

ETEC Prof.^a NAIR LUCCAS RIBEIRO DE TEODORO SAMPAIO-SP
Curso Técnico em Agronegócio

MANEJO INTEGRADO DA BROCA (*DIATRAEA SACCHARALIS*) NA
CULTURA DA CANA-DE AÇÚCAR

ALEXANDRO ALVES DOS SANTOS
EWERTON JHONATAN LIRA
HEITOR HYPÓLITO DOS SANTOS F. LIMA
MURILO DA SILVA BEZERRA
NORTHON FELIX FERES
PEDRO HENRIQUE RODRIGUES DOS SANTOS
PEDRO BIGAS JÚNIOR
RODRIGO DESZO DA SILVA

ETEC Prof.^a NAIR LUCCAS RIBEIRO DE TEODORO SAMPAIO-SP
Curso Técnico em Agronegócio

MANEJO INTEGRADO DA BROCA (*DIATRAEA SACCHARALIS*) NA
CULTURA DA CANA-DE AÇÚCAR

ALEXANDRO ALVES DOS SANTOS
EWERTON JHONATAN LIRA
HEITOR HYPÓLITO DOS SANTOS F. LIMA
MURILO DA SILVA BEZERRA
NORTHON FELIX FERES
PEDRO HENRIQUE RODRIGUES DOS SANTOS
PEDRO BIGAS JÚNIOR
RODRIGO DESZO DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Técnico em Agronegócio na Escola Técnica Estadual Prof.^a Nair Luccas Ribeiro, com tema: Manejo Integrado da Broca (*Diatraea Saccharalis*) na Cultura da cana-de-açúcar. Sob orientação da Professora Mariana Terezinha de Souza.

ALEXANDRO ALVES DOS SANTOS
EWERTON JHONATAN LIRA
HEITOR HYPÓLITO DOS SANTOS F. LIMA
MURILO DA SILVA BEZERRA
NORTHON FELIX FERES
PEDRO HENRIQUE RODRIGUES DOS SANTOS
PEDRO BIGAS JÚNIOR
RODRIGO DESZO DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Técnico em Agronegócio na Escola Técnica Estadual Prof.^a Nair Luccas Ribeiro, com tema: Manejo Integrado da Broca (*Diatraea Saccharalis*) na Cultura da cana-de-açúcar. Sob orientação da Professora Mariana Terezinha de Souza.

Mirante do Paranapanema, 19 de junho de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Professora Mariana T. de Souza
Orientadora

Prof. Thais Simeoni Pirez
Coordenador Pedagógico

Professora Mariana Nunes de Paula
Garcia
Professor(a) Convidado

Professora Gabriela Cristina Ribeiro
Grilli Cardoso.
Professor(a) Convidada

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a todos os integrantes do grupo por todo esforço e desempenho. Que este seja um lembrete do nosso comprometimento e da capacidade infinita de crescimento que encontramos dentro de nós. Agradecemos a nós mesmo por cada desafio superado e por cada passo dado em direção ao sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a professora, Mariana Terezinha de Souza, pela orientação dedicada, paciência e apoio ao longo deste trabalho. Agradeço também aos professores Daniel Emmerich, Kallil Galileu Antônio Jorge, Fernando Christian de Souza Rodrigues, Luzia Aparecida da Silva Pereira e Anavir Marcos Christofolli por suas contribuições valiosas. A família e amigos, meu sincero agradecimento pelo incentivo e compreensão durante este processo. Por fim, agradeço à ETEC Prof.^a Nair Luccas Ribeiro pela colaboração e suporte oferecidos.

EPIÍGRAFE

*“Motivação é a arte de fazer as pessoas fazerem o que você quer que elas façam
porque elas o querem fazer “.*

Dwight Eisenhower

RESUMO

O manejo eficiente integrado de pragas e doenças em sistemas agrícolas é uma abordagem holística que visa controlar e prevenir danos por organismos específicos às plantas, como insetos, patógenos e plantas específicas, de maneira sustentável. Este método registra a complexidade dos sistemas agrícolas e busca integrar diferentes estratégias para promover a saúde das plantas, reduzir o uso de agroquímicos e minimizar os impactos ambientais. Principais componentes do manejo integrado de pragas e doenças é o acompanhamento regular das condições do campo para detectar a presença de pragas e doenças; a identificação precisa das espécies e patógenos presentes; tomada de decisão baseada em riscos; avaliação do nível de ameaça das pragas e doenças com base em dados de monitoramento; estabelecimento de limites de ação para determinar quando é necessário intervir; controle biológico, utilizando-se de organismos vivos, como predadores naturais, parasitoides e microrganismos, para controlar pragas e patógenos; promoção da biodiversidade para favorecer os inimigos naturais; controle cultural, com implementação de práticas agrícolas que reduzem a incidência de pragas e doenças, como variações de culturas, manejo adequado do solo e seleção de variedades resistentes. O presente trabalho visa apresentar a visão do engenheiro agrônomo que trabalha na área de desenvolvimento agrônômico ressaltando as técnicas que são utilizadas em seu local de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo, Pragas, Controle, Sistemas Agrícolas.

ABSTRACT

Efficient integrated pest and disease management in agricultural systems is a holistic approach that aims to control and prevent damage by specific organisms to plants, such as insects, pathogens and specific plants, in a sustainable manner. This method records the complexity of agricultural systems and seeks to integrate different strategies to promote plant health, reduce the use of agrochemicals and minimize environmental impacts. Key components of integrated pest and disease management are regular monitoring of field conditions to detect the presence of pests and diseases; the precise identification of the species and pathogens present; risk-based decision making; assessment of the threat level of pests and diseases based on monitoring data; establishing action limits to determine when it is necessary to intervene; biological control, using living organisms, such as natural predators, parasitoids and microorganisms, to control pests and pathogens; promoting biodiversity to favor natural enemies; cultural control, with the implementation of agricultural practices that reduce the incidence of deliberations and diseases, such as crop variations, adequate soil management and selection of resistant varieties.

KEY WORDS: Management, Pests, Control, Agricultural Systems

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ENTREVISTA COM O ENGENHEIRO AGRÔNOMO RAFAEL ALFREDO.	20
FIGURA 2: CICLO DE VIDA DA BROCA NA CULTURA DA CANA DE AÇUCAR.	21
FIGURA 3: BROCA PRESENTE NO COLMO DA CANA DE AÇUCAR.	22
FIGURA 4: DANO CAUSADO PELA BROCA.	22
FIGURA 5: DANO CAUSADO PELA BROCA PERFILHOS.	23
FIGURA 6: FÊMEA DE COTESIA FLAVIPES PARASITANDO LARVA DA BROCA-DA-CANA.....	24
FIGURA 7: FÊMEA DE COTESIA FLAVIPES PARASITANDO LARVA DA BROCA-DA-CANA.....	24
FIGURA 8: FÊMEA DE TRICHOGRAMMA PRETIOSUM PARASITANDO OVO DE ESPÉCIE HOSPEDEIRA.....	26
FIGURA 9: CICLO DE VIDA DE TRICHOGRAMMA PRETIOSUM.	26
FIGURA 10: LIBERAÇÃO DA COTESIA POR MEIO DE DRONES.	27
FIGURA 11: FOTO COM O ENG. AGRÔNOMO RAFAEL ALFREDO.	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MIP – Manejo Integrado de Pragas na Cana-de-açúcar.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVO.....	18
2.1. OBJETIVO GERAL	18
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	18
3. JUSTIFICATIVA	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
6. CONCLUSÃO.....	29
7. BIBLIOGRAFIA.....	30

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L., é uma gramínea (Poaceae) derivada do cruzamento de *S. spontaneum* L., *S. arundinaceum* Retzius (Syn: *Erianthus arundinaceus* (Retz.) Jeswiet), *S. robustum* Brandes e Jew e *Miscanthus* sp. (ROACH; DANIELS, 1987), que tem sido cultivada desde a pré-história. Provavelmente seu centro de origem é a Polinésia, e suas espécies foram disseminadas por todo o Sudeste Asiático, onde foi criado em Papua Nova Guiné e Java (Indonésia) um moderno centro de diversidade (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

O plantio de cana-de-açúcar concentra-se fortemente no estado de São Paulo (62%), seguido por Goiás e Minas Gerais (UNICA, 2015). Na safra de 2015/2016, o país produziu 658,7 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em cerca de 8,95 milhões de hectares, o que corresponde a um aumento de 3,8% em relação à safra de 2014/2015. A produção só não foi maior porque houve redução de área plantada e a produtividade nos canaviais do estado de São Paulo, que é o maior produtor, sofreu impacto hídrico na safra 2014/2015 (CONAB, 2016a).

O início da indústria açucareira no Brasil se deu em meados do século XIV, início do período colonial, quando foram introduzidas no país mudas de cana-de-açúcar provenientes da Ilha da Madeira, Portugal (CESNIK, 2007). Segundo o autor, tem-se registro de entrega do açúcar brasileiro na alfândega de Lisboa nos anos de 1520 e 1526. Dessa forma, pode-se dizer que a produção de açúcar no Brasil se estabeleceu nas décadas de 1530 e 1540 e tinha como característica primária a instalação de pequenos engenhos, movidos por cavalos ou bois, utilizando principalmente mão de obra indígena, proveniente da população nativa do país (SCHWARTZ, 1988).

Com o avanço do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil e aumento da demanda de trabalho, iniciou-se a transição para o trabalho africano, uma vez que a atividade açucareira na Península Ibérica era significativamente alta e os africanos possuíam experiência necessária para trabalhar em engenhos. A principal mão de obra nos engenhos era escrava, porém, devido às técnicas e cuidados exigidos durante a produção de açúcar – desde a plantação da cana até o refinamento –, havia também

trabalhadores especializados e remunerados que supervisionavam essas etapas (SILVA, 2010). Atualmente, o setor sucroenergético engloba profissionais de uma ampla gama de áreas – desde o campo até as indústrias –, como agricultores especializados, técnicos e pesquisadores.

A espécie *S. officinarum* se adaptou bem aos solos brasileiros, e durante o período colonial foi intensamente cultivada ao longo da costa do Brasil, apresentando bons resultados especialmente no Recôncavo Baiano e Pernambuco. Nesses locais, foram construídos dezenas de engenhos, que contribuíram muito para o ciclo da economia canavieira no país, durante quase dois séculos (SZMRECSÁNYI, 1979). Com o fim do trabalho escravo e o estabelecimento do assalariado, no final do século 19, houve uma queda da produção canavieira nos estados do Nordeste, com expansão significativa no estado de São Paulo, devido inicialmente à decadência da produção cafeeira e, posteriormente, ao desenvolvimento do mercado interno.

A mudança tecnológica na agricultura vem sendo alvo de discussões e estudos há várias décadas. Esses esforços exploram, dentre outros temas e abordagens, aspectos e instrumentos de difusão, capacidade de aprendizado dos potenciais usuários, circunstâncias de geração e propagação da tecnologia, em seus diversos recortes teóricos e metodológicos. Tais estudos, conforme apontam Vieira Filho e Silveira (2012), observam a adoção tecnológica na agricultura motivada pela expectativa de ganhos produtivos e econômicos e impulsionada pela capacidade de aprendizado, marcando determinadas trajetórias tecnológicas. Possas et al. (1994) destacam a complexidade do regime tecnológico na agricultura e as trajetórias tecnológicas como uma sequência progressiva de gargalos entre o técnico e o econômico, envolvendo organizações e instituições públicas e privadas em um processo de co-evolução.

Nos dias atuais, devido a vários problemas como a resistência de pragas a diversos pesticidas, aparecimento de pragas que até então eram desconhecidas ou consideradas secundárias, efeitos adversos sobre inimigos naturais, abelhas e demais polinizadores, peixes, animais silvestres, mamíferos e efeitos tóxicos ao homem e ao meio ambiente causado pelo abusivo uso de pesticidas mudou-se o conceito sobre o conceito de controle de pragas, baseado em uma preocupação ambiental e uma

produção mais limpa surgiu um novo conceito para o controle de pragas, visando a minimização de todos esses problemas (GALLO et al., 2002).

Nesse universo também as técnicas de manejo passaram a ser tecnologias importantes na integração de diferentes visões e maneiras de realizar a produção e formataram o chamado Manejo Integrado de Pragas (MIP) que, conforme Carvalho e Barcellos (2012), considera a densidade populacional de uma praga e a intervenção não a partir de aspectos econômicos, mas também sociais e ecológicos e sua aplicação envolve a interação de tecnologias alternativas ao modelo dominante, como agrotóxicos, e também de tecnologias alternativas, como controle biológico e biodefensivos.

Inúmeras definições de MIP existem na literatura. Implícita na maioria delas está a noção de que a filosofia do MIP abrange duas faces distintas: a integração e o manejo. A integração é entendida como o uso harmônico de múltiplas táticas de proteção de plantas e o manejo referem-se a um conjunto de regras (idealmente baseadas em considerações econômicas, sociais e ambientais) que orientam a tomada de decisão (geralmente pulverizar ou não um defensivo químico), com objetivo de manter a população do organismo nocivo abaixo de um limiar predeterminado (KOGAN, 1998). O contínuo processo de tomada de decisão, inerente ao conceito de manejo, implica no uso de uma tecnologia de intervenção capaz de reduzir instantaneamente a população do organismo nocivo, isso é conseguido quase que exclusivamente por meio da aplicação de defensivos químicos (PEDIGO, 2001).

A implantação do manejo, ao contrário, é mais exigente em conhecimento e suas interações (NORTON & MUMFORD, 1993). Esse conhecimento nem sempre está disponível e muitas vezes tem um nível de complexidade elevado demais para ser assimilado pelo produtor (PEDIGO, 2001). Adicionalmente, o manejo requer um monitoramento constante da população de insetos nocivos e de seus inimigos naturais, com inúmeras tomadas de decisão por parte do produtor durante o ciclo da cultura (NORTON & MUMFORD, 1993; PEDIGO & ZEISS, 1996). A interação, ao contrário, é mais simples e requer ações concentradas num curto espaço de tempo; pouco se sabe, sobre a combinação harmônica das diferentes táticas de manejo para diferentes pragas e situações de produção; modelos de simulação, poderiam ser de grande

utilidade. Zadoks (2001), didaticamente, separa as táticas de controle úteis para os programas de MIP em três categorias, chamadas de prevenção (antes do plantio), intervenção (durante o desenvolvimento da cultura) e de processamento (durante e após a colheita). Novas tecnologias com potencial de emprego em programas de MIP foram publicadas (KOGAN, 1998; PEDIGO, 2001; ZADOKS, 2001).

O uso indiscriminado de pesticidas provocou sérias perturbações no meio ambiente como: a seleção de indivíduos resistentes, ressurgimento de espécies controladas, surtos de pragas de importância secundária, diminuição da população de insetos benéficos, efeitos deletérios em animais selvagens e domesticados, inclusive ao homem, o acúmulo de resíduos tóxicos no solo, na água e nos alimentos, falhas em programas de erradicação química, problemas de ordem econômica, uma maior consciência ecológico-social, preocupação sobre os efeitos nocivos a organismos não alvo e ao meio ambiente (PEDIGO, 2001). Baseado na percepção, conscientização, educação e preocupação ambiental esses problemas, fizeram com que o MIP fosse aceito e desejado e está ganhando cada vez mais adeptos visando uma produção ecologicamente correta e sustentável (KOGAM 1998).

A filosofia de MIP foi adotada por praticamente todos os centros internacionais de agricultura, pela FAO, por muitos governos, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento, e, foi recomendada pela Conferência sobre o Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (Agenda 21, Rio de Janeiro, 1992).

O MIP não é um dogma. Conceitos e ações que parecem racionais para o cientista podem parecer irracionais para o produtor, o sucesso ou fracasso de uma estratégia de manejo deve ser avaliado em função do número de produtores que adotarem (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Dizer que os produtores querem adotar o MIP é tarefa difícil porque eles não querem monitorar seus campos periodicamente à procura de pragas; quantificar periodicamente a incidência de diferentes insetos e o dano causado pelas pragas; depender de um limiar de ação que pode ser excedido antes de ser possível a implantação da tática adequada de manejo; trocar a segurança de um calendário fixo de pulverizações por um esquema que exige mais atenção e trabalho e envolve maior risco; perder feriados e fins de semana porque o limiar de ação foi excedido e a pulverização é inadiável (APPLE, 1977).

Em diversos países, principalmente nos Estados Unidos, O MIP é realidade para diversas culturas, existindo programas bastante aperfeiçoados, onde os agricultores têm condições de fazer previsões sobre a ocorrência de problemas fitossanitários, em função das condições climáticas, e aplicar esquemas de monitoramento adequados com níveis de precisão aceitáveis, e assim adotar ou não estratégias de controle. Estudos realizados neste País, apontaram as vantagens econômicas e a resistência a inseticidas como os principais estímulos para a adoção do MIP, e como principais obstáculos os de caráter técnico, financeiro, educacional, de organização e social. Dentre os obstáculos técnicos, o monitoramento e a determinação dos níveis de ação são os principais entraves (PEDIGO, 2001).

No Brasil, programas de MIP estão implementados para algumas culturas de importância econômica, a exemplo da soja, algodão, citros, dentre outras frutíferas, com resultados promissores implicando em redução do número de aplicações, refletindo em economia para o agricultor e minimização de efeitos adversos ao meio ambiente. Mas, os entraves são basicamente os mesmos já citados para os USA (EMBRAPA, 2011). Assim, nem sempre dados básicos, que geralmente requerem vários anos de observações em campo, para o estabelecimento de suas etapas (nível de dano econômico para tomada de decisão) são obtidos para as nossas condições, sendo, em muitos casos importados de trabalhos estrangeiros, com níveis de precisão incertos (EMBRAPA, 2011). Com objetivo, de esclarecer as principais etapas para o desenvolvimento e implementação do MIP, seus conceitos e, na medida do possível, estabelecer uma análise crítica sobre o assunto, procedeu-se a pesquisa.

O que é o MIP

No passado, o controle de pragas baseava-se no método de aplicação em larga escala e continuada de inseticidas, devido ao baixo custo e largo espectro. Entretanto, com o tempo verificou-se que essa prática era inadequada por provocar contaminação no agro ecossistema causando desta maneira, seu desequilíbrio. Espécies tornaram-se resistentes com o consequente ressurgimento de espécies previamente controladas, surtos epidêmicos de pragas historicamente de importância secundária e redução da população de insetos benéficos. Além disto, passaram a ser observadas efeitos deletérios em animais selvagens, domesticados, homem, bem como acúmulo

de resíduos tóxicos no solo, na água e nos alimentos (ZAMBOLIM & JUNQUEIRA, 2004).

De acordo com Stern et al. (1959), entende-se por controle integrado, como “o controle aplicado de pragas que combina e integra os controles químico e biológico”. Com o passar dos tempos, esse conceito tornou-se mais abrangente, até chegar à definição adotada pela FAO (1968): Controle integrado é definido como um sistema de manejo de organismos nocivos que utiliza todas as técnicas e métodos apropriados da maneira mais compatível possível para manter as populações de organismos nocivos em níveis abaixo daqueles que causam injúria econômica. Por esta definição, o controle integrado visa a integração de todas as técnicas apropriadas de manejo com os elementos naturais limitantes e reguladores do ambiente.

Neste período, surgiu uma consciência ecológico-ambiental, em função muitos programas de erradicação química não terem tido resultados satisfatórios. Então, começou a ser desenvolvida uma filosofia ainda mais abrangente, denominada de Manejo Integrado de Pragas, o MIP (ZAMBOLIM & JUNQUEIRA, 2004).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo de redução de uso de agrotóxico na cultura da cana de açúcar, destacando técnicas de práticas agrícolas sustentáveis e seguras.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar o Manejo Integrado de Pragas (MIP): promover um estudo do Manejo Integrado de Pragas, adotando medidas de controle seletivas apenas quando necessário;
- Descrever o Controle Biológico: indicar programas de controle biológico, incluindo a introdução de insetos predadores naturais para controlar pragas.

3. JUSTIFICATIVA

O manejo de plantas invasoras na cultura da cana-de-açúcar é um tema de grande relevância e importância para a agricultura e para a sociedade como um todo. Este tema merece atenção devido a uma série de razões fundamentais:

Desafios Evolutivos: As pragas estão em constante evolução, exigindo abordagens de manejo em constante desenvolvimento.

Abordagens Sustentáveis: Explorar alternativas, como o controle biológico e o plantio direto, é essencial para a agricultura sustentável.

Contribuição para a Segurança Alimentar: Garantir uma produção saudável de cana-de-açúcar é fundamental para a segurança alimentar global.

Assim, a pesquisa nesse tema visa promover a eficiência agrícola, a sustentabilidade e a segurança alimentar, minimizando impactos ambientais e beneficiando a sociedade como um todo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho se baseia em uma entrevista com o Engenheiro Agrônomo Rafael Alfredo, que tem como função supervisor agrícola.

No dia 21/05/2024 em Teodoro Sampaio/SP na ETEC Prof. Nair Luccas Ribeiro, uma palestra com o Eng. Agrônomo, foi realizada para debate sobre as técnicas do MIP.

Figura 1: Entrevista com o Engenheiro Agrônomo Rafael Alfredo.



Fonte: Professora Mariana Souza, 2024.

Dentre a palestra obteve-se alguns apontamentos sobre o manejo integrado de pragas, destacando o controle biológico e controle químico.

Alfredo indaga que o MIP tem como ferramentas de trabalho, basicamente, o monitoramento da população de insetos, pragas e doenças; o controle biológico de pragas com o intuito de favorecer o aparecimento de inimigos naturais.

Destacando a importância da Broca da cana *Diatraea saccharalis*, que age diretamente no colmo, diminuindo a produtividade e o brix da cultura.

A *Diatraea saccharalis*, conhecida como broca-da-cana, é uma mariposa cujas larvas são pragas importantes na cultura da cana-de-açúcar. O processo de infestação e danos causados por essa praga pode ser descrito em várias etapas:

Figura 2: Ciclo de Vida da Broca na Cultura da Cana de Açúcar.



Fonte: Rafael Alfredo, 2023.

1. Oviposição: As mariposas adultas põem seus ovos na face inferior das folhas da cana-de-açúcar. Cada fêmea pode depositar entre 200 a 400 ovos ao longo de sua vida, geralmente agrupados em massas.

2. Eclosão e Início da Alimentação: Após alguns dias, os ovos eclodem e liberam pequenas lagartas, que inicialmente se alimentam das folhas da planta. Nessa fase, elas causam danos relativamente pequenos, mas são difíceis de detectar.

3. Penetração: À medida que crescem, as larvas migram para os colmos (caule) da cana e começam a perfurar e a criar túneis. É nesta fase que os danos significativos começam a ocorrer, pois a larva se alimenta do tecido interno da planta.

4. Desenvolvimento Larval: Durante o período larval, que dura várias semanas, as lagartas continuam a escavar túneis no interior dos colmos, comprometendo a estrutura da planta e reduzindo a eficiência de transporte de nutrientes e água.

5. Pupação: Após completar seu desenvolvimento, as larvas criam uma câmara pupal dentro do colmo onde passam pelo estágio de pupa. Esse estágio dura de uma a duas semanas, dependendo das condições ambientais.

6. Emergência do Adulto: Finalmente, as mariposas adultas emergem das pupas, perfuram o colmo para sair e reiniciam o ciclo de vida.

Figura 3: Broca Presente no Colmo da Cana de Açúcar.



Fonte: Rafael Alfredo, 2024.

Danos ocasionados pela broca

- Atinge colmos adultos e causa perda de perfilho.
- Redução de açúcar devido a brotação gemas laterais.
- Perda de açúcar devido a multiplicação de patógenos que entram pelos orifícios da broca.

Figura 4: Dano causado pela broca.



Fonte: Rafael Alfredo, 2024.

Figura 5: Dano causado pela broca perfilhos.



Fonte: Rafael Alfredo, 2024.

Para controle biológico é utilizado a *Cotesia flavipes* e *Trichogramma galloi*, onde a cotesia age na broca quando ela atinge 1,5 cm sendo sua predadora. E a *Trichogramma* não consegue ser vista a olho nu.

Segundo Rafael a vespinha *cotesia Flavipes* foi introduzida no Brasil por volta de 1971, porém somente a partir de 1974 que conseguiram melhores resultados de parasitismo.

1. Identificação da Infestação: O processo começa com a identificação da presença da broca da cana-de-açúcar nas plantações. Isso pode ser feito por meio de monitoramento regular das plantas, inspeção visual ou o uso de armadilhas específicas.

2. Produção das Vespas Cotesia: As vespas Cotesia são criadas em laboratórios especializados. As condições são controladas para garantir que as vespas estejam saudáveis e prontas para serem liberadas no campo.

3. Liberação Controlada: As vespas adultas são então liberadas de forma estratégica nas áreas infestadas com a broca da cana-de-açúcar. Isso pode ser feito manualmente ou por meio de sistemas automatizados, dependendo da escala da infestação e da área a ser tratada.

4. Parasitismo: As vespas fêmeas localizam as larvas da broca e depositam seus ovos nelas. Cada larva da broca pode ser alvo de múltiplos ovos de vespa. Quando os ovos da vespa eclodem, as larvas da vespa começam a se desenvolver dentro das larvas da broca.

5. Desenvolvimento das Larvas de Vespa: As larvas de vespa se alimentam das larvas da broca, consumindo seus tecidos internos. Esse processo leva à morte das larvas da broca.

6. Emergência das Vespas Adultas: Após se desenvolverem completamente dentro das larvas da broca, as larvas de vespa pupam e emergem como vespas adultas. Essas vespas então deixam as larvas da broca, prontas para repetir o ciclo de parasitismo.

7. Redução da População de Brocas: O parasitismo pelas vespas *Cotesia* ajuda a reduzir a população da broca da cana-de-açúcar de forma natural e sustentável. Isso contribui para o controle da praga e a proteção das plantações de cana-de-açúcar.

Figura 6: Fêmea de *Cotesia flavipes* parasitando larva da broca-da-cana



Fonte: Divulgação Embrapa, 2022.

A espécie é uma vespa que varia entre 3 e 4 mm de comprimento e vivem por aproximadamente 34 horas. É um parasitoide, ou seja, utiliza o corpo do hospedeiro para seu desenvolvimento, o que acarreta a morte da praga.

Figura 7: Fêmea de *Cotesia flavipes* parasitando larva da broca-da-cana.



Fonte: Gales Machado, 2018.

A vespa coloca seus ovos dentro do corpo da lagarta (broca-da-cana). Dessa forma, além de matar o hospedeiro, ocorre uma reprodução de vespas na lavoura que irão continuar o controle de lagartas. De cada lagarta parasitada se originam cerca de 40 novas vespas de *Cotesia flavipes*.

Trichogramma pretiosum, essa é uma das espécies mais conhecidas no controle microbiológico mundial. É uma microvespa que parasita ovos de diversas espécies de importância agrícola. A fêmea adulta da espécie coloca seus ovos no interior dos ovos do hospedeiro. Todo o desenvolvimento do parasitoide irá ocorrer dentro do ovo da praga.

1. Identificação da Infestação: Assim como no caso da *Cotesia*, o processo começa com a identificação da presença da broca da cana-de-açúcar nas plantações.

2. Produção dos Trichogrammas: O *Trichogramma galloi* é uma pequena vespa parasitoide que também é utilizada no controle biológico da broca da cana-de-açúcar. Assim como as vespas *Cotesia*, os Trichogrammas são criados em laboratórios especializados. As condições são controladas para garantir que os Trichogrammas estejam saudáveis e prontos para serem liberados no campo.

3. Liberação Controlada: Os Trichogrammas adultos são então liberados de forma estratégica nas áreas infestadas com a broca da cana-de-açúcar. Isso pode ser feito manualmente ou por meio de sistemas automatizados.

4. Parasitismo dos Ovos da Broca: As fêmeas do *Trichogramma* localizam os ovos da broca, depositando seus próprios ovos dentro deles. Cada ovo de broca pode ser alvo de múltiplos ovos de *Trichogramma*. Quando os ovos do *Trichogramma* eclodem, as larvas resultantes começam a se desenvolver dentro dos ovos da broca.

5. Desenvolvimento das Larvas do Trichogramma: As larvas do *Trichogramma* se alimentam dos ovos da broca, consumindo seu conteúdo. Esse processo impede que os ovos da broca se desenvolvam em larvas.

6. Emergência dos Trichogrammas Adultos: Após se desenvolverem completamente dentro dos ovos da broca, as larvas do *Trichogramma* pupam e emergem como vespas adultas. Elas deixam os ovos da broca para repetir o ciclo de parasitismo.

7. Redução da População de Brocas: O parasitismo pelos Trichogramma ajuda a reduzir a população da broca da cana-de-açúcar de forma natural e sustentável. Isso contribui para o controle da praga e a proteção das plantações de cana-de-açúcar.

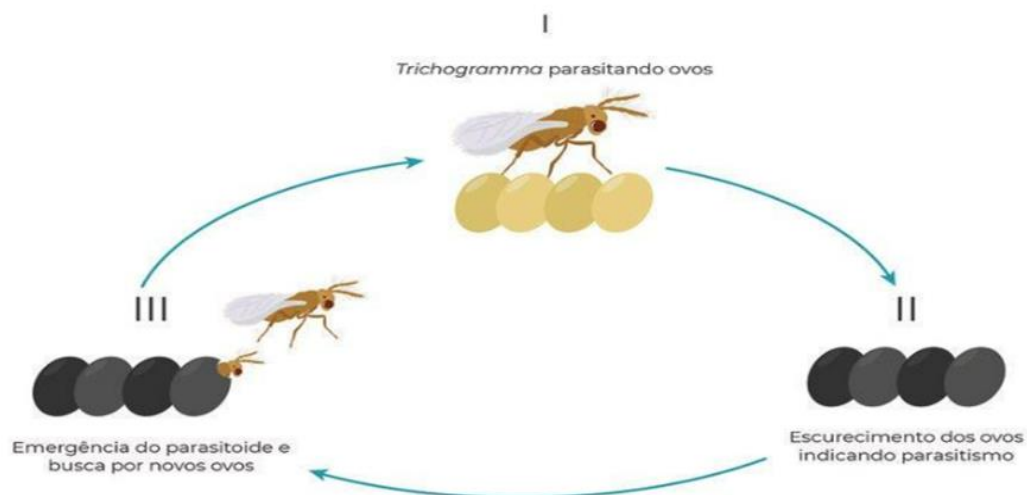
Figura 8: Fêmea de *Trichogramma pretiosum* parasitando ovo de espécie hospedeira.



Fonte: Divulgação Embrapa, 2022.

Em cerca de quatro dias após a inoculação da vespa, é possível verificar o escurecimento dos ovos. Dessa forma, é possível identificar que o parasitismo, e consequentemente o controle da praga ocorreu.

Figura 9: Ciclo de vida de *Trichogramma pretiosum*.



Fonte: Divulgação Elevagro, 2021.

Uma vespa de *Trichogramma* pode depositar entre 20 e 120 ovos na espécie praga. Fatores como número de vespas liberadas, densidade da praga, época,

número de liberações, método de distribuição, fenologia da cultura, número de outros inimigos naturais e condições climáticas podem interferir no manejo. Por isso, é muito importante conhecer as recomendações de uso para cada cultivo.

Na utilização de controle químico somente quando o ataque à lavoura atinge o nível de dano econômico, ou seja, para um inseto ser chamado de praga é necessário que haja prejuízo para a lavoura. Com esse controle químico é realizado uma avaliação da área, que é uma avaliação de controle de infestação de pragas. Após uma semana entra com a aplicação do controle químico. Em 14 dias após a aplicação é liberado a cotesia através do drone.

Figura 10: Liberação da Cotesia por meio de drones.



Fonte: Rafael Alfredo, 2024.

A armadilha é utilizada somente para monitoramento, pois não se torna eficaz, dando ênfase no controle por trincheiras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O MIP é importante para manter o acompanhamento da lavoura, se está com infestação de pragas ou não. Porque se tiver com infestação alta e não fizer o controle, o dano será muito alto e terá prejuízo enorme. E o MIP ajuda a fazer um monitoramento, um acompanhamento de aplicação na hora certa. Se fizer a aplicação sem necessidade causa o aumento do custo e diminuição da produção, explica Alfredo.

Figura 11: Foto com o Eng. Agrônomo Rafael Alfredo.



Fonte: Professora Mariana Souza, 2024.

6. CONCLUSÃO

Ao ver de Rafael o resultado MIP é uma lavoura limpa, com baixa incidência de ataques de pragas, monitorando para saber o que está causando danos econômicos ou não. E para o controle em relação ao agroquímico, é importante estar com o MIP em dia, para não ter uma aplicação sem parâmetros.

Conclui-se que Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cana-de-açúcar é uma abordagem essencial para a agricultura sustentável, combinando diversas estratégias para o controle eficiente de pragas, minimizando os impactos ambientais e promovendo a saúde do ecossistema agrícola. A implementação do MIP na cultura da cana-de-açúcar tem demonstrado ser eficaz na redução do uso indiscriminado de agroquímicos, contribuindo para a preservação da biodiversidade e para a segurança dos trabalhadores rurais.

O estudo das práticas de MIP revela que a integração de métodos biológicos, culturais, mecânicos e químicos, desempenha um papel crucial na manutenção da população de pragas em níveis economicamente aceitáveis. Diante disso, afirma-se que o Manejo Integrado de Pragas na cana-de-açúcar não é apenas uma técnica de controle, mas uma filosofia de manejo agrícola que busca a sustentabilidade econômica, social e ambiental e a adoção ampla e consistente dessas práticas pode garantir uma produção de cana-de-açúcar mais resiliente e sustentável, atendendo às demandas do mercado enquanto preserva os recursos naturais para as gerações futuras.

7. BIBLIOGRAFIA

APPLE, J.L. The theory of disease management. In Plant disease an advanced treatise. How disease is managed (Vol. I). HORSFALL, J.G., COWLING, E.B. (ed.) Academic Press, New York. 79-101, 1977. AGRAWAL, A. A., TUZUN, S., BENT, E. Induced plant defenses against pathogens and herbivores. St. Paul. APS Press. 1999.

BERGAMIN FILHO, A. AMORIM, L. Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico. São Paulo. Ceres. 1996.

Carvalho, N. L.; Barcellos, A. L. (2012) Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. Revista Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 5 (5), 749-766.

CESNIK, R. Melhoramento da cana-de-açúcar: marco sucro-alcooleiro no Brasil. Embrapa Meio Ambiente. 2007. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/down_hp/344.pdf>. Acesso em: 4 maio 2016.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H.M.C.; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J.C; BURNQUIST, W.L.; CRESTE, S.; DI CIERO, L.; FERRO, J.A.; FIGUEIRA, A.V.O.; FILGUEIRAS, T.S.; GROSSI-DE-SÁ, M.F.; GUZZO, E.C.; HOFFMANN, H.P.; LANDELL, M.G.A.; MACEDO, N.; MATSUOKA, S.; REINACH, F.C.; ROMANO, E.; SILVA, W.J.; SILVA FILHO, M.C.; ULINA, E.C. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. Tropical Plant Biology, California, v. 4, n. 1, p. 62-89, mar. 2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2016a. Levantamentos de safra. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 10 maio 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em 21 de outubro de 2011.

GALLO, D. et al.(in memoriam). Entomologia Agrícola. Piracicaba, Esalq, 2002, 920p.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. *Ann. Rev. Entomol.*, v.43, p.243-270, 1998.

MUMFORD, J.D., NORTON, G.A. Economics of decision making in pest management. *Annual Review Entomology* 29:157-74, 1984.

NORTON, G.A. MUMFORD. J.D. Editors. *Decision tools for pest management*. CAB International, London. 1993. 279p.

SILVA, R.O. Cana de mel, sabor de fel – Capitania de Pernambuco: uma intervenção pedagógica com caráter multi e interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 90-94, maio 2010.

SZMRECSÁNYI, T. O planejamento da agroindústria canavieira no Brasil (1930-1975). São Paulo: Hucitec, 1979. 540p.

PEDIGO, L.P. ZEISS, M.R. *Analyses in insect ecology and management*. Ames, Iowa State University Press, 168p. 1996.

PEDIGO, L.P. *Entomology and pest management*. 4th ed., Prentice Hall, 742p. 2001.

Possas, M.L.; Salles-Filho, S.; Silveira, J. M. (1994) An Evolutionary Approach to Technological Innovation in Agriculture: some preliminar remarks. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, 11 (1/3), 9-31.

ROACH, B.T.; DANIEL, S.J. A review of the origin and improvement of sugarcane. In: *Copersucar International Sugarcane Breeding Workshop*, 1988, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Copersucar Technology Center, 1988. p. 1-31.

STERN, V.M., SMITH, R.F., VAN DEN BOSCH, R., HAGEN, K.S. The integrated control concept. *Hilgardia*28:81-101, 1959.

SCHWARTZ, S.B. Segredos internos: engenhos e escravos na sociedade colonial. São Paulo: Companhia das Letras, 1988. 480p.

ZADOKS, J.C. Plant disease epidemiology in the Twentieth Century: a picture by means of selected controversies. *Plant Disease*, St. Paul, v.85, n.8, p.808-816, 2001.

Vieira-Filho, J.E.R.; Silveira, J. M. F. J. (2012) Mudança Tecnológica na Agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Piracicaba, 50 (4), 721-742.

UNICA - União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo. Setor Sucroenergético. 2015. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>>. Acesso em: 10 maio 2016.

ZAMBOLIM, L. JUNQUEIRA, N.T.V. Manejo integrado de doenças da mangueira. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. Manga: produção integrada, industrialização e comercialização. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. v. 1, p. 377-408.

