



Controle Biológico na Agricultura Sustentável: Uma análise dos diferentes tipos de agentes biológicos e métodos de controle de pragas.

Maria Gabriella Santos¹, Rafael L. Carvalho³,

1. Discente do Curso de Ciências Biológicas, Área Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Anhembi Morumbi, Campus Mooca, São Paulo, SP, Brasil.
2. Universidade Anhembi Morumbi, Vila Olímpia, São Paulo, SP, Brasil
3. Docente da Universidade Anhembi Morumbi

RESUMO. O uso excessivo de pesticidas tem sido associado a uma série de complicações, como contaminação da água e do solo, redução de organismos benéficos, desenvolvimento de resistência a pragas e efeitos adversos à saúde humana. Por isso é importante procurar métodos eficazes para controlar pragas na agricultura sem prejudicar o meio ambiente e a saúde humana. O controle biológico é uma estratégia que utiliza organismos vivos como predadores, parasitas, microrganismos patogênicos e nematóides entomopatogênicos para controlar naturalmente as populações de pragas. Esta abordagem selectiva, por vezes bastante específica, visa criar um equilíbrio no ecossistema que permita a coexistência da produção agrícola e do ambiente. O controle biológico apresenta diversas vantagens, como menor impacto ambiental, menores custos em comparação aos pesticidas e eficácia no controle de pragas-alvo. É uma escolha razoável para os agricultores que pretendem reduzir a utilização de substâncias químicas na produção alimentar. Contudo, é importante ressaltar que o sucesso do controle biológico está diretamente relacionado ao profundo conhecimento do ecossistema e à seleção correta dos agentes de controle biológico adequados para cada situação. Além disso, esta abordagem não é uma solução única para todos os problemas de pragas e pode exigir a implementação de estratégias em conjunto com outras práticas de gestão

Palavras chaves: Pesticidas; Agricultura sustentável; Controle biológico; Meio ambiente.



ABSTRACT. Excessive use of pesticides has been associated with a number of complications, such as water and soil contamination, reduction of beneficial organisms, development of resistance to pests, and adverse effects on human health. Therefore, it is important to look for effective methods to control pests in agriculture without harming the environment and human health. Biological control is a strategy that uses living organisms such as predators, parasites, pathogenic microorganisms and entomopathogenic nematodes to naturally control pest populations. This selective approach, sometimes quite specific, aims to create a balance in the ecosystem that allows agricultural production and the environment to coexist. Biological control has several advantages, such as lower environmental impact, lower costs compared to pesticides and effectiveness in controlling target pests. It is a reasonable choice for farmers who want to reduce the use of chemical substances in food production. However, it is important to highlight that the success of biological control is directly related to in-depth knowledge of the ecosystem and the correct selection of biological control agents suitable for each situation. Additionally, this approach is not a one-size-fits-all solution to all pest problems and may require implementing strategies in conjunction with other management practices.

Keywords: Pesticides; Sustainable Agriculture; Biological control; Environment.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVO	4
3. METODOLOGIA	5
4. DESENVOLVIMENTO	5
4.1 Definição de controle biológico	6
4.2 Tipos de controle biológicos	6
4.2.1 Controle biológico clássico	7
4.2.2 Controle biológico aumentativo	8
4.3 Tipos de agentes	8
4.3.1 Predadores	8
4.3.2 Parasitóides	8
4.3.3 Entomopatógenos	9
5. CONCLUSÃO	9
6. AGRADECIMENTOS	10
7. REFERÊNCIAS	11



1. INTRODUÇÃO

Diante o contínuo e exponencial crescimento da população mundial, como apontado pela Organização das Nações Unidas (ONU), foi atingida a marca de 8 bilhões de habitantes em 2022, tornando-se evidente a necessidade de expandir a produção de alimentos. A estimativa é de que essa produção aumente em até 70% até o ano de 2050, a fim de suprir as crescentes demandas da população global em constante expansão (Fao, 2018). A busca pelo aumento da produção torna recorrente o uso de produtos químicos em plantações, visando minimizar a ocorrência de pragas e maximizar os rendimentos. No entanto, é válido fundamentar que o uso exacerbado de agrotóxicos gera prejuízos ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde animal e humana (Savita & Sharma, 2019).

A fim de diminuir o uso intensivo de pesticidas na agricultura, o controle biológico vem sendo uma alternativa sustentável para o combate de insetos-praga na produção. O controle biológico, por sua vez, regula a mortalidade da população de pragas de maneira natural e atualmente está cada vez mais presente em diversas produções agrícolas ao redor do mundo (Medeiros et al., 2018).

Por meio da inserção de organismos vivos, como predadores, parasitóides, microrganismos patógenos e nematóides entomopatogênicos, o manejo de pragas pelo controle biológico atua com seletividade na regulação de insetos indesejados e busca promover a coexistência harmoniosa entre a produção agrícola e o meio ambiente.

A utilização de métodos amigáveis ao meio ambiente causam baixo impacto ambiental e demandam baixo investimento, além de demonstrar eficácia contra pragas-alvo no ecossistema (Baron et al., 2019). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os tipos de controle e agentes utilizados no manejo de pragas por meio da revisão de literatura, a fim de gerar visibilidade e reforçar os benefícios da prática quando aplicadas em sistemas agrônimos.

2. OBJETIVO

GERAIS

O trabalho tem como objetivo realizar uma revisão abrangente da literatura sobre os métodos de controle biológico e suas aplicações, com auxílio de artigos publicados nos sites Google Acadêmico, SciELO, EMBRAPA e Portal Periódicos CAPES. A integração de dados atualizados sobre os métodos e aplicações do manejo ecológico de pragas contribuirá



para pesquisas e projetos futuros, a fim de fornecer uma base atualizada sobre o assunto e auxiliar no desenvolvimento de estratégias eficazes futuramente.

ESPECÍFICOS

- Identificar os métodos de controle biológico;
- Analisar os tipos de agentes utilizados no manejo;
- Comparar com os métodos de controle tradicionais.

3. METODOLOGIA

Foi utilizado a metodologia de revisão de literatura fazendo uso de livros e artigos que dizem respeito ao controle biológico de pragas, a fim de montar uma pequena coletânea de métodos de manejo, agentes biológicos utilizados e quais suas finalidades comparado ao controle realizado com agrotóxicos. A pesquisa será realizada em bases de divulgação de artigos e livros, tais como SciELO, Google Acadêmico, EMBRAPA e Portal Periódicos CAPES, e serão escolhidos trabalhos de importância do tema com palavras chaves como: Manejo Integrado de Pragas, Agricultura sustentável, Controle Biológico de Pragas e Inimigos Naturais.

4. DESENVOLVIMENTO

O controle biológico surgiu como uma alternativa inovadora e sustentável para o manejo de pragas agrícolas, diferenciando-se dos métodos tradicionais que fazem uso intensivo de produtos químicos. Esta abordagem utiliza organismos vivos, como predadores, parasitas e entomopatógenos, para regular as populações de pragas, minimizando assim os impactos ambientais e os riscos à saúde humana.

O controle biológico pode ser categorizado em: clássico, aumentativo e conservativo e é escolhido de acordo com a praga a lidar. O controle clássico consiste na introdução deliberada de predadores exóticos no ambiente afetado pelas pragas, a fim de controlar o crescimento da população no local. O controle aumentativo se baseia na liberação em massa de predadores no local, controlando rapidamente o número de insetos-praga. Já o controle Conservativo faz uso de inimigos naturais presentes no ambiente afetado, promovendo o equilíbrio ecológico sustentável.

A prática do manejo integrado de pragas tem se destacado por apresentar vantagens biológicas e econômicas no país. A implementação contribui para a diminuição do uso de pesticidas, que impede o aumento da resistência dos alvos, e promove práticas agrícolas sustentáveis.



4.1 Definição de controle biológico

Desde sua concepção por Harry Scott Smith em 1919, o termo "controle biológico" tem sido objeto de diversas interpretações que se modificaram ao longo do tempo. Segundo estudiosos, o conceito de controle biológico abarca a utilização deliberada de predadores, parasitóides e patógenos no gerenciamento das populações de pragas. Outros elementos, tais como feromônios, resistência das plantas, técnica do inseto macho estéril, reguladores de crescimento, inseticidas de origem vegetal e agentes biológicos fundamentados em patógenos, têm sido correlacionados com a sua definição. No entanto, há discordância entre vários autores acerca da pertinência dessas adições na caracterização do conceito.

Na perspectiva de Bach (1964), o controle biológico implica na atuação de parasitóides, predadores ou patógenos com o propósito de reduzir a densidade populacional dos organismos-alvo. Conforme a abordagem de Van Den Bosch *et al.* (1982), a introdução de inimigos naturais no ambiente infestado é concebida como uma estratégia para suprimir ocorrências de pragas e restaurar o equilíbrio ecológico local. A regulação populacional decorrente de interações

antagônicas, como parasitismo, predação e competição, também é categorizada como controle biológico conforme a definição apresentada por Caltagirone (1988).

O manejo de insetos-praga visa a utilização de organismos vivos para modular a população de uma praga específica, com o intuito de mitigar a sua abundância ou minimizar os danos ocasionados. Nesse contexto, o controle biológico se insere como um componente fundamental do arsenal de estratégias voltadas para a manutenção da saúde dos ecossistemas agrícolas e a promoção da coexistência harmoniosa entre as diversas espécies presentes.

4.2 Tipos de controle biológicos

Sendo classificado como uma das estratégias do Manejo Integrado de Pragas (MIP), o controle biológico de pragas tem como propósito o reequilíbrio de um sistema atingido por pragas. Esse processo busca restabelecer a harmonia ecológica perturbada através das interações entre espécies predadoras, parasitóides ou microorganismos patogênicos com as pragas-alvo da plantação.

O sucesso do controle biológico demanda uma análise completa e cuidadosa sobre o ecossistema onde a tática será aplicada, dando maior enfoque



para as espécies envolvidas, suas interações ecológicas e dinâmicas populacionais. É preciso também considerar a compatibilidade dos agentes com os alvos e prever possíveis efeitos não intencionais em outras partes do ecossistema local.

Os resultados obtidos serão cuidadosamente avaliados para determinar as estratégias de abordagem mais adequadas à região em análise. Entre as opções consideradas estão o controle clássico, o controle natural e o controle artificial. Essa avaliação permitirá a seleção da estratégia que melhor se harmonize com as características específicas do ecossistema e das espécies envolvidas, resultando em um plano de ação que visa alcançar um equilíbrio sustentável entre os organismos-alvo e seus inimigos naturais.

A escolha da estratégia mais apropriada baseia-se na compreensão das dinâmicas ecológicas locais, das interações entre os diversos componentes do ecossistema e da viabilidade prática de implementação, garantindo assim um manejo eficaz e ecologicamente responsável das populações de pragas ou organismos indesejados.

4.2.1 Controle biológico clássico

O controle biológico clássico baseia-se na importação de inimigos naturais de pragas exóticas, a fim de que seja feito o manejo do inseto alvo com o mínimo de intervenções posteriores. Esse método é particularmente pertinente quando insetos são introduzidos inadequadamente em outras regiões distantes de sua distribuição natural, agindo como pragas por consequência da ausência de seus predadores (Gullan, 2017). A escolha e importação do agente de controle deve levar em consideração a afinidade coevolutiva com o invasor, a fim de diminuir os impactos em espécies não alvo. A identificação e coleta de inimigos naturais é realizada por órgãos internacionais, federais e estaduais.

A viabilização da liberação está condicionada à conclusão de um rigoroso período de quarentena, seguido de uma avaliação de riscos minuciosamente conduzida por laboratórios oficialmente credenciados pelo governo. Este protocolo visa assegurar não apenas a eficácia no controle, mas também a prevenção de potenciais transformações em pragas locais ou na atração de seus respectivos inimigos naturais no futuro (Fontes, 2020).



4.2.2 Controle biológico aumentativo

O controle biológico aumentativo consiste na introdução de organismos predadores que ocorrem naturalmente na área mas que não mantêm uma constante populacional ou não possuem quantidade suficiente de indivíduos para controlar a praga (Erthal, 2011). A inserção ocorre por meio inoculativo e inundativo, na qual o agente é produzido em massa por laboratórios especializados e liberados no campo em grande número para combater a praga-alvo. Essa estratégia é utilizada para o controle de artrópodes e doenças de plantas no Brasil (Fontes, 2020). Mais de 125 espécies de predadores naturais estão internacionalmente disponíveis para o controle biológico (Van Lenteren, 2000).

É uma estratégia flexível que pode ser adaptada a diferentes ambientes agrícolas, seja em campo aberto com poucas pragas específicas ou em sistemas de cultivo protegido, onde diversos inimigos naturais podem lidar com um espectro mais amplo de pragas (Bueno, 2015).

Controle biológico conservativo

O controle biológico conservativo tem como principal função conservar e aumentar a população de inimigos naturais das pragas a fim de controlá-las de forma

sustentável. Isso ocorre por meio da manipulação do ambiente de maneira que favoreça a prosperidade da população de predadores, fornecendo recursos essenciais e refúgios assegurando a presença desses consumidores e evitando atrair seus próprios inimigos naturais (Fontes, 2020).

4.3 Tipos de agentes

Os agentes utilizados para o manejo integrado de pragas são classificados em três categorias que levam à morte do invasor, porém de maneiras distintas, são elas: predadores, parasitóides e patógenos.

4.3.1 Predadores

Definimos como predador um organismo que se alimenta de outro, geralmente de menor porte, estabelecendo uma relação ecológica desarmônica entre as espécies (Gullan, 2017). Os membros da Classe Insecta são especialmente adaptados ao controle por predação, exibindo características distintas, como um aparelho bucal modificado, apêndices adicionais, pernas raptorais, mandíbulas cortantes e diversas estratégias de caça.

4.3.2 Parasitóides

Os organismos parasitóides tem como objetivo consumir e matar os insetos alvo para poder completar seu desenvolvimento e alcançar a maturidade, onde não terá mais necessidade de um



hospedeiro (Bueno, 2021). No Brasil, os indivíduos do gênero *Trichogramma* se destacam por controlar insetos que afetam o cultivo de cana-de-açúcar e soja, demonstrando eficácia no manejo de pragas (Bueno, 2022). A busca por um hospedeiro se divide em três fases essenciais: localização do habitat, localização do hospedeiro e seleção do hospedeiro.

Durante a localização, o parasita utiliza estímulos visuais, auditivos e olfativos para encontrar potenciais locais que o hospedeiro habita. Após a localização do habitat, a fêmea utiliza os rastros de substâncias semioquímicas deixados pelo hospedeiro para encontrá-lo e realizar ou não a oviposição. A decisão de postura dos ovos depende do tamanho, forma e textura superficial do hospedeiro, a investigação se dá pela exploração com antenas ou inserção do ovipositor, que verifica por órgãos sensores a adequação e presença de outros parasitoides no hospedeiro (Costa & Periotto, 2017).

4.3.3 Entomopatógenos

Os entomopatógenos mais utilizados no combate às pragas podem ser protozoários, nematóides, fungos ou vírus. O uso desses organismos apresentam vantagens, como por exemplo a seletividade e especificidade do patógeno com as espécies, contudo a utilização

apresenta resultados lentos e necessidade de condições favoráveis para seu crescimento (Filho & Macedo, 2011). Os fungos foram pioneiros no emprego como patógenos para controlar artrópodes-praga, destacando-se não apenas pela capacidade de atacar insetos fitófagos, aquáticos e edáficos, mas também por desencadear epizootias naturais (Alves et al., 2008).

Dentre os vírus, o principal grupo estudado e usado no controle é o *Baculovirus*, por possuir um alto nível de patogenicidade contra os insetos indesejáveis. Os baculovírus se dividem entre nucleares poliedrose e citomegalovírus e vêm se destacando gradativamente no manejo de pragas agrícolas.

5. CONCLUSÃO

O aumento da toxicidade associada aos pesticidas sintéticos e a rápida evolução da resistência das pragas a esses agentes têm gerado uma crescente demanda por métodos alternativos que abordam os desafios enfrentados na agricultura. Nesse contexto, o controle biológico tem emergido como uma solução promissora, recebendo atenção significativa da comunidade científica, capaz de atender às necessidades tanto de pequenos agricultores quanto de produções agrícolas em larga escala. A diversidade de organismos utilizados no controle



biológico, como predadores, parasitóides e microrganismos específicos, contribui para a criação de ecossistemas agrícolas mais resilientes e menos dependentes de insumos químicos nocivos. Além disso, a aplicação estratégica desses agentes biológicos permite um controle preciso das pragas, minimizando os impactos adversos sobre organismos não-alvo e preservando a biodiversidade local.

A adoção generalizada do controle biológico não apenas atende às demandas crescentes por práticas agrícolas sustentáveis, mas também fortalece a resiliência dos sistemas agrícolas diante das constantes mudanças ambientais. O conhecimento acumulado sobre as interações biológicas envolvidas no controle de pragas, aliado aos avanços tecnológicos, possibilita a otimização contínua dessa abordagem, tornando-a cada vez mais eficiente e economicamente viável. A colaboração entre pesquisadores, agricultores e formuladores de políticas é essencial para impulsionar a implementação bem-sucedida dessa abordagem inovadora, estabelecendo uma base sólida para um futuro agrícola mais sustentável e resiliente.

6. AGRADECIMENTOS

À minha família e familiares, pelo encorajamento de perseguir meus sonhos

de criança. Obrigada por acreditarem e enxergarem potencial em mim.

Ao meu amor, que por diversas vezes me acolheu em momentos de angústia e me incentivava a seguir batalhando pelo meu futuro. Sua presença foi fundamental para espalhar a cabeça e continuar sorrindo durante o período mais intenso deste processo.

Ao meu gato, meu fiel escudeiro, que esteve ao meu lado desde o início da graduação, se mantendo presente durante longas horas de estudo quando necessário. Suas sonecas no teclado do notebook eram o que me alertavam que era hora de descansar.

Aos meus amigos e colegas, que trouxeram risadas e alívio em momentos de estresse, tornando a caminhada da graduação leve, descontraída e memorável.

Ao meu professor orientador, que com muita paciência me auxiliou no desenvolvimento do trabalho.

A todos os professores da Universidade Anhembi Morumbi, que serviram de inspiração e me ensinaram a ter um pensamento crítico sobre assuntos ambientais.

A todos que não me permitiram desistir.



7. REFERÊNCIAS

1. ALVES, S.B.; LOPES, R.B. (Ed.). Controle microbiano de pragas na América Latina. Piracicaba: FEALQ, 2008.
2. BACH, P. Biological Control of Insect Pests and Weeds. New York: Reinhold, 1964.
3. BARON, N.C.; RIGOBELLO, E.C.; ZIED, D.C. 2019. Filamentous Fungi in Biological Control: Current Status and Future Perspectives. Chilean Journal of Agricultural Research.
4. BERTI FILHO, Evoneo; MACEDO, Luciano Pacelli Medeiros. Fundamentos de controle biológico de insetos-praga. 2011.
5. BUENO, A. de F. et al. Manejo de pragas com parasitoides. 2022.
6. BUENO, A. F.; PANIZZI, A. R.; HUNT, T. E.; DOURADO, P. M.; PITTA, R. M.; GONÇALVES, J. Challenges for adoption of integrated pest management (IPM): the soybean example. Neotropical Entomology.
7. BUENO, Vanda Helena Paes et al. Controle biológico e manejo de pragas na agricultura sustentável. Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, v. 20, 2015.
8. CALTAGIRONE, L.E. Definitions and principles of biological control. In: International Short Course in Biological Control, 2., 1988. Berkeley. Anais... Berkeley: University of California, 1988.
9. COSTA, Valmir Antonio; PERIOTO, Nelson Wanderley. Tecnologia sustentável: insetos parasitoides.
10. ERTHAL JUNIOR, M.; GUARUS, IFF. Controle Biológico de Insetos e Pragas. I SEMINÁRIO MOSAICO AMBIENTAL: OLHARES SOBRE O AMBIENTE, 2011.
11. FONTES, E. M. G., & VALADARES-INGLIS, M. C. (2020). Controle biológico de pragas da agricultura.
12. GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. Insetos: Fundamentos da Entomologia. 5. ed. São Paulo, 2017.
13. MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C. P.; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças em plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de fitopatologia: 5 ed., v.1. princípios e conceitos. Ouro Fino, MG: Agronômica Ceres, 2018.
14. SAVITA; SHARMA, A. 2019. Fungi as Biological Control Agents. In: GIRI, B.; PRASAD, R.; WU, QS.; VARMA, A. (eds) Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment. Soil Biology, vol 55. Springer.
15. VAN DEN BOSCH, R., P.S.MESSENGER, A.P.GUTIERREZ,



1982. An introduction to biological control. New York, Plenum Press.
16. VAN LENTEREN, J. C. Critérios de seleção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In: Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. Universidade Federal de Lavras, 2000.