horário de aplicação, pH da calda e número de aplicações (MAPA/SDA/SDC, 2013; MAPA/SDA, 2023).

Hussain *et al.* (2021) sugerem formulações com diferentes isolados de baculovírus para melhoria da eficácia, bem como protelar o desenvolvimento de resistência indicando como favorável sua utilização no manejo integrado. Júnior Dorneles (2020) destaca a importância do pH de soluções contendo baculovírus *Spodoptera SfMNPV-6nd* para manutenção da atividade do produto e que a mistura com clorantraniliprole e espinetoram não altera a produção quando compara ao baculovírus *Spodoptera SfMNPV-6nd* aplicado isoladamente.

A aplicação em dose única de 100g/ha de produto comercial(p.c.) à base de *Baculovirus spodoptera* demonstrou maior eficiência no controle da lagarta do cartucho quando comparada à aplicação em 3 vezes do mesmo produto na dose de 50g/ha do p.c. em cada aplicação, sem aplicação e aplicação de 03 doses de produto químico (1ª aplicação de 30ml de p.c./ha à base de lambda-cialotrina e mais duas aplicações de 150 ml de p.c./ha cada à base de flubendiamida), com intervalo de aplicação de 10 dias entre a primeira e segunda dose e 7 dias entre a segunda e a terceira nos tratamentos com três aplicações (GARAVAZI *et al.*, 2020).

As bactérias do gênero *Bacillus* e outros grupos mais próximos, como *Paenibacillus*, *Brevibacillus* e *Lysinibacillus*, representam os mais aplicados no controle biológico, presentes em todas as partes do mundo, se desenvolvem em diversos substratos como solo, rizosfera, insetos mortos, grãos armazenados, dentre outros, em meios aeróbicos e facultativamente em anaerobiose, suas capacidades entomopatogênicas estão relacionadas à produção de toxinas com diferentes modos de ação (MONNERAT *et al.*, 2020).

Bactérias endofíticas são capazes de estimular crescimento, controlar fitopatógenos, induzir mecanismos de defesa, fixar nitrogênio atmosférico e solubilizar e assimilar fosfato (GARCIA; KNAAK; FIUZA, 2016; MIGUEL *et al.*, 2021).

Vários isolados de *Bacillus* spp. possuem potencial ou já são comprovadamente eficazes no controle de insetos, fitonematoides, fungos e bactérias, produzem metabólitos com potencial de uso na agricultura, formam biofilme que protegem as raízes, (MAPA, 2013; MONNERAT *et al.*, 2020; RODRIGUES, 2020; ABREU *et al.*, 2022; AGROFIT, 2024).

Dados apontam que *B. amyloliquefaciens* produzem metabólitos que estimulam a resistência sistêmica induzida em plantas contra fitopatógenos, ocorrendo efeitos de segunda ordem de metabólitos secundários antimicrobianos no controle de patógenos na rizosfera (CHOWDHURY *et al.*, 2015).

Rissato (2021) demonstrou efeito positivo de produtos à base de *Bacillus* (*B. subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*) associados à fungicidas sistêmicos ou multissítios no controle de doenças de final de ciclo na cultura da soja, quando comparados à uma testemunha sem aplicação, sendo mais eficiente que tratamentos que utilizaram isoladamente fungicidas multissítios ou apenas as espécies de *Bacillus*.

Brar *et al.* (2006) relatam o efeito de fatores ambientais como radiação UV; chuva e orvalho, temperatura, pH e até mesmo a posição das folhas e compostos secundários presentes nelas com potencial de interferir na eficácia de produtos à base de *Bacillus thuringiensis*. Nessa mesma abordagem, Silva *et al.* (2014) observaram que radiação, temperatura e chuvas afetaram negativamente a ação de *B. thuringiensis* sobre larvas de *Aedes aegypti*.

Diferentemente dos demais microrganismos, os fungos não precisam ser ingeridos para controlar pragas, pois colonizam via tegumento o hospedeiro, até mesmo em fases de ovos ou pupa, estabelecem relações endofíticas capazes de inibir ataque de insetos herbívoros, além de promoverem crescimento de plantas. Por outro lado, podem também atuar sobre inimigos naturais das pragas, sendo suscetíveis a condições ambientais como umidade relativa, temperaturas e radiação solar, que podem ser minimizadas em função do isolamento e o uso de formulações adequadas (VALADARIS-INGLIS; LOPES; FARIAS, 2020).

Muitas espécies do gênero *Trichoderma* interagem de forma positiva com as plantas, tanto no controle de pragas como em aspectos nutricionais e estimulando processos fisiológicos da planta. Destaca-se a produção de Compostos Orgânicos Voláteis que atuam nas relações das plantas com fitopatógenos, promovem crescimento, tendo como limitação a dificuldade em identificar estes metabólitos e sua rápida evaporação (DA SILVA *et al.*, 2022).

O mecanismo de ação dos fungos sobre artrópode se dá basicamente por contato com adesão à superfície dos hospedeiros onde inicia a germinação seguida da penetração, que envolve processos complexos, que por sua vez passa a colonizar o hospedeiro invadindo tecidos e órgãos, consumindo nutriente e levando o hospedeiro à morte (VALADARIS-INGLIS; LOPES; FARIAS, 2020).

Há também a produção de metabólitos tóxicos, esse intrincado modo de ação dificulta o desenvolvimento de resistência da praga, que mesmo surgindo, ainda assim, podem ser rompidos pela seleção de linhagens mais virulentas pela pressão de seleção sob o agente controlador (VALADARIS-INGLIS; LOPES; FARIAS, 2020).

Produtos comerciais registrados contendo *Beauveria bassiana* com ingrediente ativo em sua formulação apresentam indicação de uso para o controle de 21 espécies de pragas diferentes e no caso de *Metarhizium anisopliae* 13 espécies (AGROFIT, 2024).

Bucarei (2020) sugere que isolados nativos de *B. bassiana* podem promover crescimento em tomate quando inoculados em sementes, além de agir como inseticida, apontando a necessidade de ensaios em campo em função das variáveis

ambientais. Enquanto que Gundim (2022) observou que, sob estresse hídrico moderado, na fase de floração, plantas de soja coinoculadas com *B. bassiana* ou *Metarhizium anisopliae* mantêm níveis altos de produção, com resultados melhores para *B. bassiana*, não havendo influência nos resultados, quando o estresse moderado ou severo ocorre fase de enchimento de grãos.

Segundo Porto; Garcia (2022), doses maiores de produto comercial à base de *Beauveria bassiana* em condições de laboratório promovem maior mortalidade de *Euchistus heros* com mortalidade média de 70% em 10 dias de avaliação após a aplicação.

Outro fator relevante é a radiação ultravioleta que afeta a viabilidade de conídios de produzidos de *M. anisopliae* e *B. bassiana*, sendo este mais sensível e também vulnerável a temperaturas de 35°C (OTTATI-DE-LIMA, 2010). Corval (2019) constatou variação da influência de UV em *Metarhizium spp* em função do tipo de propágulo de um mesmo isolado, tipo de solo utilizado no experimento e variação da virulência em função do isolado, também que a adição óleo mineral em 10% nem sempre promove proteção sobre esta radiação.

Lima (2021) verificou na cultura do café que produtos comerciais tendo como ingredientes ativos *M. anisopliae*, *B. bassiana* e clorpirifós aplicados em duas vezes, em intervalo de 14 dias, isoladamente e em conjunto promovem a redução do índice de infestação de *Planococcus citri* sem diferenças estatísticas entre os tratamentos. Sendo que Borgghi *et al.* (2019) observaram não haver diferença entre a aplicação única ou em duas vezes em doses de 0,5, 0,75 e 1,0 kg/ha do produto BOVERIL WP PL63 à base de *B. bassiana* inclusive em relação ao tratamento padrão com o produto Klorpan 480 EC, um organofosforado, em aplicação única na dose 1,50 l/ha, no controle de cochonilha-da-roseta.

Monte; Bettiol; Hermosa (2019) relatam, com base em diversos artigos, sobre os fungos do gênero *Trichoderma* e sua versatilidade em diversos aspectos passíveis de agregar os sistemas agrícolas por seu oportunismo com grande habilidade de colonizar a rizosfera das plantas e substratos diferentes em várias condições adversas para outros organismos; produzindo inúmeros metabólitos, com atividade antifúngica,

entomopatogênica, atração de predadores e parasitoides, podendo também causar fitotoxicidade; capacidade de parasitar fungos; grande eficiência na competição por espaço e nutrientes; promove também crescimento das plantas, desenvolvimento de raízes, eficácia fotossintética pela assimilação de nitrogênio, o sistema de defesa das plantas e aceleração de germinação.

Atualmente, existem produtos comerciais registrados contendo espécies de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma afroharzianum*, *Trichoderma endophyticum*, *Trichoderma koningiopsis*, *Trichoderma koningiopsis*, *trichoderma reesei* e *Trichoderma stromaticum* isoladamente ou em misturas e de isolados diferenciados, sendo que a grande maioria é de *T. harzianum* (AGROFIT, 2024).

O fungo *Trichoderma asperellum* tem eficiência comprovada para controle de *Rhizotonia solani*, *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* e *Sclerotinia sclerotiorum*, promovendo crescimento vegetal em soja e tomate e ganhos de produtividade na cultura da soja, sendo que fatores como pH, temperatura e luz têm efeito sobre seu antagonismo em relação a *Rhizotonia solani* (MAPA/SDA, 2022; AJIBOYE; SOBOWALE, 2022; CHAGAS JÚNIOR *et al.*, 2022; PATIL; KAMBLE, 2022).

Os produtos de base microbiológica são suscetíveis a vários fatores capazes de intervir em sua eficiência, tais como: temperatura, umidade do ambiente, fase de desenvolvimento da planta, condições de solo, etc. (EPPO, 2012).

No que se refere aos macro-organismos de controle biológico (insetos e ácaros), o mais comum em programas de manejo é a utilização de parasitoides em detrimento dos predadores, em função das dificuldades de avaliações sobre o último, devido a características de hábitos noturnos, difícil observação de sinais de sua predação, estabelecimento de dieta artificial, entre outros (PARRA *et al.*, 2021).

O parasitoide caracteriza-se por necessitar de apenas um indivíduo hospedeiro para completar seu ciclo de vida matando-o, tem vida livre em sua fase adulta e muitas vezes possuem o mesmo tamanho do hospedeiro (BERTI FILHO; MACEDO, 2011; PARRA *et al.*, 2021).

A aplicação de programas de controle biológico com parasitoides requer a observação criteriosa de aspectos como a seleção da espécie ou linhagem; estudos biológicos e comportamentais da presa e do parasitoide em condições controladas e de campo; exigência térmica e de umidade atmosférica; avaliação da eficiência, de forma a desenvolver metodologia de criação massal para então transferir a tecnologia para aplicação prática (PARRA, 2021).

3.7 INSTRUÇÃO DE USO DE AGROTÓXICOS E AFINS NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Em regra, os agrotóxicos e afins devem ser adquiridos pelos usuários mediante receituário agrônomo emitido por profissional legalmente habilitado, onde constarão todas as recomendações técnicas cabíveis e a ressalva de observar detalhadamente a bula do produto, sendo possível a dispensa do receituário para produtos de baixa periculosidade, desde que haja previsão legal, como no caso de produtos destinados à agricultura orgânica e de produtos microbiológicos (BRASIL, 2002; MAPA/SDA/SDC; ANVISA; IBAMA, 2011; BRASIL, 2023; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2023).

Informações mínimas, de ordem técnica, como modo de utilização, praga alvo, época e número de aplicações, doses, pH da calda, manejo de resistência, MIP, entre outras, devem estar devidamente descritas em rótulo e bula, que devem ter recomendação de sua leitura, previamente à aplicação do produto, existindo previsão para inserção de qualquer informação julgada relevante pelos órgãos competentes responsáveis pelo registro (BRASIL, 2002; MAPA/SDA, 2017; BRASIL, 2023).

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi constituída de duas etapas básicas, com características exploratório-descritivas quanto ao seu objetivo e de natureza qualitativa e quantitativa, com técnicas de observação, pesquisa documental e bibliográfica, no que se refere a coleta dos dados, utilizando-se também de uma perspectiva contrastiva, metodologias referendadas pelas ciências sociais e humanas (GIL, 2008; OLIVEIRA, 2011; MACEDO, 2018; PEREIRA, *et al.*; 2018; ROCHA; MELLO, 2021), as quais serão devidamente identificadas na sequência da descrição de cada fase da pesquisa.

Na primeira etapa, foram extraídos do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – Agrofit – gerido pelo MAPA, todos os produtos à base de agente biológicos de controle registrados (Figura 1). Esses dados foram inicialmente estratificados em macro e microrganismos, seguindo um alinhamento com a legislação infralegal ao dividir os agentes biológicos de controle nesses dois grandes grupos.

Na sequência, do total de produtos registrados, quantificou-se o número de espécies de macro-organismos e microrganismos atuantes como ingrediente ativo. O passo seguinte foi descrever a representatividade percentual de cada espécie no universo de produtos registrados nos grupos de macro e microrganismos.

Ainda no levantamento de dados, foram extraídas as informações sobre a via de registro utilizada e o ano de concessão do registro, a partir do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) do Ministério da Agricultura e Pecuária (Fluxograma 1), onde são aportados em processo individual todos os documentos pertinentes aos pedidos de registro.

Em relação às vias de registro, se convencional, por comparação ou por ER, no sentido de verificar a metodologia utilizada para avaliar a eficácia dos produtos registrados, pois é diferenciada em cada uma delas, e, em relação ao ano de registro, para observar a evolução de registros no tempo.

Figura 1 – Sistemas do MAPA e informações extraídas.



(Fonte: autor)

Esses dados referem-se aos anos de 2017 a 2023, que representam aproximadamente 70% do total de produtos de base biológica atualmente registrados, justificando-se por serem os anos em que constam os dados completos de registro por ano, pois o sistema foi implantado no órgão em 2016, não constando todos os dados de registro desse ano e nem de anos anteriores.

Os dados foram tabulados através do software Microsoft Office Professional Plus Excel 2019 e submetidos a uma estatística descritiva, cuja finalidade foi sintetizar as variáveis de mesma natureza dando uma visão global dos produtos à base de agentes biológicos de controle registrados (GUEDES *et al.*, 2005), gerando gráficos para exposição dos dados com o objetivo de sistematizar a pesquisa bibliográfica a ser aprofundada na etapa seguinte.

Quanto à técnica de coleta de dados, utilizou-se de fontes primárias disposta nos bancos de dados de sistemas informatizados do MAPA e, portanto, trata-se de pesquisa documental, dados estes que foram submetidos a uma estatística descritiva sumarizando-os em gráficos (OLIVEIRA, 2011).

Na segunda etapa, foram pesquisadas fontes bibliográficas sobre modo de ação dos grupos e espécies de organismos controladores de praga e fatores que

possam intervir na eficácia dos produtos dessa natureza, seguida de pesquisa documental e bibliográfica sobre leis e normas internas de outros países e diretrizes e protocolos de organismos internacionais relacionadas à regulação da avaliação de eficácia de produtos biológicos para o controle de pragas.

Contrastou-se então a legislação brasileira com essas fontes de natureza técnico-científica, de regulação estrangeira e diretrizes de organismos intergovernamentais, buscando observar se há um alinhamento entre elas e se a legislação nacional atende ao seu objetivo no sentido de garantir a eficácia dos produtos de base biológica consolidando essa tecnologia.

Com base no que foi dito nos dois últimos parágrafos, a segunda fase também tem objetivo exploratório-descritivo, utilizando-se de fontes bibliográficas e documentais, com natureza qualitativa e uma abordagem contrastiva, amplamente utilizada no âmbito das ciências humanas e sociais, através da qual, em sua dimensão metódica, busca-se abordar o fenômeno estudado considerando seu caráter complexo e relacional (MACEDO, 2018).

A pesquisa bibliográfica se deu através artigos publicados, livros, sites de instituições de pesquisa e plataformas de pesquisa acadêmica, como: SciELO, Portas da CAPES e Google Acadêmico; consultando termos e palavras relacionados à temática do trabalho, tais como: controle biológico, biopesticidas, nome das espécies e gêneros de agentes biológicos de controle dos produtos registrados, modo de ação, temperatura, radiação, umidade, formulação, eficácia, eficiência, culturas agrícolas, metabólitos secundários, entre outros, em língua portuguesa e inglesa, selecionando arquivos preferencialmente publicados nos últimos cinco anos.

A pesquisa documental teve como foco diretrizes e protocolos de organismos intergovernamentais relacionados de alguma forma com a defesa vegetal, como: FAO, OCDE e IPPC. A partir do IPPC foram consultadas as Organizações Regionais de Proteção Fitossanitária (ORPF) APPPC, CAHFSA, CAN, COSAVE, EPPO, IAPSC, NEPPO, NAPPO, OIRSA e PPPO buscando, em seus sites, diretrizes e normas sobre pesticidas e biopesticidas.

Ainda na pesquisa documental, foi consultada a legislação de regulação de

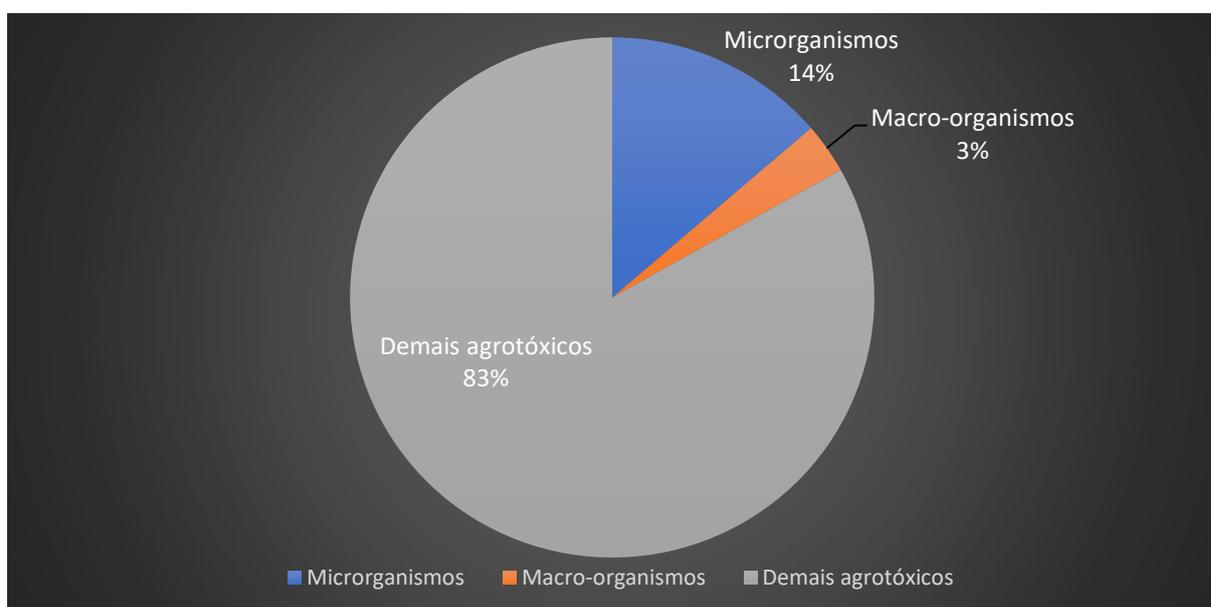
pesticidas e biopesticidas de países com relevância na produção agrícola mundial, como: Brasil, EUA, China, Austrália, Canadá, Chile, UE e Índia, tanto a partir dos sites das ORPF, como através dos sites governamentais de cada país, desconsiderando legislações desatualizadas, como no caso da Índia.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PRODUTOS À BASE DE AGENTE BIOLÓGICOS DE CONTROLE REGISTRADOS NO MAPA

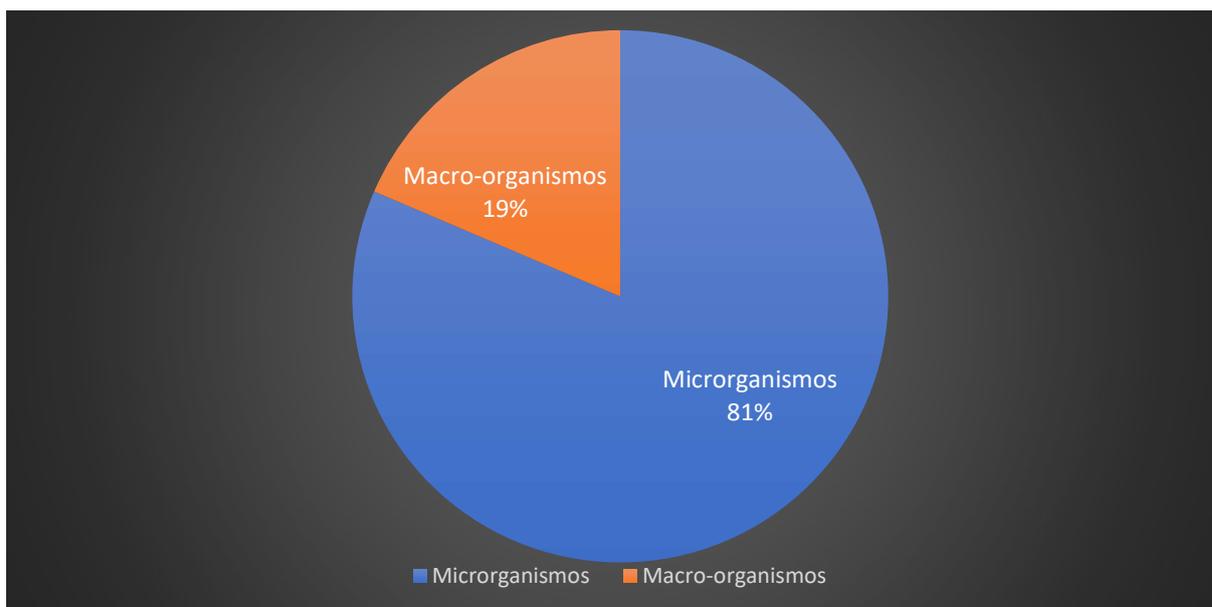
Atualmente, estão registrados no MAPA 3.333 agrotóxicos, sendo 561 produtos à base de agentes biológicos de controle, que representam em torno de 17% de todos os produtos registrado com base na legislação de agrotóxicos e afins, Figura 2. Sendo que 457 tratam-se de produtos contendo como ingrediente ativo microrganismos (bactérias, fungos e vírus), os demais, 104, são produtos com macro-organismo (ácaros, insetos e nematoides), que representam aproximadamente 81% e 19%, respectivamente, do total de produtos biológicos, Figura 3.

Figura 2 – Percentual de produtos à base de macro e microrganismos em relação ao total de agrotóxicos registrados no MAPA.



(Fonte: adaptado de Agrofit, 2024)

Figura 3 – Percentual de produtos à base de macro e microrganismos em relação ao total de à base de agentes biológico de controle registrados no MAPA.



(Fonte: adaptado de Agrofit, 2024)

Quando se decompõem esses grupos de organismos por espécies, verifica-se que se resumem a 70 espécies, sendo 24 macro-organismos e 46 microrganismos, conforme Tabela 1, um universo muito pequeno dentro das possibilidades de espécies passíveis de utilização no controle de pragas.

Tabela 1 – Número de espécies por grupo de organismos dos produtos biológicos registrados no MAPA.

Macro-organismos	Nº de espécies	Microorganismos	Nº de espécies
Ácaros	6	Bactérias	18
Insetos	15	Fungos	20
Nematoides	3	Vírus	8
Total	24	Total	46

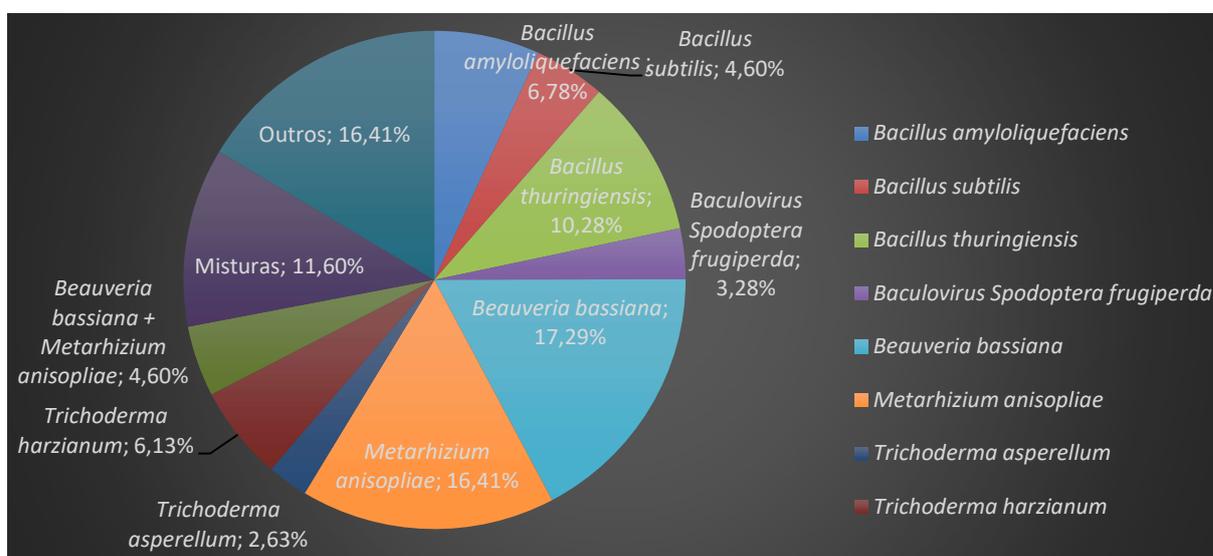
(Fonte: adaptado de Agrofit, 2024)

Há um número considerável de espécies de macro e microrganismos capazes de controlar pragas de plantas já em aplicação em programas de manejo e tantas outras, que apesar da viabilidade, ainda não há registro para comercialização e aplicação em campo (CARNEIRO *et al.*, 2020; MELLO *et al.*, 2020; DOLINSKI, 2020; CASTRO *et al.*, 2020; MONNERAT *et al.*, 2020; NAVIA, CASTILHO, MORAES, 2020; SUJII *et al.*, 2020; LAUMANN; SAMPAIO, 2020; VALADARES-INGLIS; LOPES; FARIA, 2020).

A indisponibilidade destes agentes biológicos está associada à complexidade que envolve o desenvolvimento desta tecnologia, pois o desenvolvimento de um produto comercialmente viável envolve diversas etapas, como a identificação de uma espécie como controlador de praga, o conhecimento da bioecologia do agente biológico e da praga, as relações filogenéticas, os testes laboratoriais e de campo, a multiplicação, os fatores intervenientes na eficácia, entre outras, que são onerosas e podem levar décadas para se concluir.

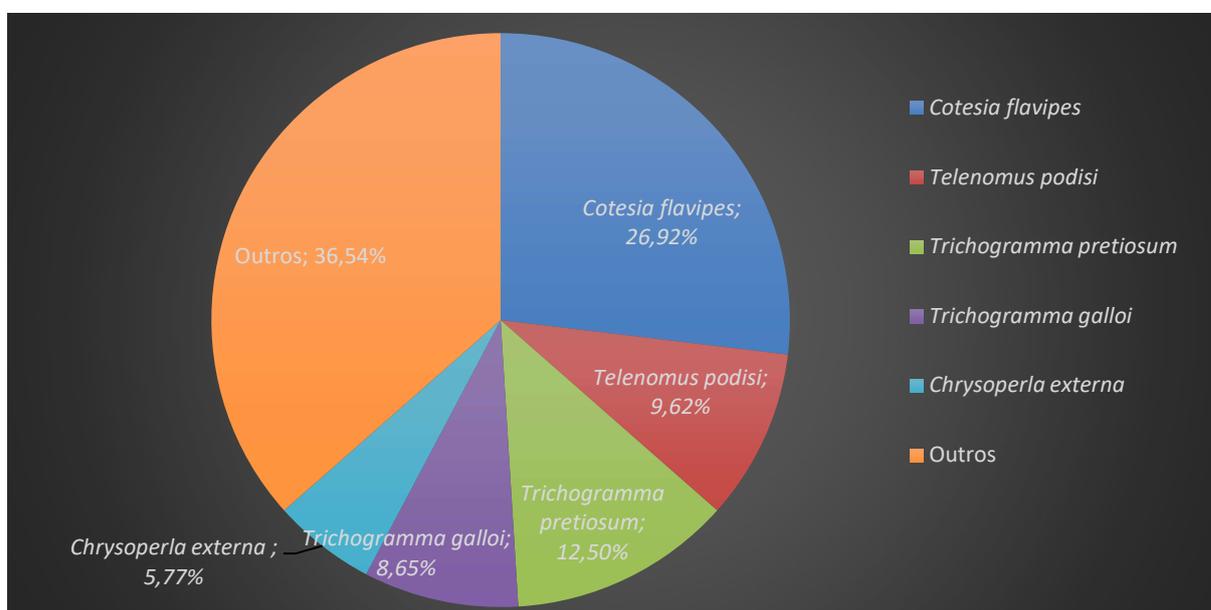
É possível observar ainda, que, apesar desse número de 70 espécies como ingredientes ativos dos produtos registrados, 72% dos microbiológicos são compostos de apenas 8 espécies, enquanto que, no caso dos macrobiológicos, 5 espécies respondem por 63,46% dos produtos registrados nesta categoria (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Percentual de produtos à base de microrganismos registrados no MAPA por espécie.



(Fonte: adaptado de Agrofit, 2024)

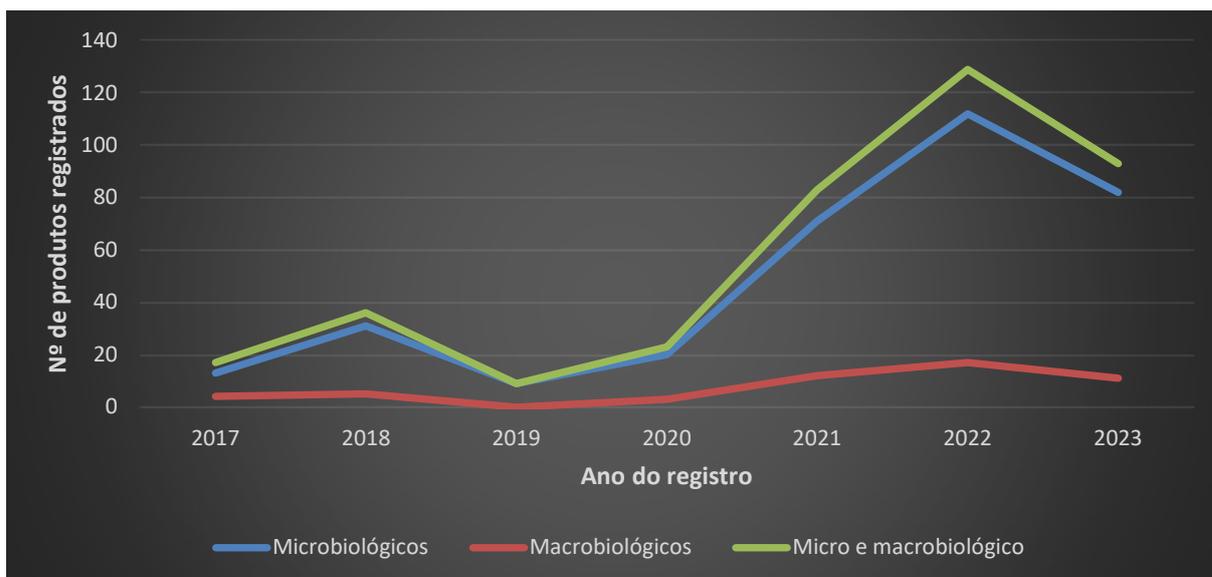
Figura 5 – Percentual de produtos à base de macro-organismos registrados no MAPA por espécie.



(Fonte: adaptado de Agrofit, 2024)

Entre os anos de 2017 e 2023 foram registrados 390 produtos fitossanitários de base biológica (Anexo) (SEI, 2023), com a maioria, cerca de 87%, de produtos microbiológicos e 13% macrobiológicos. É possível observar, na Figura 6, um crescimento substancial no número de registros nos últimos dois anos da série, principalmente de microbiológicos, com uma leve queda no ano de 2023, talvez influenciada pelos efeitos da pandemia causada pelo Covid-19, que pode ter arrefecido as tratativas para registro nos seus primeiros anos, 2020/21, gerando acúmulo para 2022 e voltando à normalidade em 2023.

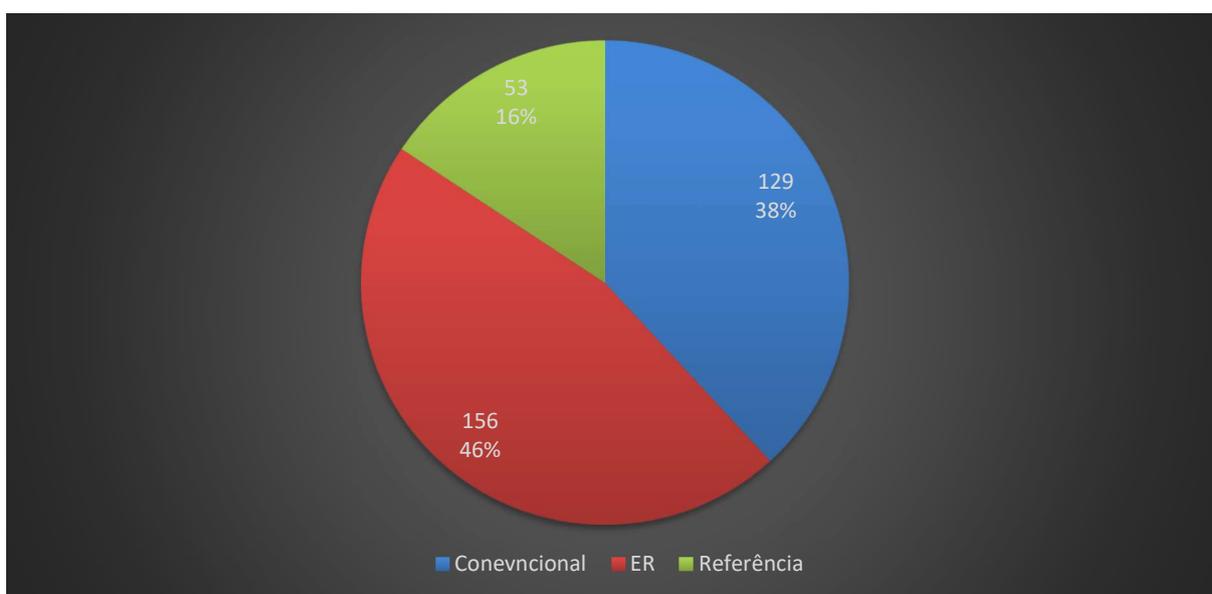
Figura 6 – Número de registros de produtos macro e microbiológicos entre os anos de 2017 e 2023.



(Fonte: adaptado de SEI, 2023)

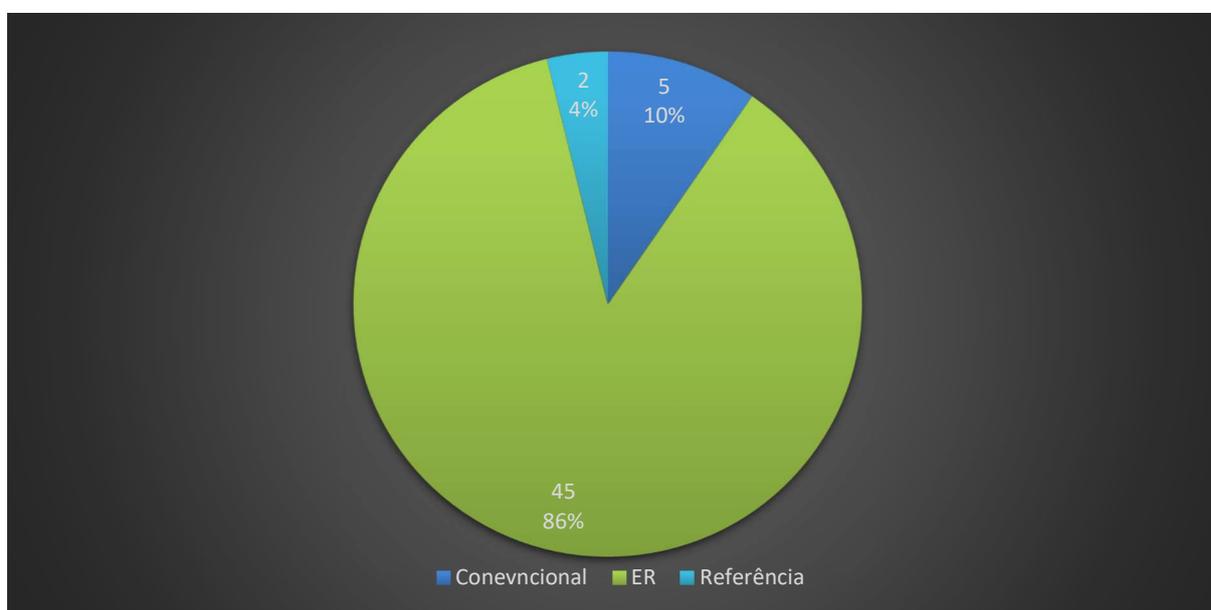
No que se refere à via de registro, o levantamento realizado entre os anos de 2017 e 2023 revela a importância das Especificações de Referências como instrumento para disponibilizar produtos de base biológica, como se verifica nas Figuras 7 e 8, que, no caso dos microbiológicos, é responsável por 46,15% dos produtos registrados no período, enquanto que, para os macro-organismos, responde por 86,54% dos registros.

Figura 7 – Percentual e número de registros de produtos microbiológicos registrados no MAPA entre 2017 e 2023 por via de registro.



(Fonte: adaptado de SEI, 2023)

Figura 8 – Percentual e número de registros de produtos biológicos registrados no MAPA entre 2017 e 2023 por via de registro.



(Fonte: adaptado de SEI, 2023)

Dos dados acima descritos é possível observar que os produtos de base biológica representam menos de um quinto (AGROFIT, 2024) de todos os agrotóxicos e afins registrado com base na legislação sobre o tema; que, apesar de existirem mais de 500 produtos registrados, a grande maioria se restringe a um pequeno número de espécies frente ao número de organismos passíveis de utilização no controle biológico de pragas (CARNEIRO *et al.*, 2020; MELLO *et al.*, 2020; DOLINSKI, 2020; CASTRO *et al.*, 2020; MONNERAT *et al.*; 2020; NAVIA, CASTILHO, MORAES; 2020; SUJII *et al.*; 2020; LAUMANN; SAMPAIO, 2020; VALADARES-INGLIS; LOPES; FARIA, 2020).

Houve um crescimento significativo no registro de produtos desta ordem nos últimos três anos (Figura 6), tendo a via de registro por Especificação de Referência grande influência na disponibilização de produtos no mercado (Figuras 7 e 8), que mesmo tendo como objeto a agricultura orgânica, não há qualquer impedimento ao seu uso na agricultura convencional.

5.2 TERMINOLOGIAS E CLASSIFICAÇÃO

Não há um consenso entre os termos e classificações utilizadas para os agentes biológicos de controle no meio técnico-científico, nas diretrizes de organismos internacionais e nas legislações estrangeiras e nacional (PMRA, 2003; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2006; DUNHAM, 2015; APPPC, 2016; FAO, 2017; PARRA *et al.*, 2021; OCDE, 2022; BRASIL, 2023; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2023; APVMA, 2024; CFR, 2024; EPA, 2024).

A legislação brasileira coloca os agentes biológicos de controle no rol conceitual de agrotóxicos, ao definir que um agente biológico pode ser um ingrediente ativo, quando é o responsável pela eficácia de produtos ou agentes destinados ao manejo de pragas agrícolas. É o que se extrai da literalidade da Lei Nº 14.785, 27 de dezembro 2023, nos incisos IV, XXV e XXVI, do Art. 2º:

Lei Nº 14.785/ 2023

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se:

[...]

IV - agente biológico de controle: organismo vivo, de ocorrência natural ou obtido por manipulação genética, introduzido no ambiente para o controle de uma população ou de atividades biológicas de outro organismo vivo considerado nocivo;

[...]

XIV - ingrediente ativo: agente físico, químico ou biológico que confere eficácia a agrotóxicos, a produtos de controle ambiental e afins;

[...]

XXVI - agrotóxicos: produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens ou na proteção de florestas plantadas, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

[...]

Não é objeto do presente trabalho levantar a discussão sobre utilização dos termos agrotóxicos, pesticida, defensivo agrícola ou produto fitossanitário na legislação, apenas se destaca que enquadrar os produtos à base de agente biológicos de controle como agrotóxico é incoerente nos aspectos semântico, etimológico e técnico-científico.

O uso da palavra tóxico na composição do termo conota aos produtos biológicos uma ação danosa ao meio ambiente e à saúde humana. Pois foi propositalmente introduzido na composição da palavra agrotóxico como forma de alerta sobre os produtos utilizados no campo com essa natureza nociva (SANTOS,

2020).

Portanto, não se trata de um termo adequado para definir os produtos de base biológica como um todo, que em sua grande maioria apresentam classificação toxicológica de Categoria 5 (produto improvável de causar dano agudo) e Não Classificado, que são os mais baixos riscos toxicológicos. Quanto ao critério ambiental, praticamente todos possuem Classificação Ambiental como Produto Pouco Perigoso ao Meio Ambiente, também o nível baixo de risco (AGROFIT, 2024).

Em relação aos microbiológicos, mais de 93% dos produtos registrados são considerados de baixa toxicidade, ou seja, classificados toxicologicamente como Categoria 5 ou Não Classificados, e quase 100% de baixa periculosidade ambiental, com exceção de apenas um, registrado no MAPA sob Nº 599 (AGROFIT, 2024; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2023).

A norma de microbiológicos, em sua recente atualização, caracterizou os produtos de classificação toxicológica Categoria 5 e Não Classificado como de baixa toxicidade e, na classificação ambiental de Classe IV (produto pouco perigoso ao meio ambiente) como de baixa periculosidade Art. 34 e 35 da Portaria Conjunta SDA/MAPA – IBAMA – ANVISA Nº 1, de 10/04/2023.

Art. 34. São considerados de baixa toxicidade os produtos microbiológicos enquadrados, quanto à toxicidade aguda, na "Categoria 5" ou como "Não Classificado", de acordo com a classificação toxicológica estabelecida em legislação específica pela Anvisa.

Art. 35. São considerados de baixa periculosidade os produtos microbiológicos classificados como "produto pouco perigoso ao meio ambiente - Classe IV", de acordo com a classificação ecotoxicológica estabelecida em legislação específica pelo Ibama.

Adotando-se este mesmo enquadramento, que não consta na norma dos macrobiológicos, por ser mais antiga, praticamente todos os produtos à base de macro-organismos são 100% de baixa toxicidade, pois são classificados toxicologicamente como Não Classificado, com apenas um classificado como Pouco tóxico (Registro MAPA Nº 40417), e de baixa periculosidade ambiental, pois todos são classificados como de Pouco Perigoso ao Meio Ambiente (MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2006; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2023; AGROFIT, 2024).

Reforça-se esse entendimento, quando se observa, que mais de 50% desses

produtos são registrados com uso aprovado para agricultura orgânica (AGROFIT, 2024), passando pelo crivo da legislação dos orgânicos, que tem como finalidade, entre outras, a oferta de alimentos saudáveis através de práticas agrícolas que preservem o meio ambiente (BRASIL, 2003).

Ainda no aspecto legislativo, os agrotóxicos de base biológica são considerados um bioinsumo, no âmbito do Programa Nacional de Bioinsumos, que tem como diretrizes, dentre outras, uma produção agropecuária ecologicamente sustentável, garantindo produtos saudáveis à população, com redução de contaminações, fundamentado na legislação de orgânicos, é o que se extrai dos Art. 2º; Art. 4º, I, II, III e IV, do Decreto Nº 10.375, de 26 de maio de 2020.

Art. 2º Para os fins do disposto neste Decreto, considera-se bioinsumo o produto, o processo ou a tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos.

Art. 4º São diretrizes do Programa Nacional de Bioinsumos:

I - disponibilizar ações estratégicas para desenvolvimento de alternativas de produção agrícola e pecuária, economicamente viáveis e ecologicamente sustentáveis, que garantam produtos saudáveis para a sociedade brasileira e internacional;

II - estimular a adoção de práticas sustentáveis com o uso de tecnologias, de produtos e de processos desenvolvidos a partir de recursos renováveis, por meio da ação integrada dos setores de ensino, de pesquisa, de extensão e de produção, de modo a reduzir as formas de contaminação e de desperdício dos recursos produtivos;

III - valorizar a biodiversidade brasileira, a partir do estímulo às experiências locais e regionais de uso e de conservação dos recursos genéticos, de microrganismos, vegetais e animais, que envolvam o manejo de raças e de variedades locais, tradicionais ou crioulas; e

IV - implementar sistemas sustentáveis de produção agropecuários, de distribuição e de uso de insumos, com base na legislação brasileira sobre substâncias permitidas para a produção orgânica, que aperfeiçoem as funções econômica, social e ambiental dos setores agropecuário e florestal.

A organizações internacionais e nacionais estrangeiras relacionadas à proteção de plantas e registro de pesticidas utilizam mais comumente o termo biopesticidas para caracterizar os produtos à base de agentes microbianos, incluindo em sua maioria os produtos à base de agentes botânicos, semioquímicos e, algumas, os bioquímicos e invertebrados, destinados ao controle de pragas (PMRA, 2003; APPPC, 2016; FAO, 2017; PMRA, 2021; OCDE, 2022; APVMA, 2024; CFR, 2024; EPA, 2024).

Alguns autores classificam os produtos biológicos em função do seu objetivo, qual seja, controlar pragas (bioagentes ou biopesticidas), estimular processos fisiológicos (bioestimulantes) e nutrir das plantas (biofertilizantes), os quais são subdivididos em relação a sua natureza, tais como: microbiológico, macrobiológico, extratos de plantas, minerais, bioquímicos, semioquímicos, entre outros (DUNHAM, 2015; PARRA *et al.*, 2021).

Alguns microrganismos podem simultaneamente controlar pragas e participar em processos na nutrição das plantas, como no caso de algumas espécies do gênero *Trichoderma* e bactérias endofíticas (GARCIA; KNAAK; FIUZA, 2016; MONTE; BETTIOL; HERMOSA, 2019; MIGUEL *et al.*, 2021). Ao atuarem como fertilizantes e controladores de pragas, esses produtos estão obrigatoriamente submetidos ao crivo da avaliação de registro em dois marcos regulatórios distintos, a legislação de fertilizantes e de agrotóxicos, o que leva inevitavelmente a um maior custo para aprovação e morosidade para sua comercialização no mercado.

A legislação brasileira de agrotóxicos, apesar de não classificar os produtos biológicos num mesmo rol, ou seja, incluir os produtos microbiológicos, macrobiológicos, semioquímicos e bioquímicos como biopesticidas ou outro termo, trata-os em separado em normas infralegais de forma a atender as demandas necessárias para avaliação de risco ambiental e toxicológica e sua eficácia agronômica.

Todos esses aspectos demonstram que há uma certa dissonância dentro da própria legislação brasileira, entre ela e legislações de outros países, diretrizes de organismos internacionais e o conhecimento técnico-científico, a própria FAO (2017) reconhece essa falta de harmonização em nível global.

Atualmente os Projetos de Lei Nº 658/2021 e Nº 3668/2021 estão em tramitação na Câmara dos Deputados e buscam regulamentar os bioinsumos, abordando os agentes biológicos de controle e, em um deles, trazendo conceituações sobre agentes microbiológicos, macrobiológicos, semioquímicos, bioquímicos, biocondicionadores de solo, inoculantes, entre outros (BRASIL, 2021a; BRASIL, 2021b).

5.3 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA

5.3.1 O modelo brasileiro

Ao adotar a avaliação da eficácia agrônômica como parte no processo de registro, o modelo brasileiro se alinha com as diretrizes estabelecidas pela FAO, que também é seguido por países como Austrália, Canadá, Chile, China e toda UE (PMRA, 2003 FAO, 2006; EU, 2009; CHILE, 2014; CHILE, 2018; ICAMA, 2020; BARSIL, 2023; APVMA, 2024).

Nos EUA, a realização dos ensaios é obrigatória, por regra, não são apresentados no pleito de registro, ficando a cargo do órgão competente solicitar, caso julguem necessário (CFR, 2024; EPA, 2024).

A avaliação de eficácia de agrotóxicos tem por finalidade, por meio de ensaios experimentais e outras fontes de dados, atestar e garantir os resultados agrônômicos esperados pelo uso destes produtos, conforme recomendações propostas em bula (FAO, 2006).

A recomendação da FAO para avaliação da eficácia vai no sentido de garantir que produtos de baixa qualidade cheguem ao mercado, agravando os danos relacionados a estas substâncias, que se torna ainda mais imperativo em países que assistência técnica rural, serviços de intoxicações, monitoramento e prevenção de danos ambientais e resolução de litígios não funcionam adequadamente, como no caso do Brasil (FAO, 2006; BASSO; SIQUEIRA; RICHARDS, 2021; DIESEL *et al.*, 2021).

5.3.2 Fontes de dados na avaliação da eficácia

No que se refere aos dados necessários para avaliação da eficácia, o aparato regulatório brasileiro se distingue consideravelmente em função da via utilizada para o registro.

Alguns elementos, como a eficácia direta de um produto no seu alvo biológico, fitotoxicidade, sustentabilidade de seu uso e benefícios econômicos devem ser observados na avaliação para fins de registro e são contemplados na legislação brasileira para via convencional (FAO, 2006; MAPA/SDA, 2009).

Estes dados podem se fundamentar por meio de dados de ensaios locais e de outros países, desde que comparáveis; dados científicos publicados; possíveis extrapolações, tecnicamente justificáveis; devendo ser conduzido por pessoal capacitado, com práticas experimentais e laboratoriais rigorosamente elaboradas (FAO, 2006).

5.3.2.1 Registro pela via convencional

Na via convencional, que respondeu por mais de 38% dos produtos microbiológicos registrados entre 2017 e 2023 e mais de 9% dos macrobiológicos, a avaliação da eficácia se fundamenta basicamente em ensaios de eficácia direta do produto formulado nas condições de uso prevista em bula (MAPA/SDA, 2009).

Apesar de ser uma importante fonte de dados, informações relevantes como ensaios de outros países, desde que apresentem condições agrônomicas e ambientais comparáveis, e informações científicas publicadas em fontes confiáveis (FAO, 2006; EPPO, 2012; FAO, 2017), não são previstas de forma obrigatória na norma brasileira.

Os ensaios de eficácia direta devem ser conduzidos em campo ou condições controladas, executados por entidades públicas ou privadas de pesquisa, ensino e assistência técnica devidamente credenciadas no MAPA e dotada de pessoal capacitado com obrigatoriedade de treinamentos regulares (MAPA/SDA, 2009), neste sentido segue um alinhamento com as diretrizes da FAO.

A Instrução Normativa Nº 36, de 24/11/2009, que trata dos ensaios de eficácia e do credenciamento das entidades que os realizam, é aplicável para todo e qualquer produto conceituado como agrotóxico, independente da natureza do ingrediente ativo. Nela estão descritos os dados necessários para compor os laudos de eficiência agrônômica, que seguem basicamente uma dinâmica de ensaios experimentais agrônômicos dessa ordem, sem estabelecer protocolos específicos em função da praga e da cultura (MAPA/SDA, 2009).

Diferentemente, países membros da EPPO seguem padrões relacionados às diretrizes para avaliação de eficácia elaborados por esta organização. Outros, como

Canadá, Chile e Austrália fazem referência a estes mesmos padrões em suas legislações, enquanto que a China possui mais de 150 diretrizes de testes de eficácia estabelecidas por classe de uso, praga e cultura (PMRA, 2003; ICAMA, 2020; CHILE, 2022; EPPO, 2024; APVMA, 2024).

A norma brasileira dá uma tratativa genérica para todas as culturas e pragas no que tange aos requisitos e conteúdo dos laudos de eficiência e praticabilidade agrônômica, impondo critérios básicos de revisão bibliográfica sobre o tema, objetivos, materiais e métodos, resultados e discussão, avaliações e conclusões, prevendo alguns dados adicionais em situações específicas, como tratamento de sementes e controle de formigas (MAPA/SDA, 2009).

Há uma certa superficialidade metodológica, quando a norma estabelece que deve usar delineamento estatístico e métodos de avaliação adequados a cada situação, devidamente embasados e que devem ser seguidos protocolos internacionais da FAO (MAPA/SDA, 2009). Tais assertivas podem soar como uma flexibilização, mas na prática exigem dos analistas, Auditores Fiscais Federais Agropecuários, profundo conhecimento do tema, muitas vezes inviável, face ao pequeno número de servidores atuando na área e a amplitude de pragas e culturas passíveis de avaliação, portanto suscetível a falhas nas interpretações dos ensaios.

Ainda, essas generalizações podem levar a um maior prazo para conclusão de registro de um produto, tendo em vista que a falta de protocolos e diretrizes específicas podem levar a equívocos ou falhas na condução dos ensaios, que desencadeiam maior tempo do analista do MAPA para fundamentar suas decisões, podendo exigir dados complementares ou novos ensaios de eficácia.

Todo esse contexto se amplia, quando se trata de biopesticidas, em função de seu complexo e variado modo de ação em função do agente ativo; eventuais metabólitos secundários; suscetibilidade a condições ambientais; cultura e seu estágio fenológico e nutrição; fase de desenvolvimento da praga; momento de aplicação; estratégia de uso; entre outros, (MONTE; BETTIOL; HERMOSA, 2019; VALICENTE, 2019; DA SILVA *et al.*, 2022; VALADARIS-INGLIS; LOPES; FARIAS, 2020; OCDE, 2022; SÓSA-GOMEZ; ARDISSON-ARAÚJO; RIBEIRO, 2022).

5.3.2.2 Registro por especificação de referência

Esta via tem uma representatividade considerável na concessão de registro de produtos biológicos para a agricultura orgânica. As avaliações ambiental, toxicológica e eficácia são realizadas previamente, quando da criação da ER, onde constarão as especificações e garantias referentes a indicação de uso, doses, componentes e suas concentrações e formulações possíveis (MAPA/SDA/SDC – IBAMA – ANVISA, 2011).

Os ensaios de eficácia devem ser gerados por instituições públicas e privadas de ensino, extensão e pesquisa, tendo como rol orientador as normas infralegais referentes à natureza do ingrediente ativo (microbiológico, macrobiológico, semioquímicos, etc.) (MAPA/SDA/SDC; ANVISA; IBAMA, 2011). Não sendo obrigatório seguir a norma específica de ensaios de eficácia realizados por entidade credenciadas no MAPA, como no caso da via convencional.

Nota-se que há um rito mais definido quanto à metodologia de avaliação da eficácia na via convencional em relação a dos produtos destinados à agricultura orgânica, no que se refere à realização dos ensaios, sua metodologia, avaliações, local de condução e número de ensaios, provavelmente no sentido de fomentar a agricultura orgânica com procedimentos diferenciados, simplificados e mais ágeis, conforme dispõe o Art. 9º da Lei Nº 10.831/2003.

Art. 9º Os insumos com uso regulamentado para a agricultura orgânica deverão ser objeto de processo de registro diferenciado, que garanta a simplificação e agilização de sua regularização.

Parágrafo único. Os órgãos federais competentes definirão em atos complementares os procedimentos para a aplicabilidade do disposto no caput deste artigo.

Trata-se de um rito muito menos oneroso, pois, publicada a ER, estão dispensados de apresentação de testes toxicológicos, ambientais e de eficácia, bastando apenas que o produto a ser registrado siga as especificações e garantias mínimas nela contidas (BRASIL, 2002), tais como: concentração do ingrediente ativo, componentes permitidos na formulação, doses e demais recomendações de uso e alguns testes e informações solicitados em função do ingrediente ativo.

Outro detalhe importante é que a avaliação da eficácia na via convencional se fundamenta em uma formulação preestabelecida e o registro é exclusivo para essa

formulação e composição, enquanto que nos orgânicos existe uma flexibilidade de formulações e componentes possíveis.

Na prática, produtos registrados com base em uma mesma ER podem ter eficácia bem distinta, tendo em vista que componentes e formulações diferenciadas têm interferência sobre fatores como, tempo de prateleira, proteção à radiação, conservação do agente biológico, qualidade da calda e sua distribuição na área, entre outros (VALICENTE, 2019, WILSON *et al.*, 2020; SÓSA-GOMEZ; ARDISSON-ARAÚJO; RIBEIRO, 2022).

Portanto, o que se observa é que, basicamente, na via convencional há uma avaliação de eficácia direta do produto formulado, enquanto que nos orgânicos essa avaliação, apesar de ser realizada em uma determinada formulação, a ER prevê a utilização de diversos outros componentes, formulações, intervalo ou limite mínimo da concentração do agente ativo, ou seja, não há uma avaliação de eficácia do produto formulado.

5.3.2.3 Registro por comparação

Por esta via praticamente não há uma avaliação de eficácia do produto formulado a ser registrado, é realizada uma extrapolação de um produto referência de mesmo ingrediente ativo, desde que tenham a mesma formulação, indicações de uso e modalidade de emprego (BRASIL, 2023).

O princípio da extrapolação é validado em diretrizes internacionais e protocolos de registro de produtos de alguns países, no entanto, deve ser utilizado de forma criteriosa, fundamentado em evidências de produtos já registrados e em casos específicos, como para culturas com mesmo alvo biológico, pragas semelhantes, redução do número de ensaios em culturas, entre outros (FAO, 2006; EPPO, 2018; HSE, 2022).

Aqui, assim como nos orgânicos, a eficácia é extrapolada do ingrediente ativo para o produto comercial. Não há qualquer imposição de ordem técnica na regulação sobre critérios para conceder o registro. Extrapolando-se, com base no ingrediente ativo e formulação, todas as indicações de uso para um produto com composição

qualitativa e quantitativa dos demais componentes da formulação diversa do produto referência.

5.3.3 Número e local de ensaios

A regulação nacional só prevê número mínimo de ensaios de eficácia direta de um produto formulado para via de registro convencional, com três testes para produtos à base de um novo ingrediente ativo ou uma nova indicação de uso, que no caso dos biológicos, se restringe à praga alvo, desconsiderando à cultura (MAPA/SDA, 2009).

Para produtos que o ingrediente ativo já exista produto registrado com a mesma espécie do agente biológico, é necessário apenas um ensaio. A interpretação da norma no MAPA considera apenas a espécie, ou seja, independe do isolado ou qualquer variação abaixo de espécie (MAPA/SDA, 2009). Há uma incoerência nesta interpretação, pois o registro, no caso dos microbiológicos é concedido no nível de isolado e, conforme posto, em relação ao número de ensaios considera apenas a espécie.

Os locais e números de ensaios de eficácia para os pesticidas como um todo, devem ser suficientes para representar as possíveis condições ambientais, climáticas e agronômicas de uma determinada região, muitas vezes em safras distintas, sugerindo-se um mínimo de seis ensaios, ou até dez, para culturas e pragas mais relevantes, podendo variar para mais ou menos, em função dos resultados, do nível de pressão da praga, importância da cultura, estabilidade ambiental, outras fontes de dados (FAO, 2006; EPPO, 2012; EPPO, 2018).

No Brasil, os três testes de eficiência e praticabilidade agronômica devem ser conduzidos em regiões ou safras distintas, os quais podem ser realizados em qualquer cultura e, do mesmo modo, com recomendação de uso para todas as culturas (MAPA/SDA, 2009; MAPA/CGAA, 2010; MAPA/CGAA, 2011). Nos casos de espécies já registradas para controle de uma praga, sequer é possível falar em regiões distintas, pois a exigência, conforme exposto, é de apenas um estudo.

O número de ensaios deve-se pautar basicamente na relevância da cultura e da praga e nas condições climáticas e ambientais (FAO, 2006). Observa-se aí um

certo descompasso da norma brasileira com as diretrizes de organismos internacionais e legislação de outros países, tendo em vista que, só em relação a condições climáticas diferentes, o Brasil dispõe de cinco zonas climáticas agrupadas em função da temperatura e umidade, cada uma delas com tipos climáticos diferenciados, caracterizados em quente, subquente, mesotérmico brando e mesotérmico mediano, variando também pelo número de meses secos no ano (IBGE, 2002).

Tendo por base a cultura da soja, o território brasileiro foi dividido em cinco macrorregiões produtoras de soja e vinte regiões edafoclimáticas diferentes, que levam em consideração ecossistemas, tipos de solo e clima, para fins de pesquisa e indicação de cultivares (BROGIN *et al.*, 2013), portanto, não é preciso se estender para observar que três ensaios de eficácia não conseguem representar a diversidade de condições agroclimáticas existentes no país.

Destaca-se ainda que o registro é concedido nacionalmente, com base nesses estudos e que estas informações de região e safra e detalhes do experimento não são disponibilizadas ao público, apenas consta em bula as recomendações de uso aprovadas, sendo facultado ao titular do registro informar em qual cultura foi testado.

Um outro fator, no caso de produtos à base de agentes biológicos de controle, é que não há qualquer ressalva quanto às culturas em que os ensaios devem ser realizados, sendo que sua indicação é para o alvo biológico em qualquer cultura, por exemplo, podem ser realizados três ensaios na cultura de alface para controle de uma determinada praga e a recomendação em bula será para qualquer cultura.

Por um lado, isso disponibiliza mais produtos para as culturas em geral, por outro, não é possível garantir o desempenho nas mesmas condições testadas, pois fatores como exsudatos vegetais; luz solar, temperatura e umidade, que podem variar em função da fase fenológica e arquitetura da planta; relações endofíticas; etc. que são características intrínsecas às espécies ou grupos de espécies podem trazer respostas diferenciadas à ação desses produtos (GARCIA; KNAAK; FIUZA, 2016; VALICENTE, 2019; VALADARIS-INGLIS; LOPES; FARIAS, 2020; MIGUEL *et al.*, 2021; SÓSA-GOMEZ; ARDISSON-ARAÚJO; RIBEIRO, 2022;), podendo um produto

avaliado em sua eficácia numa cultura de pequena escala e, portanto, de menor representatividade do universo de culturas, ser aplicado numa grande cultura com características bem distintas.

Um número de mínimo de ensaios pode e deve ser sempre objetivado, buscando disponibilizar produtos para agricultura de maneira rápida e menos onerosa, mas não se deve abrir mão de critérios técnicos essenciais para comprovação da eficácia. Extrapolação de informações é um princípio válido na avaliação de eficácia para redução do número de ensaios e extensão de uso para outras culturas, desde que criteriosa e em situações específicas (FAO, 2006), no entanto, o número reduzido de ensaios necessários para o registro no Brasil e indicação para qualquer cultura não impõe qualquer outra fonte de dados para justificá-los.

5.3.4 Considerações sobre a avaliação da eficácia no Brasil

Notadamente, a via convencional é a que mais se aproxima das orientações de organismos internacionais. No entanto, número de ensaios reduzidos, não representatividade de todas as regiões agrônômicas do país nos ensaios de eficácia e falta de protocolos específicos para condução dos ensaios, demonstram a inobservância a rigor destas orientações e de critérios técnicos e científicos que envolvem a utilização dos biológicos.

Nos registros por meio de ER e por comparação são utilizados o princípio da extrapolação em muitos pontos, contudo, sem critérios técnicos bem definidos, que no caso dos orgânicos buscam atender uma realidade fatídica de falta de produtos, não sendo o caso do registro por comparação, que soa mais como uma desregulamentação.

Observa-se a complexidade, que envolve o tema, desde a pesquisa, submissão e avaliação de um pedido de registro de produtos de base biológica até a sua utilização em campo, para garantia de sucesso em seus objetivos. É preciso conhecimento sobre a cultura, praga, alvos biológicos, fatores bióticos e abióticos capazes de intervir na eficácia do produto e em que realidade de cultivo se aplica melhor um determinado produto formulado em função da sua composição e formulação.

Os riscos de insucesso são altos, pois fatores inerentes à realidade brasileira, como baixa capacitação de agricultores, assistências técnicas nem sempre bem estabelecidas, informações insuficientes em bula e, ainda, prescindibilidade de receituário agrônomo para os produtos microbiológico e os destinados à agricultura orgânica, tendo por base exclusivamente os baixos riscos ambientais e toxicológicos, desconsiderando a problemática agrônoma no uso dessa tecnologia, tornam ainda maior o problema (EILENBER; HAJEK; LOMER, 2001; BRASIL, 2002; ANVISA; IBAMA, 2011; BASSO; SIQUEIRA; RICHARDS, 2021; DIESEL *et al.*, 2021; BRASIL, 2023; MAPA/SDA/SDC; MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA, 2023).

O tema é relativamente novo de maneira global, percebendo-se avanços e iniciativas em todo o mundo buscando adequar as regulações nacionais para registros de pesticidas biológicos, que vêm basicamente do modelo de avaliação dos químicos, inclusive no Brasil, que se destaca pelo número de registro desses produtos com previsões de crescimento na ordem de 23% ao ano, com avanços na legislação, mas permanecem alguns entraves, portanto ações no sentido de harmonizar, avaliar e corrigir o aparato regulatório são imprescindíveis para garantir a eficácia na utilização desses produtos, evitando o descrédito do controle biológico de pragas e acelerando de maneira eficaz sua utilização na agricultura brasileira (APPPC, 2016; COSAVE, 2016; FAO, 2017; BORSARI; CANTOS; DIAS, 2022; CHILE, 2022; OCDE, 2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento de registro de produtos de base biológica nos últimos anos e a previsão para os anos vindouros impõem a necessidade de uma ampla discussão buscando alinhamento da legislação nacional com o conhecimento técnico científico e diretrizes internacionais sobre o tema, observando exemplo de outros países.

O primeiro passo seria desvincular os produtos biológicos do rol de produtos conceituados pela legislação nacional como agrotóxicos, como demonstrado, pois são produtos em sua grande maioria com baixo risco ambiental e à saúde humana, idealizados como produtos para uma agricultura sustentável.

O modelo brasileiro de avaliação da eficácia de agrotóxicos e afins como um todo, fazendo parte do processo de registro desses produtos pelas autoridades reguladoras, segue um alinhamento com as diretrizes internacionais de organismos voltados para a proteção de plantas, como FAO, OCDE, Cosave, EPPO, entre outras, mesmo caminho adotado por várias nações grandes produtoras agrícolas.

No entanto, as normas infralegais tendem a uma flexibilização em alguns aspectos, como número de ensaios, representatividade das regiões edafoclimáticas do país nesses testes, extrapolação para outras culturas, falta de protocolos específicos em função do ingrediente ativo/cultura/alvo biológico, *etc.*, que são questionáveis do ponto de vista científico e dos protocolos e diretrizes dispostos pelos organismos acima mencionados.

Observa-se que estas flexibilizações favorecem aos titulares de registro no sentido de reduzir custos com número de ensaios de eficácia reduzido e, ao mesmo tempo, ampliando as recomendações de uso para qualquer cultura, desconsiderando orientações técnicas e em desfavor dos agricultores.

O estabelecimento de protocolos experimentais, que considerem o agente biológico, praga alvo, cultura e suas peculiaridades, podem padronizar de forma mais eficiente a condução dos ensaios agrônômicos, evitando possíveis questionamentos do analista sobre metodologias adotadas, reduzindo a morosidade do processo ou,

até mesmo, evitando possíveis falhas nas interpretações dos resultados.

O conhecimento, por parte dos usuários desses produtos, sobre via de registro, componentes da formulação, condições em que foi testada a eficácia, entre outras características, são de fundamental importância para balizar sua aplicação e estratégia de manejo de pragas, mas nem sempre são disponíveis.

Por fim, o sucesso na utilização desses produtos para o controle biológico de pragas, envolve fatores de grande complexidade, que vão além da avaliação de eficácia para fins de registro, como nível de capacitação dos usuários e disponibilidade de assistência técnica. Portanto, qualquer mudança deve ser prudentemente precedida de avaliação e mensuração dos produtos já registrados de forma a verificar se as flexibilizações e limitações normativas na prática trazem mais prejuízos ou benefícios à agricultura do país.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. P. S. *et al.* Alternativa sustentável de uso da *Bacillus amyloliquefaciens* no biocontrole de fungos fitopatogênicos: uma revisão. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 16, n. 1, 2022. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/8339>. Acesso em: 26 Jan. 2024.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit/principal_agrofit. Acesso em: 20 Fev. 2024.

AJIBOYE, M. D.; SOBOWALE, A. A. Efficacy of native *Trichoderma asperellum* in managing *Alternaria solani* causing early blight of *Solanum lycopersicum* Mill. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 55, n. 11, p. 1358-1378, 2022.

ANVISA. **Monografias autorizadas**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas-por-letra>. Acesso em: 23 Ago. 2023.

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos PARA: relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018: primeiro ciclo do Plano Plurianual 2017-2020**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1>. Acesso em: 21 Ago. 2023.

APPPC. Report of the APPPC Training Workshop on Registration of bio-pesticides. 2016. Disponível em: Report of the APPPC Training Workshop on Registration of bio-pesticides | APPPC. Acesso em: 06 Fev. 2024.

APVMA. **Guideline for the regulation of biological agricultural products**. Disponível em: <https://www.apvma.gov.au/registrations-and-permits/data-requirements/agricultural-data-guidelines/biological>. Acesso em: 02 Fev. 2024.

_____. **Pesticides efficacy and crop safety general guideline (Part 8)**. 2024. Disponível em: <https://www.apvma.gov.au/registrations-and-permits/data-requirements/agricultural-data-guidelines/efficacy-crop-safety-part-8>. Acesso em: 02 Fev. 2024.

ARAGÃO, A.; CONTINI, E. O agro no Brasil e no Mundo: um panorama do período de 2000 a 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/26187851/O+agro+no+Brasil+e+no+mundo/098fc6c1-a4b4-7150-fad7-aaa026c94a40>. Acesso em: 08 Fev. 2024.

BASSO, C.; SIQUEIRA, A.C.F.; RICHARDS, N.S.P. dos S. Impactos na saúde humana e no meio ambiente relacionados ao uso de agrotóxicos: uma revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, pág. e43110817529, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17529. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17529>. Acesso em: 22 Ago. 2023.

BERTI FILHO, E.; MACEDO, L. P. M. **Tipos de agentes de controle biológico**. In: Fundamentos de controle biológico de insetos-praga. Natal: IFRN, p 40-96, 2011, 108p.

BORGHI, E.J.A. *et al.*. Utilização de fungos entomopatogênicos no controle da cochonilhada-roseta em cultivos de café conilon. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019. Disponível em: <http://www.consorcioquesquisacafe.com.br/ojs/index.php/SimposioCafe2019/article/view/70/311>. Acesso em: 01/ Set. 2023.

BORSARI, A.; CANTOS, C.; DIAS, R. **Sumário executivo biodefensivos, mercado brasileiro, safra 2021/22**. 2022. Disponível em: https://croplifebrasil.org/wp-content/uploads/2023/05/Mercado_de_biodefensivos_21_22_SPGlobal_CroplifeBrasil-1.pdf. Acesso em: 01 Abr. 2024.

BRAR, S. K. *et al.*. Recent advances in downstream processing and formulations of *Bacillus thuringiensis* based biopesticides. **Process biochemistry**, v. 41, n. 2, p. 323-342, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2005.07.015>. Acesso em: 29 Jan. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei no7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm. Acesso em: 21 Ago. 2023.

_____. **Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020**. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.375-de-26-de-maio-de-2020-258706480>. Acesso em: 25 Ago. 2023.

_____. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 31 Ago. 2023.

_____. **Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins; revoga as Leis nºs 7.802, de 11 de julho de 1989, e 9.974,

de 6 de junho de 2000, e partes de anexos das Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 9.782, de 26 de janeiro de 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14785.htm#art65. Acesso em: 15 Fev. 2024.

_____. **Lei nº 10.603, de 17 de dezembro de 2002.** Dispõe sobre a proteção de informação não divulgada submetida para aprovação da comercialização de produtos e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10603.htm. Acesso em: 04 Set. 2023.

_____. **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003.** Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm. Acesso em: 08 Mar. 2024.

_____. **Projeto de Lei nº 658/2021, de 02 de março de 2021.** Dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico on farm; ratifica o Programa Nacional de Bioinsumos e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2271161>. Acesso em: 15 Mar. 2024.

_____. **Projeto de Lei nº 3668/2021, de 03 de outubro de 2023.** Dispõe sobre a produção, a importação, o registro, a comercialização, o uso, a inspeção e fiscalização, a pesquisa e experimentação e os incentivos à produção e ao uso de bioinsumos para a agricultura e a silvicultura e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2392978>. Acesso em: 15 Mar. 2024.

BRAVO, Alejandra *et al.*. *Bacillus thuringiensis: a story of a successful bioinsecticide. Insect biochemistry and molecular biology*, v. 41, n. 7, p. 423-431, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965174811000543>. Acesso em: 30 Ago. 2023.

BROGIN, R. L.; BOTELHO, F. J. E.; GODINHO, V.; UTUMI, M. M. **Cultivares convencionais de soja macrorregiões 3, 4 e 5.** 1.ed. Londrina: Embrapa. 2013. 51p.

BUCAREI, L. M. B. ***Beauveria bassiana* endófito: Agente de promoção de crescimento vegetal y de biocontrol en tomate**, 2020, 97p. Tese (Programa de Doctorado en Ciencias de la Agronomía) Facultad de Agronomía - Universidad de Concepción, Chillan, 2006. Disponível em: <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/547> 30/08/23. Acesso em: 29 Ago. 2023.

CARNEIRO, M. D. G. *et al.*. **Controle de nematoides fitoparasitas.** *In*: Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, Brasília, p. 371-411, 2020, 510p.

CASTRO, M. E. B. *et al.*. **Controle de artrópodes-praga com vírus entomopatogênicos.** *In*: Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, Brasília, p. 237-273, 2020, 510p.

CHAGAS JUNIOR, A. F. *et al.*. Efficiency of *Trichoplus* (*Trichoderma asperellum*) as a plant growth promoter in soybean in the Cerrado field. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 5, p. e16111527970, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27970>. Acesso em: 23 Ago. 2023.

CHILE. Servicio Agrícola Y Grandero. Ministerio De Agricultura. **Resolución 1557 exenta, de 10 de março de 2014**. Establece exigencias para la autorización de plaguicidas y deroga resolución nº 3.670 de 1999. Disponível em: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1060172>. Acesso em: 07 Fev. 2024.

CHILE. Servicio Agrícola Y Grandero. Ministerio De Agricultura. **Resolución 2198 exenta, de 04 de outubro de 2000**. Establece protocolos para ensayos con plaguicidas. Disponível em: <https://normativa.sag.gob.cl/Publico/Normas/DetalleNorma.aspx?id=176445>. Acesso em: 08 Fev. 2024.

CHILE. Servicio Agrícola Y Grandero. Subsecretaría de Agricultura. Ministerio De Agricultura. **Resolución 2082 exenta, de 27 de abril de 2022**. Establece condiciones y requisitos para la autorización de semioquímicos para el control de plagas. Disponível em: <https://normativa.sag.gob.cl/Publico/Normas/DetalleNorma.aspx?id=1175378>. Acesso em: 08 Fev. 2024.

CHILE. Servicio Agrícola Y Grandero. Subsecretaría de Agricultura. Ministerio De Agricultura. **Resolución 9074 exenta, de 26 de dezembro de 2018**. Establece condiciones y requisitos para autorizar plaguicidas microbianos para comercialización. Disponível em: <https://normativa.sag.gob.cl/Publico/Normas/DetalleNorma.aspx?id=1127023>. Acesso em: 08 Fev. 2024.

CHOWDHURY, S. P. *et al.*. Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42—a review. *Frontiers in microbiology*, v. 6, p. 780, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00780>. Acesso em: 26 Jan. 2024.

CLAUSEN, C. P. **Biological control of insect pests in the continental United States. US Department of Agriculture**, 1956. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=tbQXAAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=.+Biological+control+of+insect+pests+in+the+continental+United+States.+US+Department+of+Agriculture&ots=4N-VOK-5Gd&sig=Ls9vNlz1Rzpsc9twQ9Et7Mli-Q#v=onepage&q=.%20Biological%20control%20of%20insect%20pests%20in%20the%20continental%20United%20States.%20US%20Department%20of%20Agriculture&f=false>. Acesso em: 24 Ago. 2023.

CFR - **Code of Federal Regulations**. Disponível em: <https://www.ecfr.gov/>. Acesso em: 01 Fev. 2024.

CORVAL, A. R. C. **Caracterização da tolerância de diferentes propágulos de *Metarhizium* spp. à radiação UV-B e avaliação da virulência de conídios expostos contra larvas de *Rhipicephalus microplus***, 2019, 42p. Dissertação

(Mestrado em Ciências Veterinárias) - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2019. Disponível em: <https://tede.ufrjr.br/handle/jspui/5281>. Acesso em: 27 Ago. 2023.

COSAVE. **Requisitos para el registro de productos técnicos microbianos y productos microbianos formulados a base de agentes de control biológico.** 2016. Disponível em: <http://www.cosave.org/sites/default/files/erpfs/4%20.2.%20Requisitos%20registro%20PMF%20PTM.pdf>. Acesso em: 15 Fev. 2024.

CRUZ, I. *et al.* **Risco potencial das pragas de milho e sorgo no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo,** 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/962995/risco-potencial-das-pragas-de-milho-e-de-sorgo-no-brasil>. Acesso em: 30 Ago. 2023.

DA SILVA, L. *et al.* *Trichoderma*: suas interações e uma abordagem metodológica aplicada ao estudo de compostos orgânicos voláteis para o mofo-branco e promoção de crescimento de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 28, p. 163-183, 2022. Disponível em: https://sbfitopatologia.org.br/files/uploads/papers/file_9wZqtyr4qNyO.pdf. Acesso em: 28 Ago. 2023.

DE PAULA JÚNIOR, T. J. *et al.* **Regulamentação e uso de produtos à base de agentes biológicos para o controle de doenças de plantas e pragas no Brasil.** v. 34, n. 276, p. 50-57, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/976608>. Acesso em: 23 Ago. 2023.

DIESEL, V.; NEUMANN, P. S.; DIAS, M. M.; FROEHLICH, J. M. Política de Assistência Técnica e Extensão Rural no Brasil: um caso de desmantelamento?. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 29, n. 3, p. 597-634, 2021.

DOLINSKI, C. M. *et al.* **Controle de artrópodes-praga com nematoides entomopatogênicos.** *In*: Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, Brasília, p. 275-288, 2020, 510p.

DUNHAM, W. C. **Evolution and future of biocontrol.** *In*: 10th annual biocontrol industry meeting (ABIM), Basel, Switzerland. 2015. Disponível em: https://www.abim.ch/fileadmin/abim/documents/presentations2015/Keynote_Dunham_ABIM_2015.pdf. Acesso em: 15 Mar. 2024.

EC. European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General. **Guidance document on the efficacy composition of core dossier and national addenda submitted to support the authorization of plant protection products under Regulation (EC) no 1107/2009 of the eu parliament and council on placing of plant protection products on the Market.** 2013. Disponível em: https://food.ec.europa.eu/document/download/2062dfe6-4a27-48f1-ad2e-42e5cdad888b_en?filename=pesticides_ppp_app-proc_guide_efficacy_ppp.pdf. Acesso em: 09 Fev. 2024.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v. 46, p. 387-400, 2001.

EMBRAPA. **Controle biológico: ciência a serviço da sustentabilidade**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16154268/control-biologico-ciencia-a-servico-da-sustentabilidade>. Acesso em: 02 Abr. 2024.

EMBRAPA. **Sistemas Eletrônicos de Produção**. 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/pt/informacao-tecnologica/spe>. Acesso em: 25 Ago. 2023.

EPA. **Pesticide Registration Manual**. Disponível em: <https://www.epa.gov/pesticide-registration/pesticide-registration-manual>. Acesso em: 01 Fev. 2024.

EPPO. **Number of efficacy trials**. PP1/226(3), 2018. Disponível em: <https://pp1.eppo.int/standards/>. Acesso em: 04 Dez. 2023.

_____. **Principles of efficacy evaluation for microbial plant protection products**. PP1/276(1), 2012. Disponível em: <https://pp1.eppo.int/standards/PP1-276-1>. Acesso em: 31 Jan. 2024.

_____. **Standards: General Standards**. 2024. Disponível em: <https://pp1.eppo.int/standards/>. Acesso em: 31 Jan. 2024.

FAO. **Guidelines for the registration of microbial, botanical and semiochemical pest control agents for plant protection and public health uses**. 2017, Rome. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/4e84d2c6-df73-430a-82ef-0aed35856e0e>. Acesso em: 14 Mar. 2024.

_____. **Guidelines on efficacy evaluation for the registration of plant protection products**. 2006, Rome. Disponível em: <https://www.fao.org/3/bt474e/BT474E.pdf>. Acesso em: 26 Ago. 2023.

_____. **FAOSTAT**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 08 Fev. 2024.

_____. **Guidelines on the registration agents biological**. 1988, Rome. Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Old_guidelines/BIOPEST.pdf. Acesso em: 31 Jan. 2024.

_____. **Pesticides and environmental incidents: Rotterdam Convention on the prior informed consent procedure for certain hazardous chemicals and pesticides in international trade**. 2022, Rome. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb6761en/cb6761en.pdf>. Acesso em 27 Ago. 2023.

FONTES, E. M. G.; PIRES, C.S. S.; SUJII, E. R. **Estratégias de uso e histórico. In: Controle biológico de pragas da agricultura**. 1. ed. Brasília: Embrapa, p. 21-43, 2020, 510p.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da**

agricultura. 1. ed. Brasília: Embrapa. 2020.

FRAC-BRASIL. **Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas**. Disponível em: <https://www.frac-br.org/sobre-o-frac>. Acesso em: 23 Ago. 2023.

FREDERIKS, C.; WESSELER, J. HH. A comparison of the EU and US regulatory frameworks for the active substance registration of microbial biological control agents. **Pest management science**, v. 75, n. 1, p. 87-103, 2019.

GARAVAZI, F.; PATRONI, B. H.; LOPES, A.; BALIEIRO, C. C. Comparativo do controle biológico e químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Ensaios Pioneiros**, v. 4, n. 1, p. 89-98, 2020.

GARCIA, T. V.; KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Bactérias endofíticas como agentes de controle biológico na orizicultura. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 1-9, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/GtxmR8wFhfm9m8CkKkS9wzQ/?lang=pt>. Acesso em: 26 Jan. 2024.

GARRIDO, L. da R.; BOTTON, M. **Recomendações técnicas para evitar resistência de patógenos, insetos e ácaros--pragas a fungicidas e inseticidas na cultura da videira**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131619/recomendacoes-tecnicas-para-evitar-resistencia-de-patogenos-insetos-e-acaros-pragas-a-fungicidas-e-inseticidas-na-cultura-da-videira-conceitos-fatores-envolvidos-e-praticas-gerais-para-o-manejo>. Acesso em: 25 Ago. 2023.

GAZZIERO, D. L. P. *et al.*. **Resistência de pragas e plantas invasoras: um evento crescente**. 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129132/1/Resistencia-pragas.pdf>. Acesso em: 23 Ago. 2023.

GIL, A. C. **Pesquisa social. In: Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, p. 26–32, 2008, 200p.

GUEDES, T. A. *et al.*. Estatística descritiva. Projeto de ensino aprender fazendo estatística, p. 1-49, 2005, 49p. Disponível em: https://www.ime.usp.br/~rvicente/Guedes_et_al_Estatistica_Descritiva.pdf. Acesso em: 27 Ago. 2023.

GUNDIM, A. S. **Potencial de mitigação de perdas por déficit hídrico na cultura da soja pela aplicação dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizum anisopliae* no sulco de plantio**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

HRAC-BR. **Comitê de Ação a Resistência aos Herbicidas**. Disponível em: <https://www.hrac-br.org/institucional>. Acesso em: 23 Ago. 2023.

HSE. **Efficacy Guideline 106 - General Principles on Conducting Efficacy Trials to Support Registration of Plant Protection Products (PPP) in GB and NI**. 2022. Disponível em: <https://www.hse.gov.uk/pesticides/assets/docs/g106.pdf>. Acesso em: 05 Jul. 2024.

HUSSAIN, Ahmed G. *et al.*. Viruses of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*: a review with prospects for biological control. **Viruses**, v. 13, n. 11, p. 2220, 2021.

IBGE. **Clima**. 2002. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15817-clima.html>. Acesso em: 20 Mar. 2024.

ICAMA. **Carta do Instituto de Controle de Pesticidas do Ministério da Agricultura e Assuntos Rurais solicitando opiniões sobre a revisão dos padrões nacionais para diretrizes de testes de eficácia de registro de pesticidas**. 2020. Disponível em: <http://www.chinapesticide.org.cn/zwb/detail/17858>. Acesso em: 18 Mar. 2024.

IRAC-BR. **Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas**. Disponível em: <https://www.hrac-br.org/institucional>. Acesso em: 23 Ago. 2023.

JORGE, D. M.; SOUZA, C. A. V. **O papel da regulamentação dos produtos de origem biológica no avanço da agroecologia e da produção orgânica no Brasil**. In: A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável. Brasília: Ipea, p. 229-252, 2017, 463p.

JUNIOR, Dorneles *et al.*. **Características físico-químicas de baculovírus *spodoptera* e a compatibilidade com produtos fitossanitários para o manejo integrado de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797)(Lepidoptera: Noctuidae)**, 2020, 79p. Tese Doutorado, Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2020.

KERR, R. B. *et al.*. **Food, Fibre, and Other Ecosystem Products**. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pörtner, D.C. *et al.* Cambridge, UK and New York, NY, USA. Cambridge University Press, p. 713-906, 2022, 2807p. doi:10.1017/9781009325844.007.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual review of entomology**, v. 43, n. 1, p. 243-270, 1998.

LAUMANN, R. A.; SAMPAIO, M.V. **Controle de artrópodes-praga com parasitoides**. In: Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, Brasília, p. 65-112, 2020, 510p.

LIMA, L. M. R. ***Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle de *Planococcus sp.* na cultura do cafeeiro em condições de campo**, 2021, 22p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em debate**, v. 42, p. 518-534, 2018.

MACEDO, R. S. **Pesquisa contrastiva e estudos multicaseiros: da crítica à razão comparativa ao método contrastivo em ciências sociais e educação**. Salvador: EDUFBA, 2018, 141p.

MAPA. **Instrução Normativa nº 31, de 15 de agosto de 2013**. Estabelece os procedimentos a serem adotados no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), na constatação de resíduos de agrotóxicos e contaminantes químicos, físicos e biológicos, conforme estabelecido em legislação específica da ANVISA, em produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, padronizados. Diário Oficial da União, Brasília: 16 Ago. 2013, Seção 1, p. 4.

MAPA/CGAA. **Ato nº 7, de 12 de março 2010**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/copy_of_AtoN7demarode2017_pdf.pdf. Acesso em: 23 Mar. 2024.

_____. **Ato nº 29, de 07 de julho 2011**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/arquivos-de-legislacao/ato-n-29-2011-agente-biologico-de-controle>. Acesso em: 23 Mar. 2024.

MAPA/SDA. **Instrução Normativa nº 16, de 18 de maio 2017**. Estabelecer, no âmbito das competências conferidas pelo Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002 ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, especificações para a elaboração de rótulos e bulas de agrotóxicos e afins pelas empresas titulares de registro, bem como as diretrizes para a inserção de dados e documentos no Sistema de Produtos Fitossanitários – Sistema Agrofit. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/IN16_2017_RTULOEBULA_ALTERAO_PORTARIA.pdf. Acesso em: 15 Fev. 2024.

_____. **Instrução Normativa nº 36, de 24 de novembro 2009**. Estabelecer as diretrizes e exigências para a realização de pesquisa e experimentação, para credenciamento de entidades que as realizam e para submissão de pleitos de registro e alteração, no que concerne à condução e emissão de laudos de eficiência e praticabilidade agrônômica, de fitotoxicidade e ensaios de campo para fins de estudo de resíduos de agrotóxicos e afins. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/arquivos-de-legislacao/in-36-2009-com-as-alteracoes-da-42>. Acesso em: 26 Ago. 2023.

_____. **Portaria SDA nº 448, de 17 de novembro de 2021**. Torna público os resultados do Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes nas culturas agrícolas de abacaxi, alface, alho, amêndoa (*Prunus dulcis*), amêndoa de cacau, amendoim, arroz, avelã (*Corylus avellana*), banana, batata-inglesa, beterraba, café, castanha de caju, castanha do brasil, cebola, cenoura, cevada malteada, citros, farinha de trigo, feijão, goiaba, kiwi, maçã, mamão, manga, melão, milho, morango, pera, pimenta do reino, pimentão, soja, tomate, trigo, uva e de que trata o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em produtos de origem vegetal - PNCRC/Vegetal, no ano de 2019 e no ano de 2020, na forma dos anexos à presente portaria. Diário oficial da união, Brasília: 19 Nov. 2021, Seção 1, p. 45.

_____. **Portaria SDA nº 527, de 7 de fevereiro de 2022**. Altera a

Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC nº 2, de 12 de julho de 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/produtos-fitossanitarios/PortariaSDAMAPAn527de07022022.pdf>. Acesso em: 21 Ago. 2023.

_____. **Portaria nº 861, de 25 de julho de 2023**. Altera a Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC nº 2, de 12 de julho de 2013. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/produtos-fitossanitarios/copy_of_PortariaSDAn861de25dejulhode2023.pdf. Acesso em: 02 Set. 2023.

MAPA/SDA/SDC. **Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC nº 2, de 12 de julho de 2013**. Estabelece as especificações de referência de produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa Conjunta. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/produtos-fitossanitarios/arquivos-especificacao-de-referencia/INConjuntaSDASDC.N2de120613comalteraes.pdf>. Acesso em: 02 Set. 2023.

MAPA/SDA/SDC – IBAMA – ANVISA. **Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 24 de maio de 2011**. Estabelecer os procedimentos para o registro de produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/arquivos-de-legislacao/inc-01-2011-organicos>. Acesso em: 02 Set. 2023.

MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA. **Instrução Normativa Conjunta nº 32, de 26 de outubro de 2005**. Estabelece procedimentos a serem adotados para efeito de registro de produtos bioquímicos que se caracterizem como produtos técnicos, agrotóxicos e afins, segundo definições estabelecidas no Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, art. 1º, incisos IV e XXXVII. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao>. Acesso em: 16 Fev. 2024.

MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA. **Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 23 de janeiro de 2006**. Procedimentos a serem adotados para efeito de registro de produtos semioquímicos que se caracterizem como produtos técnicos, agrotóxicos ou afins, segundo definições estabelecidas no Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, art. 1º, incisos IV e XXXVII. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao>. Acesso em: 16 Fev. 2024.

MAPA/SDA – IBAMA – ANVISA. **Instrução Normativa Conjunta nº 2, de 23 de janeiro de 2006**. Estabelece procedimentos a serem adotados para efeito de registro de Agentes Biológicos de Controle. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/INC022006RegistrodeAgentesBiologicos.pdf>. Acesso em: 26 Ago. 2023.

Portaria Conjunta SDA/MAPA - Ibama - Anvisa Nº 1, DE 10 DE ABRIL DE 2023. Estabelece procedimentos a serem adotados para o registro de produtos microbiológicos empregados no controle de pragas ou como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-conjunta-sda/mapa-ibama-anvisa-n-1-de-10-de-abril-de-2023-480871674>. Acesso em: 22 Ago. 2023.

MARTINELLI, S.; OMOTO, C. Resistência de lepidóteros-praga a inseticidas na cultura do algodão no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 10, n. 3, 2006.

MELLO, S. C. M. *et al.* **Controle de doenças de plantas.** In: Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, Brasília, p. 291-325, 2020, 510p.

MIGUEL, P. S. B. *et al.* Bactérias endofíticas: Colonização, benefícios e identificação. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 8777-8791, 2021.

MONNERAT, R. G. *et al.* **Controle de artrópodes-praga com bactérias entomopatogênicas.** In: Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, Brasília, p. 167-200, 2020, 510p.

MONNERAT, R. *et al.* **Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero Bacillus para uso na agricultura.** 1ª ed. Brasília, p. 8-13 Embrapa, 2020, 45p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1122563/manual-de-producao-e-controle-de-qualidade-de-produtos-biologicos-a-base-de-bacterias-do-genero-bacillus-para-uso-na-agricultura>. Acesso em: 26 Jan. 2024.

MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. **Trichoderma e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas.** In: Trichoderma: uso na agricultura. 1. ed. Brasília: Embrapa, p. 181-199, 2019, 538p.

MORAES, R. F. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória.** 2019. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9371/1/td_2506.pdf. Acesso em: 22 Ago. 2023.

NAVIA, D.; CASTILHO, C. R.; MORAES, G. J. **Controle e artrópodes-praga com ácaros predadores.** In: Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, Brasília, p. 143-166, 2020, 510p.

OCDE. **Report of the 11th Expert Group on Biopesticides Seminar on Different Aspects of Efficacy Evaluation of Biopesticides Series on Pesticides No. 107.** 2022. Disponível em: [https://one.oecd.org/document/env/cbc/mono\(2022\)8/en/pdf](https://one.oecd.org/document/env/cbc/mono(2022)8/en/pdf). Acesso em: 15 Fev. 2024.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas de administração.** Catalão: Universidade Federal de Goiás, 2011, 72p.

OTTATI-DE-LIMA, E. L. *et al.* Produção semissólida de *Metarhizium anisopliae* e

Beauveria bassiana em diferentes substratos e efeito da radiação ultravioleta e da temperatura sobre propágulos desses entomopatógenos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 4, p. 651-659, 2010.

PARRA, J. R. P. *et al.* **Conceitos e evolução do controle biológico**. In: Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira. Piracicaba: FEALQ, p. 17-38, 2021, 592p.

PARRA, J. R. P. **Elaboração de programas de controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar**. In: Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira. Piracicaba: FEALQ, p. 39-54, 2021, 592p.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 420-429, 2014.

PATIL, S.S.; KAMBLE, S.S. **The Influence of Abiotic Factors on the Biological Control Activities of Trichoderma asperellum Against Rhizoctonia solani Kuhn. Causing Blight of Blackgram**. Disponível em: <https://dpbck.ac.in/wp-content/uploads/2022/09/Dr.-S.-S.-Patil-2.pdf>. Acesso em: 01 Set. 2023.

PMRA. **Efficacy Guidelines for Plant Protection Products**. 2003. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/reports-publications/pesticides-pest-management/policies-guidelines/regulatory-directive/2004/efficacy-guidelines-plant-protection-products-dir2003-04.html>. Acesso em: 31 Jan. 2024.

_____. **Guidance for the Registration of Microbial Pest Control Agents and Products**. Ottawa, Ontario, 2021. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/reports-publications/pesticides-pest-management/policies-guidelines/guidance-registration-microbial-pest-control-agent-products.html>. Acesso em: 31 Jan. 2024.

PEREIRA, A. S. *et al.* **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria: UFSM, NTE, 2018, 119p.

PORTO, N. S.; GARCIA, E. Q. Efeito de doses do fungo *Beauveria bassiana* no controle populacional de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Cerrado Agrociências**, v. 13, p. 75-82, 2022.

PU, J.; WANG, Z.; CHUNG, H. Climate change and the genetics of insecticide resistance. **Pest management science**, v. 76, n. 3, p. 846-852, 2020.

QUEIROZ, P. R. *et al.* Sistema de Informação de Agravos de Notificação e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira De Epidemiologia**, v. 22, p. e190033, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720190033>. Acesso em: 20 Ago. 2023.

RISSATO, R. **Bacillus spp. no controle de doenças foliares de final de ciclo na cultura da soja**. 2021, 24p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso de Agronomia, Dois Vizinhos, 2021. Disponível

em:

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29258/3/bacillusppcontroledoencassoja.pdf>

ROCHA, A. A.; MELLO, G. J. Análise da legislação, normas e regulamentos que orientam o processo de desenvolvimento de pessoas do Instituto Federal de Mato Grosso. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e400101019056-e400101019056, 2021.

RODRIGUES, L. C. C. **Impactos socioeconômicos dos agrotóxicos no Brasil**, 2022, 117p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2022.

RODRIGUES, L. S. Manejo de fitonematoides na cultura do cafeeiro com *bacillus* spp. 2020, 59p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Curso de Agronomia, Monte Carmelo-MG. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30246/4/ManejoDeFitonematoides.pdf>. Acesso em: 26 Jan. 2024.

SANTOS, A. V. Considerações linguísticas sobre as propostas de substituição do termo agrotóxico na legislação brasileira. **Panace**, v. 21, n. 52, p. 107-118, 2020.

SEI. **Sistema Eletrônico de Informações**. 2023. Disponível em: https://sei.agro.gov.br/sip/login.php?sigla_orgao_sistema=MAPA&sigla_sistema=SEI&infra_url=L3NlaS8=. Acesso em: 05 Set. 2023.

SILVA, A. S. *et al.*. Influencia de los factores abióticos en la efectividad de la *Bacillus thuringiensis* israelensis (Berliner, 1911) contra larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762). **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 66, n. 2, p. 174-190, 2014. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0375-07602014000200003&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 29 Jan. 2024.

SÓSA-GOMEZ, D. R.; ARDISSON-ARAÚJO, D. M. P.; RIBEIRO, B. M. **Manejo de pragas com vírus entomopatogênicos**. In: Bioinsumos na cultura da soja. Brasília: Embrapa, p. 377-399, 2022, 550p.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; OMOTO, C. **Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja**. In: Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília: Embrapa, p. 673-723, 2012, 859p.

SOUZA, A. M. Bo. **Inseticidas para o controle de insetos-praga na cultura da cana-de-açúcar: classificações e modalidades**, 2023, 51p. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2023.

SUJII, E.R. *et al.*. **Controle e artrópodes-praga com insetos predadores**. In: Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, Brasília, p. 113-140, 2020, 510p.

TAVARES, D. C. G. *et al.*. Utilização de agrotóxicos no Brasil e sua correlação com

intoxicações. **Revista S&G**, v. 15, n. 1, p. 2–10, 2020.

UE. **Regulation N° 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC.** O J L 309:1–50 (2009). Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0001:0050:pt:PDF>. Acesso em: 09 Fev. 2024.

VALADARES-INGLIS, M. C.; LOPES, R. B.; FARIAS, M. R. **Controle de artrópodes-praga com fungos entomopatogênicos.** *In*: Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, Brasília, p. 201-236, 2020, 510p.

VALICENTE, Fernando Hercos. **Entomopathogenic viruses. Natural enemies of insect Pests.** *In*: Neotropical Agroecosystems: Biological Control and functional biodiversity, p. 137-150, 2019, 546p.

WEBER, J. M; ANDRADE, R. B. **Situação de agrotóxicos perigosos no Brasil.** 2019. Disponível em: https://ipen.org/sites/default/files/documents/informe_brasil_pap_ipen_-_ultima_versao_em_pdf-1.pdf. Acesso em: 23 Ago. 2023.

WILSON, K. *et al.*. A novel formulation technology for baculoviruses protects biopesticide from degradation by ultraviolet radiation. **Scientific Reports**, v. 10, n.1, p. 13301, 2020.

ANEXO

PRODUTOS DE BASE BIOLÓGICA REGISTRADO ENTRE 2017 E 2023

2017

MICROBIOLÓGICOS

Nº REGISTRO	INGREDIENTE ATIVO	VIA DE REGISTRO
32317	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
39817	<i>Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus</i>	ER
39517	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
32117	<i>Trichoderma asperellum</i>	Convencional
31217	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
28217	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
16217	<i>Pasteuria nishizawae</i>	Convencional
2417	<i>Baculovirus HaNPV</i>	Convencional
2317	<i>Bacillus firmus</i>	Referência
5917	<i>Bacillus firmus</i>	Referência
9017	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
1917	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Referência

MACROBIOLÓGICOS

32517	<i>Phytoseiulus macropilis</i>	ER
32417	<i>Stratiolaelaps scimitus</i>	ER
23817	<i>Trichogramma galloi</i>	ER
16517	<i>Trichogramma pretiosum</i>	ER

2018

MICROBIOLÓGICOS

44218	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
34518	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Convencional
34018	<i>Trichoderma asperellum</i>	Convencional
27718	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
29018	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
30918	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Convencional
22018	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
27718	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
30618	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
30518	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
28018	<i>Metarhizium anisopliae + Beauveria bassiana</i>	ER
27018	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
26918	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
26018	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	ER
23918	<i>Chrysodeixis includens nucleopolihedrovirus</i>	Referência
25818	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Convencional
28617	<i>Isaria fumosorosea</i>	Convencional

24318	<i>Trichoderma harzianum</i>	ER
27818	<i>Beauveria bassiana</i>	Convencional
24618	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Convencional
27716	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
13018	<i>Bacillus methylotrophicus</i>	Convencional
12118	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
4816	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
32217	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
16217	Baculovirus HaNPV	Convencional
1817	<i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
7918	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
6618	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
6418	<i>Beauveria baussiana</i>	ER
39017	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
MACROBIOLÓGICOS		
34418	<i>Neoseiulus californicus</i>	ER
29418	<i>Trichogramma pretiosum</i>	ER
29118	<i>Trichogramma pretiosum</i>	ER
5018	<i>Cotesia flavipes</i>	ER
40417	<i>Orius insidiosus</i>	ER
2019		
MICROBIOLÓGICOS		
31917	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
32017	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
8519	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Convencional
12919	<i>Trichoderma harzianum</i>	Referência
8619	<i>Trichoderma harzianum</i>	ER
6319	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
6519	<i>Trichoderma asperellum</i>	Convencional
6619	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
4219	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Convencional
MACROBIOLÓGICOS		
0	0	0
2020		
MICROBIOLÓGICOS		
30320	<i>Beauveria bassiana</i>	Convencional
30220	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
25120	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Convencional
24820	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
27020	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
21120	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	Referência

28420	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
25720	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	ER
24720	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
24120	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
24020	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
24920	<i>Hirsutella thompsonii</i>	Convencional
39917	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
22620	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	ER
21020	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
3919	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
32917	<i>Bacillus firmus</i>	Referência
32817	<i>Bacillus firmus</i>	Referência
32717	<i>Bacillus firmus</i>	Referência
317	<i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
MACROBIOLÓGICOS		
32120	<i>Telenomus podisi</i>	ER
30720	<i>Trichogramma galloi</i>	ER
24220	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	ER
2021		
MICROBIOLÓGICOS		
33421	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
34321	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Convencional
34421	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
33521	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
35921	<i>Beauveria bassiana</i>	Referência
33821	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
34721	<i>Isaria fumorosea</i>	Convencional
35021	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
36118	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
32121	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
31921	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
31021	<i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus	ER
27021	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Convencional
31421	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
31821	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
29421	<i>Trichoderma afroharzianum</i>	Convencional
31721	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
31621	<i>Trichoderma asperellum</i>	Convencional
27321	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus pumilus</i>	Convencional
27221	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus pumilus</i>	Referência

25121	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
25621	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma asperellum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
20518	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	Convencional
19921	<i>Chrysodeixis</i> <i>includens multiple nucleopolyhedrovirus</i>	Convencional
31521	<i>Trichoderma asperellum</i>	ER
26921	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	Convencional
26821	<i>Helicoverpa armigera</i> multiple nucleopolyhedrovirus	Convencional
19721	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
20421	<i>Chrysodeixis</i> <i>includens multiple nucleopolyhedrovirus</i>	Referência
21721	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	ER
21521	<i>Isaria fumosorosea</i>	Convencional
21321	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
15921	<i>Beauveria bassiana</i>	Referência
15821	<i>Beauveria bassiana</i>	Referência
30920	<i>Beauveria bassiana</i>	Convencional
19121	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
12121	<i>Beauveria bassiana</i>	Convencional
19821	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
19221	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
19021	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
16621	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
16021	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
12421	<i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus	ER
9921	<i>Beauveria bassiana</i>	Convencional
12421	<i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus	ER
15721	<i>Trichoderma harzianum</i>	ER
8121	<i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
12921	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
16121	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
2821	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
9421	<i>Bacillus subtilis</i>	Referência
9121	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
7821	<i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus	ER
7721	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
40719	<i>Isaria fumosorosea</i>	Convencional
3421	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER

32220	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
30820	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	ER
4621	<i>Bacillus pumilus</i>	Convencional
6721	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	ER
3321	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
2021	<i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus	ER
4721	<i>Bacillus pumilus</i>	Referência
3021	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
3221	<i>Bacillus velezensis</i>	Referência
3121	<i>Bacillus velezensis</i>	Convencional
30020	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Referência
30120	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Referência
29920	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Convencional
29720	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
27220	<i>Trichoderma asperellum</i>	ER
MACROBIOLÓGICOS		
32621	<i>Trichogramma pretiosum</i>	ER
30921	<i>Telenomus podisi</i>	ER
30721	<i>Chrysoperla externa</i>	ER
31321	<i>Chrysoperla externa</i>	ER
20321	<i>Telenomus podisi</i>	ER
22521	<i>Habrobracon hebetor</i>	ER
21621	<i>Neoseiulus idaeus</i>	ER
18821	<i>Trichogramma pretiosum</i>	ER
18921	<i>Neoseiulus barkeri</i>	ER
6621	<i>Trichogramma galloi</i>	ER
17721	<i>Neochrysocharis formosa</i>	ER
4921	<i>Telenomus podisi</i>	ER
2022		
MICROBIOLÓGICOS		
21021	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	ER
37222	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	Referência
35722	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
35622	<i>Bacillus velezensis</i>	Convencional
33622	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
35322	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
35222	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
35122	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
35022	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
34522	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER

34322	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
34222	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
33922	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria javanica</i>	Convencional
33822	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
33722	<i>Trichoderma harzianu</i>	ER
33122	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER
8621	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
1820	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma asperellum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
32722	<i>Spodoptera littoralis</i> nucleopolyhedrovirus	Convencional
24718	<i>Autographa californica</i> Multiple Nucleopolyhedrovirus	Convencional
32422	<i>Trichoderma reesei</i>	Convencional
31922	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER
17420	<i>Chrysodeixis includens</i> nucleopolyhedrovirus	Referência
15518	<i>Chrysodeixis includens</i> nucleopolyhedrovirus	ER
16018	<i>Spodoptera frugiperda</i> multiplenucleopolyhedrovirus	Convencional
31022	<i>Bacillus velezensis</i>	Referência
30722	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	Convencional
30622	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
30522	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
30222	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Convencional
15418	<i>Chrysodeixis includens</i> nucleopolyhedrovirus	Convencional
23218	<i>Chrysodeixis includens</i> nucleopolihedrovirus	Convencional
15918	<i>Spodoptera frugiperda</i> multiplenucleopolyhedrovirus	Convencional
29322	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
29122	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
29022	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
28922	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
29222	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	Convencional
28622	<i>Beauveria bassiana</i>	Referência
28522	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
28422	<i>Trichoderma harzianum</i>	ER
28322	<i>Trichoderma harzianum</i>	ER
28222	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
28122	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
28022	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER
27122	<i>Metarhizium riley</i>	Referência
26922	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER
24722	Baculovirus <i>Spodoptera frugiperda</i>	ER

25022	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
25722	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
21922	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
25522	<i>Trichoderma afroharzianum</i>	Referência
25422	<i>Trichoderma afroharzianum</i>	Convencional
24622	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
22122	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
22322	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
24022	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
23122	<i>Metarhizium rileyi</i>	Convencional
22822	<i>Phthorimaea operculella granulovirus</i>	Convencional
17520	<i>Beauveria bassiana</i>	Referência
21622	<i>Cordyceps javanica</i>	Convencional
21222	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
21022	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
19722	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
20822	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
20122	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Convencional
20222	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Referência
20322	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Referência
20422	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Referência
19922	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	Referência
19422	<i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus	Referência
19522	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
19822	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus</i> <i>pumilus</i>	Referência
19222	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
15922	<i>Trichoderma asperellum</i>	ER
8222	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
8322	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
14622	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
15722	<i>Isaria fumosorosea</i>	Referência
14522	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
14422	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
10322	<i>Trichoderma asperellum</i>	ER
10822	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	Referência
11522	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER

10922	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
15522	<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Pseudomonas chlororaphis</i>	Referência
16122	<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Pseudomonas chlororaphis</i>	Referência
13022	<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Pseudomonas chlororaphis</i>	Convencional
12422	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
12322	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
12122	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
14322	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
11622	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
11422	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
10422	<i>Beauveria bassiana</i>	Referência
10522	<i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus	ER
8922	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
11322	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
11122	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
20319	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
7722	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
7622	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
33918	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
38119	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Convencional
33621	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
522	<i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
8022	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
8122	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
4922	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
5022	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
2822	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
30917	<i>Isaria fumosorosea</i>	Convencional
MACROBIOLÓGICOS		
27822	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	ER
25222	<i>Orius insidiosus</i>	ER
33321	<i>Neoseiulus californicus</i>	ER
33221	<i>Neoseiulus californicus</i>	ER
18822	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Convencional
21422	<i>Telenomus podisi</i>	ER
20722	<i>Tetrastichus howardi</i>	ER
20522	<i>Trichogramma pretiosum</i>	ER

18922	<i>Steinernema carpocapsae</i>	Convencional
15822	<i>Catolaccus grandis</i>	ER
11222	<i>Tetrastichus howardi</i>	Convencional
822	<i>Telenomus podisi</i>	ER
7522	<i>Trichospilus diatraeae</i>	ER
6422	<i>Palmistichus elaeisis</i>	ER
2922	<i>Palmistichus elaeisis</i>	Convencional
2222	<i>Chrysoperla externa</i>	ER
1922	<i>Orius insidiosus</i>	ER

2023

MICROBIOLÓGICOS

24920	<i>Hirsutella thompsonii</i>	Convencional
25818	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Convencional
36819	<i>Hirsutella thompsonii</i>	Convencional
34223	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Convencional
33623	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
32723	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Referência
32623	<i>Bacillus aryabhatai + Bacillus haynesii + Bacillus circulans</i>	Referência
32523	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
32423	<i>Bacillus thuringiensis + Brevibacillus laterosporus</i>	Convencional
32023	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
31923	<i>Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum</i>	Convencional
31823	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Convencional
22223	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
31623	<i>Trichoderma asperellum</i>	Convencional
31523	<i>Trichoderma viride + Trichoderma harzianum</i>	ER
31423	<i>Bacillus firmus</i>	Convencional
29623	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Convencional
29223	<i>Trichoderma harzianum</i>	ER
28622	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
22623	<i>Bacillus velezensis</i>	Convencional
26923	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
21020	<i>Beauveria bassiana + Metarhizium anisopliae</i>	ER
24423	<i>Priestia megaterium</i>	Convencional
26523	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Convencional
26423	<i>Bacillus thuringiensis + Brevibacillus laterosporus,</i>	Referência
25723	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
24920	<i>Hirsutella thompsonii</i>	Convencional
36819	<i>Hirsutella thompsonii</i>	Convencional
25818	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Convencional
21020	<i>Beauveria bassiana + Metarhizium anisopliae</i>	ER

40719	<i>Isaria fumosorosea</i>	Convencional
20323	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
24323	<i>Trichoderma harzianum</i>	ER
23823	<i>Trichoderma harzianum</i>	ER
23523	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma asperellum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	ER
23123	<i>Paenibacillus azotofixans</i> + <i>Bacillus subtilis</i> , + <i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Bacillus circulans</i>	Convencional
22523	<i>Bacillus velezensis</i>	Convencional
22423	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Referência
22323	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
21323	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
22223	<i>Trichoderma harzianum</i>	Convencional
22123	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Brevibacillus parabravis</i>	Convencional
21323	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
20923	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Convencional
19823	<i>Isaria javanica</i>	Convencional
19523	<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Metarhizium rileyi</i>	Convencional
17723	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
17023	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER
16923	<i>Bacillus velezensis</i>	Convencional
16423	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
16323	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
15823	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
14023	<i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
14723	<i>Trichoderma asperellum</i>	ER
15123	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i> ,	ER
16623	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
10923	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER
11123	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
23622	<i>Bacillus paralicheniformis</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Convencional
9723	<i>Beauveria bassiana</i>	Convencional
8323	<i>Bacillus thuringiensis</i>	ER
11723	<i>Trichoderma viride</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	ER
8223	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER
8123	<i>Metarhizium rileyi</i>	Convencional
7923	<i>Chrysodeixis includens nucleopolihedrovirus</i> + <i>Helicoverpa armigera nucleopolihedrovirus</i>	Convencional
8423	<i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
7123	<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
37222	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional

1423	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus licheniformis</i>	Referência
5423	<i>Trichoderma atroviride</i>	Convencional
37122	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	Convencional
1723	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
1523	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	ER
3323	<i>Trichoderma viride</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	ER
2523	<i>Trichoderma harzianum</i>	ER
2323	<i>Baculovirus Spodoptera frugiperda</i>	ER
24222	<i>Bacillus paralicheniformis</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Referência
2023	<i>Spodoptera frugiperda nucleopolyhedrovirus</i> (SfMNPV)	Convencional
2423	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i> ,	ER
12223	<i>Beauveria bassiana</i>	ER
1823	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>	ER
1623	<i>Metarhizium anisopliae</i> , Isolado IBCB 425	ER
MACROBIOLÓGICOS		
31723	<i>Steinernema carpocapsae</i>	Referência
33723	<i>Steinernema carpocapsae</i>	Referência
30023	<i>Chrysoperla externa</i>	ER
24123	<i>Telenomus podisi</i>	ER
20123	<i>Cotesia flavipes</i>	ER
10223	<i>Chrysoperla externa</i>	ER
14123	<i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	ER
11823	<i>Chrysoperla externa</i>	Convencional
31023	<i>Telenomus podisi</i>	ER
10223	<i>Chrysoperla externa</i>	ER
3523	<i>Telenomus podisi</i>	ER