NÚCLEO INTERDISCIPLINAR DE PESQUISA

Curso de Agronomia Artigo de Revisão

ESTUDO SOBRE O POTENCIAL DE RECURSOS FLORAIS NA MELHORIA DO CONTROLE BIOLÓGICO CONSERVATIVO DE PRAGAS NA AGRICULTURA

STUDY ON THE POTENTIAL OF FLORAL RESOURCES IN ENHANCING CONSERVATIVE BIOLOGICAL CONTROL OF PESTS IN AGRICULTURE

Caio Victor Alves de Souza Abreu[1], Washington Gustavo Siqueira Leite[1], Tadeu Araújo de Souza[2]
[1] Alunos do Curso de Agronomia
[2] Professor Doutor do Curso de Agronomia

O controle biológico conservativo baseia-se na preservação de inimigos naturais existentes em um agrossistema. Entre as medidas que podem ser adotadas para preservar os inimigos naturais está a incorporação de recursos florais. Essa prática aplicada ao controle biológico oferece benefícios, atraindo tanto polinizadores quanto inimigos naturais das pragas. O objetivo deste estudo é investigar o potencial dos recursos florais para aprimorar o controle biológico conservativo de pragas na agricultura, avaliando as recomendações práticas para estratégias de manejo sustentável disponíveis na literatura científica. O método utilizado neste estudo é uma revisão bibliográfica qualitativa, de análise de conteúdo, foi realizada uma pré-seleção dos artigos, sendo considerados artigos nacionais e internacionais, abrangendo o período de 2012 a 2024, e após uma leitura completa e crítica dos artigos foi formada a amostra final. Inicialmente, foram identificados 883 registros potenciais, dos quais 25 estudos foram incluídos na síntese final, com 5 artigos sendo discutidos em maior profundidade. A adoção consciente de métodos agroecológicos, como o uso de recursos florais, é crucial para o futuro da agricultura sustentável. Essa prática não só contribui para a produção de alimentos de forma mais sustentável e equilibrada, mas também para a preservação dos ecossistemas e da biodiversidade, assegurando a viabilidade das atividades agrícolas para as gerações futuras.

Palavras-Chave: controle biológico; recursos florais; agricultura sustentável

ABSTRACT

Conservative biological control relies on preserving natural enemies already present in agroecosystems, with measures such as incorporating floral resources, which attract both pollinators and pest natural enemies, enhancing the effectiveness of biological control. This study aims to explore the potential of floral resources in improving conservative biological pest control in agriculture by evaluating practical recommendations for sustainable management strategies found in scientific literature. Using a qualitative bibliographic review with content analysis, national and international articles from 2012 to 2024 were pre-selected, leading to a final sample after thorough critical reading. Out of 883 potential records initially identified, 25 studies were included in the final synthesis, with 5 analyzed in greater depth. The adoption of agroecological practices like floral resource utilization is vital for sustainable agriculture, as it promotes balanced food production, preserves ecosystems and biodiversity, and ensures the long-term viability of agricultural activities for future generations.

Keywords: biological control; floral resources; sustainable agriculture.

Contato: tadeu.souza@unidesc.edu.br

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com os impactos ambientais e os riscos à saúde associados ao uso de pesticidas químicos na agricultura tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis no manejo de pragas. Nesse contexto, o controle biológico emerge como uma estratégia viável e eficaz, baseando-se na utilização de organismos vivos para reduzir as populações de pragas de forma natural e equilibrada.

A prática do controle biológico não apenas minimiza a dependência de produtos químicos, mas também promove a preservação da biodiversidade e a manutenção da saúde dos ecossistemas agrícolas (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

Os agentes de controle biológico, que incluem insetos predadores, parasitoides, patógenos e organismos antagonistas, desempenham um papel fundamental na regulação das populações de pragas, proporcionando um controle sustentável e de longo prazo. Além disso, a integração dessas práticas ao Manejo Integrado de Pragas (MIP) possibilita uma abordagem mais holística e eficiente, combinando diversas táticas de controle para alcançar resultados mais consistentes e duradouros (BUENO; JUNIOR; SILVEIRA, 2019).

Deste modo, o presente estudo destaca a importância do controle biológico conservativo na agricultura moderna, enfatizando suas aplicações, benefícios e desafios. A análise é enriquecida pela discussão sobre o uso de recursos florais como uma estratégia inovadora para atrair e conservar inimigos naturais, aumentando a eficácia do controle biológico e promovendo sistemas agrícolas mais sustentáveis. As flores não apenas atraem polinizadores, mas também servem como fontes de alimento para inimigos naturais, promovendo a biodiversidade e contribuindo para um manejo mais sustentável das pragas.

Considerando as informações apresentadas, esta revisão bibliográfica pretende responder à seguinte hipótese: “A utilização de recursos florais aprimora o controle biológico conservativo de pragas na agricultura.”

A importância desta pesquisa reside na busca de uma compreensão mais aprofundada da relevância da utilização de recursos florais no controle biológico natural de pragas na agricultura, visando ampliar o fornecimento de informações valiosas sobre estratégias sustentáveis de manejo de pragas para os agricultores, agrônomos, pesquisadores e formuladores de políticas públicas do setor agrícola, buscando a redução do uso de agrotóxicos e a promoção da saúde ambiental e humana.

A resistência das pragas e patógenos aos agrotóxicos tem se tornado um problema crescente, com mais de 500 espécies de insetos já identificadas como resistentes a pelo menos um princípio ativo. Exemplos notáveis incluem a resistência da mosca-branca (*Bemisia tabaci*), que é reconhecida como uma grande preocupação devido à resistência aos inseticidas, figurando entre os cinco principais artrópodes com mais casos relatados de resistência. Este fenômeno não apenas eleva os custos

de produção, mas também limita a eficácia dos produtos químicos disponíveis, resultando em um ciclo vicioso que ameaça a sustentabilidade das práticas agrícolas (DÂNGELO et al., 2017).

Práticas alternativas, como o controle biológico natural, apresentam-se como estratégias viáveis e eficazes para combater as pragas de forma sustentável. O uso de inimigos naturais e a promoção da biodiversidade no ambiente agrícola podem reduzir significativamente a necessidade de intervenções químicas, minimizando os impactos adversos associados ao uso excessivo de agrotóxicos (VENZON et.al, 2021).

Além disso, a incorporação de recursos florais como estratégia de controle biológico oferece uma camada adicional de benefícios, atraindo polinizadores e inimigos naturais das pragas. Essas práticas não apenas aumentam a biodiversidade, mas também melhoram a produtividade das culturas, ao garantir a polinização eficiente. A criação de ambientes favoráveis para os insetos benéficos, por meio do plantio de bordaduras florais e da diversificação das culturas, torna-se, portanto, um componente fundamental para a eficácia do controle biológico e a sustentabilidade da agricultura (BARBOSA et al., 2021).

Neste contexto, o objetivo deste estudo é investigar o potencial dos recursos florais para aprimorar o controle biológico conservativo de pragas na agricultura, por meio de uma revisão bibliográfica, avaliando as recomendações práticas para estratégias de manejo sustentável disponíveis na literatura científica.

MATERIAL E MÉTODOS

O método utilizado neste estudo é uma revisão bibliográfica integrativa, de análise de conteúdo, que busca explorar a literatura disponível para obter informações mais detalhadas sobre a utilização de recursos florais no contexto de melhoria do controle biológico natural. De acordo com Boccato (2006), a revisão bibliográfica integrativa envolve a identificação e análise crítica de documentos publicados sobre o tema de pesquisa, com o objetivo de atualizar e aprofundar o conhecimento, contribuindo assim para o avanço da pesquisa.

Foi realizado um levantamento sobre as aplicações do uso de recursos florais no controle de pragas, com foco principalmente em sistemas de cultivo orgânico, identificando os melhores modelos e espécies de plantas utilizadas. A metodologia adotada é qualitativa, uma vez que se concentra na obtenção de dados não

quantificáveis e busca compreender as motivações e razões por trás de fenômenos sociais específicos. Segundo Knechtel (2014), essa abordagem destaca a natureza socialmente construída da realidade, a interação entre o pesquisador e o objeto de estudo, bem como os aspectos e os processos da experiência social que são criados e adquirem significado.

Na primeira etapa ocorreu a escolha do tema que é potencial de recursos florais na melhoria do controle biológico conservativo de pragas na agricultura e a formulação da hipótese de pesquisa "A utilização de recursos florais aprimora o controle biológico conservativo de pragas na agricultura."

Na segunda etapa, foi realizada uma pré-seleção dos artigos, lendo os títulos para compreender a essência do assunto tratado e identificar os materiais bibliográficos relevantes. Foram estabelecidos os critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos estudos. Os critérios de inclusão envolveram estudos que abordassem o uso de recursos florais no controle biológico de pragas, publicados entre 2012 e 2024, em português e inglês, e que garantisse a relevância e atualidade dos dados sobre o tema. Já os critérios de exclusão incluíram artigos que não estavam diretamente relacionados ao tema, estudos publicados antes de 2012, trabalhos duplicados e artigos que continham informações irrelevantes para a pesquisa.

A busca na literatura foi conduzida em bases de dados como Google Acadêmico, Scielo, Web of Science, e outras bases de dados (1 livro e 1 site governamental), com o objetivo de assegurar que os estudos identificados estivessem diretamente ligados ao tema central. Para a busca e seleção dos artigos, foi adotada uma busca avançada com os descritores “controle biológico de pragas”, “recursos florais”, “agricultura sustentável”, e “manejo integrado de pragas” utilizando o operador booleano AND.

Na terceira etapa, foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos registros, com o objetivo de identificar os principais pontos a serem extraídos dos manuscritos selecionados, organizando-os de forma sintetizada em um banco de dados. A quarta etapa foi dedicada à leitura integral e à avaliação dos estudos, onde foram analisadas as vantagens e desvantagens de cada um, além dos conflitos identificados nos resultados.

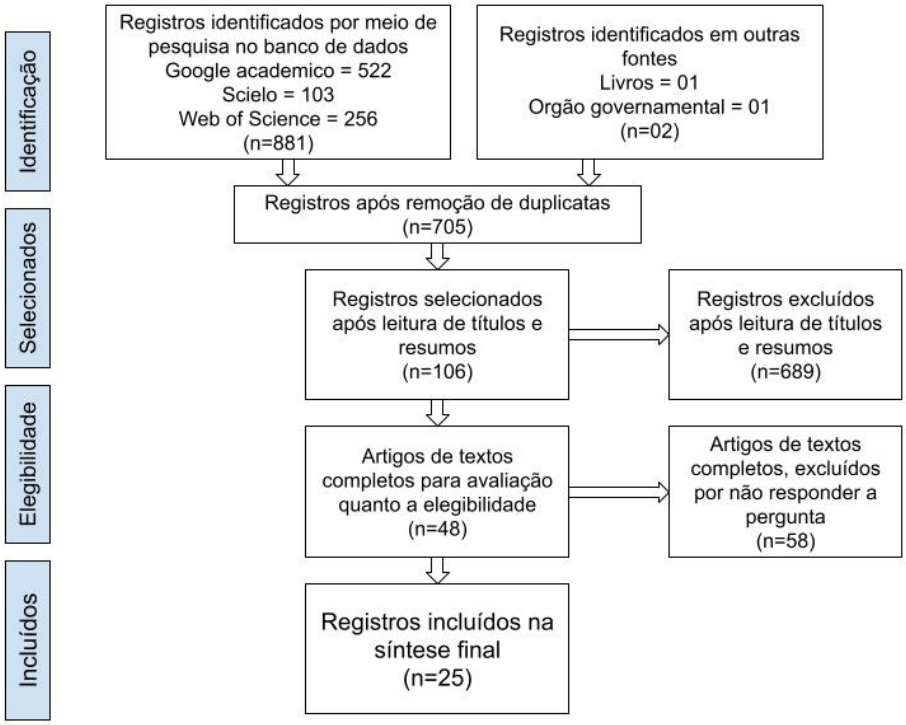
Na quinta etapa, foi realizada a interpretação dos resultados, comparando-os com o conhecimento teórico, identificando os mecanismos de ação dos recursos florais e os principais benefícios da aplicação destes recursos no controle biológico

conservativo de pragas. Por fim, na sexta etapa, foram apresentadas todas as informações necessárias para a avaliação dos procedimentos realizados durante a revisão, incluindo aspectos relacionados ao tema e um detalhamento conciso dos manuscritos selecionados.

Inicialmente, foram identificados 883 registros potenciais, sendo 522 provenientes do Google Acadêmico, 103 da Scielo, 256 da Web of Science e 2 de outras bases de dados (1 livro e 1 site governamental). Após a remoção de duplicatas, restaram 795 registros para análise. Desses, 689 foram excluídos após a triagem inicial de títulos e resumos, deixando 106 artigos para uma avaliação mais detalhada.

Após a leitura completa dos textos 48 artigos foram elegíveis, e 58 artigos foram eliminados por não atenderem aos critérios de elegibilidade, na síntese final foram incluídos 25 estudos, com 5 destes artigos sendo discutidos em maior profundidade. Para a apresentação dos resultados, foi utilizado o modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), detalhado o processo de inclusão e exclusão dos artigos, conforme está explícito na figura 1.

Figura 1-Fluxograma do processo de Inclusão dos artigos científicos



Fonte: Adaptado pelos autores.

REFERENCIAL TEÓRICO / FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Controle Biológico Conservativo de Pragas

O controle biológico conservativo é uma estratégia de manejo agrícola que busca preservar e aumentar as populações de inimigos naturais presentes no ambiente para minimizar os efeitos das pragas nos cultivos, por meio da inserção de recursos que favorecem a biodiversidade e a funcionalidade dos ecossistemas. Isso geralmente é alcançado através da diversificação de culturas e do uso de plantas com flores que fornecem abrigo e alimento para espécies benéficas (HARO et. al, 2018).

Essa prática combina a conservação da biodiversidade com o controle biológico, promovendo uma produção mais sustentável. Para isso, é necessário ajustar os sistemas agrícolas para favorecer a fauna local de predadores naturais e adotar práticas menos prejudiciais ao ambiente. Esse manejo exige uma compreensão das interações entre os organismos no ambiente agrícola, permitindo ao agricultor manipular essas relações em benefício das lavouras (VENZON et.al, 2021).

Esse método de controle biológico é uma alternativa aos pesticidas tradicionais, alinhando-se ao manejo integrado de pragas ao fortalecer a biodiversidade nos agroecossistemas. Ao favorecer condições que promovem o equilíbrio ecológico, o controle biológico conservativo possibilita uma redução da dependência de produtos químicos, criando agroecossistemas mais resilientes e sustentáveis. Assim, ele sugere a substituição de práticas convencionais por práticas que promovam a biodiversidade, como ocorre em programas específicos de controle biológico (MATTA, 2016).

Para implementar o controle biológico conservativo, algumas estratégias recomendadas incluem o manejo de plantas invasoras, a substituição de monoculturas por policulturas, o uso de culturas de cobertura e a inserção de plantas herbáceas ao redor dos cultivos. Tais estratégias modificam o ambiente de forma a favorecer os inimigos naturais, proporcionando refúgio e alimento para esses organismos e, consequentemente, aumentando sua presença e eficiência no controle de pragas (MATTA, 2016).

São priorizadas práticas que aumentam a biodiversidade, como o uso de plantas que fornecem abrigo, néctar e pólen, de modo a criar condições favoráveis para a sobrevivência e reprodução desses organismos benéficos (GONÇALVES, 2020).

A utilização de plantas atrativas, ou “insectary plants”, é uma prática comum no controle biológico conservativo. Essas plantas oferecem recursos essenciais para certos predadores e parasitóides, além de abrigar presas alternativas quando as pragas principais estão ausentes. Outros benefícios incluem a criação de microclimas favoráveis e locais de refúgio e acasalamento para os inimigos naturais, aumentando sua eficiência no controle das pragas e reduzindo a necessidade de intervenções químicas (VENZON et.al, 2021).

Recursos Florais Como Estratégia na Melhoria do Controle Biológico

O uso de recursos florais no controle biológico consiste na incorporação de plantas com flores em sistemas agrícolas, como bordaduras florais ou consórcios de culturas. Essas plantas atraem insetos benéficos, como predadores e parasitóides, ao fornecer recursos essenciais como néctar e pólen. Esses alimentos aumentam a longevidade, a fecundidade e a eficiência dos inimigos naturais na redução de populações de pragas, promovendo maior diversidade de insetos e estabilidade nos agroecossistemas, com benefícios ambientais e menor dependência de pesticidas sintéticos (BARBOSA et al., 2021).

A introdução de plantas companheiras cria barreiras físicas e químicas que dificultam a localização e colonização das culturas por pragas. Essas barreiras incluem repelência por odores, camuflagem visual e inibição de alimentação, além de oferecer sincronia entre os ciclos de pragas e de seus inimigos naturais (BARBOSA et al., 2021). Por outro lado, essas mesmas plantas podem aumentar a disponibilidade de presas alternativas, desviando o foco dos inimigos naturais. Assim, a escolha criteriosa das espécies é essencial para minimizar efeitos adversos (CARVALHO, 2020).

Plantas floríferas também proporcionam locais de abrigo, acasalamento e oviposição para inimigos naturais, garantindo sua permanência nos sistemas agrícolas, mesmo em períodos de baixa densidade de pragas (BARÔNIO; GUIMARÃES, 2018). Essa estratégia é eficaz ao oferecer fontes contínuas de néctar e pólen, que são recursos necessários para o desenvolvimento de parasitóides e insetos predadores. Além disso, a atratividade das flores por suas cores e fragrâncias ajuda a reduzir a emigração desses agentes de controle biológico para áreas sem recursos florais (VENZON et al., 2021).

Apesar das vantagens, existem desafios, como o planejamento cuidadoso para

evitar competição entre culturas e plantas auxiliares, a possibilidade de atração de pragas secundárias e o custo adicional na implementação. Tais obstáculos demandam conhecimento especializado e manejo adaptado ao ecossistema agrícola (HARO et al., 2018; GONÇALVES, 2020).

Mecanismos de Ação dos Recursos Florais na Agricultura

Ao longo da evolução, as plantas desenvolveram diversas estratégias para atrair insetos, essenciais tanto para a polinização quanto para o controle de pragas. Essas estratégias podem girar em torno do posicionamento, forma ou cor de suas estruturas florais, uma vez que os insetos são atraídos por cores específicas, associando-as a flores que oferecem mais néctar (MARTINS, 2019).

O aroma das flores também é um mecanismo de atração importante, já que muitas plantas emitem compostos voláteis que conferem um odor característico às suas flores. Esses aromas podem variar em composição e intensidade, influenciando a preferência dos polinizadores (HARO et al., 2018).

Cores vivas e brilhantes, texturas atrativas e formas específicas podem facilitar a localização e a identificação das flores pelos polinizadores, tornando-as mais atrativas como fontes de alimento (ROCHA; CONCEIÇÃO; FARIAS, 2022).

Ademais, os sinais químicos constituem a segunda etapa na atração de insetos. Esses semioquímicos são liberados pelas plantas e facilitam sua localização no ambiente. Entre esses sinais, destaca-se a emissão de compostos orgânicos voláteis (VOCs) que ocorrem durante o ataque de insetos herbívoros. Os Insetos possuem mecanismos sofisticados para detectar VOCs, afetando seu comportamento (ZHOU; JANDER, 2022). Um exemplo da liberação dos VOCs, ocorre com a resposta natural de defesa, onde as plantas liberam metil salicilato, um composto que atrai predadores de pragas, como joaninhas, que respondem a esse “pedido de socorro” das planta (ZHOU; JANDER, 2022).

A busca por fontes de energia é considerada a terceira razão pela qual as plantas atraem os inimigos naturais. Um dos principais mecanismos de ação dos recursos florais é a produção de néctar, que serve como fonte de alimento rico em energia, atraindo os polinizadores para as flores (CARVALHO, 2020).

O néctar e o pólen são fontes essenciais para manter a energia dos insetos adultos e garantir sua eficiência reprodutiva, permitindo que permaneçam ativos em maior quantidade no campo (NEPI; GRASSO; MANCUSO, 2018). As formas adultas

desses inimigos naturais nem sempre encontram insetos-pragas disponíveis e, por isso, precisam de fontes adicionais de energia, obtidas pela alimentação de produtos encontrados nas flores (HAN et al., 2024).

Ao fornecer o néctar, a espécie vegetal não só nutre seus visitantes, mas também tem a capacidade de influenciar o comportamento de seus polinizadores. Além disso, é capaz de se proteger contra intrusos e microrganismos. Esta notável capacidade é alcançada através do controle da planta sobre a composição química e a produção de néctar. A planta regula estrategicamente a obrigação, interrupção e reabsorção desse recurso, o que acaba impactando de forma indireta seu sucesso reprodutivo (MARCELO; RAMOS; SANTOS, 2019).

Recomendações Práticas para a Implementação de Recursos Florais

Para maximizar os benefícios do controle biológico, é essencial selecionar flores com alta capacidade de atrair inimigos naturais das pragas agrícolas. Espécies como *Tagetes erecta* (calêndula mexicana) são eficazes por fornecer néctar e abrigo, enquanto plantas das famílias Apiaceae como flor de mel e Asteraceae como cravo-de-defunto também se destacam pela oferta de néctar extrafloral. Essas plantas devem ser compatíveis com o clima e solo locais, sem competir de maneira significativa com as culturas principais (HARO et al., 2018; Origem Bio, 2023).

A disposição das flores deve considerar os objetivos do manejo e a configuração da lavoura, em bordaduras deve-se utilizar faixas contínuas de 1 a 2 metros de largura ao redor da lavoura, já na intercalação com a cultura principal são recomendadas fileiras alternadas para facilitar interações entre culturas e plantas auxiliares, nas manchas isoladas pequenos agrupamentos distribuídos que criam micro-habitats diversos, e nas áreas de refúgio, são utilizados locais fora da área produtiva, garantindo abrigo e sobrevivência dos inimigos naturais em períodos críticos (GONÇALVES, 2020).

O planejamento temporal é essencial. As flores devem ser plantadas de 3 a 4 semanas antes da cultura principal para sincronizar a floração com as fases críticas da safra. A combinação de espécies com ciclos de florescimento distintos ou florescimento contínuo assegura a disponibilidade de recursos ao longo do ciclo agrícola (GONÇALVES, 2020).

O monitoramento regular é indispensável para verificar a presença e eficácia dos inimigos naturais. Acompanhar alterações nas populações de pragas e

predadores auxilia na avaliação do impacto do manejo e permite ajustes conforme necessário (HARO et al., 2018).

Silva et al. (2017) destacam que o uso de bordaduras e faixas florais é particularmente relevante em sistemas agroecológicos, reduzindo a dependência de pesticidas e promovendo interações ecológicas. Origem Bio (2023) complementa, recomendando misturas diversificadas de espécies florais e manejo contínuo, como podas regulares e controle da aplicação de agroquímicos próximos às plantas floríferas, para proteger insetos benéficos e potencializar os benefícios do controle biológico.

Apesar das vantagens, desafios incluem, a concorrência por recursos, no qual plantas floríferas podem competir por água e nutrientes; o risco de pragas não-alvo, pois algumas flores podem atrair pragas indesejadas; e a adaptação local, sendo crucial ajustar práticas às condições específicas do ambiente (Silva et al., 2017; Origem Bio, 2023).

Quando bem planejado, o uso de recursos florais contribui para a sustentabilidade agrícola, promovendo equilíbrio ecológico, redução de pesticidas e maior eficiência no manejo integrado de pragas (HARO et al., 2018; Silva et al., 2017).

RESULTADOS

Foi elaborado um quadro que organiza os artigos selecionados, apresentando os títulos, nomes dos autores e o ano de publicação de cada estudo. Além disso, o quadro sintetiza o que cada autor abordou sobre os objetivos, a metodologia e as conclusões, conforme apresentado no quadro 1. Esse formato facilita a visualização e comparação das informações, permitindo uma análise detalhada e clara sobre as contribuições de cada estudo em relação ao uso de recursos florais no controle biológico conservativo de pragas.

Quadro 1. Síntese dos estudos selecionados para análise dos resultados da utilização de recursos florais na atratividade de inimigos naturais para o controle de pragas na agricultura, entre os anos de 2012 e 2024.

Autores /ano	Título	Objetivo	Metodologia	Principais resultados
Costa et al., 2019	Atrativo do cravo-de-defunto na população de pragas e inimigos naturais na cultura da alface	Avaliar o efeito atrativo da planta cravo-de-defunto como alternativa na ação de controle de pragas através do aumento da população dos inimigos naturais na cultura da alface.	O experimento com alface crespa "Cinderela" avaliou cinco tratamentos: óleo de *Neem*, alface + cravo-de-defunto em ilhas, alface + cravo em faixas, alface + cravo central e testemunha. Foram realizadas contagens semanais de insetos, batedura de plantas e análises de qualidade da alface (folhas, peso e danos). Índices faunísticos também foram calculados.	Os resultados indicaram que o tratamento com alface + cravo-de-defunto central apresentou a maior biodiversidade de insetos (H = 2,1870; e = 0,8527) e foi o menos danificado por pragas. As demais variáveis, como qualidade, número de folhas e peso da alface, não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos. O cravo-de-defunto (*Tagetes patula*) pode ser utilizado no controle biológico conservativo dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da alface, atuando como "planta armadilha" para algumas pragas e podendo ser plantado de forma consorciada em posição central nos canteiros, aumentando a diversidade de insetos benéficos e reduzindo as infestações de tripes na alface.
Haro et al., 2018	Stability lies in flowers: Plant diversification mediating shifts in arthropod food webs	O objetivo deste trabalho foi investigar como a presença de recursos florais, especificamente as flores de cravo-de-defunto (Tagetes erecta), pode influenciar a composição da comunidade de artrópodes em um campo agrícola, como uma rede de cultivo de alface.	O estudo foi conduzido em um campo de cultivo de alface (*Lactuca sativa*) e cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*). A alface foi cultivada em três ciclos consecutivos, e o cravo-de-defunto foi plantado ao longo das bordas e entre os canteiros. As plantas de cravo-de-defunto passaram por três estágios de floração (pré-floração, floração completa e floração tardia), e o efeito de cada estágio foi avaliado nas interações tróficas e na diversidade de inimigos naturais. A metodologia incluiu a observação da composição da teia alimentar e a análise da abundância de insetos benéficos.	Os resultados mostram que os inimigos naturais desempenharam um papel essencial no controle biológico de pragas na cultura da alface, com aumento significativo de sua diversidade e interações ao longo do tempo. Entre 20 e 55 dias, os inimigos naturais apresentaram menor riqueza e intensidade de interações. Contudo, no período de 55 a 90 dias, houve um aumento expressivo na complexidade das redes tróficas, com maior número de espécies e interações envolvendo predadores e parasitoides. Esse aumento está associado à presença das plantas de cravo-de-defunto (*T. erecta*), que contribuíram para atrair e sustentar inimigos naturais, fortalecendo o controle de insetos-praga.

Carrie et al., 2012	Selection of floral resources to optimise conservation of agriculturally-functional insect groups	Avaliar a atratividade temporal total de diferentes espécies de flores selvagens britânicas para grupos funcionais de insetos, como polinizadores, inimigos naturais de pragas e decompositores, visando otimizar a conservação desses grupos e os serviços ecossistêmicos agrícolas que eles fornecem.	Foram cultivadas 12 espécies de flores em campos comerciais na Inglaterra, e insetos foram amostrados semanalmente durante o período de floração de cada espécie. Armadilhas de plástico amarelo foram usados para capturar os insetos, que foram classificados por grupos funcionais, como polinizadores, decompositores, inimigos naturais e pragas. A atratividade total foi calculada como o número acumulado de insetos capturados por espécie ao longo do período de floração.	O estudo revelou que não houve correlação significativa entre o período de floração das plantas e sua atratividade total para insetos. Espécies como *Knautia arvensis* e *Achillea millefolium* mostraram-se altamente atrativas para diversos grupos funcionais, incluindo polinizadores e inimigos naturais, indicando grande potencial para conservação e serviços ecossistêmicos. Por outro lado, algumas espécies, como *Centaurea cyanus*, atraíram uma proporção maior de insetos pragas, evidenciando a necessidade de cuidado ao selecionar plantas para margens agrícolas.
Diehl et al., 2012	Plantas associadas à videiras: uma estratégia para o controle biológico no rio grande do sul	Identificar espécies de plantas associadas a videiras no rio grande do sul que apresentassem potencial para funcionar como reservatórios de inimigos naturais, especificamente ácaros predadores, visando estabelecer estratégias de controle biológico conservativo para ácaros-praga nessa cultura.	O estudo foi conduzido em quatro municípios do Rio Grande do Sul entre 2006 e 2007. Foram coletados mensalmente ácaros em cinco plantas associadas às videiras, comuns no interior ou arredores dos vinhedos. As amostras, processadas em laboratório, foram identificadas por microscopia, utilizando chaves dicotômicas. Os ácaros foram montados em lâminas com meio de Hoyer e identificados até o nível de espécie. No total, 506 amostragens foram realizadas, abrangendo 80 espécies de plantas e registrando 1.036 ácaros predadores das famílias Phytoseiidae**,** Stigmaeidae e Iolinidae**.** A análise destacou as plantas com maior potencial como reservatórios de inimigos naturais	Foram amostradas 80 espécies de plantas em diferentes locais, totalizando 1.036 ácaros predadores de 35 espécies, distribuídos nas famílias Phytoseiidae, Stigmaeidae e Iolinidae. Entre os ácaros predadores mais abundantes estavam *Pronematus anconai* (618 indivíduos), *Transeius lisei* (112), *Typhlodromalus aripo* (50) e *Arrenoseius gaucho* (68). As plantas *Plantago tomentosa*, *Sonchus oleraceus* e *Chromolaena laevigata* destacaram-se por abrigar maior diversidade de ácaros predadores, provavelmente devido a características morfológicas como pilosidades e nervuras proeminentes, que fornecem abrigo epólen como alimento alternativo.

Khongruang et al., 2024	Flowering zinnia as companion plant increases predatory arthropod abundance and improves yard-long bean yield	Investigar o impacto de plantas companheiras, especificamente o zínia (*Zinnia* × *hybrida*), em um sistema de intercultura com feijão-de-porco (*Vigna unguiculata*), visando apoiar artrópodes predadores e melhorar o controle biológico de pragas e a produtividade da cultura.	A metodologia do estudo consistiu na comparação de dois sistemas de cultivo durante três temporadas agrícolas (2019-2020): intercultura de feijão-de-porco (*Vigna unguiculata*) com zínia (*Zinnia* × *hybrida*) e monocultura de feijão-de-porco (controle). O estudo foi realizado nas seguintes fases de desenvolvimento do zínia: mudas, vegetativas e em floração. As populações de artrópodes predadores (coxinelídeos e sírfidos) foram monitoradas ao longo da temporada para avaliar o efeito da planta companheira sobre esses predadores. Além disso, a redução de pulgões (*Aphis craccivora*) e a produtividade do feijão-de-porco foram medidas. As análises de dados foram realizadas para comparar a abundância de predadores, o controle de pragas e o rendimento da cultura em cada tratamento.	A presença de zínia em floração no início da temporada aumentou significativamente as populações de coxinelídeos e sírfidos, predadores de pragas, e resultou em maior produtividade do feijão-de-porco. No entanto, não houve redução significativa nos pulgões do feijão-de-porco (*Aphis craccivora*). Esses resultados indicam que a introdução precoce de zínia pode melhorar a chegada de predadores nas culturas, contribuindo para o aumento da produtividade, mas não necessariamente para o controle direto das pragas. A zínia mostrou ser uma planta companheira eficaz, oferecendo recursos alternativos para os predadores e promovendo o controle biológico em culturas de leguminosas.

Fonte: elaborado pelos autores.

DISCUSSÃO

. Investigar o potencial de recursos florais na melhoria do controle biológico conservativo de pragas na agricultura

Barbosa et al. (2021) enfatizam que as bordaduras florais e o consórcio de plantas florescentes são ferramentas eficazes para atrair insetos benéficos, como vespas parasitoides e predadores. Além disso, essas práticas contribuem para a estabilidade dos agroecossistemas e a biodiversidade.

Para Venzon et al. (2021), as plantas floríferas oferecem recursos críticos como néctar e pólen, que sustentam predadores e parasitoides mesmo na ausência de pragas. Esses recursos aumentam a longevidade e a fecundidade dos inimigos naturais, fortalecendo o controle biológico. Haro et al. (2018) complementam, destacando que a inclusão de plantas atrativas nas lavouras contribui para a criação de micro-habitats favoráveis, além de reduzir a emigração desses organismos para outras áreas.

Carvalho (2020) reforça que as plantas floríferas também servem como barreiras físicas e químicas contra pragas, dificultando sua localização e reprodução nas culturas. No entanto, alerta para o risco de competição entre culturas principais e plantas auxiliares, além de possíveis efeitos negativos como o aumento de pragas não-alvo.

Haro et al. (2018) destacam que o aroma e as cores das flores são fatores essenciais para atrair insetos benéficos. Plantas das famílias Apiaceae e Asteraceae são exemplos eficazes por fornecerem néctar extrafloral. Já Zhou e Jander (2022) ressaltam que compostos voláteis emitidos durante o ataque de pragas podem atrair predadores como joaninhas, funcionando como um “pedido de socorro” das plantas.

Além disso, Nepi, Grasso e Mancuso (2018) apontam que o controle da composição química do néctar pelas plantas auxilia na nutrição dos inimigos naturais, garantindo maior eficiência na redução de pragas.

Segundo Silva et al. (2017), a adaptação local é essencial para evitar impactos negativos, como competição por recursos ou atração de pragas secundárias. Haro et al. (2018) e Origem Bio (2023) enfatizam a importância de um planejamento detalhado e manejo contínuo, incluindo podas regulares e restrição ao uso de pesticidas próximos às plantas floríferas, para proteger os insetos benéficos.

. Discorrer sobre recomendações práticas para a implementação de

estratégias de manejo de pragas baseadas nesses recursos

Segundo Haro et al. (2018) e Origem Bio (2023), a escolha de flores deve priorizar espécies com alta capacidade de atrair predadores e parasitóides, como Tagetes erecta (calêndula mexicana), além de plantas das famílias Apiaceae e Asteraceae, que oferecem néctar extrafloral. Esses autores enfatizam que as plantas selecionadas devem ser compatíveis com o clima e o solo locais, reduzindo o risco de competição por recursos com as culturas principais.

Gonçalves (2020) destaca que a disposição estratégica das flores na lavoura é essencial para maximizar os benefícios. Ele sugere o uso de bordaduras com faixas contínuas de 1 a 2 metros de largura, intercalação de fileiras de flores entre as culturas principais e manchas isoladas para criar micro-habitats. Já Silva et al. (2017) recomendam o uso de áreas de refúgio fora da área produtiva, garantindo a sobrevivência de inimigos naturais em períodos críticos.

Gonçalves (2020) sugere que as flores sejam plantadas de 3 a 4 semanas antes da cultura principal, assegurando que estejam floridas durante os estágios críticos de desenvolvimento das pragas. Além disso, a combinação de espécies com diferentes ciclos de florescimento mantém os recursos disponíveis ao longo de toda a safra.

Haro et al. (2018) reforçam que o monitoramento regular das áreas cultivadas é indispensável para avaliar a presença e eficácia dos inimigos naturais, permitindo ajustes no manejo conforme necessário. Essa prática é fundamental para assegurar o sucesso do controle biológico.

Apesar das vantagens, alguns desafios são apontados. Silva et al. (2017) mencionam a competição por recursos entre plantas floríferas e culturas principais como um possível entrave, enquanto Origem Bio (2023) alerta para o risco de atração de pragas não-alvo. Ambos os autores concordam que a adaptação local das práticas e o manejo contínuo das flores são cruciais para mitigar esses problemas.

Segundo Haro et al. (2018) e Silva et al. (2017), quando bem planejado, o uso de recursos florais contribui significativamente para a sustentabilidade agrícola, promovendo equilíbrio ecológico, redução de pesticidas e maior eficiência no manejo integrado de pragas. Para isso, recomenda-se a escolha de espécies adaptadas ao ambiente local e com alta atratividade para inimigos naturais, a disposição estratégica das flores em bordaduras, faixas intercaladas e áreas de refúgio, o planejamento temporal para assegurar sincronização entre a floração e as fases críticas das pragas, e o monitoramento contínuo para ajustar práticas e avaliar resultados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o controle biológico conservativo de pragas, que visa preservar e promover inimigos naturais, representa uma abordagem eficaz e sustentável no manejo agrícola. A implementação de recursos florais não só atrai polinizadores e predadores naturais, mas também fortalece a biodiversidade, essencial para o equilíbrio dos agroecossistemas. Essa estratégia se destaca por reduzir a dependência de pesticidas, promovendo práticas agrícolas que respeitam e valorizam o meio ambiente.

Além disso, o uso de plantas atrativas proporciona alimento e abrigo para os inimigos naturais, favorecendo sua permanência e eficácia no controle de pragas. Isso se traduz em um aumento na eficiência do manejo de pragas e na produtividade das culturas, resultando em sistemas agrícolas mais resilientes e dinâmicos. A diversidade biológica, incentivada por essas práticas, é fundamental para a saúde dos agroecossistemas, pois ajuda a criar um ambiente mais equilibrado e menos suscetível a surtos de pragas.

Entretanto, é imprescindível que os agricultores compreendam as interações ecológicas entre as espécies ao implementarem essas práticas. O planejamento cuidadoso e a seleção apropriada das espécies vegetais são essenciais para garantir que os recursos florais não competem com as culturas principais, mas sim as complementam. Essa abordagem requer conhecimento sobre as condições climáticas e biológicas locais, além de um monitoramento constante para evitar o surgimento de pragas não-alvo.

Portanto, a adoção consciente de métodos agroecológicos, como o uso de recursos florais, é crucial para o futuro da agricultura sustentável. Essa prática não só contribui para a produção de alimentos de forma mais saudável e equilibrada, mas também para a preservação dos ecossistemas e da biodiversidade, assegurando a viabilidade das atividades agrícolas para as futuras gerações. Assim, o controle biológico conservativo se configura não apenas como uma alternativa aos métodos convencionais, mas como uma necessidade para um desenvolvimento agrícola verdadeiramente sustentável.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Flávia Silva; AGUIAR-MENEZES, Elen Lima; ARRUDA, Leilson Novaes; SANTOS, Carlos Leandro Rodrigues dos; PEREIRA, Maurício Ballesteiro. **Potencial das flores na otimização do controle biológico de pragas para uma agricultura sustentável**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2021.

BARÔNIO, Gudryan; GUIMARÃES, Barbará. **Entre flores e visitantes: estratégias de disponibilização e coleta de recursos florais.** São Paulo: Oecologia Australis, 2018.

BOCCATO, V. R. C. **Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação**. Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006. Disponível em: SciELO.

BUENO, Vanda; JUNIOR, Alcides; SILVEIRA, Luis Cláudio. **Controle biológico e manejo de pragas na agricultura sustentável**. Minas Gerais: UFLA, 2019.

CARRIÉ, R. J. G.; GEORGE, D. R.; WÄCKERS, F. L. Selection of floral resources to optimise conservation of agriculturally-functional insect groups. *Journal of Insect Conservation*, v. 16, n. 4, p. 635–640, 2012.

CARVALHO, Rayana Mayara Rocha. **Avaliando o recrutamento de inimigos naturais e controle biológico de pragas em brássicas associadas a flores de alisso**. Minas Gerais: Florestal, 2020.

COSTA, E. E. N. G.; CAVALCANTE, R. E. R.; COSTA, E. M. F. S.; MOREIRA, A. N.; CARVALHO, J. F. de. Atrativo do cravo-de-defunto na população de pragas e inimigos naturais na cultura da alface. In: **JASPER, M.** (org.). *Coletânea nacional sobre entomologia* [recurso eletrônico]. 1. ed. Ponta Grossa: Atena, 2019. p. 121-131.

DÂNGELO, R. A. C.; MICHEREFF-FILHO, M.; CAMPOS, M. R.; SILVA, P. S. da; GUEDES, R. N. C. **Insecticide resistance and control failure likelihood of the whitefly Bemisia tabaci (MEAM1; B biotype)**: a Neotropical scenario. Association of Applied Biologists, v. 172, p. 88-99, 2017. DOI: 10.1111/aab.12404.

DIEHL, M.; FERLA, N. J.; JOHANN, L. Plantas associadas à videiras: uma estratégia para o controle biológico no Rio Grande do Sul. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 79, n. 4, p. 579-586, out./dez. 2012.

FONTES, Eliana Maria Gouveia; VALADARES-INGLIS, Maria Cleria. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília: Embrapa, 2020. 510 p. ISBN 978-65-86056-01-3.

GONÇALVES, P. A. S. **A importância da diversidade vegetal no manejo ecológico de insetos em agroecossistemas:** uma revisão. Scientific Electronic Archives, v. 13, n. 6, p. 88-95, 2020. DOI: 10.36560/1362020981.

HAN, Yue et al. **Effects of various nectar and pollen plants on the survival, reproduction, and predation of Neoseiulus bicaudus**. Insects, v. 15, n. 190, 2024. DOI: 10.3390/insects15030190.

HARO, Marcelo Mendes; SILVEIRA, Luís Cláudio Paterno; WILBY, Andrew. **Stability lies in flowers:** Plant diversification mediating shifts in arthropod food webs. PLoS ONE, v. 13, n. 2, p. e0193045, 2018. Disponível em: DOI:10.1371/journal.pone.0193045.

KHONGRUANG, P.; RISON, K.; DISYATAT, N. R. et al. Flowering zinnia as companion plant increases predatory arthropod abundance and improves yard-long bean yield. *BioControl*, 2024.

KNECHTEL, P. **Controle biológico**: uma alternativa ao uso de agrotóxicos. Revista de Agricultura, v. 16, n. 1, p. 59-76, 2014.

MARCELO, Vanessa; RAMOS, Marcus; SANTOS, Mirley. **Recursos florais e sistemas de polinização bióticos em vegetação lenhosa de uma vereda no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO, Brasil**. Goiânia: IFG, 2019.

MARTINS, Amanda Eburneo. **Padrões de cores de flores e a polinização em vegetações sazonais**. 2019. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/084cced6-e9c7-4dce-b6b1-7b432d9a54b2/content. Acesso em: 12 nov. 2024.

MATTA, C. R. **Análise da resistência de pragas aos inseticidas**: implicações para o manejo. Revista Brasileira de Entomologia, v. 60, n. 1, p. 1-10, 2016.

NEPI, Massimo; GRASSO, Donato A.; MANCUSO, Stefano. **Nectar in plant–insect mutualistic relationships**: From food reward to partner manipulation. Frontiers in Plant Science, v. 9, n. 1063, 2018. DOI: 10.3389/fpls.2018.01063.

ORIGEM BIO. **Controle biológico conservativo de pragas com uso de plantas atrativas**. Disponível em: https://www.origembio.com.br/blog/controle-biologico-conservativo. Acesso em: 1 nov. 2024.

ROCHA, Jonas; CONCEIÇÃO, Luciano; FARIAS, Luis Fernando. **Visitantes florais de Cassia fistula L. (Fabaceae, Caesalpinioideae) em área urbana no Município de Alta Floresta-MT**. Jandaia: Centro Científico Conhecer, 2022.

SILVA, J. A. et al. **Utilização de plantas atrativas no manejo integrado de pragas**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 12, n. 2, p. 58-68, 2017.

VENZON, M.; NEVES, W. S.; JÚNIOR, T. J. P.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021.

ZHOU, Shaoqun; JANDER, Georg. **Molecular ecology of plant volatiles in interactions with insect herbivores**. Journal of Experimental Botany, v. 73, n. 2, p. 449-462, 2022. DOI: 10.1093/jxb/erab413.