



Universidade Federal De São Carlos

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Curso de Engenharia Agrônoma



REVISÃO SOBRE O MANEJO DE *Sphenophorus levis* (Vaurie, 1978) EM CANA-
DE-AÇÚCAR E APLICAÇÃO DE UM ESTUDO DE CASO

CAIO NASCIMENTO BERTOLI

ARARAS

2024



Universidade Federal De São Carlos

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Curso de Engenharia Agrônoma



CAIO NASCIMENTO BERTOLI

REVISÃO SOBRE O MANEJO DE *Sphenophorus levis* (Vaurie, 1978) EM CANA-
DE-AÇÚCAR E APLICAÇÃO DE UM ESTUDO DE CASO

Monografia que será apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para a
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador (a): Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques

Coorientador (a): Prof. Dr. Hermann Paulo Hoffmann

ARARAS

2024

**Dedico este trabalho primeiramente a
Deus e aos meus queridos amigos e familiares.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, sabedoria e por todas as oportunidades e acontecimentos que Ele tem me proporcionado;

À minha família que sempre me apoiou, acreditou em mim e me deu a oportunidade de estudar na Universidade Federal de São Carlos, sempre querendo o melhor para mim;

À Universidade Federal de São Carlos, em especial o Centro de Ciências Agrárias com seus professores e servidores, pela oportunidade de aprender sobre minha vocação;

A todos meus amigos que viveram comigo esses 5 anos, como se fossem meus irmãos, de mães diferentes, mas muito próximos. A todos os meus queridos amigos da República Invernada e turma XXVII, e pelos momentos juntos.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques por ser o orientador deste trabalho, pelos ensinamentos e, por confiar no meu trabalho;

Ao Prof. Dr. Hermann Paulo Hoffmann por ser o coorientador deste trabalho, pelos ensinamentos e, por confiar no meu trabalho;

À Dr. Flávia de Moura Manoel Bento por aceitar a ser membro da banca e pelos ensinamentos e orientações.

E a todos que, direta ou indiretamente, permitiram que eu esteja aqui hoje, realizando este trabalho e me formando.

A todos, meu muito obrigado!

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo principal levantar as informações presentes na literatura sobre estratégias integradas de manejo para o controle *do Sphenophorus levis* em plantações de cana-de-açúcar, visando a redução dos danos causados pelo inseto e a promoção da sustentabilidade agrícola. O estudo abrange uma análise da eficácia de diferentes práticas culturais, como rotação de culturas e manejo do solo, na redução da infestação do *S. levis*. Além disso, métodos biológicos e químicos foram levantados, considerando seus impactos na saúde do ecossistema agrícola. Foi realizado um breve estudo de caso em uma plantação de cana-de-açúcar, onde foram observadas e aplicadas estratégias de manejo e controle da praga. Este estudo de caso permitiu a análise da eficácia das práticas culturais e dos métodos de controle biológicos e químicos, oferecendo uma visão realista dos desafios e das soluções no manejo do *S. levis*. Os resultados indicam que a integração de práticas culturais com métodos biológicos e químicos podem minimizar os danos, ao mesmo tempo em que promove a sustentabilidade e a saúde do ecossistema agrícola.

Palavras-chave: praga; manejo; estratégias; biológico; químico.

ABSTRACT

The main objective of this work was to gather information from the literature on integrated management strategies to control *Sphenophorus levis* in sugarcane crops, aiming to reduce insect damage and promote agricultural sustainability. The study includes an analysis of the effectiveness of different cultural practices such as crop rotation and soil management in reducing *S. levis* infestation. Additionally, biological and chemical methods were reviewed, considering their impacts on agricultural ecosystem health. A brief case study was conducted in a sugarcane plantation where management and pest control strategies were observed and applied. This case study allowed for an analysis of the effectiveness of cultural practices, biological, and chemical control methods, offering a realistic view of challenges and solutions in managing *S. levis*. The results indicate that integrating cultural practices with biological and chemical methods can minimize damage, and promote sustainability and health of the agricultural ecosystem.

Keywords: pest; management; strategies; biological; chemical.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Justificativa	1
2.	OBJETIVO	2
2.1.	Objetivo Geral.....	2
2.2.	Objetivos Específicos	2
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
3.1.	Contexto e importância da Cana-de-açúcar	2
3.2.	Desafios da produção canavieira: principais pragas e o seu manejo	5
3.3.	<i>Sphenophorus levis</i>	6
3.4.	Distribuição geográfica	9
3.5.	Monitoramento e medidas de controle	11
3.6.	Nematoides entomopatogênicos e inseticidas químicos	14
3.7.	Plantas transgênicas como forma de controle	16
4.	ESTUDO DE CASO	17
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura de destaque global, sendo fundamental para a economia em várias partes do mundo. Originária da Nova Guiné, na Oceania, e introduzida no Brasil com a chegada dos portugueses às Américas, essa planta se adapta a uma ampla variedade de solos e condições climáticas (SILVA, 2019).

A história da comercialização da Cana-de-açúcar permeia desde 1650, sendo o Brasil o país a ter ocupado posições de destaque na produção mundial de cana-de-açúcar, consolidando-se como o maior produtor global. Além da cana-de-açúcar, o país também se destaca na produção de seus derivados e subprodutos, como aguardente, açúcar, etanol e energia renovável com a queima do bagaço. As principais regiões produtoras incluem o Centro-Sul e o Norte-Nordeste (São Paulo, Alagoas, Paraíba e Pernambuco). Grande parte da produção é destinada ao etanol, enquanto outra parte supre a demanda interna de açúcar (CONAB, 2019).

Segundo Barbosa (2019) a produtividade da cana-de-açúcar é influenciada por três fatores principais: agronômicos, ambientais e fisiológicos. Entre as limitações agronômicas estão os desafios impostos por pragas e doenças, que afetam diretamente a quantidade produzida. E um exemplo de praga muito importante para a cultura é o bicudo-da-cana.

O bicudo-da-cana, *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae), causa prejuízos nas brotações e na parte subterrânea das touceiras, e apresenta dificuldades associadas ao seu controle (DINARDO–MIRANDA, 2008).

O presente trabalho apresenta uma abordagem de revisão bibliográfica com um breve estudo de caso observado em uma empresa fornecedora de cana em Capivari - SP.

1.1. Justificativa

O inseto *S. levis* é uma importante praga da cana-de-açúcar, causando danos expressivos que resultam em perdas de produtividade e qualidade do produto final.

Diante dos desafios impostos por essa praga, torna-se necessário desenvolver e implementar estratégias eficazes de manejo integrado, que visem não apenas a

redução da infestação do inseto, mas também a promoção da sustentabilidade agrícola. A realização desta pesquisa é essencial para fornecer informações baseadas em evidências que apoiem os produtores na tomada de decisões informadas sobre o manejo de *S. levis*, promovendo práticas agrícolas que sejam sustentáveis, econômicas e eficazes no controle dessa praga.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

- Indicar as diferentes estratégias integradas de manejo para o controle de *S. levis* em plantações de cana-de-açúcar, visando a redução dos danos causados pelo inseto presentes na literatura;

2.2. Objetivos Específicos

- Indicar a eficácia de diferentes práticas culturais na redução da infestação do *S. levis*;
- Indicar o impacto de métodos biológicos e químicos no controle do *S. levis*.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Contexto e importância da Cana-de-açúcar

A produção de cana-de-açúcar no Brasil teve início anos após a descoberta do país, aproveitando o clima favorável e as condições do solo em várias regiões do território nacional. Ao longo do tempo, houve um aumento significativo na produtividade, colocando o Brasil em uma posição de destaque na produção mundial de cana-de-açúcar.

O plantio de cana-de-açúcar desempenha um papel crucial tanto na economia quanto na sociedade, com previsão de produção no Brasil para a safra 2023/2024 de 677,6 milhões de toneladas, ocupando uma área de cerca de 8,3 milhões de hectares (CONAB, 2023).

Conforme descrito por Miranda (2008) a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), uma planta da família das gramíneas, originou-se na Ásia Meridional. O cultivo dessa

planta se espalhou por 121 países (VERMA et al., 2014). A cultura da cana-de-açúcar é uma das mais importantes no cenário econômico global, devido à sua capacidade de gerar diversos produtos e subprodutos. Entre esses, destacam-se o açúcar, o álcool, a vinhaça, o melaço e o bagaço, que podem ser utilizados na produção de energia elétrica, combustíveis, entre outros fins. A importância econômica da cana-de-açúcar se reflete na geração de recursos significativos para a população (GONÇALVES, 2008).

A cana-de-açúcar é classificada como uma planta semi-perene, caracterizada por sua alta eficiência fotossintética e grande acúmulo de sacarose, além de sua fácil adaptação a diferentes condições de intensidade luminosa e temperatura (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008; SEGATO et al., 2006; ALMEIDA et al., 2016).

Em pesquisas sobre a primeira planta que se mostrou doce, é possível encontrar registros históricos da cana-de-açúcar desde a antiguidade. Machado (2003) aponta que os primeiros registros dessa planta foram na Nova Guiné, Oceania. Após ser identificada, a cana-de-açúcar foi levada para a Índia, onde foram produzidas bebidas. Com o tempo, a planta foi se tornando conhecida em várias regiões, e o Ocidente a descobriu por meio de generais durante as Cruzadas. Por intermédio das rotas árabes, o cultivo chegou ao Egito, Sicília e Espanha. Como mencionado por Machado (2003) e Tuta (2013) os egípcios, que eram pesquisadores químicos, foram creditados pela clarificação do caldo extraído da cana-de-açúcar. Na época de sua origem, a produção de açúcar era mantida em segredo, e o produto final era consumido apenas por reis e pela nobreza, devido às relações comerciais que permitiam a compra do açúcar.

No início do século XIV, o açúcar representava uma fonte de energia e doçura, sendo um produto de consumo exclusivo daqueles com maior poder aquisitivo. Machado (2003) observa que quantidades de açúcar eram mencionadas em testamentos como herança, devido ao seu elevado valor comercial. Durante o Renascimento, período subsequente ao início dessa comercialização na antiguidade, o Oriente começou a experimentar mudanças significativas no comércio, na arte e na visão humanista. As especiarias ganharam ainda mais destaque, incentivando pessoas a explorar novas formas de lucrar no mercado de negociações, como foi o caso de Portugal. Segundo Machado (2003) a localização estratégica de Portugal, por onde passavam navios carregados de mercadorias, facilitou alianças políticas

vantajosas com os navegadores que por ali transitavam, tornando Portugal um dos primeiros lugares a introduzir a cana-de-açúcar.

De acordo com Tuta (2013), esse foi o começo da verdadeira expansão da cana-de-açúcar, pois, através de Portugal, as Américas foram descobertas, regiões onde hoje essa planta é produzida em larga escala e gera grandes lucros. No Brasil, a cana-de-açúcar foi incorporada às plantações por volta do século XVI, começando a ser cultivada em 1532 na área que hoje corresponde ao estado de São Paulo. As condições climáticas regionais foram cruciais para o seu desenvolvimento (NOGUEIRA, 2016). Pouco mais de 100 anos depois, em torno de 1650, o Brasil já se destacava na produção de cana-de-açúcar, liderando o ranking mundial e aumentando sua produção continuamente ao longo dos anos. Atualmente, o Brasil permanece como o principal produtor de cana-de-açúcar e açúcar, e ocupa a segunda posição na produção de etanol (TUTA, 2013).

A luz, a temperatura e a umidade são características climáticas que influenciam diretamente na produção de cana-de-açúcar. Dessa forma, é possível afirmar que a cana-de-açúcar se adapta a diversas regiões e condições climáticas do país, suportando localidades com temperaturas mais elevadas e alta incidência solar. Segundo Guimarães (2017), a produção máxima de açúcar ocorre em estações longas e quentes, com alta incidência de radiação solar e boa umidade, sendo que a planta utiliza entre 148 a 300 g de água para produzir 1 g de substância seca. Em relação ao amadurecimento da planta, algumas características climáticas são fundamentais, como tempo seco, alta intensidade de luminosidade, clima fresco e ausência de geadas. Períodos quentes e úmidos, com bastante radiação solar, são ideais para o cultivo em condições climáticas favoráveis ao crescimento (ALFONSI et al., 1987).

Como é possível observar, três fatores estão diretamente ligados à boa produtividade da cana-de-açúcar: agrônômicos, ambientais e fisiológicos. Conhecendo o manejo ideal, é possível obter bons resultados e evitar prejuízos econômicos com os desafios que surgirem na produção canavieira. Segundo Barbosa (2019), para que a produtividade atual se aproxime do potencial atingível, é necessário, primeiro, corrigir as restrições agrônômicas, que ainda representam um grande obstáculo para a cultura, como sistemas de preparo de solo, plantio e colheita. Com a adoção de manejos corretos, a cultura passa a ser limitada por restrições

ambientais, relacionadas aos fatores climáticos (chuva, temperatura, dióxido de carbono e radiação). Nesse caso, podemos atuar basicamente de duas maneiras: uso de irrigação para fornecimento de água e posicionamento da cultura em regiões com condições climáticas mais favoráveis ao desenvolvimento da cana (zoneamento agroclimático). Barbosa (2019) também aponta que a produtividade da cultura está relacionada a restrições fisiológicas, que estão mais ligadas ao genótipo. Portanto, não basta simplesmente querer produzir cana-de-açúcar; é fundamental o conhecimento sobre os fatores agronômicos, ambientais e fisiológicos, combinados com a genética da planta, como o aparecimento de várias variedades de cana, para que a produção canavieira seja bem-sucedida.

Ainda de acordo com o autor, o aumento das áreas de cultivo tem favorecido o estabelecimento de pragas, pois ocorre uma maior disponibilidade de alimentos para diferentes organismos. Por exemplo, a não realização da queima na pré-colheita resulta na permanência de restos culturais no campo, como a palhada, criando um ambiente propício para o aumento e estabelecimento de diferentes populações de pragas de solo (DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2013). Estas pragas se abrigam e se multiplicam sob a palhada (MUNDIM et al., 2009). As pragas de solo são as mais difíceis de controlar, pois são encontradas protegidas por camadas de solo ou até mesmo no interior das plantas, tornando difícil sua observação em campo e a aplicação de medidas de controle, sendo um grupo de pragas que requer atenção especial.

3.2. Desafios da produção canavieira: principais pragas e o seu manejo

Três fatores principais podem restringir a cultura da cana-de-açúcar: agronômicos, ambientais e fisiológicos. No presente estudo, as restrições agronômicas são tratadas com especificidade, abordando aspectos como pragas, doenças, nutrição e preparo do solo, entre outros pontos críticos (BARBOSA, 2019). Segundo Barbosa (2019), a produtividade da cana-de-açúcar pode ser severamente afetada por pragas e doenças, com uma redução potencial de até 80% na produção final. Por essa razão, é essencial que os produtores possuam conhecimento adequado e contem com o apoio de profissionais qualificados para combater essas ameaças e evitar prejuízos financeiros.

As anomalias podem ser identificadas por meio das principais características morfológicas das plantas. Essa identificação visual das áreas afetadas permite a implementação das melhores medidas de controle para combater pragas e doenças. Por exemplo, o bicudo da cana-de-açúcar, em sua fase larval, se alimenta do interior dos rizomas e da base dos colmos em desenvolvimento, criando cavidades que impactam diretamente a produção. A disseminação dessa praga ocorre frequentemente por meio de mudas infestadas, devido à limitada capacidade de locomoção do besouro. Para controlar essa praga, duas estratégias principais são utilizadas: a destruição de soqueiras com um eliminador mecânico e o corte das soqueiras com aplicação de produtos químicos (CTC, 2018).

3.3. *Sphenophorus levis*

Distribuído amplamente por diferentes continentes, o gênero *Sphenophorus* inclui várias espécies que atacam diversas culturas de relevância econômica, especialmente as gramíneas. Este gênero, originário da América do Norte e que conta com setenta e cinco espécies, faz parte da ordem Coleoptera, considerada a mais diversificada da Classe Insecta.

Na cana-de-açúcar, a praga apresenta dois picos populacionais na forma adulta: o primeiro entre fevereiro e março e o segundo em outubro e novembro. Quanto às larvas, os picos populacionais ocorrem entre maio e julho e em novembro (TERÁN; PRECETTI, 1983). Assim, os maiores danos às plantas de cana-de-açúcar ocorrem de maio a novembro, especialmente nos três primeiros meses, quando a fase larval causa maiores prejuízos (ALMEIDA, 2005). O dano se manifesta no rizoma, abaixo do nível do solo, onde a larva se alimenta e se abriga, criando galerias circulares e longitudinais na base da brotação. Esse ataque resulta no amarelecimento das folhas e morte do perfilho, levando a falhas na rebrota das soqueiras (Figura 1). Além disso, observa-se um aumento na proliferação de plantas invasoras, que ocupam os espaços deixados pelas falhas no perfilho (PRECETTI; ARIGONI, 1990). Esses danos resultam na redução da tonelagem de cana por hectare (PRECETTI; TERÁN, 1983).

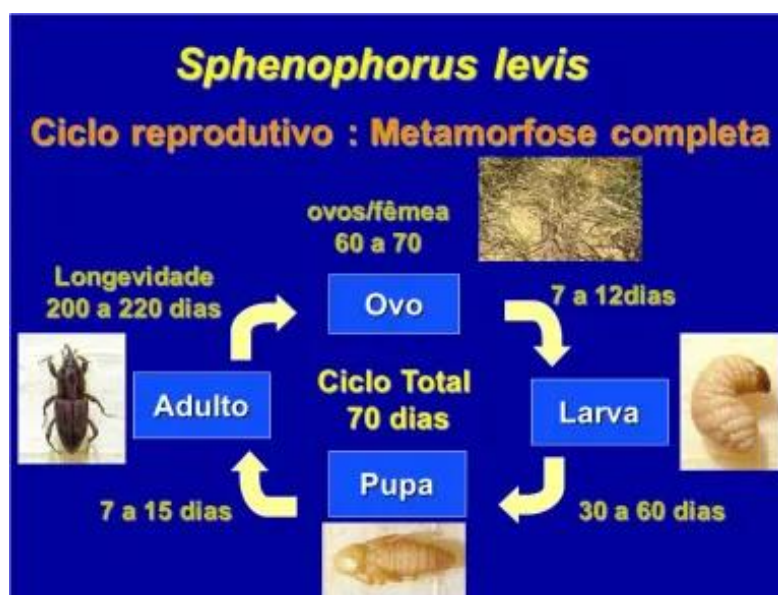
Figura 1. Touceira de cana-de-açúcar atacada por *S. levis*.



Fonte: Centro de Tecnologia Canaveira (CTC)¹.

Em condições laboratoriais, a fêmea de *S. levis* realiza a postura na parte interna do colmo utilizando o rostró para abrir um orifício, ovipositando ao longo de sua existência em torno de 60 a 70 ovos (PRECETTI; TERÁN, 1983). O período de incubação aproximado é de 7 a 12 dias. Após a eclosão da larva, o inseto se apoia nas paredes das galerias abertas para se locomover. O período larval é em média de aproximadamente 35,5 dias. Pouco antes de a larva alcançar à fase de pupa, ela abre uma galeria, onde o inseto se instala, cessando sua alimentação e movimentação (DEGASPARI et al., 1987). O período de pupa é de 7 a 15 dias, emergindo o adulto de coloração castanho, que em laboratório pode permanecer vivo até 220 dias (Figura 2).

Figura 2. Ciclo de vida do *S. levis*.



Fonte: Centro de Tecnologia Canaveira (CTC)².

No campo, o adulto se abriga abaixo do nível do solo e raramente são encontrados voando (PRECETTI; ARIGONI, 1990). O período médio de ovo a adulto é de 57,2 dias (BOTELHO et al., 1983). O surgimento da praga no campo está intimamente relacionado com a variação da temperatura, verificando-se que os picos populacionais de adultos ocorrem nos períodos mais quentes do ano.

Para depositar os ovos, as fêmeas de *S. levis* perfuram os rizomas com as mandíbulas localizadas na extremidade do rostró, preferencialmente abaixo do solo, com 90% das perfurações ocorrendo nessa região (CASTELIANI et al., 2020).

Os picos de postura são observados entre o sétimo e o décimo quarto dia após o acasalamento (BARRETO-TRIANNA et al., 2009). Durante todo o ciclo de vida, as fêmeas produzem cerca de 40 ovos, podendo chegar a 70, sendo que 75% deles são depositados na primeira metade da vida do inseto (Figura 3 A) (PRECETTI; ARRIGONI, 1990).

Após a eclosão, as larvas têm uma coloração esbranquiçada, que posteriormente se torna mais amarelada antes da fase de pupa (Figura 3 B). As larvas são ápodas e apresentam uma mancha em forma de "W" no primeiro segmento dorsal torácico. A cabeça é castanha e possui mandíbulas bem desenvolvidas (DEGASPARI et al., 1987; ARRIGONI; PRECETTI, 1990).

A fase pupal de *S. levis* é livre, apresentando todos os apêndices visíveis (Figura 3 C). Em média, dura cerca de 11 dias, com uma taxa de viabilidade de 93,5%.

Durante esse período, a coloração mantém o padrão das larvas, começando branco e escurecendo para amarelo-escuro antes da emergência do adulto (DEGASPARI et al., 1987). Ao contrário de outras espécies, como *Metamasius hemipterus* Linnaeus, 1758, que se abrigam em casulos, as pupas de *S. levis* são encontradas dentro da planta (ARRIGONI; PRECETTI, 1990).

Os adultos têm uma baixa capacidade de voo, movendo-se lentamente e exibindo comportamento de tanatose quando ameaçados. Seu tamanho varia de 8 a 14 mm com dimorfismo sexual, com os machos sendo menores que as fêmeas (Figura 3 D). A fêmea possui menos cerdas e pigídio truncado, enquanto o macho tem mais cerdas e um pigídio mais arredondado e largo. A fase adulta é longa (DEGASPARI et al., 1987; ALENCAR, 2016). Essa longevidade na fase adulta não é exclusiva de *S. levis*, sendo observada em outras espécies da família Curculionidae, como *Homalinotus coriaceus* Gyllenhaal, que pode viver até 300 dias (SARRO et al., 2004).

Figura 3: Formas biológicas do *S. levis*. A) Ovo, B) Larva, C) Pupa, D) Adulto.



Fonte: WADT, L., 2016³.

3.4. Distribuição geográfica

Para abordar a questão geográfica, vale ressaltar que um aspecto crucial para o manejo eficaz de pragas é o conhecimento do comportamento dos insetos, o que possibilita a definição de estratégias de controle adequadas. Elementos como a dinâmica populacional e a distribuição espacial e temporal das pragas são comportamentos que podem ter impactos significativos na agricultura. Esses comportamentos são essenciais para a diversificação genética das populações, pois facilitam o fluxo gênico e diversas interações, inclusive negativas. Indivíduos que se dispersam no ambiente podem enfrentar predação e o custo adaptativo do novo habitat, o que pode levar a um aumento na mortalidade (HANSKI; GILPIN, 1997; RONCE, 2007; MAZZI; DORN, 2011).

Ao realizar pesquisas sobre a dinâmica populacional de *S. levis*, estas revelam a presença de todas as fases biológicas do inseto ao longo do ano, mas com uma maior incidência de certas formas biológicas em períodos específicos. As formas imaturas, como larvas e pupas, são mais comuns em épocas com baixos índices de precipitação. Em contraste, os adultos apresentam picos populacionais durante os períodos mais chuvosos, especialmente nos meses de fevereiro e março (DEGASPARI et al., 1987; IZEPPI, 2015). Além disso, a dinâmica populacional desse inseto-praga pode ser influenciada pela temperatura mínima e pela umidade relativa do ar (ALENCAR, 2016), além da precipitação. Segundo Silveira Neto et al. (1976), uma maior umidade relativa reduz a mortalidade, aumenta a longevidade e eleva a fecundidade e a velocidade de desenvolvimento dos insetos.

A distribuição dos insetos pode ser uniforme, aleatória ou agregada (PERECIN; BARBOSA, 1992). Conhecer a distribuição espacial dos insetos-praga nas áreas agrícolas é fundamental para a criação de planos amostrais eficientes, permitindo utilizar dados populacionais para prever infestações críticas e determinar o momento adequado para iniciar medidas de controle (GILES et al., 2000; GUEDES et al., 2006; GARCIA et al., 2021).

No caso de *S. levis*, a maioria dos estudos indicam um comportamento altamente agregado (IZEPPI, 2015; ALENCAR, 2016; ROSA; FERNANDES, 2020). Esse padrão de agregação é comum entre muitos insetos, sendo especialmente prevalente nos coleópteros da família Curculionidae devido à produção de feromônios. Feromônios são semioquímicos que influenciam indivíduos da mesma espécie, enquanto aqueles que afetam diferentes espécies são chamados de aleloquímicos. Os principais efeitos dos feromônios nos insetos incluem a atração para o acasalamento, agregação para alimentação e marcação de trilhas ou orientação, este último sendo comum em insetos sociais (ZARBIN et al., 2009). Em muitos curculionídeos, os machos produzem esses compostos voláteis que atraem ambos os sexos, embora em algumas espécies as fêmeas também emitam feromônios, variando em alcance e propósito (AMBROGI et al., 2009).

Em outros estudos de caso já realizados e disponibilizados em banco de dados, fora possível identificar que para *S. levis*, utilizando cromatografia gasosa, detectaram substâncias voláteis exclusivamente nos machos dessa espécie. O composto identificado foi o 2-metil-4-octanol, um álcool alifático responsável pelo

comportamento de agregação dessa espécie, também encontrado em *S. incurrens Gyllenhal* (ZARBIN et al., 2003; ILLESCAS-RIQUELME et al., 2016). Esse comportamento de agregação explica os ataques concentrados em áreas específicas. Observa-se que *S. levis* apresenta formas biológicas e danos distribuídos de forma agrupada nos canaviais (IZEPPI, 2015; ROSA; FERNANDES, 2020). O mesmo comportamento é visto em outras espécies do gênero, como *S. parvulus* e *S. venatus*, que atacam gramados na América do Norte, resultando em morte das plantas com sintomas característicos de áreas danificadas (DUPUY; RAMIRES, 2016; GIREESH et al., 2021).

Outro aspecto importante do comportamento espacial é a dispersão do inseto-praga. *S. levis* possui uma capacidade de voo limitada, deslocando-se principalmente através de movimentos lentos, sendo sua capacidade de dispersão entre 6,6 a 11,1 metros por mês (DEGASPARi et al., 1987). Para os estudos que os autores desenvolveram, Arthur et al. (1987) observaram que os machos se dispersam mais que as fêmeas. Precetti et al. (1983) registraram deslocamentos de 3 a 5 metros por dia para ambos os sexos. As diferenças nos valores de dispersão são atribuídas a diversos fatores, incluindo variações no ecossistema, fatores abióticos e metodologias de estudo (RONCE, 2007). Independentemente das variações nos resultados, fica claro que *S. levis* apresenta uma capacidade de movimentação reduzida, sendo encontrado no campo principalmente em formato de reboleiras.

3.5. Monitoramento e medidas de controle

O monitoramento do inseto na fase adulta é realizado por meio de armadilhas formadas com iscas atrativas feitas com toletes de cana de 1 metro, rachados ao meio e imersos em inseticida químico por 24 horas. Após esse período, os toletes são posicionados nas bases das touceiras e cobertos com palha de cana na proporção de 100 toletes por hectare. Após 20 dias, a avaliação da incidência de adultos é realizada com base na quantidade de insetos mortos (ALMEIDA, 2005). Esta estratégia também foi empregada para o controle de adultos no campo, visando desviar a oviposição das fêmeas recém emergidas para as armadilhas atrativas (TERÁN et al., 1986).

O método de controle mais comumente adotado no manejo de *S. levis* consiste na destruição mecânica das soqueiras no momento da reforma do canavial, visando expor ao máximo as larvas aos seus predadores e ao secamento dos rizomas.

Recomenda-se também eliminar o mato infestante que pode servir de alimento para as larvas (PRECETTI; ARIGONI, 1990). Essa prática apresenta resultados satisfatórios apenas no primeiro corte, pois muitas larvas conseguem sobreviver alimentando-se da matéria orgânica remanescente no campo após a destruição das soqueiras, não afetando as formas adultas do inseto. Quanto ao controle químico, o ingrediente ativo inseticida Fipronil (Regent® Duo SC) é um dos produtos atualmente recomendados, visando reduzir a incidência da praga no campo. Assim como na destruição das soqueiras, essa técnica é utilizada no plantio para evitar o ataque da praga nas mudas de cana (ALMEIDA, 2005; AGROFIT, 2024).

No controle biológico, foi estudada a utilização do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* em associação com isca atrativa formada por toletes de cana, com o objetivo de controlar a população de adultos (BADILLA; ALVES, 1989). A sanidade de áreas de mudas também deve ser considerada, buscando evitar a introdução da praga em locais onde ainda não há registro do inseto ou a reinfestação no campo. Mudas infestadas são as principais propagadoras do inseto, portanto, é crucial verificar sempre a origem das mudas, observando a presença ou não da praga (PRECETTI; ARIGONI, 1990).

Uma etapa crucial no manejo integrado de pragas (MIP) é a correta identificação da praga e a determinação de sua presença por meio de métodos de amostragem. O monitoramento de *S. levis* na fase adulta pode ser conduzido utilizando armadilhas com iscas tóxicas feitas de toletes de cana mergulhados em inseticida químico, colocados nas bases das touceiras e cobertos com palha de cana para atrair os insetos (PRECETTI; TERÁN, 1983; ALMEIDA, 2020). No entanto, devido à possibilidade de amostrar larvas e pupas, e não somente adultos, como ocorre com as armadilhas, o método de vistoria de touceiras por trincheiras tem sido adotado com maior frequência. Esse método envolve a abertura de trincheiras na linha da cana na dimensão de uma touceira (0,5 m X 0,5 m X 0,3 m), sendo recomendado 2 por hectare, onde o solo e o material vegetal são inspecionados e as touceiras de cana são arrancadas para identificar os danos causados pelo inseto, caracterizados por galerias com serragem fina, bem como a presença das formas biológicas (Figura 4) (DINARDO-MIRANDA, 2018).

Figura 4: Amostragem de *S. levis*. A) Abertura de trincheira com dimensões 0,5 X 0,5 X 0,3, B) Colmos para contagem das formas biológicas.



Fonte: WADT (2016).

O nível de dano econômico para essa praga ainda não está claramente definido, mas geralmente, devido aos danos causados e à baixa eficácia das medidas de controle, estas são adotadas em quase todos os plantios em áreas onde as formas biológicas e/ou seus danos foram registrados. Existe uma tendência de realizar o controle quando a área apresenta uma infestação igual ou superior a 3% de rizomas danificados, embora seja necessário avaliar melhor esse valor (DINARDO-MIRANDA, 2018).

O manejo da praga começa no momento da implantação do canavial. Se o último cultivo na área foi de cana-de-açúcar, é recomendada a destruição mecânica das soqueiras do ciclo anterior durante a época seca do ano, por meio de um implemento conhecido como "destruidor de soqueiras". Isso expõe as formas biológicas do inseto a predadores e à luz solar, destrói sua fonte de alimento e abrigo e impede que os adultos emergidos das soqueiras mortas ataquem os novos brotos em formação (GARCIA; BOTELHO, 2016; DINARDO-MIRANDA, 2018). O vazio sanitário, que mantém a área livre de plantas hospedeiras, também é eficaz no manejo de *S. levis*, pois impede que as formas biológicas completem o ciclo de vida e morram, inclusive os adultos de longa vida, que podem morrer por inanição. É recomendável aguardar pelo menos de 4 a 5 meses antes de implantar o novo canavial (DINARDO-MIRANDA, 2018).

Antes de aplicar inseticidas na soqueira, especialmente em áreas altamente infestadas, é recomendável aleirar a palha. Isso ocorre porque a presença de palha proporciona condições ideais de umidade, temperatura e abrigo para o inseto,

aumentando a incidência de posturas e, conseqüentemente, de larvas, resultando em danos mais significativos à cultura (DINARDO-MIRANDA, 2018). Além disso, o aleiramento da palha melhora a qualidade da operação de corte de soqueira, facilitando o corte pelo disco e evitando a retenção de inseticidas na palha. Atualmente, há 20 inseticidas químicos registrados para o controle de *S. levis* (AGROFIT, 2023). No entanto, como mencionado anteriormente, o hábito do inseto e as formas de aplicações existentes resultam em um controle com eficácia limitada. Portanto, a busca por métodos de controle mais eficazes e seguros é crucial, e os agentes de controle biológico surgem como uma alternativa economicamente viável e ecologicamente sustentável (ROSSI, 2011).

Outra forma de controle que poderia ser usada é a armadilha com o uso dos feromônios de agregação liberados pelos adultos do *S. levis* citados anteriormente.

Porém, para o *S. levis* ainda são necessárias mais algumas etapas para a completa elucidação química do feromônio de agregação deste inseto. O 2-metil-4-octanol, aparentemente, é o composto majoritário do feromônio de agregação de *S. levis*, porém é necessário que o(s) composto(s) minoritário(s) faça(m) parte da composição da armadilha, também para que eles possam ser usados, iguais usam-se no controle de *M. fryanus* (WADT, 2016).

3.6. Nematoides entomopatogênicos e inseticidas químicos

Quando se trata de bioinseticidas microbianos, os ascomicetos *Metarhizium anisopliae* e *B. bassiana* destacam-se como os fungos entomopatogênicos mais conhecidos e amplamente utilizados em programas de controle biológico (SCHRANK; VAINSTEIN, 2010). O *B. bassiana* é reconhecido como um patógeno necrotrófico facultativo, capaz de afetar uma variedade de artrópodes, abrangendo quase todas as ordens de insetos (REHNER et al., 2011). A infecção se inicia com a fixação dos conídios à cutícula do hospedeiro (ORTIZ-URQUIZA; KEYHANI, 2013). Durante o processo de colonização, ocorre a produção de metabólitos tóxicos, resultando na destruição dos tecidos internos e no esgotamento de nutrientes, culminando na morte do hospedeiro (GIBSON et al., 2014). Por outro lado, o *M. anisopliae* se desenvolve vegetativamente através de hifas, produzindo micélios e conídios, os quais são os propágulos responsáveis pela infecção nos hospedeiros artrópodes, penetrando diretamente através da cutícula (SCHRANK; VAINSTEIN, 2010).

Em estudos de campo conduzidos por Delfanti (2012), foi confirmada a eficácia do fungo *M. anisopliae* no controle de *S. levis* nas fases larval e adulta. Além dos fungos, os nematoides entomopatogênicos do gênero *Steinernema*, como *S. feltiae* e *S. carpocapsae*, apresentam potencial para aplicação via pulverização e para o controle biológico de *S. levis* (MOREIRA et al., 2013; CASTELIANI et al., 2020). No ambiente do solo, esses nematoides encontram os insetos, invadem seus corpos e, uma vez dentro do organismo, liberam bactérias que colonizam o trato digestivo, resultando na rápida morte do hospedeiro (LEITE et al., 2012).

Os estudos relacionados aos nematoides entomopatogênicos têm progredido significativamente nos últimos anos, especialmente no que diz respeito aos métodos de produção e à descoberta de novas espécies ou isolados. Atualmente, estão comercialmente disponíveis pelo menos cinco espécies de nematoides para o controle biológico de pragas, incluindo *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis megidis*, *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* e *Steinernema riobrave* (ALVES, 1998). No entanto, na América Latina, as pesquisas sobre nematoides têm se concentrado principalmente na descrição de algumas espécies novas, na documentação de ocorrências de espécies já conhecidas e em alguns resultados experimentais relacionados ao controle de pragas.

Os gêneros *Steinernema* e *Heterorhabditis* são comumente encontrados no solo ou infectando insetos em várias regiões do mundo (HOMINICK, 2002). Esses nematoides, na fase de juvenis infectados de terceiro estágio, são encontrados no solo e são responsáveis pela busca e infecção do hospedeiro. Nessa fase, os nematoides não se alimentam, o que lhes permite resistir por longos períodos às condições adversas do ambiente (GLAZER, 2002).

Os nematoides entomopatogênicos são portadores de bactérias altamente patogênicas para insetos, em uma associação mutualística na qual o nematoide, ao penetrar em um hospedeiro pelas aberturas naturais ou pelo tegumento, libera a bactéria que causa septicemia no inseto entre 24 e 48 horas (FERRAZ, 1998). Durante esse processo, o nematoide se alimenta da bactéria e dos tecidos do hospedeiro, reproduzindo-se por 2 a 3 gerações. Após a exaustão dos nutrientes, emerge do cadáver como juvenil já infectado para procurar novos hospedeiros. O ciclo de vida para a maioria dos nematoides dos gêneros *Steinernema* e *Heterorhabditis*, desde a

infecção até a emergência dos juvenis infectados, varia de 7 a 10 e 12 a 15 dias, respectivamente, em temperatura ambiente (EHLER, 2001).

A sobrevivência dos nematoides entomopatogênicos no solo é altamente dependente da quantidade de lipídios armazenados em seu organismo, bem como da umidade e temperatura (PATEL; WRIGHT, 1997; GLAZER, 2002). Essa capacidade de adaptação a diferentes temperaturas tem sido objeto de estudo em várias pesquisas, visando selecionar isolados adaptados às condições específicas de cada região. Cada espécie, e até mesmo isolados da mesma espécie, reage de forma diferente às variações de temperatura e umidade. Portanto, a avaliação desses nematoides é crucial para descobrir novos agentes mais eficazes para uso em programas de controle biológico de pragas. Estudos sobre formulação e técnicas de aplicação têm buscado mitigar os efeitos do clima, permitindo maior persistência dos nematoides no ambiente e garantindo melhores resultados no controle de pragas. Além disso, a aplicação cuidadosa pode ser um fator essencial para garantir o sucesso desses agentes no controle de uma determinada praga (GEORGIS, 1990).

É importante salientar que diversos fatores podem influenciar na reciclagem e manutenção desses agentes no ambiente. Estudos realizados por McCoy et al. (2000) evidenciaram que as formigas podem impactar essa reciclagem ao capturar insetos infectados pelos nematoides, interrompendo assim a reprodução desses agentes nos cadáveres. Por outro lado, a capacidade dos nematoides de infectar múltiplos estágios de desenvolvimento da mesma espécie pode resultar em um aumento do inóculo no ambiente, levando, por vezes, a um controle mais eficaz do que o esperado (LOYA; HOWER JR., 2003).

3.7. Plantas transgênicas como forma de controle

Atualmente, tem sido bastante utilizado a questão da genética vegetal como alternativa para aumentar a resistência das plantas a pragas e doenças. Levando em conta estes estudos e considerando que, a alimentação e o desenvolvimento das larvas de *S. levis* são dependentes da proteólise digestiva no intestino. A produção de inibidores das enzimas digestivas do inseto em plantas transgênicas pode constituir uma alternativa de combate à praga. Porém, para o sucesso dessa estratégia é necessário que os inibidores sejam eficientes contra as peptidases digestivas das

larvas e suficientemente produzidas durante o momento do ataque do inseto (PAULA, 2012).

Outra ferramenta biotecnológica, para o controle de *S. levis*, que tem se mostrado promissora foi a utilização de RNA de interferência. A avaliação da sensibilidade do inseto ao RNAi pela alimentação pode abrir um novo horizonte de perspectivas relacionados ao combate do inseto (PAULA, 2012).

Portanto, a inibição da principal enzima digestiva pela Cane-CPI-4 e o silenciamento gênico via RNAi são alternativas promissoras para o estabelecimento de plantas resistentes ao inseto e podem ser aplicadas no desenvolvimento de plantas de cana-de-açúcar transgênicas com o objetivo de aumentar sua resistência ao *S. levis* (PAULA, 2012). Porém, ainda são necessários mais estudos, que já estão em desenvolvimento variedades que se mostram resistentes a este inseto.

4. ESTUDO DE CASO

Após a revisão bibliográfica, foi realizado um estudo de caso. Este estudo foi conduzido em duas fazendas de um fornecedor de cana-de-açúcar localizada na região de Capivari, SP, que enfrenta a presença significativa de *S. levis*. A observação foi essencial para verificar *in loco* as práticas de manejo adotadas pela empresa e analisar sua eficácia na prática. A observação foi conduzida durante um período de 6 meses, permitindo uma análise direta das condições e práticas no campo.

As áreas acompanhadas foram: uma de 6 hectares, de solo argiloso, com a variedade de cana-de-açúcar CV6654, plantada em 2022, com seu primeiro corte em 2023. Esta área ficou abandonada por 5 anos, cheia de canas bisadas e de plantas invasoras, até que em 2021 começou a sua limpeza para o seu plantio em 2023; A outra área é de 52 hectares, de solo argiloso, com a variedade RB966928, plantada em 2023, com seu primeiro corte em 2024. Esta área não fica abandonada a alguns anos e vem sendo sempre plantada e reformada, visando sempre a tentativa de controle ao *S. levis*. A empresa fornecedora de cana-de-açúcar estudada implementa três estratégias de controle dessa praga, combinando métodos culturais, químicos e biológicos.

A presença do bicudo da cana-de-açúcar é identificada através do método de trincheira citado anteriormente. É realizado 1 ponto de monitoramento, a cada 2

hectare, na dimensão de 0,5m X 0,5m X 0,3m. Na área de 6 hectares, a infestação observada foi de 6,78%, em 2024, após o segundo corte, e na área de 52 hectares foi de 1,87%, em 2024, após o primeiro corte. Com base nos resultados, a empresa dá continuidade ao conjunto de práticas de manejo integrado para tentar controlar e reduzir a população do inseto.

Uma vez confirmada a presença da praga, a empresa inicia o manejo em áreas de reforma. Este processo envolve o uso de um erradicador de soqueira, que destrói as raízes das plantas de cana-de-açúcar e expõe tanto as raízes quanto as pragas ao sol (Figura 5). Esta exposição é destinada a reduzir a população do *S. levis* através da dessecação e morte dos insetos expostos. Após a fase de eliminação das soqueiras, a empresa realiza o preparo do solo utilizando grades e subsoladores. Estes implementos agrícolas revolvem a terra, criando um ambiente menos favorável para a sobrevivência e reprodução do *S. levis*. Este manejo cultural é um passo crucial antes da implementação da nova cultura.

Figura 5. Imagem da parte de trás de um erradicador de soqueira.



Fonte: O autor.

Outro processo como tentativa de controle se inicia no plantio, mais especificamente na cobertura, com a aplicação combinada de 250 g/ha de Regent Duo® SC (fipronil + alfa-cipermetrina) e 220 g/ha de Quartzo, que é um nematicida microbiológico composto por *Bacillus subtilis* e *Bacillus lincheniformis*. Esta estratégia

de manejo integrado visa proporcionar uma defesa dupla contra a praga, combinando a ação rápida do químico com os benefícios sustentáveis do biológico. No entanto, é importante monitorar a dosagem e a aplicação adequada dos produtos para evitar a resistência da praga e garantir a eficácia do controle biológico.

E após a colheita, na soqueira, acontece a operação corte de soqueira com a aplicação de 2L/ha do produto químico Engeo Pleno, que é composto por Tiametoxam (141 g/L) e Lambda-cialotrina (106 g/L), em conjunto com o produto biológico Biolimpo, composto por *B. bassiana* e *M. anisopliae*, na dose de 500 g/ha, aplicados 30% dos produtos na beira da cana na superfície para controlar os adultos e 70% nas raízes da cana embaixo do solo (Figura 6).

Figura 6. Imagem do implemento corte de soqueira



Fonte: Imagem do autor.

A observação incluiu visitas diárias à plantação e conversas com os agricultores e técnicos responsáveis, para uma compreensão aprofundada das práticas de manejo e dos desafios enfrentados.

As análises regulares realizadas pela empresa para identificar a presença do *S. levis* mostraram-se eficazes na detecção precoce da praga. A utilização de métodos sistemáticos de inspeção visual e coleta de amostras garantiu uma resposta rápida e direcionada às áreas infestadas, permitindo a implementação imediata de medidas de controle.

Visualmente, a área observada mostrou um *stand* de cana aceitável e bom com o uso dessas práticas, destacando a importância de um manejo integrado de pragas (MIP) para o controle do *S. levis* em plantações de cana-de-açúcar. A combinação de métodos culturais, químicos e biológicos proporciona uma abordagem holística que pode ser mais eficaz do que o uso isolado de qualquer uma dessas técnicas. Além disso, a adaptação das práticas de manejo às condições locais e a rotação de produtos químicos são essenciais para evitar a resistência da praga e manter a sustentabilidade do controle.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo indicar as práticas de manejo de *S. levis* em plantações de cana-de-açúcar, utilizando como estudo de caso uma empresa fornecedora localizada na região de Capivari, SP. A combinação de uma revisão bibliográfica detalhada com um estudo de caso *in loco* permitiu uma compreensão abrangente e contextualizada das estratégias de controle dessa praga.

Através da revisão bibliográfica, identificamos as principais técnicas de manejo cultural, químico e biológico recomendadas pela literatura. O estudo de caso complementou esta análise ao demonstrar a aplicação prática dessas técnicas.

Os resultados visuais mostraram que o manejo cultural, envolvendo a destruição das soqueiras e o preparo do solo, com o intuito da criação de um ambiente hostil para a praga. A aplicação combinada de Regent Duo e Quartzo durante o plantio e a utilização de Engeo Pleno e *B. bassiana* na pós-colheita proporcionaram uma abordagem integrada do controle químico e biológico, que podem ajudar no controle do bicudo da cana-de-açúcar.

Entretanto, o estudo também evidenciou desafios significativos, como a possível resistência a pesticidas, a influência das condições climáticas na eficácia dos métodos culturais, e os custos e logística envolvidos na implementação das práticas

de manejo. Estes desafios destacam a necessidade de um planejamento cuidadoso e de uma abordagem flexível que permita a adaptação às condições locais e às mudanças nas populações da praga.

Em conclusão, o manejo integrado de pragas (MIP) é crucial para o controle eficaz e sustentável do *S. levis* em plantações de cana-de-açúcar. A combinação de métodos culturais, químicos e biológicos, adaptados às condições específicas de cada área de cultivo, oferece a melhor estratégia para enfrentar os desafios apresentados por esta praga. O estudo de caso na região de Capivari, SP, exemplifica como a aplicação prática dessas técnicas e ressalta a importância da inovação contínua e do monitoramento constante para manter a eficácia do controle.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT, Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2023. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 de mai. 2024.

AGROFIT, Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2024. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 5 de set. 2024.

ALENCAR, M. A. V. ***Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera:Curculionidae): Caracterização macroscópica e determinação de inseticida e época de aplicação para controle**. 2016. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Entomologia Agrícola) – Unesp, Jaboticabal.

ALFONSI, R. R. et al. **Condições climáticas para a cana-de-açúcar**. In: PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.42- 55. v.1.

ALMEIDA, L. C. **Bicudo da cana-de-açúcar: boletim técnico C.T.C.** Piracicaba: Centro de Tecnologia Canaveira, 2005.

ALMEIDA, L. C., STINGEL E., ARRIGONI, E. B. **Monitoramento e controle de pragas da cana-de-açúcar**. Piracicaba-SP.: CTC, 2008. 35p.

ALMEIDA, L. S. De; FERREIRA, V. A. S.; FERNANDES, L. A.; FRAZÃO, L. A.; OLIVEIRA, A. L. G. **Indicadores de qualidade do solo em cultivos irrigados de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária brasileira, v.51, n.9, p.1539–1547, 2016.

AMBROGI, B. G., VIDAL, D.M., ZARBIN, P. H. G., ROSADO-NETO, G. H. **Feromônios de agregação em Curculionidae (Insecta: Coleoptera) e sua implicação taxonômica**. Química Nova 32: 2151-2158, 2009.

ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia dentro do tanque**. In.: Revista Plantio Direto online, 2015.

ARRIGONI, E. B. **New pests of the new system**. Revista Opiniões, 2011. v.28, p. 65-67.

AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. Campinas: Emopi Gráfica, 2001. 230 p.

BOTELHO, P. S. M.; DEGASPARI, N.; ARAUJO, S. M. S. S.; ARAUJO, J. R.; ALMEIDA, L. C. Ciclo biológico do *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Col.: Curculionidae), praga da cana-de-açúcar, em dieta artificial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA. 1983. Brasília, Resumos... Brasília. p. 004

CASTELIANI, A., MARTINS, L. F., CARDOSO, J. F. M., SILVA, M. S. O., SILVA, R. S. A., CHACON-OROZCO, J. G., LEITE, L.G. **Behavioral aspects of *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae), damage to sugarcane and its natural infection by *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Rhabditidae)**. Crop Protection 137: 105262, 2020.

CONAB: **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar – Safra 2023/2024 – Terceiro Levantamento**. Brasília, 2024. 56 p.

DEGASPARI, N.; BOTELHO, P. S. M.; ALMEIDA, L. C.; CASTILHO, H. J. **Biologia de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Col.: Curculionidae), em dieta artificial e no campo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 1987. v. 22, n. 6, p. 553-558.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar**. 2nd ed.rev. Campinas: Instituto Agrônomo, 2018. 444p.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V. **Effect of insecticides applied at sugarcane planting on *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Cuculionidae) control and on the yield of first two harvests**. Proceedings International Society of Sugar Cane Technology, Boston, 2010. v. 27, p. 1-5.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Ocorrência de *Sphenophorus levis* em 2000**. Stab – Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2000. v.19, n.1, p.26.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Cana**. Revista Cultivar Grandes Culturas. Pelotas, n.80, 2005.10p. Caderno técnico cultivar.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J. V. **Sugarcane straw and the populations of pests and nematodes**. Scientia Agricola, 2013. v.70, n.5, September/October.

DINARDO MIRANDA, L. L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 349–404.

DOLINSKI, C. **Tecnologia de produção e formulação de nematoides entomopatogênicos**. In: OLIVEIRA FILHOS, E. C.; MONNERAT, R. G.; Fundamentos para regulação de semioquímicos, inimigos naturais e agentes microbiológicos de controle de pragas, 1 ed., 2006. p. 197-218.

FERRAZ, L. C. C. B. **Nematóides Entomopatogênicos**. In: ALVES, S. B. (Ed.) Controle microbiano de insetos. Piracicaba: FEALQ, p. 541-569, 1998.

GLAZER, I. **Survival Biology**. In: GAUGLER, R. (Ed). Entomopathogenic Nematology. New Jersey: Rutgers University, p. 169-187, 2002.

GILES, K. L., ROYER, T. A., ELLIOTT, N.C., KINDLER, S. D. **Development and validation of a binomial sequential sampling plan for the *Greengug* (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the southern plains**. Journal of Economic Entomology. 93: 1522-1530, 2000.

GONÇALVES, E. R. **Fotossíntese, osmorregulação e crescimento inicial de quatro variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica**. 2008. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal), Universidade Federal do Alagoas, Rio Largo.

ILLESCAS-RIQUELME, C. P., LLANDERAL-CÁZARES, C. C., RUIZ-MONTIEL, C., GONZÁLEZHERNÁNDEZ, H., ALATORRE-ROSAS, R., CRUZ-LÓPEZ, L., ROJAS, J. C. **Evidence for male-produced aggregation pheromone in *Sphenophorus***

incurrens (Coleoptera: Curculionidae). The Florida Entomologist. 99:522–527, 2016.

IZEPPI, T. S. **Distribuição espacial e dinâmica populacional de *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar.** 2015. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

LEITE, L. G.; BATISTA FILHO, A.; TAVARES, F. M.; GINARTE, C. M. A.; BOTELHO, P. S. M.; ALMEIDA, L. C. **Alternativa de controle.** Revista Cultivar, 2006. p. 30 – 33.

LEITE, L. G.; BATISTA, A. F.; GINARTE, A. M. A.; TAVARES, F. M.; ALMEIDA, L. C.; BOTELHO, P. S. M. **Alternativa de controle: bicudo da cana-de-açúcar.** Revista Cultivar Grandes Culturas, Pelotas, n. 83, 2005.

MAGRO, F.J. et al. **Biometria em cana-de-açúcar.** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. USP. Piracicaba, SP. Jun. 2011.

MIRANDA, E. M.; JÚNIOR, O. J. S.; DA SILVA, E. M. R. **Seleção de fungos *Micorrízicos Arbusculares* para o amendoim forrageiro consorciado com braquiária.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2008. v. 43, n. 9, p. 1185–1191.

MUNDIM, D. A.; PELISSARI, H. N. T.; PEREIRA, F. J. S. **Panorama da colheita mecanizada de cana-de-açúcar e seu impacto no manejo da cultura.** Nucleus, Ituverava, edição especial, p. 79-94, 2009.

PAULA, FERNANDO FONSECA PEREIRA de. **Biologia molecular aplicada à identificação de alvos para o controle do bicudo da cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis*.** 2012. 180 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PERECIN, D., BARBOSA, J. C. **Amostragem e análise estatística de dados de distribuição de contágio.** Revista Matemática e Estatística, 1992. 10: 207- 216.

¹PRAGAS E DOENÇAS DA CANA-DE-AÇÚCAR. **Centro de Tecnologia Canavieira,** 2018. Disponível em: <<https://ctc.com.br/produtos/wp-content/uploads/2018/07/Caderneta-de-Pragas-e-Doen%C3%A7as-da-Cana-de-a%C3%A7%C3%ACar-CTC.pdf>>. Acesso em 29 Ago. de 2024.

PRECETTI, A. A. C. M.; ARRIGONI, E. B. **Aspectos biológicos e controle do besouro *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar.** Boletim Técnico Coopersucar – Edição Especial, 1990. 15p.

PRECETTI, A. A. C. M.; TERAN, F. O. **Gorgulhos da cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978, e *Metamasius hemipterus* (L. 1765) (Col., Curculionidae).** In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA: PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR, 1., Piracicaba, Anais... Piracicaba: Copresuca, 1983. p. 32 – 37.

TERAN, F. O.; PRECETTI, A. A. C. M. **Flutuação populacional e outros aspectos bioecológicos de *Sphenophorus levis* e *Metamasius hemipterus* (Col., Curculionidae); pragas da cana-de-açúcar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8., 1983, Brasília. p. 005.

²SILVA, R. D. A. ***Sphenophorus levis* Monitoramento e controle, manejo na retirada manual de mudas de cana para evitar a disseminação da praga.**

Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira, 2021.

TUTA, N. F. **Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar no ciclo da cana - planta com aplicação de efluente de esgoto tratado via gotejamento subsuperficial.** 2013. Dissertação de mestrado, UNICAMP. Campinas, SP.

RONCE, O. **How does it feel to be like a rolling stone? Ten questions about dispersal evolution.** Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 38: 231–253, 2007.

SARRO, F. B., CROMONO, W. B.; FERREIRA, J. M. S. **Aspectos da biologia e morfologia da broca do pedúnculo floral do coqueiro, *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae).** Neotropical. Entomology. 33: 7-12, 2004.

VERMA, D.; GOPE, P. C.; SINGH, I.; JAIN, S. **Processing and properties of bagasse fibers.** In: HAKEEM, K. R.; JAWAID, M.; RASHID, U. Biomass and Bioenergy: Processing and Properties. Springer, pg 63-76, 2014.

³WADT, L. **Morfometria, amostragem populacional e reinvestigação do feromônio de *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae).** 2016. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Piracicaba.

ZARBIN, P. H. G., RODRIGUES, M. A. C. M., LIMA, E. R. **Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil.** Química Nova 32: 722-731, 2009.

ZARBIN, P. H. G., ARRIGONI, E. D. B., RECKZIEGEL, A. **Identification of male specific chiral compound from the sugarcane weevil *Sphenophorus levis*.** Journal Chemical Ecology 29: 377–386, 2003.