



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO
SUSTENTÁVEL.

MAYARA PEREIRA DA LUZ SOUSA

ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS DE CONTROLE DE PRAGAS NO TOCANTINS

ARAGUATINS -TO

2024

MAYARA PEREIRA DA LUZ SOUSA

ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS DE CONTROLE DE PRAGAS NO TOCANTINS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Pós Graduação em Desenvolvimento Agropecuário Sustentável do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências à obtenção do grau de Pós Graduação.

Orientador: PhD. Wyratan S. Santos

ARAGUATINS-TO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

- S725e Sousa, Mayara Pereira da Luz
 Estratégias sustentáveis de controle de pragas no Tocantins:
 Uma abordagem alternativa / Mayara Pereira da Luz Sousa. –
 ARAGUATINS, TO, 2024.
 30 p.
- Artigo (Pós-graduação Lato Sensu em Desenvolvimento
 Agropecuário Sustentável) – Instituto Federal de Educação, Ciência e
 Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins, ARAGUATINS, TO,
 2024.
- Orientador: PhD Wyratan da Silva Santos
1. Controle de pragas. 2. Manejo Integrado de Pragas. 3.
 Tecnologia de Aplicação. I. Santos, Wyratan da Silva. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins

Campus Araguatins

Coordenação do Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Desenvolvimento
Agropecuário Sustentável

FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS DE CONTROLE DE PRAGAS
NO TOCANTINS: UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA"**

AUTOR: Mayara Pereira da Luz Sousa

ORIENTADOR: Professor Dr. Wyratan da Silva Santos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Desenvolvimento Agropecuário Sustentável.

Aprovado em 16 de dezembro de 2024.

Documento assinado eletronicamente por Wyratan da Silva Santos, Servidor, em 31/01/2025, às 16:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por Miguel Camargo da Silva, Servidor, em 31/01/2025, às 16:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **DANILO HENRIQUE DA MATTA**, Usuário Externo, em 31/01/2025, às 20:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_documento=23233.024130/2024-85, informando o código verificador 2591927 e o código CRC 48CEECA5.

Referência: Processo nº
23233.024130/2024-85

SEI nº 2591927

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, cuja orientação e força foram fundamentais ao longo de toda a realização deste trabalho.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), pela infraestrutura e suporte acadêmico indispensáveis para o desenvolvimento deste TCC. Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Wyratan da Silva, pela orientação, paciência e contribuição essencial para a construção deste trabalho.

Sou grato aos meus familiares, especialmente à minha mãe e aos meus irmãos, pelo amor incondicional, apoio constante e incentivo durante toda a trajetória acadêmica.

Agradeço também ao meu namorado, que, com compreensão e apoio, contribuiu para a realização deste projeto.

Meus sinceros agradecimentos aos colegas da turma de Pós-Graduação, com quem compartilhei momentos enriquecedores e aprendizados valiosos.

Finalmente, expresso minha gratidão à amiga Lorhana Mesquita, pelo apoio e amizade ao longo deste percurso.

A todos, meu muito obrigado, sem vocês eu não conseguiria chegar onde estou!

RESUMO

O presente trabalho aborda estratégias sustentáveis de controle de pragas no estado do Tocantins, destacando a importância de uma abordagem alternativa para a gestão dessas pragas. A revisão de literatura contempla as principais metodologias aplicadas, com ênfase nas inovações tecnológicas e práticas agrícolas que promovem um controle eficaz e ambientalmente responsável. Entre as técnicas discutidas estão o manejo integrado de pragas (MIP), que integra práticas culturais para minimizar os danos causados por pragas; o controle biológico, que utiliza organismos vivos para combater pestes; e a rotação de culturas, que visa a redução da incidência de pragas e doenças no solo. Adicionalmente, é explorada a utilização de feromônios para atração e eliminação de pragas, destacando sua eficácia e sustentabilidade. A revisão também aborda novas tecnologias de aplicação que buscam otimizar o uso de recursos e reduzir impactos ambientais. Por meio dessa abordagem alternativa, o trabalho busca oferecer soluções viáveis para os desafios enfrentados na agricultura tocantinense, promovendo práticas que aliam eficiência e sustentabilidade.

Palavras-chave: Controle de pragas. Manejo Integrado de Pragas. Controle Biológico. Rotação de Culturas. Feromônios. Tecnologia de Aplicação.

ABSTRACT

This paper addresses sustainable pest control strategies in the state of Tocantins, emphasizing the importance of an alternative approach to pest management. The literature review covers the main methodologies applied, focusing on technological innovations and agricultural practices that promote effective and environmentally responsible pest control. Techniques discussed include Integrated Pest Management (IPM), which combines cultural, biological, and chemical practices to minimize pest damage; biological control, which employs living organisms to combat pests; and crop rotation, aimed at reducing the incidence of pests and soil-borne diseases. Additionally, the use of pheromones for pest attraction and elimination is explored, highlighting their effectiveness and sustainability. The review also covers new application technologies that seek to optimize resource use and reduce environmental impact. Through this alternative approach, the paper aims to offer viable solutions to the challenges faced in Tocantins agriculture, promoting practices that balance efficiency and sustainability.

Keywords: Pest control, Integrated Pest Management, Biological Control, Crop Rotation, Pheromones, Application Technology.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. METODOLOGIA.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 Controle de Pragas em Contexto Sustentável.....	12
3.2 Manejo Integrado de Pragas: Soluções Coordenadas e Eficazes	13
3.3 O Benefício Natural e Potencial do Controle Biológico	15
3.4 Rotação de Culturas: Alternando Plantios para Melhorar o Controle de Pragas.....	18
3.5 Feromônios no Controle de Pragas.....	20
3.6 Inovações em Tecnologias de Aplicação para o Controle de Pragas	22
4.RESULTADO E DISCUSSÕES	24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios das civilizações, o ser humano tem utilizado a agricultura para extrair recursos úteis, especialmente como fonte de alimento. Em resposta à competição com insetos prejudiciais às culturas, passou a adotar inseticidas sintéticos como o principal grupo de produtos químicos para o controle dessas pragas na agricultura (FREITAS, 2009).

Inicialmente, os agrotóxicos eram considerados a solução mais eficaz para pragas. No entanto, seu uso excessivo os transformou em um agente de risco, causando danos ao meio ambiente e desenvolvendo resistência em insetos. Isso resultou no ressurgimento de pragas em níveis mais altos e no aparecimento de pragas secundárias (MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005; TIBONI, 2007).

O Estado do Tocantins, localizado no centro-norte do Brasil, destaca-se por seu potencial agrícola expressivo, especialmente na região do Bico do Papagaio. Essa área é reconhecida por suas terras férteis e clima tropical semiúmido, que favorecem a produção de grãos e frutas. Contudo, o avanço na agricultura também trouxe desafios relacionados ao controle de pragas, que podem comprometer a sustentabilidade das lavouras. Conforme apontado pela Secretaria de Comunicação do Estado do Tocantins (SECOM 2018), a introdução de novas tecnologias de aplicação e o aprimoramento das práticas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) são essenciais para enfrentar esses desafios. A integração de métodos sustentáveis, como o controle biológico e a rotação de culturas, oferece uma alternativa eficaz para reduzir o impacto ambiental e manter a competitividade das produções na região.

Na região do Bico do Papagaio, os problemas relacionados a pragas exigem abordagens específicas para proteger a produtividade agrícola, que inclui grãos e frutas de grande valor econômico. Segundo Parada et al. (2020), a combinação do uso de feromônios para captura de insetos com a redução de inseticidas tem se mostrado uma alternativa eficaz no controle populacional de pragas. Essa abordagem evidencia a importância de integrar diferentes métodos, como o monitoramento com feromônios e o controle biológico com inimigos naturais. Essas práticas não apenas diminuem a dependência de pesticidas químicos, mas também ajudam a preservar os ecossistemas locais e a saúde do solo, promovendo uma agricultura mais equilibrada e sustentável em toda a região do Bico do Papagaio e no Tocantins.

A crescente intensificação da agricultura no Estado, especialmente na região do Bico do Papagaio, tem exigido uma adaptação nas práticas de controle de pragas para garantir a sustentabilidade e a produtividade das lavouras. Segundo Carvalho et al. (2022), o uso de práticas agrícolas sustentáveis é essencial para reduzir o impacto ambiental e melhorar a eficiência do controle de pragas. Entre essas práticas, destacam-se a rotação de culturas e o controle biológico, que contribuem para a manutenção da saúde do solo e da biodiversidade. A rotação de culturas, por exemplo, ajuda a quebrar os ciclos de vida das pragas e a reduzir a incidência de doenças, enquanto o controle biológico utiliza organismos naturais para controlar as populações de pragas sem a necessidade de produtos químicos (CARVALHO ET AL., 2022). Estas abordagens são particularmente relevantes para o Tocantins, onde a diversidade de culturas e as condições climáticas favorecem a multiplicação de pragas.

A tecnologia desempenha um papel crucial na modernização das práticas de controle de pragas, proporcionando soluções mais precisas e eficazes para os produtores. Silva e Oliveira (2021) enfatizam que a inovação tecnológica, como o uso de sistemas de aplicação de precisão e feromônios, tem revolucionado o controle de pragas, tornando-o mais eficiente e menos prejudicial ao meio ambiente. Os sistemas de aplicação de precisão permitem uma distribuição mais uniforme dos produtos fitossanitários, reduzindo o desperdício e aumentando a eficácia no combate às pragas (SILVA; OLIVEIRA, 2021). Além disso, os feromônios são utilizados tanto para o monitoramento quanto para a atração e eliminação de pragas específicas, o que ajuda a controlar suas populações de maneira direcionada e minimiza o impacto sobre organismos não-alvo (SILVA; OLIVEIRA, 2021). Essas tecnologias são particularmente vantajosas para todo o Estado e principalmente para a região do Bico do Papagaio, onde a produção agrícola é intensa e a precisão no controle de pragas é essencial para manter a produtividade.

Neste cenário, as estratégias sustentáveis de controle de pragas emergem como alternativas cruciais para mitigar os impactos negativos associados ao uso excessivo de produtos químicos e promover práticas agrícolas mais equilibradas e ecológicas.

Entre as estratégias analisadas, as novas tecnologias de aplicação têm se destacado por sua capacidade de melhorar a precisão na deposição de produtos fitossanitários e reduzir o desperdício. De acordo com Silva et al. (2021), essas tecnologias, que incluem sistemas de aplicação de precisão e sensores para monitoramento das lavouras, permitem uma aplicação mais eficiente e direcionada, minimizando os impactos ambientais e aumentando a eficácia no

controle de pragas. Essas inovações são particularmente relevantes no contexto do Tocantins, onde a heterogeneidade das áreas agrícolas e as condições climáticas variáveis exigem soluções adaptativas e tecnológicas para garantir a sustentabilidade da produção.

Os objetivos deste trabalho são identificar e analisar as práticas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) utilizadas no Estado do Tocantins, com foco na eficácia de métodos sustentáveis e tecnologias inovadoras. Além disso, busca-se discutir como essas abordagens podem contribuir para a redução dos impactos ambientais e para a manutenção da produtividade agrícola em toda a região. Ao explorar as diversas estratégias de controle de pragas, este estudo pretende oferecer subsídios para a adoção de práticas mais eficientes e sustentáveis pelos agricultores do Tocantins. No entanto, é importante destacar que ela não pretende esgotar totalmente o tema, pois existem muitos aspectos e nuances adicionais que poderiam ser explorados em profundidade em futuras pesquisas.

2. METODOLOGIA

Esta revisão de literatura foi elaborada com base em pesquisas de natureza qualitativa, conduzidas por meio de uma análise descritiva e utilizando a técnica de documentação indireta. Dessa forma, trata-se de uma revisão de literatura do tipo narrativo.

Os trabalhos selecionados para o estudo foram identificados por meio dos seguintes descritores: “controle biológico”, “manejo integrado de pragas”, “MIP”, “rotação de cultura”, “controle químico”, “controle genético”, “uso de feromônios” na agricultura” e “agricultura sustentável”.

Para viabilizar a realização deste estudo, foram utilizados trabalhos publicados em revistas de circulação nacional e internacional, com consulta a bases de dados de sites e bibliotecas digitais, como Google Scholar, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Periódicos, Web, entre outros. Foram considerados materiais dos últimos cinco anos ou de períodos anteriores, desde que sejam relevantes para o tema investigado. Não foram aplicados critérios de exclusão relacionados ao idioma, e as informações encontradas foram obtidas de bancos de dados disponíveis na internet e em livros, permitindo o acesso a fontes originais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Controle de Pragas em Contexto Sustentável

O controle de pragas refere-se a um conjunto de práticas utilizadas para minimizar o impacto de organismos indesejáveis que prejudicam a agricultura e a saúde humana, tradicionalmente, esse controle tem sido realizado por meio de métodos químicos, como o uso de pesticidas, que, embora eficientes a curto prazo, causam diversos problemas ambientais e de saúde pública, incluindo a contaminação de águas, solo e alimentos, resistência de pragas e a eliminação de insetos benéficos (BETTIOL; GHINI, 2003; MARIANI; HENKES, 2015).

Os egípcios, como o uso de gatos para conter os roedores, destacam a relação entre o ser humano e os animais na busca por soluções naturais e eficazes. De forma semelhante, os europeus mais tarde domesticaram furões com a mesma finalidade. Já a abordagem chinesa, ao introduzir formigas tecelãs nas plantações, mostra o pioneirismo no uso do controle biológico de pragas — técnica que ainda inspira práticas modernas de agricultura sustentável (EMBRAPA, 2020).

A introdução de pesticidas químicos pelos sumérios marca o início do uso de compostos artificiais, uma prática que ganhou impulso no século 20 com o avanço industrial. Apesar da eficiência, esta abordagem traz impactos negativos, como a contaminação ambiental e os riscos à saúde pública, especialmente com o uso excessivo ou inadequado de substâncias químicas (ALTIERI; MASERA, 1998). Plantações são afetadas diariamente por inúmeras pragas, algumas causam danos diretos e outras são consideradas problemas por serem vetores de patógenos (PARA ET AL., 2003). Em virtude do aparecimento de grande número de pragas em diversas culturas, o manejo é altamente dependente dos agroquímicos para a redução populacional e diminuição dos danos e prejuízos provocados pelos insetos, e, em certos casos, para evitar a transmissão de fitopatógenos (YAMAMOTO ET AL., 2009).

Hoje, o controle de práticas de equilíbrio tradicionais, biológicos e tecnológicos, a crescente preocupação ambiental impulsiona a busca por alternativas mais sustentáveis, como pesticidas orgânicos, armadilhas inteligentes e novas formas de controle biológico, reafirmando a importância de práticas que minimizem os impactos no ecossistema e na saúde humana.

A sustentabilidade no controle de pragas é crucial para minimizar os impactos negativos dos métodos convencionais, como o uso intensivo de agrotóxicos. Martins et al. (2017) destacam que esse método não apenas prejudica polinizadores e inimigos naturais das pragas,

mas também apresentam riscos significativos de intoxicação para os aplicadores e contaminação ambiental. Em busca de alternativas mais sustentáveis, esta revisão investiga métodos que visam reduzir a dependência de produtos químicos, através da utilização de práticas de manejo integrado e processos biológicos (GLIESSMAN, 2005; EMATER, 2020).

As estratégias sustentáveis de controle de pragas incluem a aplicação de novas técnicas, controle biológico, rotação de culturas e uso de feromônios. Embora essas técnicas possam ser empregadas isoladamente, quando utilizadas conjuntamente formam um programa de manejo integrado de pragas (MIP). As novas tecnologias de aplicação, por exemplo, buscam aprimorar a precisão na deposição de produtos e reduzir o desperdício, contribuindo para a sustentabilidade do processo (ALMEIDA; SANTOS, 2019). O manejo integrado de pragas combina práticas culturais, biológicas e químicas para minimizar os impactos ambientais e promover um equilíbrio ecológico nas áreas de cultivo (EMBRAPA, 2018). O controle biológico utiliza organismos naturais, como predadores e parasitas, para controlar as populações de pragas, sendo uma alternativa eficiente e ecológica (EMBRAPA, 2020).

No Tocantins, especialmente na região do Bico do Papagaio, a implementação de estratégias sustentáveis de controle de pragas tem ganhado destaque. A integração de práticas culturais e biológicas têm contribuído para a redução do uso de agrotóxicos e a melhoria na produtividade agrícola. A Embrapa (2020) destaca que a utilização de rotação de culturas e feromônios para o controle de pragas específicas tem promovido uma agricultura mais sustentável e eficiente na região. Essas práticas não apenas melhoram a saúde do solo e a biodiversidade, mas também ajudam a manter a viabilidade econômica das propriedades agrícolas, reduzindo os custos associados ao controle de pragas (GLIESSMAN, 2005).

3.2 Manejo Integrado de Pragas: Soluções Coordenadas e Eficazes

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é uma abordagem que visa minimizar os danos causados por pragas agrícolas através da utilização de diversas estratégias de controle de maneira harmoniosa e sustentável. Segundo Kogan (1998), o MIP é definido como o “uso de táticas de controle, isoladamente ou associadas harmoniosamente, numa estratégia baseada em análises de custo/benefício, que levam em conta o interesse e/ou o impacto sobre os produtores, sociedade e o ambiente”. Os princípios do MIP incluem o controle natural, a tolerância das culturas aos danos causados pelas pragas, o monitoramento das populações de insetos para

tomadas de decisão, e a compreensão da biologia e ecologia das culturas e suas pragas (GLIESSMAN, 2005).

Os componentes do MIP abrangem várias táticas de controle que incluem: o controle cultural, que consiste em práticas agrícolas que desfavorecem a proliferação de pragas, como a rotação de culturas, a plantação de variedades resistentes e o uso de práticas adequadas de irrigação e adubação; o controle biológico, que utiliza inimigos naturais das pragas, como predadores, parasitóides e patógenos, para manter as populações de pragas em níveis baixos (EMBRAPA, 2020); o controle comportamental, que emprega substâncias que interferem no comportamento das pragas, como feromônios para atração e captura; o controle genético, que envolve o desenvolvimento e uso de cultivares geneticamente modificados ou selecionados para resistirem às pragas; e o controle químico, que se baseia na aplicação de pesticidas de forma criteriosa e integrada com outras táticas, visando minimizar os impactos ambientais e a resistência das pragas (MARTINS ET AL., 2017).

No Brasil, a adoção do MIP tem sido promovida como uma estratégia fundamental para enfrentar os desafios do controle de pragas em um ambiente tropical, a alta taxa de reprodução das pragas, aliada a condições climáticas favoráveis, torna essencial a implementação de métodos sustentáveis. A utilização do MIP em culturas como a cana-de-açúcar tem mostrado resultados promissores, reduzindo a incidência de pragas e o uso de pesticidas químicos (CANÇADO ET AL., 2013).

Um exemplo notável de sucesso no Manejo Integrado de Pragas, aconteceu nas plantações de algodão em Mato Grosso, Brasil. Antes da adoção do MIP, os agricultores sofriam com a infestação do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), que causava enormes perdas. Com a implementação do MIP, que envolve o uso de controle biológico, monitoramento constante das lavouras, houve uma significativa redução na incidência dessa praga. Segundo dados da Embrapa, o uso de inseticidas foi reduzido em mais de 50%, gerando uma economia considerável para os produtores e diminuindo o impacto ambiental (EMBRAPA, 2020). Além disso, a produtividade das lavouras aumentou, comprovando a eficácia do MIP em promover uma agricultura mais sustentável e lucrativa (SILVA ET AL., 2021).

Na região do Tocantins, a implementação do MIP tem sido uma estratégia eficaz para lidar com a diversidade de pragas que afetam a agricultura local. A rotação de culturas, por exemplo, tem sido amplamente adotada, interrompendo os ciclos de vida das pragas e melhorando a saúde do solo contribuindo para a sustentabilidade agrícola da região (EMATER,

2020). No Brasil, diversos programas de Manejo Integrado de Pragas têm sido implementados em culturas de grande relevância econômica, como soja, milho e sorgo. Esses programas têm mostrado resultados positivos, com uma diminuição significativa no número de aplicações de defensivos, o que gera economia para os agricultores e reduz os impactos negativos ao meio ambiente (EMBRAPA, 2011).

Em suma, o MIP não apenas melhora a eficiência dos recursos utilizados pelo agricultor, mas também preserva o equilíbrio ambiental e promove uma agricultura mais sustentável. A aplicação de suas estratégias em regiões tropicais do Brasil demonstra seu potencial para transformar a agricultura, tornando-a mais resiliente e menos dependente de agroquímicos (GLIESSMAN, 2005; MARIANI; HENKES, 2015).

3.3 O Benefício Natural e Potencial do Controle Biológico

O controle biológico é um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem nos agentes de mortalidade biótica (EMBRAPA, 2007). Segundo Venzon (2016) o controle biológico pode atuar tanto de forma preventiva quanto curativa, aumentando a quantidade e eficiência dos insetos benéficos, no entanto, o equilíbrio biológico depende diretamente da variedade de insetos presentes no ecossistema, o que reforça a importância de manter a biodiversidade.

Segundo a EMBRAPA (2007) a implementação de estratégias de controle biológico pode incluir algumas abordagens diferentes, como: controle biológico clássico, natural e aplicado. O controle biológico clássico consiste na introdução de um agente de controle biológico, normalmente originário da mesma área da praga-alvo, que é liberado em detalhes limitados (inoculantes) para se estabelecer em um novo ambiente (PARRA ET AL., 2002).

O controle biológico natural é definido pela presença contínua de agentes de controle nativos, como parasitas, predadores e organismos entomopatogênicos, que atuam sobre as leis de proibição (PARRA ET AL., 2002). Nessa abordagem, é fundamental preservar e, se viável, aumentar a população desses inimigos naturais por meio de práticas de manejo cultural e o uso de inseticidas seletivos, uma vez que eles desempenham um papel crucial como agentes da mortalidade natural.

Segundo Parra et al. (2002), o controle biológico aplicado é caracterizado pela liberação em grande quantidade de um agente de controle biológico produzido em massa, afetando a redução da população de uma praga específica e o restabelecimento do seu nível de equilíbrio. Embora esse agente possa se estabelecer na área de liberação, sua atuação se assemelha a um inseticida sintético, proporcionando um controle rápido das práticas.

Além disso, os estudos sobre o habitat e a predação dos inimigos naturais são essenciais para garantir a eficácia do controle biológico. Oliveira et al. (2019) destacam que o sucesso desse manejo alternativo está relacionado às interrelações entre os ciclos naturais dos organismos envolvidos, fortalecendo a sustentabilidade do ambiente. Essa estratégia promove a redução da dependência de pesticidas químicos, minimizando os impactos ambientais e contribuindo para uma agricultura mais equilibrada e produtiva.

No Brasil, o controle biológico começou há cerca de 100 anos com a importação do parasitóide *Encarsia berlesei* dos EUA, mas as tentativas até 1944 falharam devido à falta de estudos e programas de criação massal (ELEVAGRO, 2022). Nesse período, o uso intensivo de pesticidas sintéticos predominou até a criação, pela Embrapa, de um sistema de quarentena para apoiar o controle biológico e prevenir pragas exóticas (EMBRAPA, 2020). Hoje, o panorama do controle biológico no Brasil continua a se expandir e a demonstrar sucessos significativos (ELEVAGRO, 2022). No Tocantins, a pesquisa com fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Paecilomyces farinosus* mostra promissora eficácia no controle de pragas como o Caruncho do abacaxi (*Parisoschoenus ananasi*) (SILVA, 2020).

O *Beauveria bassiana* é um fungo presente naturalmente em solos ao redor do mundo. Ele é reconhecido por causar uma doença fatal em diversos insetos, presentes como parasitas. Somente no ano de 2016, foram registradas oito novas marcas comerciais de inseticidas microbiológicos desenvolvidas com base nos esporos desse fungo (SILVA; BEZERRA; FERREIRA, 2018). Segundo a Embrapa (2020), um exemplo de sucesso no controle biológico no Brasil é o uso do fungo *Beauveria bassiana* para combater a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), uma praga que causa grandes prejuízos nas plantações de café.

A aplicação desse fungo entomopatogênico tem mostrado excelentes resultados, reduzindo significativamente a população da broca e, conseqüentemente, a necessidade de

pesticidas químicos. Esse método não só protege a cultura de café, mas também promove uma abordagem mais sustentável e amigável para o meio ambiente, evidenciando a eficácia do controle biológico na prática agrícola (EMBRAPA, 2020).

Segundo Silva, Bezerra e Ferreira (2018), o *Trichogramma pretiosum* é uma microvespa extremamente empregada no controle biológico de ovos de diversas espécies de mariposas. Essas vespinhas parasitam os ovos das praga-alvo ao depositar seus próprios ovos no interior deles. Esse processo interrompe gradativamente o desenvolvimento da praga, e, em poucos dias, um novo parasitoide emerge como um adulto, pronto para continuar a reprodução e o controle na cultura, utilizando outros ovos deles presentes no campo. A eficiência agrônômica do *Trichogramma pretiosum* já foi comprovada, tanto técnica quanto cientificamente, no cultivo da soja para o controle eficaz da lagarta de soja (*Anticarsia gemmatalis*) e da lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*).

Destaca-se o aumento no uso de fungos entomopatogênicos, como o *Metarhizium anisopliae*, que ocorre naturalmente em solos ao redor do mundo. Esse fungo é responsável por causar doenças em diversas espécies de insetos que atacam as plantas, sendo amplamente utilizado no Brasil como um agente de controle biológico. Ele se destaca por sua capacidade de controlar mais de 300 espécies de insetos-praga, além de oferecer fácil aplicação no campo e representar um risco mínimo ao meio ambiente (SILVA; BEZERRA; FERREIRA, 2018).

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2020), revela que o estado do Tocantins tem se destacado na aplicação de controle biológico. Pesquisas realizadas pela Unitins Agro, em parceria com a Embrapa e outros órgãos, têm desenvolvido e aplicado fungos entomopatogênicos para o controle de pragas em culturas como soja e feijão caupi. Projetos financiados pelo CNPq estão em andamento para selecionar isolados virulentos desses fungos para controlar pragas como a vaquinha (*Cerotoma sp.*) no feijão caupi, que tem causado grandes prejuízos aos pequenos produtores. Essas iniciativas são fundamentais para a agricultura sustentável na região (CNPq, 2020).

No Estado, o professor Efrain de Santana Souza, da Unitins, tem promovido o manejo integrado de pragas na cultura da soja, destacando os benefícios econômicos e ambientais dessa prática (ARAGUAÍNA URGENTE, 2019). Seus estudos mostram que o monitoramento constante e a utilização de inimigos naturais podem reduzir significativamente o uso de

inseticidas químicos, diminuindo os custos de produção e os impactos ambientais. As pesquisas de Souza visam aumentar a lucratividade dos produtores e promover práticas agrícolas mais sustentáveis na região (SOUZA, 2016).

Os avanços no controle biológico e no manejo integrado de pragas no Tocantins refletem uma tendência nacional de buscar alternativas sustentáveis na agricultura (TO.gov.br, 2016). Esses avanços foram detalhados em uma palestra na Agrotins, onde foram apresentados os resultados de pesquisas sobre o uso de agentes biológicos para o manejo de doenças em plantas. Com o apoio de instituições de pesquisa, financiamento governamental e a colaboração entre cientistas e agricultores, o estado está se posicionando como um modelo de inovação e sustentabilidade no manejo de pragas, promovendo uma agricultura mais responsável e eficiente (SILVA, 2020).

No Tocantins, apenas uma pequena parcela dos produtores de soja está prevista no MIP/CB. Contudo, esses agricultores têm buscado alternativas tecnológicas ao controle tradicional de doenças, motivados pela conscientização dos benefícios oferecidos por essa metodologia de produção. Essa abordagem já demonstra soluções econômicas e, a prazos médios e longos, promete contribuir para a recuperação do equilíbrio ambiental. Com isso, espera-se uma redução natural de muitas pragas, além de diminuir significativamente a dependência de produtos químicos, como inseticidas e fungicidas (SILVA; BEZERRA; FERREIRA, 2018).

3.4 Rotação de Culturas: Alternando Plantios para Melhorar o Controle de Pragas

Pereira (2023) explica que a rotação de culturas é uma prática agrícola que consiste na alternância planejada de diferentes tipos de vegetais em uma mesma área ao longo do tempo, promovendo uma série de benefícios para o solo e para a produtividade das culturas. De acordo com o mesmo autor, essa técnica melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, além de controlar as plantas orgânicas e reduzir a incidência de doenças indiretamente.

A prática também contribui para a reposição de matéria orgânica e o incremento da fertilidade do solo, em regiões como o Tocantins, essa técnica é apoiada pela Secretaria da

Agricultura e Pecuária (SEAGRO) devido ao seu potencial para aumentar a produtividade agrícola e a sustentabilidade das práticas de cultivo (SEAGRO, 2015).

A rotação de culturas é eficaz na redução de pragas e doenças devido à quebra dos ciclos biológicos de muitas espécies de patógenos e pragas. Quando uma cultura é repetida continuamente em um mesmo local, pragas e doenças associadas a essa cultura podem se acumular e se tornar mais difíceis de controlar, a alternância de culturas interrompe esse ciclo e reduz a pressão de infestação (EMBRAPA 2021). Em estudos realizados no Tocantins, evidências mostram que a rotação de culturas, como a alternância entre soja e milho, pode ajudar a reduzir a incidência de pragas específicas e doenças, proporcionando um ambiente menos favorável para o desenvolvimento de patógenos (CAVALCANTE ET AL., 2017).

No Estado, a rotação de culturas deve ser adaptada às condições locais e às necessidades específicas dos agricultores. Genebaldo Barbosa Queiroz, da Seagro, recomenda a utilização de gramíneas e leguminosas como milho e soja, além de sorgo, que não apenas contribuem para a recuperação do solo, mas também são benéficas para a produção de grãos e a alimentação animal (SECOM, 2015). Além disso, a rotação deve incluir uma variedade de culturas, como feijão-caupi e melancia, para maximizar os benefícios e atender às demandas do mercado local. A prática de rotação também deve ser ajustada para considerar o uso de irrigação e o ciclo das safras, de modo a garantir a sustentabilidade e a eficiência na produção (FRAGOSO ET AL., 2019).

A rotação de culturas tem demonstrado ser uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade do solo e a produtividade agrícola, o estado apresenta uma crescente produção de grãos, com destaque para o sorgo e a soja, cujas rotações têm contribuído para a conservação do solo e a redução de custos de produção (SEAGRO, 2015).

A implementação bem-sucedida da rotação de culturas depende de um planejamento cuidadoso e da adaptação às condições locais. O professor Danilo Marcelo Aires dos Santos, da Unitins, destaca que a rotação não deve ser confundida com simples sucessão de culturas e que um esquema de rotação bem planejado pode aumentar a eficiência da produção, reduzir a necessidade de fertilizantes e controlar pragas e doenças (SANTOS, 2021). Segundo o mesmo autor, o sucesso dessa prática exige uma combinação de conhecimento técnico e adaptação às condições específicas de cada propriedade agrícola.

3.5 Feromônios no Controle de Pragas

Focando no desenvolvimento sustentável, a solução ideal é criar agentes específicos que atinjam apenas as espécies nocivas, evitando resistência e protegendo o meio ambiente e a saúde humana (FREITAS, 2009). Nesse sentido, os feromônios se destacam como substâncias naturais que regulam o comportamento dos insetos, com baixa probabilidade de resistência e sem causar danos ambientais (FREITAS, 2009; TIBONI, 2007).

A natureza é a base para o desenvolvimento da tecnologia de semioquímicos. Os pesquisadores identificaram que os insetos utilizam substâncias químicas para se comunicar, emitindo sinais relacionados à demarcação de território, alimentação, reprodução, entre outros. Quando essa comunicação ocorre entre indivíduos da mesma espécie, essas substâncias químicas recebem o nome de feromônios. Essa interação pode ser comparada à linguagem humana, porém utilizando feromônios no lugar das palavras (EMBRAPA, 2016).

Esses feromônios são substâncias químicas produzidas por organismos para comunicação entre indivíduos da mesma espécie (FOGAÇA, 2014). Essas mensagens químicas são liberadas no ambiente e detectadas por receptores especializados, predominantemente localizados nas antenas dos insetos, que possuem alta sensibilidade para esses sinais químicos (ZHU ET AL., 2022).

O feromônio é comumente utilizado para monitorar a presença e a densidade da praga nas plantações, buscando minimizar os impactos econômicos e ambientais. No processo de coleta em massa, o feromônio serve como atrativo, direcionando os insetos para um recipiente de contenção, com o intuito de reduzir ou eliminar a população da praga no cultivo. Para esse método, utiliza-se um maior número de armadilhas, com a meta de capturar o maior número possível de indivíduos (CIRINO, 2012).

Eles podem ser classificados conforme sua função, feromônios sexuais são usados para atrair parceiros para acasalamento, enquanto feromônios de agregação promovem a reunião de insetos em determinadas áreas, feromônios de alarme são responsáveis por comportamentos defensivos, e feromônios de marcação de trilha auxiliam na navegação e localização de recursos (EL-SAYED, 2020). No manejo de pragas, o uso de feromônios é implementado por meio de três estratégias principais: monitoramento com armadilhas, captura massal e interrupção do

acasalamento, utilizando feromônios sintéticos para confundir os insetos e reduzir suas populações (FENG ET AL., 2023).

Na Cultura da Banana a principal praga que afeta a é o "moleque da banana", cientificamente denominado *Cosmopolites sordidus* (GERMAR, 1824) (Coleoptera, Curculionidae). As larvas dessa praga se alimentam dos rizomas da planta, criando galerias e bloqueando o fluxo da seiva, o que resulta no apodrecimento da banana. Essa infestação pode causar uma redução de até 30% na produção (ARLEU; SILVEIRA-NETO, 1984; MENDONÇA ET AL, 1999).

O feromônio do *Cosmopolites sordidus* foi identificado por volta de 1993. Pesquisas revelaram que ele é liberado pelo intestino posterior e é ativo tanto para machos quanto para fêmeas. Após a análise de sua estrutura e o isolamento da substância, foi nomeada 38-sordidina. A partir de extensos estudos sobre suas propriedades biológicas, foi possível produzir em larga escala uma mistura de estereoisômeros desse feromônio, comprovando sua eficácia na captura de indivíduos de ambos os sexos no campo (MESQUITA, 2003).

Já a cana-de-açúcar enfrenta diversas pragas, e uma das mais significativas é o *Sphenophorus levis* Vaurie, que se destaca como um importante limitante da produção. O principal dano ocorre quando as larvas se alimentam na base das plantas, formando galerias à medida que crescem, o que resulta na morte das touceiras (DINARDOMIRANDA et al 2006; GIRÓN-PEREZ et al.,2009). Recentemente, foi sintetizado o feromônio sexual do macho de *Sphenophorus levis*, com o objetivo de auxiliar no controle dos adultos. Estudos indicam que, quando combinado com certos inseticidas, esse feromônio pode aumentar a atratividade das iscas no campo, contribuindo para a redução das populações da praga (ZARBIN et al 2003; GIRÓNPEREZ et al.,2009).

As armadilhas contendo os feromônios são estrategicamente distribuídas em áreas cultivadas com o objetivo de enganar os insetos. As fêmeas, ao detectarem o odor característico dos machos, são atraídas e acabam sendo capturadas. Essa técnica permite monitorar e controlar a regulamentação de percepções-praga, contribuindo para a redução dos prejuízos causados às atividades laborais (EMBRAPA, 2016).

A eficácia dos feromônios no controle de pragas é amplamente respaldada por pesquisas recentes e estudos indicam que os feromônios sexuais podem reduzir significativamente as

populações de insetos ao atraí-los para armadilhas e promover sua captura eficaz (BURGERS ET AL., 2023). Além disso, a aplicação de feromônios contribui para a interrupção do ciclo reprodutivo das pragas, uma vez que a captura dos insetos impede o acasalamento e, conseqüentemente, a produção de descendentes (MAFRA-NETO, 2023). O uso de feromônios se revela uma alternativa segura e direcionada em comparação com métodos químicos, minimizando impactos negativos sobre organismos benéficos e o meio ambiente (TAKANASHI ET AL., 2023).

Com a intenção de reduzir a dependência de agrotóxicos, estão sendo desenvolvidas novas abordagens para o manejo de pragas. Um exemplo importante é a aplicação de semioquímicos, que são sinais químicos usados na comunicação entre organismos e podem resultar em produtos mais específicos e menos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde (GOULART et al., 2015). Os feromônios, que desempenham um papel fundamental na interação entre indivíduos da mesma espécie, destacam-se entre esses semioquímicos (ZARBIN; RODRIGUES, 2009).

Estudos locais destacam que a aplicação de feromônios em armadilhas pode ser uma estratégia útil para monitorar e controlar pragas, como a lagarta-do-cartucho do milho, que afeta significativamente a produção agrícola na região (Conab, 2023). A utilização desses feromônios permite uma abordagem mais direcionada e eficiente para o controle das pragas, reduzindo a necessidade de pesticidas e promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis (GOULART ET AL., 2021).

Além dos benefícios diretos no controle de pragas, a adoção de feromônios também contribui para a sustentabilidade da agricultura. A redução no uso de produtos químicos e a minimização de impactos negativos sobre o meio ambiente são vantagens importantes do uso de feromônios, alinhando-se com os princípios da agricultura sustentável e com as práticas recomendadas pela Secretaria da Agricultura e Pecuária do Tocantins (SEAGRO, 2024).

3.6 Inovações em Tecnologias de Aplicação para o Controle de Pragas

Atualmente há diversas novas tecnologias aliadas à agricultura, uma delas é a Agricultura de Precisão (AP) que desempenha um papel crucial na otimização da produção (ARTIOLI; BELONI, 2016). Com a utilização de novas tecnologias, juntamente com boas

práticas de cultivo, a Agricultura de Precisão tem propiciado o melhoramento dos sistemas produtivos na agricultura, principalmente quando se fala em otimização de recursos e mitigando efeitos no ambiente (OLIVEIRA ET AL., 2020).

O agronegócio no Brasil vem introduzindo progressos técnicos no setor agropecuário ao longo das últimas décadas, com destaque para tecnologias. Drones equipados com sistemas de pulverização permitem uma cobertura mais uniforme e direcionada das culturas, reduzindo o desperdício de produtos e melhorando a eficácia do tratamento (GONZÁLEZ ET AL., 2023).

Além disso, sensores de campo, como os sistemas de detecção de pragas por imagem e análise de dados, proporcionam um monitoramento contínuo e em tempo real das lavouras, permitindo intervenções rápidas e precisas (SMITH ET AL., 2022).

Outra tecnologia promissora é a robótica agrícola, que inclui robôs projetados para detectar e eliminar pragas de forma automática. Esses robôs podem operar em ambientes variados e realizar tarefas repetitivas com alta precisão, o que pode diminuir significativamente o uso de pesticidas e melhorar a sustentabilidade das práticas agrícolas (JONES ET AL., 2024). A adoção dessas novas tecnologias oferece uma série de benefícios para o controle de pragas. Primeiramente, a precisão na aplicação reduz a quantidade de produtos químicos usados, minimizando impactos ambientais e custos associados (JOHNSON; LEE, 2023).

De acordo com Anderson et al. (2023), a utilização de drones e sensores pode aumentar a eficiência do monitoramento das lavouras, possibilitando uma resposta mais rápida e direcionada às infestações, e o uso de tecnologias emergentes também contribui para a redução da exposição dos trabalhadores a produtos químicos, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro.

Além disso, projetos de pesquisa locais têm explorado o uso de sensores para monitorar pragas em tempo real. Estes sensores permitem que os produtores detectem problemas antes que se tornem graves, possibilitando ações preventivas e evitando o uso excessivo de produtos químicos (CONAB, 2023). Robôs de inspeção também estão sendo testados em áreas experimentais, demonstrando potencial para o controle automático de pragas com alta precisão (GOULART ET AL., 2021).

Em conclusão, a integração de novas tecnologias no manejo de pragas oferece um caminho promissor para melhorar a eficiência e a sustentabilidade da agricultura. O uso de drones, sensores e robótica representa um avanço significativo que pode transformar a forma como os produtores lidam com desafios fitossanitários, contribuindo para práticas mais seguras e sustentáveis.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

A pesquisa sobre Estratégias Sustentáveis de Controle de Pragas revelou uma integração crescente de práticas agrícolas sustentáveis no Tocantins, com ênfase no manejo integrado de pragas (MIP), controle biológico e uso de novas tecnologias de aplicação. É evidenciado que pequenos e grande agricultores têm adotado o MIP como uma estratégia-chave, que combina o uso racional de pesticidas com a utilização de práticas culturais e biológicas. Por exemplo, armadilhas de feromônio são amplamente utilizadas para monitoramento e controle de populações de insetos-praga, um método que tem se mostrado eficaz e ambientalmente amigável (SILVA ET AL., 2021).

Além disso, a introdução de agentes de controle biológico, como predadores e parasitas naturais, está sendo cada vez mais utilizada em culturas predominantes como o milho e a soja. Essa prática não apenas reduz a necessidade de pesticidas químicos, mas também favorece a biodiversidade, contribuindo para a sustentabilidade do ecossistema agrícola (ALMEIDA; SANTOS, 2020). MIP e controle biológico estão interligados, pois ambos têm o objetivo de reduzir os impactos ambientais e manter o equilíbrio natural dos ecossistemas.

Segundo PEREIRA et al. (2019), a adoção de tecnologias avançadas, como drones e pulverizadores automatizados, tem se tornado uma tendência crescente. Essas inovações possibilitam uma aplicação mais precisa de defensivos agrícolas, reduzindo o impacto ambiental. Além disso, essa abordagem é economicamente vantajosa, uma vez que otimiza o uso de insumos e diminui os custos operacionais. No entanto, desafios significativos persistem, como o elevado custo inicial dessas tecnologias e a necessidade de capacitação técnica para seu uso eficaz, limitando sua adoção em larga escala.

Os benefícios dessas práticas sustentáveis são amplos, incluindo a melhoria da saúde pública e da segurança alimentar. A redução na aplicação de pesticidas químicos está diretamente relacionada à diminuição dos riscos à saúde principalmente para trabalhadores rurais e consumidores. Isso é particularmente importante em áreas de cultivos, onde a exposição a produtos químicos é geralmente elevada (MARTINS ET AL., 2021).

Os resultados indicam que o sucesso e a continuidade da adoção dessas práticas dependem de políticas públicas que incentivem a agricultura sustentável, bem como de iniciativas de educação e suporte técnico. A colaboração entre governos, instituições de pesquisa e o setor privado é crucial para superar os desafios e ampliar o acesso a tecnologias verdes. Subsídios e incentivos para a adoção de práticas sustentáveis podem acelerar a transição para uma agricultura mais resiliente e ecologicamente correta na região.

Em suma, o estudo evidencia que o Tocantins está avançando em direção a uma agricultura mais sustentável. A integração de práticas de controle de pragas sustentáveis não só contribui para a conservação ambiental, mas também melhora a qualidade de vida das comunidades locais. Para garantir o sucesso contínuo, é essencial manter o foco em uma abordagem integrada que considere tanto os aspectos técnicos quanto os socioeconômicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre estratégias sustentáveis de controle de pragas no Tocantins revela um futuro bem animador para a agricultura local. Ao incorporar práticas do manejo integrado de pragas, temos uma abordagem que não só enfrenta as pragas, mas também cuida do meio ambiente. Esse manejo responsável tem mostrado que é possível controlar as pragas de forma eficaz, sem prejudicar o equilíbrio da natureza.

A utilização de técnicas sustentáveis e tecnologias desempenham um papel crucial no aprimoramento da precisão e eficiência no controle de pragas. Embora o custo inicial e a necessidade de capacitação possam representar desafios, essas inovações permitem o uso mais responsável de pesticidas e minimizam erros na aplicação, promovendo uma agricultura mais segura e sustentável.

Portanto, o futuro do controle de pragas no Tocantins parece bem promissor. Continuar investindo e aprimorando essas práticas é fundamental. Políticas públicas, apoio técnico e a capacitação dos agricultores são essenciais para garantir que esses avanços se consolidem. Com a combinação de técnicas inovadoras e sustentáveis, conseguimos não só proteger as culturas e aumentar a produção, mas também preservar o meio ambiente e garantir a segurança alimentar para o futuro.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA TOCANTINS DE DEFESA AGROPECUÁRIA (ADAPEC). Disponível em: <https://www.to.gov.br/adapec>. Acesso em: 06 set. 2024.

ALMEIDA, A. L.; SANTOS, R. M. **Manejo integrado de pragas: fundamentos e aplicações.** São Paulo: Editora Verde, 2019.

ALMEIDA, J. P.; SANTOS, R. A. Controle biológico na agricultura: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 3, p. 45-62, 2020.

ALTIERI, M. A.; MASERA, O. Desenvolvimento rural sustentável na América Latina: construindo de baixo para cima. In: ALMEIDA, A.; NAVARRO, Z. (eds.). *Reconstruindo a agricultura: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável*. 2. ed. Porto Alegre, RS: **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 1998. p.72-105.

ANDERSON, R.; SMITH, J.; WANG, L.; GARCIA, M.; DAVIS, T. Avanços na agricultura de precisão e manejo de pragas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 2, pág. 299-312, 2023

ARAGUAÍNA URGENTE. Manejo integrado de pragas garante a estabilidade da lavoura. 16 de outubro de 2019. Disponível em: <https://araguainaurgente.com.br/manejo-integrado-de-pragas-garante-a-estabilidade-da-lavoura-afirma-agronomo/>. Acesso em: 17 set. 2024.

ARLEU, R. J. e SILVEIRA-NETO, S. 1984. Broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae). **Turruialba**, v. 34, 1984, p.359- 367.

ARTIOLI, F.; BELONI, T. Diagnóstico do perfil do usuário de drones no agronegócio brasileiro. **Revista iPecege**, v. 2, n.3, p. 40-56, 2016.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Manejo de pragas e doenças em sistemas agroecológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 1, n. 1, p. 26-35, 2003.

BURGERS, J. C. et al. Efficacy of sex pheromones in pest management: **A review of recent advances.** Journal of Pest Science, v. 96, p. 31-45, 2023.

CANÇADO, J. E.; SANTOS, E. J.; OLIVEIRA, M. A. **Uso controlado do fogo no manejo de pragas em cultivos de cana-de-açúcar.** **Revista de Agricultura Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 48-57, 2013.

CARVALHO, M. A.; OLIVEIRA, P. S.; SANTOS, R. M. Manejo sustentável de pragas: tecnologias e práticas para uma agricultura ecológica. São Paulo: **Editora Verde**, 2022.

CAVALCANTE, J. D. et al. **Análise da produtividade de culturas em rotação com feijão-caupi.** **Revista Brasileira de Agricultura**, v. 12, n. 2, p. 45-58, 2017.

CIRINO, Alan Victor. **O uso de feromônios no controle de insetos-praga no Brasil. 2012. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química)** – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2012. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0811290396.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2024.

CNPq. **Projetos de pesquisa em controle biológico.** 2020. Disponível em: <http://www.cnpq.br>. Acesso em: 16 jul. 2024.

CONAB. Acompanhamento de safra: grãos. Brasília: **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 20 jul. 2024.

CONAB. Relatório de monitoramento de pragas no Tocantins. Brasília: **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 22 jul. 2024.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; CABRAL, S. B.; VALÉRIO, W.; GONCALVES, R. D.; BELTRAME, J. A. Eficiência de inseticidas aplicados em soqueiras de cana-de-açúcar no controle de *Sphenophorus levis*. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, v. 24, 2006, p. 38-41

ELEVAGRO. **Panorama do controle biológico e seus agentes no Brasil.** Disponível em: <https://elevagro.com/blog/panorama-do-controle-biologico-e-seus-agentes-no-brasil/>. Acesso em: 17 set. 2024. Publicado em: 16 fev. 2022.

EL-SAYED, A. M. **The Pherobase: Database of Insect Pheromones and Semiochemicals.** 2020. Disponível em: <https://www.pherobase.com>. Acesso em: 26 maio 2024.

EMATER. Controle de pragas e doenças em cultivos sustentáveis. 2020. Revista de Agricultura Sustentável, v. 8, n. 2, p. 45-58, 2020.

EMBRAPA. Controle biológico de pragas em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora. Brasília, DF: **Embrapa**, 2007. Disponível em: < <https://a.c.e.br/digital/bi/item//33948//1/doc-2.pdf> >. Acesso em: 08 out. 2024

EMBRAPA. Controle biológico: sucesso no uso do fungo *Beauveria bassiana* para controlar a broca-do-café. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico>. Acesso em: 02 jul. 2024.

EMBRAPA. Manejo Integrado de Pragas em Horticultura: Orientações Técnicas. 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187852/1/DOC-143-2018-2.pdf>. Acesso em: 12 set. 2024.

EMBRAPA. Manejo integrado de pragas no algodoeiro. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131626/manejo-integrado-de-pragas-no-algodoeiro>. Acesso em: 26 jul. 2024.

EMBRAPA. Manejo integrado de pragas: o que é e como aplicar. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/485673/1/Palestra-Manejo-integrado.pdf>. Acesso em: 03 out. 2024.

EMBRAPA. Manual de controle biológico. Disponível em: <http://www.embrapa.br>. Acesso em: 12 jul. 2024.

EMBRAPA. Métodos alternativos no controle de pragas e doenças. Boletim Técnico, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/controle-alternativo>. Acesso em: 23 jul. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Feromônios para controle de pragas agrícolas: solução sustentável é um dos destaques da Embrapa na Expointer 2016 - até 04/09, em Esteio, RS. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/15313240/feromonios-para-controle-de-pragas-agricolas-solucao-sustentavel-e-um-dos-destaques-da-embrapa-na-expointer-2016---ate-0409-em-esteio-rs>. Acesso em: 20 dez. 2024.

FENG, X. et al. **Application of synthetic pheromones in pest management.** *Agricultural and Forest Entomology*, v. 25, p. 15-27, 2023.

FOGAÇA, J. **Feromônios: o cheiro do amor e a isomeria cis-trans.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/feromonios.htm>. Acesso em: 18 set. 2024.

FRAGOSO, R. A. et al. Irrigação e rotação de culturas no Tocantins. **Journal of Agricultural Science**, v. 15, n. 3, p. 123-135, 2019.

FREITAS, Johnnatan Duarte de. **Síntese de Feromônios de Curculionídeos de Interesse Econômico.** 2009. 214 p. Tese (Pós-Graduação) – Instituto de Química e Biotecnologia – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, Maceió, 2009

G1. **Inovações tecnológicas que ajudam a produção agrícola são destaque na Agrotins.** Disponível em: <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2023/05/20/inovacoes-tecnologicas-que-ajudam-a-producao-agricola-sao-destaque-na-agrotins.ghtml>. Acesso em: 18 set. 2024.

GIRÓN-PÉREZ, Katherine; NAKANO Octávio; ODA-SOUZA melissa; SILVA, Amanda C. Atração de Adultos de *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) a Fragmentos Vegetais em Diferentes Estados de Conservação, **Neotropical Entomology**, v.38, n.6, 2009, p.842-846.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: the ecology of sustainable food systems.** Boca Raton: CRC Press, 2005.

GONZÁLEZ, M. et al. **Drone technology for pest control in agriculture.** *Pest Management Science*, v. 79, n. 5, p. 1234-1245, 2023.

GOU, W. et al. Advances in pheromone research and application. **Insect Science**, v. 28, p. 402-414, 2021.

GOULART, H. F. et al. Application of new technologies in pest control: a case study in cotton fields. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 3, p. 215-223, 2021.

GOULART, H. F. et al. Feromônios: uma alternativa verde para o manejo integrado de pragas. **Revista Virtual Química**, v. 7, n. 4, p. 1205-1224, jul./ago. 2015. Disponível em: http://rvq.sbq.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=187&nomeArquivo=v7n4a12.pdf. Acesso em: 19 set. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Agência de Defesa Agropecuária (Adapec)**. Monitoramento de pragas na cultura da soja no Tocantins foi realizada em 100% da área plantada. Disponível em: <https://www.to.gov.br/adapec/noticias/monitoramento-de-pragas-na-cultura-da-soja-no-tocantins-foi-realizada-em-100-da-area-plantada/2zg4zsi2d8j9>. Acesso em: 18 abr. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS. Secretaria da Agricultura. 4i8bn98apzb6. Disponível em: <https://www.to.gov.br/seagro/agricultura/4i8bn98apzb6>. Acesso em: 20 abr. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Secretaria de Comunicação. ADAPEC** realiza monitoramento de pragas quarentenárias em unidades de produção de fruticultura. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/adapec-realiza-monitoramento-de-pragas-quarentenarias-em-unidades-de-producao-de-fruticultura/41seaw44ffh0>. Acesso em: 18 abr. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Secretaria de Comunicação**. Tecnologia e manejo no controle de pragas nas culturas de soja, milho e pastagem são referências na Agrotins. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/tecnologia-e-manejo-no-controle-de-pragas-nas-culturas-de-soja-milho-e-pastagem-sao-referencias-na-agrotins/2fowj6ej5y0x>. Acesso em: 17 abr. 2024.

JOHNSON, L.; LEE, C. **Benefits of reduced pesticide use in agriculture**. *Environmental Science & Policy*, v. 138, p. 97-104, 2023.

JONES, A. et al. **Robotics in agriculture: opportunities and challenges**. *Robotics and Automation Letters*, v. 9, n. 1, p. 45-56, 2024.

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

MAFRA-NETO, A. The role of pheromones in integrated pest management. **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, v. 39, p. 215-228, 2023.

MARIANI, L.; HENKES, J. **Agricultura orgânica e sustentabilidade**. *Revista de Agroecologia*, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2015.

MARTINS, A. C. et al. Impactos do uso de pesticidas na saúde pública e segurança alimentar. **Saúde e Ambiente em Revista**, v. 8, n. 2, p. 20-35, 2021.

MARTINS, E. S.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, L. M. Impactos dos agrotóxicos na biodiversidade. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 23, n. 4, p. 89-101, 2017.

MESQUITA, Antônio Lindenberg M. importância e Métodos de Controle do "Moleque" ou Broca-do-Rizoma-da-Bananeira. In: **Circular Técnica**. Departamento de Agroindústria Tropical, Embrapa, Fortaleza, CE, 2003, 5p.

MOREIRA, Marcos Antônio Barbosa; ZARBIN, Paulo Henrique Gorgatti; CORACINI, Miryan Denise Araújo. Feromônios Associados aos Coleópteros-Praga de Produtos Armazenados. **Química Nova**, v. 28, n.º. 3, 2005, p. 472-477.

OLIVEIRA, A. A. et al. **Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável**, 2019.

OLIVEIRA, A. J. et al. Potencialidades Da Utilização De Drones Na Agricultura De Precisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64140–64149, 2020.

PARADA, M.; BOQUETE, O.; FAILLA, T.; FOIANINI, C. Feromoneamento de cigarrinha-do-milho como alternativa de controle ecológico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 19, n. 1, p. 1-14, 2020.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 1-16.

PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. de; PINTO, A. de S. *Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros*. Piracicaba: A. S. Pinto, 2003. 140 p.

PEREIRA, J. et al. Tecnologia de aplicação em agricultura: desafios e oportunidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 1, p. 15-22, 2023.

PINTO, F. et al. Avanços na tecnologia de drones para o monitoramento de pragas. **Journal of Precision Agriculture**, v. 14, n. 1, p. 50-63, 2022.

RODRIGUES, T. F.; SILVA, D. S. **Tecnologias emergentes no controle biológico de pragas**. **Revista Brasileira de Controle de Pragas**, v. 22, n. 2, p. 88-101, 2023.

SANTOS, M. A. et al. O uso de feromônios no manejo integrado de pragas em culturas tropicais. **Pest Management Science**, v. 75, n. 9, p. 2458-2471, 2021.

SEAGRO. Tecnologias de controle de pragas no Tocantins. Secretaria da Agricultura e Pecuária do Estado do Tocantins, 2024. Disponível em: <https://www.seagro.to.gov.br>. Acesso em: 21 jul. 2024.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO DO ESTADO DE TOCANTINS (SECOM). **Agricultores preparam o plantio do milho safrinha no Tocantins; região de Campos Lindos é destaque**. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/agricultores-preparam-o-plantio-do-milho-safrinha-no-tocantins-regiao-de-campos-lindos-e-destaque/40ipk5ih3h38>. Acesso em: 02 set. 2024.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO DO ESTADO DE TOCANTINS (SECOM).

Tecnologia e manejo no controle de pragas nas culturas de soja, milho e pastagem são referências na Agrotins. TO, 2018. Disponível em:

<https://www.to.gov.br/secom/noticias/tecnologia-e-manejo-no-controle-de-pragas-nas-culturas-de-soja-milho-e-pastagem-sao-referencias-na-agrotins/2fowj6ej5y0x>. Acesso em: 23 set. 2024.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, A. M. Inovações tecnológicas no controle de pragas: aplicações e benefícios. São Paulo: **Editora Tech**, 2021.

SILVA, J. R.; SOUZA, A. P. Eficácia do manejo integrado de pragas na cultura do algodão em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, n. 4, p. 234-245, 2021.

SILVA, M. F. et al. Eficiência de armadilhas de feromônio no manejo integrado de pragas em culturas de soja. **Revista de Agricultura Tropical**, v. 40, n. 1, p. 15-27, 2021.

SILVA, Marcelo Ribeiro et al. Adequação de imagens com filtro infravermelho utilizando drones na agricultura. 2021.

SILVA, Paola; BEZERRA, Maria das Graças Ferraz; FERREIRA, Degson. A utilização do controle biológico de pragas na cultura da soja nos Municípios de Guaraí, Nova Rosalândia e Porto Nacional – TO - Brasil. **Revista Espacios**, Caracas, v. 39, n. 39, p. 11, set. 2018. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n39/a18v39n39p11.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2024.

SILVEIRA, J. A.; COSTA, M. P.; OLIVEIRA, P. S. Desafios e tecnologias no controle de pragas na agricultura intensiva. São Paulo: **Editora Agro**, 2021.

SMITH, J. et al. **Smart sensors for pest monitoring: current applications and future directions.** *Sensors and Actuators B: Chemical*, v. 368, p. 132-145, 2022.

SOUZA, E. de S. Resultados de pesquisa em MIP na soja. **Agrotins**, 2016.

SOUZA, T. B.; PEREIRA, L. A.; MARTINS, J. R. Tecnologias de aplicação na agricultura: avanços e perspectivas. São Paulo: **Editora Tech**, 2020.

TAKANASHI, T. et al. Innovative methods in pheromone-based pest control. **Pest Management Science**, v. 79, p. 234-245, 2023.

TIBONI, Aline. **Utilização de Vidros Porosos como Armazenadores e Liberadores de Feromônios de Insetos visando Controle de Pragas no Brasil.** 2007. 106p. Dissertação (Pós-Graduação) – Departamento de Química – Universidade Federal do Paraná, Paraná, Curitiba, 2007.

TO.gov.br. **Resultados de pesquisas sobre controle biológico serão apresentados em palestra na Agrotins.** Disponível em: <https://www.to.gov.br/noticias/resultados-de-pesquisas-sobre-controle-biologico-serao-apresentados-em-palestra-na-agrotins/7a451ul6ir4a>. Acesso em: 17 set. 2024.

TOCANTINS. **A Unitins Agro inicia pesquisa com controle biológico de pragas**. <https://www.to/secom/noticias/unitins-agro-inicia-pes-c-com-biológico-de-pragas/bwjjwqo1tmh>. Acesso em: 14/12/2024

VENZON, M. **Manejo agroecológico das pragas das fruteiras. Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.

YAMAMOTO, P. T. et al. Eficácia de inseticidas para o manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros. *Controle Químico*. Sociedade Entomológica do Brasil. Disponível em: <http://www.bioassay.org.br>. Acesso em: 04 out. 2024.

ZARBIN, Paulo H. G.; RODRIGUES, Mauro A. C. M.; LIMA, Eraldo R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 722-731, abr. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a16v32n3.pdf>. Acesso em: 19 set. 2024.

ZARBIN, Paulo Henrique Gorgatti; RODRIGUES, Mauro A. C. M., LIMA, Eraldo R.. Feromônios de Insetos: Tecnologia e Desafios para uma Agricultura Competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, nº. 3, 2009, p. 722–731.

ZHU, J. et al. **Advances in pheromone research for pest management. Annual Review of Entomology**, v. 67, p. 123-140, 2022.