

Etec Dep. Ary de Camargo Pedroso
Técnico em Logística

Caroline Dantas Oliveira
Magda Maria Ribeiro
Mariana de Souza Santos
Moacir Dalberto
Jefferson Guilherme Nunes de Almeida

**A LOGÍSTICA NO CONTROLE SUSTENTÁVEL DE PRAGAS NA
CANA DE AÇÚCAR**

Caroline Dantas Oliveira
Magda Maria Ribeiro
Mariana de Souza Santos
Moacir Dalberto
Jefferson Guilherme Nunes de Almeida

A LOGÍSTICA NO CONTROLE SUSTENTÁVEL DE PRAGAS NA CANA DE AÇÚCAR

Planejamento do Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Curso Técnico em Logística, do
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula
Souza - ETEC Dep. Ary de Camargo Pedroso – CD
Capivari, como requisito parcial para obtenção de
título de Técnico em Logística. Orientadora: Prof.^a
Flávia Cristina Penteado Martins.

Dedicatória

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares e amigos, que sempre acreditaram em nós e nos incentivaram a seguir em frente. Em especial aos nossos pais, por todo o apoio, amor e compreensão ao longo desta nossa jornada acadêmica.

Agradecimentos

Agradecemos, primeiramente, a Deus, por nos dar força, luz e sabedoria ao longo de toda essa caminhada.

À querida Prof.^a Flávia Martins, nossa orientadora, por seu cuidado, paciência e dedicação em cada etapa deste trabalho.

Aos professores Alan, Chris e Priscila, nossa profunda gratidão por, com tanta generosidade, cederem parte de suas aulas para que pudéssemos nos dedicar a este projeto, um gesto que demonstra não só compromisso, mas também carinho e apoio.

Aos demais professores e colegas da ETEC Dep. Ary de Camargo Pedroso, e a nossos familiares e amigos, nosso sincero agradecimento por todo o apoio e incentivo.

Epígrafe

“Mesmo que já tenhas feito uma longa caminhada, há sempre um novo caminho a fazer.”

— *Santo Agostinho.*

Resumo

Este trabalho analisa a importância da logística no controle sustentável de pragas na cultura da cana-de-açúcar, com foco em práticas agrícolas inovadoras e ecológicas. Através de uma abordagem multidisciplinar, são exploradas alternativas ao uso intensivo de agrotóxicos, como o Manejo Integrado de Pragas (MIP), o emprego de drones para monitoramento e a aplicação de agentes biológicos. Destaca-se, também, o papel da logística na distribuição eficiente desses insumos, com o uso de drones para a aplicação precisa e localizada de agentes biológicos, contribuindo para a rastreabilidade dos processos e a sustentabilidade das operações. A pesquisa, fundamentada em revisão bibliográfica e dados de organizações do setor, propõe soluções viáveis para uma produção agrícola que concilie responsabilidade ambiental e eficiência logística.

Palavras-chave: Logística, Controle sustentável de pragas, Manejo Integrado de Pragas, Drones, Agentes biológicos.

This paper analyzes the role of logistics in the sustainable pest control of sugarcane cultivation, focusing on innovative and eco-friendly agricultural practices. Through a multidisciplinary approach, alternatives to the intensive use of pesticides are explored, including Integrated Pest Management (IPM), the use of drones for monitoring, and the application of biological agents. The importance of logistics in the efficient distribution of inputs is also highlighted, with drones being employed for the precise and localized application of biological agents, contributing to process traceability and operational sustainability. The research, based on a literature review and data from sector organizations, proposes viable solutions for environmentally responsible and logistically efficient agricultural production.

Keywords: Logistics, Sustainable pest control, Integrated Pest Management, Drones, Biological agents.

Sumário

1.Introdução.....	9
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivo Geral.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos.....	11
2. Justificativa	11
3. Metodologia	12
4. Desenvolvimento	13
4.1 Brasil: Celeiro do mundo	13
4.2. A Logística no Controle Sustentável de Pragas na Cana-de-Açúcar	14
4.3 Dados sobre a produção agrícola do Brasil	15
4.4. Método tradicional: Uso de Agrotóxico	15
4.5. Métodos Sustentáveis de Controle de Pragas	17
4.5.1. Controle Biológico com utilização da vespinha	17
4.5.2. Biologia da Vespinha	17
5. Principais pragas da cultura da cana-de-açúcar	19
5.1. BROCA-DA-CANA	19
6. A logística no uso de drones para o controle de pragas.....	24
6.1. Liberação de Agentes Biológicos.....	26
7. Análise e Discussão.....	Erro! Indicador não definido.
Conclusão.....	Erro! Indicador não definido.
Referências	28

1.Introdução

A cana-de-açúcar é uma das culturas agrícolas mais relevantes do Brasil, com um papel crucial tanto na produção de açúcar, voltado para o consumo interno e à exportação, quanto na geração de etanol, uma fonte de energia renovável estratégica para o país. Com ampla presença nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, essa cultura tem forte impacto econômico e ambiental, além de contribuir significativamente para a matriz energética brasileira, como destacam Nava (2009).

Quanto à produção da cana-de-açúcar, é importante observar que surgem diversos desafios agrônômicos ao longo do cultivo, sendo o controle de pragas um dos maiores obstáculos a serem enfrentados. Segundo Nava (2009), a gestão eficiente dessas pragas é fundamental para garantir a qualidade e o rendimento da produção.

As pragas, como a broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), o sphenophorus (*Sphenophorus levis*) e a cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*), se alimentam das partes da planta ou competem por recursos com ela, o que pode ocasionar danos tanto ao desenvolvimento da planta quanto à qualidade e ao rendimento da colheita. Esse impacto negativo foi evidenciado pelos estudos de Nava (2009), que alertam para a necessidade de controle eficaz dessas pragas.

Em termos gerais, o controle de pragas é um conjunto de práticas com o objetivo de reduzir ou eliminar populações de organismos prejudiciais às culturas agrícolas. Tradicionalmente, as práticas de controle têm sido dominadas pelo uso de defensivos químicos, como inseticidas e acaricidas, que, embora eficazes a curto prazo, acarretam riscos ambientais e à saúde humana. Como observam os pesquisadores, essas consequências têm gerado crescentes preocupações no setor agrícola (Nava et al., 2009).

Além disso, os estudiosos ressaltam a crescente necessidade de se adotar abordagens alternativas, como o manejo integrado de pragas (MIP). Esse modelo, que combina métodos biológicos, culturais, mecânicos e, somente em última instância, químicos, tem sido defendido por vários especialistas devido à sua capacidade de reduzir os impactos negativos do uso intensivo de agrotóxicos, como apontado por Nava (2009).

O uso de agentes biológicos, como parasitoides e predadores naturais, além de práticas como a rotação de culturas e o uso de variedades mais resistentes,

são alternativas sustentáveis que têm sido amplamente discutidas no campo do controle de pragas na cana-de-açúcar. Essas práticas, que promovem a saúde do solo e a preservação do meio ambiente, estão sendo cada vez mais adotadas no Brasil, conforme apontam as últimas publicações da Embrapa e de outros centros de pesquisa agrícola (Nava et al., 2009).

Este trabalho tem como objetivo discutir e analisar alternativas sustentáveis para o controle de pragas na cultura da cana-de-açúcar, priorizando soluções que estejam em consonância com a realidade operacional da produção agrícola brasileira. Conforme sugerido por Nava (2009), a intenção é destacar práticas que promovam a produtividade e a proteção da lavoura, sem comprometer os recursos naturais, a saúde dos trabalhadores rurais e o equilíbrio dos ecossistemas.

Este trabalho tem como objetivo discutir e analisar alternativas sustentáveis para o controle de pragas na cultura da cana-de-açúcar, priorizando soluções que estejam alinhadas com a logística e a realidade operacional da produção agrícola brasileira. A intenção é destacar práticas que promovam a produtividade e a proteção da lavoura, sem comprometer os recursos naturais, a saúde dos trabalhadores rurais e o equilíbrio dos ecossistemas

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar e propor **práticas de controle sustentável de pragas na cana-de-açúcar**, considerando a logística envolvida nesse processo, exige uma abordagem integrada que leve em conta, tanto os aspectos técnicos, quanto os operacionais da produção agrícola.

Para que essas práticas sejam eficazes e aplicáveis em larga escala, é fundamental compreender as particularidades da cadeia produtiva da cana, desde o plantio até a colheita e o transporte da matéria-prima para as usinas.

A logística agrícola envolve diversos fatores, como o tamanho e a distribuição das propriedades rurais, a disponibilidade de mão de obra qualificada, o acesso a insumos e tecnologias, além da infraestrutura de transporte e armazenamento.

Portanto, as soluções sustentáveis de manejo de pragas precisam ser adaptadas à realidade do campo, oferecendo **viabilidade técnica, econômica e operacional** aos produtores.

1.2.2 Objetivos Específicos

Estudar os principais tipos de pragas que afetam a cana-de-açúcar.

Apresentar métodos alternativos ao uso de agrotóxicos tradicionais para o controle de pragas.

Discutir a importância da logística na implementação e eficácia das práticas sustentáveis.

Avaliar os custos e benefícios da adoção de estratégias sustentáveis de controle de pragas.

2. Justificativa

A utilização de agrotóxicos no controle de pragas tem sido uma prática comum, mas seus efeitos negativos são amplamente discutidos. O uso excessivo de químicos pode causar contaminação do solo e da água, além de prejudicar a saúde dos trabalhadores rurais e da população em geral.

Estudos apontam que a exposição contínua a agrotóxicos pode resultar em doenças como câncer, problemas neurológicos e intoxicações agudas, impactando diretamente a saúde humana e a biodiversidade local (RODRIGUES et al., 2013; IDEC, 2025). Além disso, o uso descontrolado de substâncias químicas afeta negativamente o equilíbrio ecológico e a fauna do solo. (SANTOS et al., 2022).

Portanto, adotar práticas sustentáveis de controle de pragas na cana-de-açúcar é uma necessidade premente, tanto para a preservação ambiental quanto para a melhoria das condições de trabalho nas áreas de cultivo.

O Manejo Integrado de Pragas (MIP), que inclui métodos como o uso de agentes biológicos e técnicas de controle ecológico, tem se mostrado uma alternativa eficaz e menos danosa ao meio ambiente (RODRIGUES et al., 2013). A substituição dos agrotóxicos por práticas mais sustentáveis contribui para a saúde dos trabalhadores rurais, reduzindo a exposição a substâncias tóxicas e promovendo um ambiente de trabalho mais seguro (SILVA et al., 2022).

Além disso, a adoção de práticas sustentáveis implica em um ajuste logístico significativo, desde a escolha do controle adequado até a distribuição eficiente dos insumos.

A logística desempenha um papel crucial na distribuição de insumos e na aplicação precisa dos agentes biológicos, sendo essencial para a rastreabilidade dos processos e a sustentabilidade das operações (BRASIL DE FATO, 2025). O uso de tecnologias, como drones, permite a aplicação localizada e eficiente de agentes biológicos, garantindo maior precisão e eficiência no controle de pragas e minimizando o impacto ambiental (SANTOS et al., 2022).

3. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, tendo como objetivo analisar a logística envolvida na implementação de práticas sustentáveis de controle de pragas na cultura da cana-de-açúcar, com foco na eficiência operacional e na redução dos impactos ambientais.

A pesquisa será realizada por meio de levantamento bibliográfico sobre técnicas de manejo sustentável de pragas e por meio da análise de casos reais, documentados em fontes confiáveis. Além disso, será realizada uma análise específica das implicações logísticas na adoção dessas práticas em campo.

O estudo abordará as principais pragas que acometem a cana-de-açúcar, bem como as técnicas de controle sustentável disponíveis, com ênfase na utilização de agentes biológicos, como fungos, bactérias e parasitoides, no contexto do controle biológico e do manejo integrado de pragas. Também serão investigados os aspectos logísticos relacionados à produção, armazenamento, transporte e aplicação desses agentes, visando compreender os desafios operacionais e propor soluções viáveis e sustentáveis.

As informações serão obtidas por meio da análise de artigos científicos, publicações técnicas da Embrapa, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), além de relatórios e documentos do setor sucroenergético.

A metodologia seguirá os seguintes passos

✓ **Revisão Bibliográfica:** Levantamento das principais pragas da cana-de-açúcar e os métodos de controle alternativos ao uso de agrotóxicos. A revisão

bibliográfica será realizada com o objetivo de identificar as principais pragas que afetam a cultura da cana-de-açúcar, com foco nos métodos de controle alternativos ao uso de agrotóxicos. Essa etapa incluirá a análise de técnicas de manejo sustentável de pragas, especialmente o controle biológico, como o uso de agentes biológicos (fungos, bactérias e parasitoides), manejo integrado de pragas e outras práticas culturais. Serão consideradas publicações científicas, relatórios técnicos da Embrapa, IAC e outras fontes confiáveis do setor sucroenergético.

✓ **Análise de Casos:** Estudo referenciado em dados de casos resolvidos no país. Será realizada uma análise de casos práticos e reais de implementação das práticas de controle de pragas na cana-de-açúcar em diferentes regiões do Brasil. A pesquisa buscará identificar estudos documentados em fontes confiáveis, como artigos científicos, relatórios técnicos e publicações do setor sucroenergético. A partir dessa análise, serão extraídas informações sobre os resultados obtidos, desafios enfrentados e as soluções aplicadas em diferentes contextos. Isso permitirá entender a eficácia dos métodos de controle sustentável e as práticas de manejo no contexto brasileiro.

✓ **Análise Logística:** Estudo das implicações logísticas de cada técnica de controle, incluindo distribuição de insumos e processos de implementação. A análise logística terá como foco o estudo das implicações práticas e operacionais na implementação das técnicas de controle sustentável de pragas. Será investigado como os insumos biológicos, como fungos, bactérias e parasitoides, são produzidos, armazenados, transportados e aplicados nas lavouras de cana-de-açúcar. A pesquisa analisará os desafios logísticos relacionados à eficiência na distribuição desses insumos, incluindo questões de custo, tempo e infraestrutura necessária. Além disso, será discutido como otimizar esses processos para garantir a sustentabilidade e a viabilidade econômica das práticas adotadas.

4. Desenvolvimento

4.1 Brasil: Celeiro do mundo

O Brasil tem um papel chave na geopolítica da produção agrícola mundial: atualmente, ele ocupa a terceira posição como maior exportador de produtos agrícolas no mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da União Europeia, apresentando, nos últimos anos, uma média de crescimento de 9% ao ano.

A ONU (Organização das Nações Unidas), através de sua seção de agricultura e alimentação, já disse em seu relatório de perspectivas agrícolas ainda em 2015, elaborado em parceria com a OCDE (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico), que o Brasil se tornaria, em 2024, o maior exportador de produtos agrícolas do mundo.

Esta tendência vem se confirmando e o país aumenta a sua produção a cada ano, tendo recebido, dignamente, o apelido de “Celeiro do Mundo”, considerando que aquilo que aqui se produziu apenas no ano de 2015 representou quatro vezes mais alimentos do que a nossa população precisaria. (MUNDO AGRO, 2019. Link).

4.2. A Logística no Controle Sustentável de Pragas na Cana-de-Açúcar

O manejo sustentável de pragas na cana-de-açúcar envolve o uso de métodos como controle biológico, armadilhas e práticas culturais que reduzem o uso de defensivos químicos. Para que essas práticas sejam eficazes, a logística desempenha um papel fundamental. (BP BUNGE BIOENERGIA, 2020).

Na realidade operacional do campo, a logística revela-se na necessidade de planejar bem a distribuição, transporte e armazenamento de insumos biológicos, que são sensíveis e possuem validade limitada. (CANA ONLINE, 2025).

No contexto do agronegócio moderno, a eficiência logística depende diretamente da adoção de tecnologias emergentes. A criação de centros de distribuição próximos às áreas de produção, o uso de drones para monitoramento e aplicação de defensivos, além do planejamento fundamentado em dados climáticos, são estratégias alinhadas aos princípios da Logística 4.0, que busca integrar inovação e sustentabilidade aos processos operacionais (LOGFEED, 2024).

Além disso, práticas como logística reversa para embalagens, parcerias com cooperativas locais e capacitação das equipes no campo tornam o processo mais sustentável e eficaz, conforme se verificou através das pesquisas disponibilizadas no site da INPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias).

Há que se levar em consideração que a adesão a Sistemas de Rastreabilidade também auxilia no controle do uso de insumos e na otimização das operações, o que foi estudado pela BP Bunge Bioenergia e divulgado através de artigos em seu site.

Dessa forma, integrar soluções logísticas com o manejo sustentável de pragas é essencial para garantir produtividade, reduzir custos e atender às exigências ambientais do setor sucroenergético, comprovado através de pesquisas e dados da INPEV.

4.3 Dados sobre a produção agrícola do Brasil

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possuía aproximadamente 63 milhões de hectares de lavouras temporárias e permanentes em 2017, conforme os dados do Censo Agropecuário daquele ano. Considerando também as pastagens plantadas, o total de área agrícola em uso pode ultrapassar os 79 milhões de hectares, o que demonstra o potencial de crescimento da produção sem a necessidade de novas áreas desmatadas (IBGE, 2019).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) reconhece o potencial brasileiro para aumentar a produção de alimentos de forma sustentável, utilizando tecnologias que evitem impactos ambientais negativos e respeitem as populações locais (FAO, 2017).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), o setor alimentício brasileiro faturou R\$ 642,6 bilhões em 2016, representando um crescimento de 4,6% em relação ao ano anterior. Desse total, cerca de 58% da produção agropecuária é industrializada e aproximadamente 49% das exportações do setor correspondem a alimentos processados, o que equivale a mais de 17% das exportações totais do Brasil (ABIA, 2017).

O Brasil se destaca na produção agropecuária mundial, especialmente nas cadeias de proteínas animais (bovinos, suínos e aves), além de culturas como soja, milho, trigo e arroz. No cenário global de exportações, os principais concorrentes do Brasil incluem Estados Unidos, China, Canadá e Argentina, enquanto os principais compradores dos produtos brasileiros são países da União Europeia e a China, que também figuram entre os grandes produtores e exportadores mundiais.

4.4. Método tradicional: Uso de Agrotóxico

O uso intensivo de agrotóxicos na agricultura brasileira, embora amplamente empregado para o controle de pragas e aumento da produtividade, gera

impactos significativos que extrapolam o campo e afetam diretamente o meio ambiente, a saúde pública e a logística da produção.

Do ponto de vista ambiental, o excesso de aplicação desses produtos compromete a qualidade do solo e da água, provocando desequilíbrios nos ecossistemas e exigindo medidas corretivas por parte dos produtores. Isso implica em maiores demandas logísticas para abastecimento de água potável, recuperação de áreas degradadas e controle de poluição ambiental.

Em relação à saúde humana, os riscos vão desde intoxicações agudas entre trabalhadores rurais até efeitos crônicos em consumidores que ingerem alimentos com resíduos de agrotóxicos.

Segundo estudo de Renato Roseno (2023), para cada dólar investido na compra de agrotóxicos, há um custo adicional de US\$ 1,28 relacionado ao tratamento de problemas de saúde. O estudo ainda revela que esses dados representam um ônus econômico relevante para o sistema público de saúde e aumenta a pressão por políticas públicas voltadas à prevenção e fiscalização do uso dos agrotóxicos.

Do ponto de vista logístico, o uso de agrotóxicos demanda uma estrutura operacional robusta e custosa, sendo necessário considerar o transporte especializado desses produtos, o armazenamento em condições seguras, o uso de equipamentos adequados para aplicação e a capacitação de operadores.

Além disso, o descarte correto das embalagens é obrigatório por lei, o que insere a logística reversa como parte integrante da operação. Tudo isso gera um custo operacional elevado e complexifica o gerenciamento logístico nas propriedades agrícolas.

Economicamente, embora o uso de agrotóxicos possa parecer vantajoso no curto prazo por aumentar a produtividade, os custos indiretos - como o impacto ambiental, os gastos com saúde e o investimento em infraestrutura logística - tornam essa prática menos viável no longo prazo, segundo o estudo e levantamento de dados de ROSENO (2023).

Portanto, conclui-se que a adoção de alternativas sustentáveis, como o manejo integrado de pragas (MIP) e o uso de biodefensivos, apresenta-se como uma solução com melhor custo-benefício, tanto para a sustentabilidade da produção quanto para a redução de custos operacionais e passivos ambientais, que se apresenta como o fundamento deste trabalho.

4.5. Métodos Sustentáveis de Controle de Pragas

4.5.1. Controle Biológico com utilização da vespinha

O desenvolvimento do programa de controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, com a utilização da vespinha (*Cotesia flavipes*) teve início na década de 1970 no Estado de São Paulo. Nos dias atuais, aproximadamente 90% das áreas de cultivo de cana-de-açúcar no Brasil são utilizadas por vespinhas para o controle da broca-da-cana.

4.5.2. Biologia da Vespinha

A vespinha do gênero *Cotesia flavipes* apresenta um ciclo de vida composto por fases larvais, pupais e adultas. Como se trata de um organismo parasitoide, seu desenvolvimento está diretamente associado à presença das lagartas da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), sendo incapaz de completar seu ciclo sem essa interação (COLEAGRO, 2023).

Segundo o site Coleagro (2023), o parasitismo ocorre quando a fêmea da vespinha introduz seus ovos no interior da lagarta por meio de uma picada. Em seguida, as larvas eclodem e passam a se alimentar dos tecidos internos do hospedeiro, que acaba morrendo exaurido antes de completar seu ciclo de vida.

Durante o estágio seguinte, as larvas já desenvolvidas rompem o corpo da lagarta e se transformam em pupas. Essas pupas são envoltas por casulos brancos que, unidos, formam uma massa visível sobre a superfície (COLEAGRO, 2023, p. 1).

Os adultos, com cerca de 2 a 3 mm de comprimento e coloração escura, emergem desses casulos após alguns dias.

Conforme descrito por Coleagro (2023), essas vespinhas se acasalam logo após a emergência, reiniciando o ciclo biológico de controle da praga na lavoura de cana-de-açúcar.

4.5.2.1 Forma de Utilização

A liberação dessa vespinha é feita em uma única vez ou de forma parcelada, sempre que a população atingir o mínimo de 10 lagartas (maiores do que 1,5 cm) por hora/homem de coleta. A amostragem é realizada por pessoas treinadas

que andam aleatoriamente pela área, abrindo colmos e coletando lagartas da praga. São liberadas 6.000 vespinhas por hectare (4 copos/ha), quantidade que pode ser repetida cerca de 15 dias após, caso a população de lagartas não parasitadas persista acima de 10 por hora/homem.

O produtor pode adquirir o parasitoide na fase de pupa ("massas"), acondicionadas em copos contendo cerca de 1.500 indivíduos cada um. Esses copos devem permanecer tampados, em sala com ar-condicionado (cerca de $27\pm 2^{\circ}\text{C}$), com umidade ao redor de 80% e iluminada, pois as vespinhas necessitam dessas condições para emergir e copular.

A liberação é realizada somente depois de 12 horas do início do "nascimento" (emergência) dos adultos, para que a cópula seja realizada. É usual liberar 1.500 adultos (um copo) por ponto, em quatro pontos por hectare. Deve-se caminhar de um ponto ao outro com o copo aberto e, ao chegar ao local, pendurá-lo por entre as folhagens.

As vespinhas devem ser transportadas ao campo com muito cuidado, pois não podem ficar expostas ao sol nem sofrer variações bruscas de temperatura. As liberações devem ser realizadas ao entardecer ou pela manhã, tentando evitar as horas mais quentes do dia. Em canaviais muito fechados, como aqueles que acamaram pela ação de ventos, é recomendada a realização das liberações ao redor da área, estando neste local por aproximadamente 25 metros.



Imagem 1: Liberação de *Cotesia flavipes* em canavial para controle da broca-da-cana-de açúcar. Fonte: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/903788/1/brocacana.pdf>

✓ Acompanhamento do Parasitismo

Para o acompanhamento do parasitismo, entre 10 e 15 dias após a liberação do agente biológico, realiza-se uma nova amostragem populacional para observação de lagartas parasitadas ou da presença de “massas” da vespinha.

As lagartas coletadas são acondicionadas em recipientes pequenos, com pedaços de dieta artificial, e mantidas em sala climatizada, a fim de se confirmar o parasitismo. Após essa etapa, é feito o cálculo do percentual de parasitismo, utilizando a fórmula: **% de parasitismo = (total de lagartas parasitadas + massas da vespinha / total de lagartas + pupas) × 100** (DINARDO-MIRANDA et al., 2013).

De acordo com Dinardo (2013), o controle é considerado eficiente quando o índice de parasitismo atinge ou ultrapassa 20%. Caso contrário, uma nova liberação do agente biológico é recomendada, especialmente quando a população da broca se mantém em níveis que exigem intervenção.

O nível de dano econômico causado pela praga varia conforme o tipo de cultivo, a época de plantio e as condições da lavoura. Segundo os autores, é aceitável um índice de infestação entre 2% e 4%, e o nível de controle leva em consideração a densidade de lagartas. Para situações em que são encontradas mais de dez lagartas com mais de 1,5 cm por hora/homem, recomenda-se a liberação do parasitoide (DINARDO-MIRANDA et al., 2013).

5. Principais pragas da cultura da cana-de-açúcar

5.1. BROCA-DA-CANA

A broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) é uma mariposa amplamente distribuída no Brasil, cujas lagartas causam danos significativos à cultura da cana-de-açúcar, como a morte da gema apical e a perfuração do colmo. Essas perfurações favorecem a entrada de fungos dos gêneros *Fusarium* e *Colletotrichum*, responsáveis pela podridão vermelha, o que compromete a produtividade e a qualidade do caldo (SUCESSO NO CAMPO, 2023).

O controle biológico é considerado a forma mais eficiente de manejo da praga, sendo amplamente adotado o uso do parasitóide *Cotesia flavipes*, uma vespa introduzida no Brasil em 1974. Esse agente de controle natural apresenta alta eficiência no controle da broca e contribui para a redução do uso de defensivos químicos (CAMPO & NEGÓCIOS, 2023; EMBRAPA, 1991).

O uso excessivo de inseticidas pode afetar negativamente os inimigos naturais, comprometendo o controle biológico e exigindo uma abordagem mais racional no manejo químico (REHAGRO, 2023).

A identificação de áreas mais infestadas é feita com base em levantamentos populacionais realizados entre dois a quatro meses após o plantio ou após o corte da cana. A intensidade de infestação (I.I.) é avaliada durante a safra, com amostragem mínima de 20 canas por hectare (REHAGRO, 2023).



Imagem 2: Broca-da-cana (*D. saccharalis*)

Fonte: (<https://www.canaoeste.com.br/noticias/broca-da-cana-praga-ameaca-producao-e-lucros/>)

✓ CIGARRINHA DAS RAÍZES

A cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) é uma praga relevante na cultura da cana-de-açúcar, com distribuição nas principais regiões canavieiras do Brasil. As ninfas se desenvolvem em meio à palha da cana crua, produzindo uma espuma característica na base dos colmos e nas raízes superficiais, a qual serve como proteção contra a dessecação, altas temperaturas e predadores naturais (ESALQ/USP, 2020).

A infestação geralmente ocorre após as primeiras chuvas do final do inverno, momento em que devem ser iniciados os levantamentos populacionais (EMBRAPA, 2022). Quando as populações atingem o nível de dano econômico — acima de três ninfas por metro linear — é recomendada a aplicação do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*, conforme indicado pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) (GEBIO, 2023).

Entretanto, os históricos de monitoramento mostram que, em grande parte das áreas amostradas, especialmente acima de 70 a 80%, os níveis populacionais permanecem abaixo do limite crítico, o que reforça a importância da adoção de práticas de manejo integrado e controle biológico (OUROFINO AGROCIÊNCIA, 2023).



Imagem 3: Cigarrinha das raízes Fonte: (<http://msfernandes.com>)

✓ **MIGDOLUS**

O *Migdolus fryanus*, conhecido como besouro Migdolus, é uma praga subterrânea de grande importância para a cultura da cana-de-açúcar. Suas larvas alimentam-se do sistema radicular da planta, provocando falhas na brotação das soqueiras, morte de plantas em reboleiras e, conseqüentemente, a necessidade de reforma precoce do canavial.

O ciclo larval ocorre inteiramente no solo e pode durar de dois a três anos, com registros de larvas encontradas a profundidades superiores a quatro metros. Os adultos emergem à superfície apenas durante o período de revoada. O controle químico apresenta melhores resultados quando realizado no preparo do solo, utilizando-se inseticidas aplicados em conjunto com a subsolagem ou a aração, preferencialmente durante a estação seca, quando as larvas se concentram em camadas mais superficiais.

A aplicação de inseticidas sobre as mudas no sulco de plantio, em operação conjunta com a cobertura, é uma alternativa complementar. No entanto, aplicações em soqueiras apresentam baixa eficiência no controle dessa praga. (DINARDO-MIRANDA, 2015).



Figura 4. Larva de *Migdolus Fryanus*.

Fonte: (<https://agroadvance.com.br/blog-migdolus-fryanus-cana/>)

✓ **BICUDO-DA-CANA (*Sphenophorus levis*)**

O *Sphenophorus levis*, popularmente conhecido como bicudo-da-cana, é um besouro cujas larvas causam danos expressivos à cultura da cana-de-açúcar. Os principais prejuízos ocorrem devido à escavação de galerias nos colmos em desenvolvimento, o que compromete o estande da lavoura, reduz a produtividade e diminui a longevidade dos canaviais, que muitas vezes não ultrapassam o segundo corte (DINARDO-MIRANDA, 2014).

A praga está amplamente disseminada na região de Piracicaba (SP) e em municípios circunvizinhos. A dispersão rápida da infestação é atribuída, principalmente, ao trânsito de mudas contaminadas, uma vez que o inseto apresenta baixa capacidade de locomoção: praticamente não voa e seu caminhar é lento (DINARDO-MIRANDA, 2014).

O método de controle mais indicado é o cultural, com a destruição antecipada das soqueiras mediante o uso do eliminador de soqueiras, modelo CTC (Centro de Tecnologia Canavieira), especialmente nas áreas infestadas destinadas à reforma. Essa operação deve ser realizada preferencialmente entre os meses de maio e setembro (DINARDO-MIRANDA, 2014).

Após a eliminação das soqueiras, recomenda-se manter a área sem plantas hospedeiras da praga e realizar o plantio subsequente o mais tardiamente possível, idealmente entre março e abril, adotando-se o ciclo de cana de ano e meio.

Essa estratégia reduz a probabilidade de reinfestação, considerando-se que os adultos de *S. levis* apresentam maior incidência entre janeiro e março. É

essencial que as mudas utilizadas no novo plantio estejam livres da praga e sejam provenientes de áreas não infestadas (DINARDO-MIRANDA, 2014).



Imagem 5. Bicudo da cana-de-açúcar *Sphenophorus Levis*.

Fonte: (<https://socicana.com.br/noticias/bicudo-da-cana-de-acucar-sphenophorus-levis-a-importancia-do-monitoramento-para-o-sucesso-em-seu-manejo/>)

✓ **BROCA GIGANTE**

A broca gigante (*Telchin licus licus*), uma praga altamente destrutiva da cana-de-açúcar, é comumente encontrada no Nordeste do Brasil, tendo sido detectada também na região Centro-Sul a partir de 2007. Essa praga é responsável por grandes perdas na produção agrícola e industrial da cana-de-açúcar, pois danifica o colmo da planta, abrindo galerias e deixando-o oco.

Esse dano compromete a integridade da cana, além de causar falhas e sintomas de “coração morto” na brotação das soqueiras. Em situações de infestações severas, a broca gigante reduz a longevidade do canavial, exigindo reformas antecipadas nas áreas afetadas. Por conta do risco elevado, não se recomenda o plantio de mudas oriundas de áreas infestadas.

A broca gigante é uma das pragas mais preocupantes para os produtores de cana-de-açúcar no Brasil, especialmente por sua capacidade de causar danos irreversíveis nas plantações e afetar negativamente a produtividade das lavouras (NICOLA et al., 2015).



Imagem 6. Broca-gigante da cana-de-açúcar: *Telchin Licus*. Fonte: (<https://elevagro.com/blog/control-da-broca-gigante-da-cana-de-acucar/>)

6. A logística no uso de drones para o controle de pragas

O uso de drones na agricultura da cana-de-açúcar tem promovido uma verdadeira revolução no setor agroindustrial brasileiro, com destaque especial para os ganhos logísticos que essa tecnologia proporciona. Tradicionalmente, o cultivo de cana-de-açúcar enfrenta diversos desafios relacionados ao monitoramento de grandes áreas, controle de pragas, aplicação de insumos e análise de dados.

A VANTs (A adoção de veículos aéreos não tripulados), popularmente conhecidos como drones, vem contribuindo significativamente para otimizar essas etapas, integrando tecnologia de ponta com processos logísticos eficientes.

Um dos principais exemplos da aplicação bem-sucedida dessa tecnologia é o da Raízen, uma das maiores produtoras de açúcar e etanol do Brasil. A empresa expandiu o uso de drones para monitorar mais de 600 mil hectares de lavouras, utilizando equipamentos equipados com sensores multiespectrais e câmeras de alta resolução.

Esses drones são capazes de mapear áreas plantadas, identificar falhas no plantio, detectar a presença de pragas e doenças e até calcular a necessidade de irrigação e fertilizantes. Toda essa informação é transmitida em tempo real para centrais de controle, onde é analisada por softwares de agricultura de precisão, contribuindo para uma logística agrícola muito mais eficiente e assertiva (RAÍZEN, 2022; Jornal Cana).

Além do monitoramento, drones têm sido amplamente utilizados na aplicação de defensivos agrícolas e no controle biológico de pragas. Um caso notável é o da Usina Rio Amambai Agroenergia, no Mato Grosso do Sul, que substituiu a aplicação manual de parasitoides naturais, como a *Cotesia flavipes*, por drones.

Essa mudança resultou em uma redução de até 7% nos custos operacionais por hectare, aumento da segurança no campo e maior eficácia no controle da praga broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), uma das mais destrutivas na cultura canavieira (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2021; link).

No aspecto logístico, os drones tornam possível planejar e executar intervenções de maneira muito mais rápida e direcionada. Por exemplo, em áreas onde se identificam focos de plantas daninhas, a pulverização pode ser feita apenas nas zonas afetadas, economizando até 70% no uso de herbicidas e água, como demonstrado em testes realizados pela empresa Braéro Soluções Aeroagrícolas com o uso do drone eBee X. A economia em insumos e a redução do impacto ambiental estão entre os principais benefícios, alinhando-se aos princípios da logística sustentável (GEOAGRI, 2023; link).

A logística envolvida no uso de drones também compreende o armazenamento e o processamento dos dados obtidos em campo. Empresas do setor têm investido em sistemas integrados que permitem que os dados coletados pelos drones sejam processados em tempo real, gerando mapas e relatórios que orientam decisões estratégicas. Essa capacidade de resposta rápida é essencial para manter a competitividade em um mercado tão dinâmico quanto o sucroenergético.

✓ Os desafios no uso de drones na logística

Apesar de todos os avanços, a logística do uso de drones ainda enfrenta desafios, como a necessidade de capacitação de operadores, manutenção técnica especializada e integração com outras tecnologias já utilizadas no campo. Há também questões legais e de infraestrutura que precisam ser superadas para garantir a plena operação desses equipamentos em todas as regiões produtoras.

Em síntese, o uso de drones na agricultura da cana-de-açúcar tem se mostrado uma ferramenta indispensável não apenas para o aumento da produtividade, mas também para a construção de uma cadeia logística mais inteligente, econômica e sustentável. Empresas que investem nessa tecnologia estão

à frente na corrida por eficiência e responsabilidade ambiental, contribuindo para um novo modelo de produção agrícola no Brasil (VMX Agro, 2023).

6.1. Liberação de Agentes Biológicos

A liberação de agentes biológicos, como as parasitoides vespinhas (*Cotesia flavipes*) e (*Trichogramma galloi*), tem se mostrado eficaz no controle da broca-da-cana. A Tereos, uma das maiores usinas do Brasil, implementou drones para a liberação desses agentes em 100% de suas operações, substituindo métodos manuais.

Essa abordagem resultou em um aumento de pelo menos 30% na área tratada e uma redução significativa nos custos operacionais por hectare. Além disso, a aplicação via drone permite maior precisão na distribuição dos agentes, melhorando a eficácia do controle biológico (RAMOS, 2022).

7. Análise e Discussão

A implementação de métodos sustentáveis no manejo de pragas na cana-de-açúcar exige um planejamento logístico estratégico e cuidadoso. A logística desempenha um papel crucial para garantir que as práticas sustentáveis sejam eficazes e viáveis, considerando os seguintes aspectos principais:

- **Custo-benefício:** É fundamental analisar o retorno do investimento em métodos sustentáveis, avaliando quanto tempo e recursos são necessários para alcançar ganhos em produtividade, ao mesmo tempo em que se minimizam os impactos ambientais. Essa avaliação orienta decisões mais conscientes e economicamente viáveis para os produtores.

- **Infraestrutura:** A adoção de técnicas sustentáveis demanda adaptações na infraestrutura logística, especialmente no que diz respeito ao transporte e armazenamento dos insumos. Isso garante a integridade dos materiais utilizados e evita perdas que possam comprometer a eficácia do manejo.

- **Capacitação e Treinamento:** O sucesso das práticas sustentáveis depende diretamente da qualificação dos trabalhadores e profissionais envolvidos. Investir em treinamento específico assegura que as técnicas sejam aplicadas

corretamente, aumentando a eficiência do controle de pragas e promovendo o uso racional dos recursos.

Conclusão

O manejo sustentável de pragas na cana-de-açúcar surge como uma alternativa indispensável e urgente diante dos impactos negativos causados pelo uso excessivo e indiscriminado de agrotóxicos, que afetam não apenas o meio ambiente, mas também a saúde dos trabalhadores rurais e das comunidades próximas às áreas de cultivo. Ao adotar práticas que visam a redução do uso de produtos químicos, promove-se um equilíbrio ecológico mais harmonioso, preservando a biodiversidade do solo, das plantas e dos organismos benéficos, essenciais para a manutenção da saúde dos ecossistemas agrícolas.

No entanto, para que essas estratégias sustentáveis sejam realmente eficazes e gerem os resultados esperados, é imprescindível que estejam apoiadas por uma estrutura logística eficiente e bem planejada. A logística desempenha um papel crucial, garantindo que os insumos, sejam eles biológicos ou tecnológicos, cheguem ao campo na quantidade adequada, no momento certo e em condições ideais para sua aplicação. Além disso, um sistema logístico robusto assegura que a aplicação das tecnologias sustentáveis seja feita de forma precisa e coordenada, evitando desperdícios e maximizando os benefícios ambientais e produtivos.

Investir em infraestrutura, planejamento e capacitação logística não só potencializa o sucesso das práticas de manejo sustentável, como também contribui para a redução de custos operacionais, melhora a gestão dos recursos e fortalece a competitividade do setor sucroalcooleiro. Dessa forma, a integração entre sustentabilidade e logística eficiente representa um avanço estratégico, que alia produtividade crescente, responsabilidade ambiental e inovação tecnológica, consolidando um modelo de produção mais consciente e preparado para os desafios futuros do mercado e da sociedade.

Em suma, a adoção de práticas sustentáveis no controle de pragas, aliada a uma logística eficaz, é um passo decisivo para o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva da cana-de-açúcar, garantindo a perenidade do negócio e a preservação dos recursos naturais para as próximas gerações.

Referências

- ABIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Balanço da Indústria de Alimentos 2017. São Paulo: ABIA, 2017. Disponível em: <https://abia.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 16 maio 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA (ABRASCO). Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: <https://www.abrasco.org.br/site/noticias/dossie-abrasco/>. Acesso em: 24 abr. 2025.
- BP BUNGE BIOENERGIA. BP Bunge Bioenergia emprega drones para auxiliar no controle biológico da lavoura de cana-de-açúcar. *Revista Cultivar*, 26 nov. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/index.php/noticias/bp-bunge-bioenergia-emprega-drones-para-auxiliar-no-controle-biologico-da-lavoura-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 24 abr. 2025.
- BRASIL DE FATO. Uso intenso de agrotóxicos provoca crise silenciosa na saúde e meio ambiente no Oeste do Pará. 17 jan. 2025. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2025/01/17/uso-intenso-de-agrotoxicos-provoca-crise-silenciosa-na-saude-e-meio-ambiente-no-oeste-do-para/>. Acesso em: 18 maio 2025.
- Brasil, celeiro do Mundo! Disponível em: <https://agrosaber.com.br/brasil-celeiro-do-mundo/#:~:text=Sobre%20esse%20tema%2C%20o%20Brasil,crescimento%20de%209%25%20ao%20ano>. Acesso em: 23 abr. 2025.
- CAMPO & NEGÓCIOS. Cotesia no controle da broca-da-cana. 2023. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/cotesia-no-controle-da-broca-da-cana/>. Acesso em: 17 maio 2025.
- COLEAGRO. Broca da cana (*Diatraea saccharalis*). 2023. Disponível em: <https://www.coleagro.com.br/broca-da-cana-diatraea-saccharalis>. Acesso em: 17 maio 2025.
- DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de brocas-da-cana-de-açúcar. Campinas: Embrapa, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/903788/1/brocacana.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- DINARDO-MIRANDA, L. L. Pragas de solo em cana-de-açúcar. Campinas: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1010651/pragas-de-solo-em-cana-de-acucar>. Acesso em: 17 maio 2025.
- DINARDO-MIRANDA, L. L. *Sphenophorus levis*: biologia, danos e controle em cana-de-açúcar. Campinas: Embrapa, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1010652/sphenophorus-levis-biologia-danos-e-controle-em-cana-de-acucar>. Acesso em: 17 maio 2025.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Controle biológico da broca-da-cana com *Cotesia flavipes*. Planaltina, DF: Embrapa, 1991. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3836>. Acesso em: 17 maio 2025.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Pragas nas raízes. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de->

[informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/manejo/fitossanidade/pragas/pragas-nas-raizes](#). Acesso em: 17 maio 2025.

ESALQ/USP – ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. Estudo mostra funções da espuma produzida pela cigarrinha-das-raízes. Piracicaba: ESALQ, 2020. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/banco-de-noticias/estudo-mostra-fun%C3%A7%C3%B5es-da-espuma-produzida-pela-cigarrinha-das-ra%C3%ADzes>. Acesso em: 17 maio 2025.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The future of food and agriculture: Trends and challenges. Rome: FAO, 2017. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>. Acesso em: 16 maio 2025.

GEBIO. Entenda a dose de *Metarhizium anisopliae* usada para o controle das cigarrinhas-das-raízes em canavial. São Paulo: GEBIO, 2023. Disponível em: <https://gebio.com.br/campo/entenda-sobre-a-dose-de-metarhizium-anisopliae-utilizada-para-o-controle-das-cigarrinhas-das-raizes-em-canavial/>. Acesso em: 17 maio 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017: Resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 maio 2025.

IDEC – INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. Agrotóxicos no Brasil: seus impactos na saúde humana e ambiental. Disponível em: <https://idec.org.br/dicas-e-direitos/agrotoxicos-no-brasil-seus-impactos-na-saude-humana-e-ambiental>. Acesso em: 18 maio 2025.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. Logística reversa das embalagens vazias de defensivos agrícolas. *Revista FT*, v. 17, n. 2, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://revistaft.com.br/logistica-reversa-das-embalagens-vazias-de-defensivos-agricolas/>. Acesso em: 24 abr. 2025.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. Logística reversa de embalagens de defensivos agrícolas. 2023. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/>. Acesso em: 24 abr. 2025.

NAVA, D. E. et al. Controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/746793>. Acesso em: 17 maio 2025.

Nos canaviais da Tereos, drones atuam também no controle biológico de pragas. Disponível em: https://www.canaonline.com.br/conteudo/nos-canaviais-da-tereos-drones-atuam-tambem-no-controle-biologico-de-pragas.html?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 23 abr. 2025.

OLIGOS BIOTECNOLOGIA. Manejo ecológico de pragas: controle e sustentabilidade. Oligos Biotec, 2023. Disponível em: <https://oligosbiotec.com.br/manejo-ecologico-de-pragas-controle-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 11 jun. 2025.

OUROFINO AGROCIÊNCIA. Cigarrinha-das-raízes: identificação e controle da praga. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://homolog.ourofinoagro.com.br/pragas/cigarrinha-das-raizes/>. Acesso em: 17 maio 2025.

PEREIRA, L. F.; ALMEIDA, M. C. Logística e Agricultura Sustentável: Desafios e Oportunidades. Campinas: Editora Agro, 2020.

RAÍZEN. Raízen investe em agricultura digital e amplia áreas monitoradas com o uso de drones. Disponível em: <https://jornalcana.com.br/mercado/usinas/raizen-investe-em-agricultura-digital-e-amplia-areas-monitoradas-com-o-uso-de-drones/>. Acesso em: 23 abr. 2025.

REDUZINDO os custos de controle de ervas daninhas na cana-de-açúcar em 39% com o drone eBee X. Disponível em: <https://geoagri.com.br/blog/108/reduzindo-os-custos-de-controle-de-ervas-daninhas-na-cana-de-acucar-em-39-com-o-drone-eebe-x>. Acesso em: 23 abr. 2025.

REHAGRO. Controle biológico da cana-de-açúcar: práticas sustentáveis e eficazes. 2023. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/controle-biologico-da-cana-de-acucar/>. Acesso em: 17 maio 2025.

REVISTA CULTIVAR. Manejo integrado de pragas em cana-de-açúcar. *Revista Cultivar*, 2021. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/manejo-integrado-de-pragas-em-cana-de-acucar>. Acesso em: 11 jun. 2025.

RODRIGUES, V. C. et al. Uso de agrotóxicos na cana-de-açúcar e os riscos à saúde do trabalhador rural na região de Itumbiara-GO. *53º Congresso Brasileiro de Química*, 2013. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/5/2902-16817.html>. Acesso em: 18 maio 2025.

ROSENO, Renato. Agrotóxicos: estudo da Fiocruz revela impacto econômico bilionário. 2023. Disponível em: <https://www.renatoroseno.com.br/noticias/agrotoxico-estudo-fiocruz-impacto-economico-bilionario-renato-rozeno>. Acesso em: 24 abr. 2025.

SANTOS, E. F. et al. O impacto do manejo da cana-de-açúcar com controle químico e biológico sobre a fauna epígea. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 15, n. 2, p. 12181, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/12181>. Acesso em: 18 maio 2025.

SILVA, D. A. M. et al. Riscos para a saúde do trabalhador e boas práticas de segurança do trabalho na aplicação de herbicidas em cana-de-açúcar. *Sistemas & Gestão*, v. 17, n. 1, p. 1784, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2022.v17n1.1784>. Acesso em: 18 maio 2025.

SILVA, R. A.; SOUZA, L. F. Manejo Sustentável de Pragas na Cana-de-Açúcar. Rio de Janeiro: Editora Verde, 2021.

SUCESSO NO CAMPO. Controle microbiano da broca-da-cana. 2023. Disponível em: <https://sucessonocampo.com.br/controle-microbiano-da-broca-da-cana/>. Acesso em: 17 maio 2025.

SYNGENTA. Pragas da cana-de-açúcar: desafios e soluções no manejo integrado. *Mais Agro Syngenta*, 2022. Disponível em: <https://maisagro.syngenta.com.br/tudo-sobre-agro/pragas-da-cana-de-acucar-desafios-e-solucoes-no-manejo-integrado/>. Acesso em: 11 jun. 2025.

TECNOLOGIA no canavial: benefícios do uso de drone na aplicação da cotesia. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/sucroenergetico/291964-tecnologia-no>

[canavial-beneficios-do-uso-de-drone-na-aplicacao-da-cotesia.html](#). Acesso em: 23 abr. 2025.

TEREOS. Tereos já adota uso de drones para liberação de agentes biológicos em 100% de suas operações. *Cana Online*, 6 fev. 2025. Disponível em: <https://www.canaonline.com.br/conteudo/tereos-ja-adota-uso-de-drones-para-liberacao-de-agentes-biologicos-em-100-de-suas-operacoes.html>. Acesso em: 24 abr. 2025.