

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Estudo da eficiência das táticas de manejo integrado de  
*Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em  
soqueiras de cana-de-açúcar**

**Guilherme Lima Mantovani**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências. Área de concentração:  
Entomologia

**Piracicaba  
2023**

**Guilherme Lima Mantovani**  
**Engenheiro Agrônomo**

**Estudo da eficiência das táticas de manejo integrado de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em soqueiras de cana-de-açúcar**

versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:  
Prof. Dr. **PEDRO TAKAO YAMAMOTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências. Área de concentração:  
Entomologia

**Piracicaba**  
**2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Mantovani, Guilherme Lima

Estudo da eficiência das táticas de manejo integrado de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em soqueiras de cana-de-açúcar / Guilherme Lima Mantovani. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2023.

65 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Manejo integrado de pragas 2. *Sphenophorus levis* 3. Tratos culturais  
4. Operações conjugadas 5. Cana-de-açúcar I. Título

## DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a minha mãe Regia Célia, meu pai José Jorge, minha irmã Fernanda e aos meus filhos Luísa e Luca, e a minha esposa Bianca que nunca mediram esforços para me apoiar em toda minha caminhada.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Pedro Yamamoto pela orientação, conselhos, ensinamentos e oportunidades para realização deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) pelos conhecimentos transmitidos durante as aulas e aos funcionários da secretaria pelo auxílio prestado.

À minha família, em especial à minha mãe Regina Célia que sempre foi minha maior incentivadora a estudar e buscar conquistar meus sonhos, pelo amor incondicional, ensinamentos, apoio e conselhos. A minha esposa Bianca e aos meus filhos, Luísa e Luca por todo amor que tenho por eles. Também ao meu pai José Jorge pela confiança e incentivo durante essa caminhada.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (ESALQ/USP) por todo apoio e incentivo nessa caminhada, em especial ao Fernando Iost Filho por toda parceria e orientações durante o período de estudos.

Aos colegas e amigos do Grupo de Estudos Gallo-e que me acolheram no Grupo de Estudos.

Aos meus amigos: Tiago Izeppi, Bruno Oliveira, Diego Matos, Ítalo Brissante, Paulo Meirelles, Thiago Peres, Walter Bordgnon, pelo apoio, motivação e amizade.

A todos os colegas e amigos do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP, pela amizade e companheirismo.

À bibliotecária Eliana Maria Garcia da Biblioteca Central da ESALQ/USP pela formatação deste trabalho.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização da minha pesquisa.

*“A persistência é o menor caminho do êxito”.*

*Charles Chaplin*

## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE TABELAS .....	11
1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
2.1 Cana-de-açúcar .....	15
2.2 Pragas de solo .....	15
2.3 Pragas da cana-de-açúcar .....	16
2.4 <i>Sphenophorus levis</i> .....	17
2.4.1 Ocorrência e distribuição do <i>Sphenophorus levis</i> .....	17
2.4.2 Aspectos bioecológicos .....	18
2.4.3 Danos causados por <i>Sphenophorus levis</i> .....	18
2.4.4 Monitoramento e manejo de áreas infestadas do <i>Sphenophorus levis</i> .....	20
2.4.4.1 Monitoramento de <i>Sphenophorus levis</i> .....	20
2.4.5 Manejo de áreas infestadas por <i>Sphenophorus levis</i> .....	21
2.4.5.1 Destruição mecânica de soqueiras .....	21
2.4.5.2 Manejo adotado na formação da lavoura .....	22
2.4.5.3 Manejo adotado na manutenção da lavoura durante o ciclo de cana .....	23
2.4.5.4 Manejo nutricional com o uso de subprodutos oriundos da produção agroindustrial .....	25
2.4.5.5 Manejo biológico .....	26
2.4.5.6 Manejo cultural .....	27
2.5. Estudo da eficiência das táticas de manejo integrado de <i>Sphenophorus levis</i> em soqueiras de cana-de-açúcar .....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	31
3.1 Local e condições dos experimentos de campo .....	31
3.2 Amostragens realizadas .....	33
3.3 Análise estatística .....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
5. CONCLUSÕES .....	53
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	55

REFERÊNCIAS ..... 59



## RESUMO

### **Estudo da eficiência das táticas de manejo integrado de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em soqueiras de cana-de-açúcar**

Com a expansão da área cultivada e com a consolidação da colheita de cana crua mecanizada a presença do *Sphenophorus levis* passou a ser considerada generalizada no Estado de São Paulo e dentre outras regiões produtoras. O planejamento e a disciplina são fatores primordiais no manejo das pragas de solo na cana de açúcar, em especial o *S. levis*, pois alguns dos métodos somente são possíveis de serem utilizados no momento da renovação/ formação do canavial. Portanto as operações de pós-colheita são essenciais para a manutenção da infestação em níveis aceitáveis, favorecendo o estabelecimento da cultura. Os objetivos deste trabalho foram: i) realizar testes com diferentes modalidades de aplicação de inseticidas pós-colheita em cana (operação de cortador de soqueiras e vinhaça localizada); ii) verificar o impacto que a presença da palha pode afetar a eficiência operacional e de controle da praga; iii) determinar os melhores tratamentos inseticidas em detrimento da modalidade de aplicação. Mediante a estes desafios foram implementados 4 experimentos de campo em duas épocas distintas comparando inseticidas químicos em duas modalidades de aplicação. De acordo com os resultados obtidos nas quatro áreas instaladas os inseticidas reduziram de maneira variada a infestação de *S. levis* entre 120 a 150 DAA (dias após aplicação), com eficiência entre 5 a 69%. Em média, a melhor resposta do manejo com inseticidas foi aos 150 DAA em área aleirada, aplicado via vinhaça localizada. Estes dados evidenciam que são necessárias a intensificação na aplicação de diferentes táticas de manejo para que sejam obtidos resultados satisfatórios no manejo desta praga.

Palavras-chave: Manejo integrado de pragas, Controle químico, Operação conjugada

## ABSTRACT

### **Efficiency study of tactics for integrated management of *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) in sugarcane ratoons**

With the expansion of the cultivated area and the consolidation of mechanized raw sugarcane harvesting, the presence of the sugarcane weevil, *Sphenophorus levis*, started to be considered widespread in the State of São Paulo and other producing regions. Planning and discipline are critical factors in managing soil pests in sugarcane, especially *S. levis*, as some of the methods are only possible to be used at the time of renovation/formation of the sugarcane field. Therefore, post-harvest operations are essential for maintaining the infestation at acceptable levels, favoring crop establishment. The objectives of this work were: i) to carry out tests with different modalities of application of post-harvest insecticides in sugarcane (operation of tillering cutting and localized application of vinasse); ii) verify the impact of the presence of dry straw in operational efficiency and pest control; iii) determine the best insecticide treatments regardless the application modality. For this, four field trials were implemented in two seasons, comparing chemical insecticides in two application modalities. According to the results obtained in the four installed areas, insecticides reduced the damage caused by *S. levis* in different ways between 120 and 150 DAA (days after application), between 5 and 69%. Still, the efficiency was zero after 12 months (post-harvest of the area) in any application modality. On average, the best response to insecticide management was at 150 DAA in straw-free area, applied via localized vinasse. These data show that it is necessary to intensify the application of different management tactics to obtain satisfactory results in managing this pest.

Keywords: Integrated pest management, Chemical control, Join operation

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Trincheira realizada na linha da soqueira de cana para amostragem de pragas de solo (Dimensões: 50 cm x 50 cm x 30 cm)..... 21
- Figura 2.** Operação de Eliminação Mecânica de Soqueiras ..... 22
- Figura 3.** Equipamento para aplicação de inseticidas em corte de soqueira, mostrando em destaque o disco de corte..... 25
- Figura 4.** Aplicação de inseticidas em drench..... 25
- Figura 5.** Aplicador de vinhaça localizada (à esquerda) e aplicação de vinhaça aspersão (à direita)..... 26
- Figura 6.** Vista da Área dos talhões selecionados para realização do Experimento 30
- Figura 7.** Vista da área do experimento com as separações dos blocos, com palha estendida e palha aleirada..... 31
- Figura 8.** Conjunto Trator/ Implemento Cortador de Soqueiras ..... 33
- Figura 9.** Conjunto Trator/ Implemento aplicador de vinhaça localizada com acoplamento de tanque “inseticida” na parte superior ..... 33
- Figura 10.** Detalhe da ponta pulverizadora para aplicação de inseticida sobre a linha da cana, simultaneamente à aplicação de vinhaça localizada..... 34
- Figura 11.** Aspecto do canavial com a palha estendida após a colheita mecânica.. 34
- Figura 12.** Aspecto do canavial com a palha aleirada após operação..... 35
- Figura 13.** Formas biológicas de *S. levis* que foram registradas no levantamento .. 35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Tratamentos dos experimentos 1 e 2 com palha aleirada e palha estendida com diferentes modalidades de aplicação de inseticidas.....	31
<b>Tabela 2.</b> Tratamentos dos experimentos 3 e 4 com palha aleirada e palha estendida com diferentes modalidades de aplicação de inseticidas.....	32
<b>Tabela 3.</b> Média de rizomas atacados (%) por <i>Sphenophorus levis</i> e eficiência de inseticidas em diferentes modalidades de aplicação onde a palha foi estendida (Experimento 1).....	38
<b>Tabela 4.</b> Média de rizomas atacados (%) por <i>Sphenophorus levis</i> e eficiência de inseticidas em diferentes modalidades de aplicação onde a palha foi aleirada (Experimento 2).....	39
<b>Tabela 5.</b> Eficiência de controle dos inseticidas comparando as operações de aplicação de inseticidas conjugados à vinhaça localizada e cortador de soqueiras sobre todos os tratamentos inseticidas aplicados, em cada um dos experimentos 1 e 2.....	41
<b>Tabela 6.</b> Eficiência de Controle comparando o efeito da palha (estendida – Experimento 1 x aleirada – Experimento 2) sobre todos os tratamentos inseticidas aplicados, independente da modalidade de aplicação (inseticida conjugado à vinhaça localizada ou corte de soqueiras).....	42
<b>Tabela 7.</b> Média de Produtividade Agrícola (em Toneladas de Cana por Hectare – TCH) obtidos através da amostragem biométrica de cada tratamento .....	43
<b>Tabela 8.</b> Média de rizomas atacados (%) por <i>Sphenophorus levis</i> e eficiência de inseticidas em diferentes modalidades de aplicação onde a palha foi aleirada (Experimento 3).....	44

**Tabela 9.** Média de rizomas atacados (%) por *Sphenophorus levis* e eficiência de inseticidas em diferentes modalidades de aplicação onde a palha foi estendida (Experimento 4) ..... 46

**Tabela 10.** Eficiência de controle dos inseticidas comparando as operações de aplicação de inseticidas conjugados à vinhaça localizada e cortador de soqueiras sobre todos os tratamentos inseticidas aplicados, em cada um dos experimentos 3 e 4..... 48

**Tabela 11.** Eficiência de Controle comparando o efeito da palha (aleirada – Experimento 3 x estendida – Experimento 4) sobre todos os tratamentos inseticidas aplicados, independente da modalidade de aplicação (inseticida conjugado à vinhaça localizada ou corte de soqueiras) ..... 49

**Tabela 12.** Média de Produtividade Agrícola (em Toneladas de Cana por Hectare – TCH) obtidos através da amostragem biométrica de cada tratamento ..... 50

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, sendo que a região sudeste é responsável pela maior parte da produção do país, com produtividade média de 75,63 Toneladas de Cana por Hectare (TCH), no período da Safra 22/23 (CONAB, 2023).

A cana-de-açúcar é atacada por diversas pragas desde sua implantação até a reforma. Os danos podem ser ocasionados nos colmos, perfilhos, folhas e no sistema radicular.

De maneira geral, as que se desenvolvem no solo são as de mais difícil controle, por estarem protegidas da visualização direta, e sua presença só é notada ao aparecer sintomas do ataque na planta (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Morón (2004) destaca que esse tipo de praga apresenta várias dificuldades para se obter dados precisos sobre a biologia, já que não podem ser observados sem se gerar perturbações que alteram seu comportamento ou desenvolvimento. Mais difícil ainda é delinear experimentos para avaliar as suas atividades e sua resposta às variáveis que se tenta controlar.

Dentre as diversas pragas associadas à cana-de-açúcar, uma das principais é o bicudo-da-cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae). Sob infestações acima de 30% de rizomas atacados do inseto, a produtividade e a longevidade do canavial são drasticamente reduzidas. Em algumas áreas, o ataque se dá de forma tão intensa que o canavial é reformado logo após o primeiro corte (DINARDO-MIRANDA, 2008; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2013).

O primeiro foco do bicudo-da-cana-de-açúcar, no Brasil, foi encontrado em 1977, sendo descrito como uma nova espécie em 1978 (VANIN, 1988). Inicialmente, essa espécie foi considerada restrita a região de Piracicaba - SP, entretanto, em 2010 já havia sido encontrada em 124 municípios dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná (STINGEL, 2010) e, em 2013, foi detectada no Mato Grosso do Sul (MORAES; ÁVILA, 2013), Mato Grosso e Goiás. Suas larvas abrem galerias nos rizomas, causando danos diretos nos tecidos dos colmos, especialmente de junho a agosto, as épocas mais secas do ano, ocasionando amarelecimento, seca de folhas e perfilhos, morte das touceiras e, conseqüentemente, falhas na rebrota. Com isso, pode ocorrer, ainda, um aumento na incidência de plantas invasoras que competem com a cultura (PRECETTI; ARRIGONI, 1990; BADILLA; ALVES, 1991). Em determinados casos, pode levar a uma diminuição na produtividade e longevidade do canavial (DINARDO-MIRANDA et al., 2006). O dano é refletido no número de colmos

finais para colheita, enquanto as perdas econômicas podem ser estimadas pela redução do número de toneladas esperadas de cana/ha (BADILLA; ALVES, 1991). Segundo Precetti e Arrigoni (1990), *S. levis* tem ocasionado perdas de até 30 ton/ha/ano em canaviais da região de Piracicaba (SP).

A maneira que mais se adequa para realização de controle de pragas é a aplicação do Manejo Integrado de Pragas, sendo necessário o conhecimento dos aspectos de comportamento da praga-alvo, dispersão e táticas de controle diversos, para a recomendação da técnica adequada de controle.

De acordo com Kogan (1998), para redução dos prejuízos causados por pragas, é importante a implementação de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP), que compreende a adoção de medidas de controle, isoladas ou em associação, levando-se em consideração a relação custo/benefício e os impactos na sociedade e no ambiente. Portanto, além de se conhecer a eficiência das medidas de controle, é necessário também conhecer o nível de dano econômico da praga e sistema de amostragem de áreas infestadas.

Com a expansão da cultura da cana nos últimos 15 anos e as mudanças no manejo das lavouras, principalmente com a adoção da colheita mecânica crua e expansão da área fertirrigada, têm se tornado cada vez mais desafiador o manejo fitossanitário dentro de padrões técnicos e econômicos aceitáveis para o setor. Nesse sentido, objetivou-se com o presente estudo, com base na dinâmica populacional de *S. levis* e diferentes táticas utilizados em seu manejo de soqueiras de cana de açúcar, propor ferramentas de gestão mais eficazes para o manejo da praga.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Cana-de-açúcar**

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, sendo que a região sudeste é responsável pela maior parte da produção do país, com produtividade média de 75,63 Toneladas de Cana por Hectare (TCH), no período da Safra 22/23 (CONAB, 2023).

No Brasil, a cana é cultivada principalmente em grandes áreas no Nordeste e Centro-Sul; são realizados cinco ou seis cortes antes da reforma do canavial, e o período de safra é de seis ou sete meses. O uso de fertilizantes e defensivos agrícolas na cultura é moderado e, reciclando todos os efluentes industriais da produção de etanol e açúcar como insumos para a lavoura (UNICA, 2007).

A cana-de-açúcar é uma planta que tem o hábito de perfilhar, e esse perfilhamento define a capacidade que cada variedade tem de rebrotar, provenientes das gemas não brotadas dos colmos cortados (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008). O perfilhamento é afetado por vários fatores como luz, temperatura, umidade do solo e nutrientes, que são manejados pelo espaçamento, profundidade e época de plantio, época de corte e controle de pragas e doenças (ALEXANDER, 1973).

A produtividade da cana-de-açúcar pode ser afetada por diversos fatores, e dentre eles estão os insetos que causam danos econômicos, afetando o desenvolvimento da cultura, e os problemas relacionados a presença de pragas tem aumentado à medida que as áreas de plantio de cana vêm se expandindo (ALMEIDA, 2005).

### **2.2 Pragas de solo**

É denominada como praga de solo qualquer espécie de insetos que possam ser encontrados dentro do solo em alguma etapa do seu ciclo de vida, interagindo direta e continuamente com raízes, tubérculos, caules subterrâneos, vida microbiana, matéria orgânica (MORÓN, 2004).

Por definição, praga é o inseto em população tal que causa dano econômico. Em cana-de-açúcar, várias são as espécies de insetos que causam prejuízo ao produtor e são por isso consideradas pragas da cultura. A importância de uma ou outra espécie varia com diversos fatores, sendo os mais relevantes a região de cultivo (condições edafoclimáticas), o ano agrícola e as técnicas adotadas no manejo da lavoura (DINARDO-MIRANDA, 2018).



As pragas de solos apresentam várias dificuldades para se obter dados precisos sobre a sua biologia, já que não podem ser observados sem se gerar perturbações que alteram seu comportamento ou desenvolvimento. Mais difícil ainda é delinear experimentos para avaliar as suas atividades e sua resposta às variáveis que se tenta controlar (MORÓN, 2004).

Os hábitos subterrâneos desses insetos têm uma diferença importante em relação aos dos insetos que passam a maior parte da vida sobre as partes aéreas das plantas, os quais podem ser vistos se alimentando, crescendo, dispersando-se, reproduzindo-se e, no caso, morrendo por efeito de algum método de controle. A presença desses insetos e o impacto da sua atividade geralmente passam despercebidos até que se produza um desequilíbrio no ecossistema que afeta os interesses econômicos ou estéticos, como o dano severo nas plantas cultivadas para fins alimentares ou comerciais (MORÓN, 2004).

### **2.3 Pragas da cana-de-açúcar**

Na Região Centro-Sul do Brasil, de maneira geral, as pragas mais importantes são: a broca comum - *Diatraea saccharalis* (Lepdoptera: Crambidae), a cigarrinha das raízes – *Mahanarva* spp. (Hemiptera: Cercopidae) e os besouros – *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) e *Migdolus fryanus* Westwood (Coleoptera: Cerambycidae). Outro inseto potencialmente importante é a broca gigante, *Telchin licus* (Lepdoptera: Castniidae), que até início dos anos 2000 estava restrita a alguns Estados do Nordeste e Norte brasileiros, porém já fora observada nos estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo a partir do ano de 2007 (DINARDO-MIRANDA, 2018).

De acordo com Gallo et al. (2002), a elaboração de um programa de manejo integrado em uma cultura deve englobar: 1) identificação das pragas importantes, ou seja, as que devem ser manejadas no sistema de produção; 2) avaliação dos inimigos naturais, devido à sua interferência na mortalidade natural no agroecossistema; 3) efeitos dos fatores climáticos sobre a dinâmica populacional da praga e seus inimigos naturais; 4) a determinação dos níveis de dano econômico e de controle; 5) o desenvolvimento de técnicas confiáveis de monitoramento das populações e 6) a avaliação da eficiência de métodos de controle e seus impactos sobre os demais organismos.

Com isso, reconhecida a importância econômica de determinada praga, são necessários inúmeros estudos sobre as relações praga-cultura-ambiente para fornecer ao produtor o tripé básico de um programa de manejo integrado, sendo quando adotar medidas de controle, onde adotar as medidas de controle e qual medida de controle mais adequada, sob o ponto de vista técnico, econômico e ambiental (DINARDO-MIRANDA, 2018). O tripé se resume em amostragem, nível de dano econômico e controle.

## **2.4 *Sphenophorus levis***

Dentre as diversas pragas associadas à cana-de-açúcar está *S. levis*. Em infestações elevadas do inseto, a produtividade e a longevidade do canavial são drasticamente reduzidas. Em algumas áreas, o ataque se dá de forma tão intensa que o canavial é reformado logo após o primeiro corte (DINARDO-MIRANDA, 2008; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2013).

### **2.4.1 Ocorrência e distribuição do *Sphenophorus levis***

A ocorrência de *S. levis* está restrita a América do Sul, incluindo Brasil, Argentina e Paraguai (VAURIE, 1978). No Brasil, este inseto foi constatado inicialmente no ano de 1977, no município de Santa Bárbara do Oeste, SP, tendo sido descrita como espécie nova em 1978 (PRECETTI; ARRIGONI, 1990). Atualmente, ocorre nas principais regiões produtoras de cana-de-açúcar do estado de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (MORAES; ÁVILA, 2013; DINARDO-MIRANDA, 2018). Existem evidências da ocorrência desta espécie desde o ano de 2017 na região de Jataí, em Goiás.

A capacidade de dispersão de *S. levis* é muito baixa, seu deslocamento é realizado basicamente por caminhamento, já que sua capacidade de voo é restrita e pouco comum (PRECETTI; ARRIGONI, 1990). As fêmeas e machos se dispersam de 3 a 5 m por dia, respectivamente (PRECETTI; TERAN, 1983). Estes relatos levam a crer que o principal meio de disseminação de *S. levis* para áreas livres de sua ocorrência estejam relacionados ao transporte de mudas juntamente com as formas biológicas da praga (DINARDO-MIRANDA, 2000).

Este inseto tem aumentado sua importância no decorrer dos anos, pois tem se observado registros de novas áreas infestadas com *S. levis*, provavelmente, devido a dispersão em mudas retiradas de locais infestados (PRECETTI; ARRIGONI, 1990;

IZEPPI, 2015), além de incrementos populacionais em áreas já registradas, devido à dificuldade de controle e mudança do sistema de colheita para cana crua (DINARDO-MIRANDA, FRACASSO, 2013).

#### **2.4.2 Aspectos bioecológicos**

Ocorrem dois picos populacionais para os adultos, sendo um menor no mês de outubro e novembro, e o principal em fevereiro e março. A mesma dinâmica também é observada para as larvas, com um pico populacional em dezembro e outro, de maior intensidade, em junho-julho. Esses dados sugerem a ocorrência de duas gerações - significativas - anuais da praga, em épocas bem definidas. Assim, nos períodos de maio a novembro, especialmente nos três primeiros meses, ocorrem os maiores danos nas plantas de cana-de-açúcar, visto que a fase larval é a que causa maior prejuízo à cultura (GARCIA, 2013).

As cópulas ocorrem em qualquer horário e podem ser múltiplas (BARRETO-TRIANA et al., 2014). A postura dos ovos nos rizomas é endofítica, variando desde a superfície até a um máximo de 0,4 cm de profundidade. Para realizá-la a fêmea abre, com o rostro, um orifício e o ovo é colocado individualmente. Os ovos são elípticos e sua coloração inicial é branco-leitosa, escurecendo à medida que se aproxima o momento da eclosão da larva. O período de incubação varia de 7 a 12 dias (GARCIA, 2013). Cada fêmea põe em média 40 ovos, podendo chegar a 70, e 70% deles são colocados na primeira metade do tempo de vida da fêmea (DINARDO-MIRANDA, 2018).

A larva recém-eclodida é branco-leitosa, adquirindo posteriormente coloração amarelada. Possui sobre o dorso e no primeiro segmento torácico, junto à cabeça, uma mancha castanha-escura e espiráculos visíveis neste segmento e no abdome. A cabeça é de cor castanho-avermelhada e as mandíbulas são bem desenvolvidas. Para se locomover, a larva ápoda apoia-se nas paredes das galerias abertas para se alimentar. Antes de passar à fase de pupa, ela amplia a galeria em que se encontra, preparando a "câmara-pupal". Posteriormente, cessa praticamente seus movimentos, para de se alimentar, diminui de tamanho e passa à fase de pupa. A fase larval pode durar de 26 a 50 dias (GARCIA, 2013).

A pupa logo após a formação, é branco-leitosa, do tipo exarada, tornando-se castanha à medida que se aproxima a emergência do adulto. O período pupal é de 5 a 13 dias (GARCIA, 2013).

Os adultos geralmente são encontrados abrigados abaixo do nível do solo. Possuem coloração castanho escura, com manchas pretas no dorso do tórax e listras longitudinais sobre as asas. Movem-se lentamente e simulam estar mortos quando tocados. O macho é normalmente menor do que a fêmea, apresentando a região ventral mais pilosa, principalmente na coxa dianteira, onde as cerdas se agrupam, dando um aspecto de esponja. A longevidade dos adultos varia de uma semana a 250 dias para as fêmeas e machos (GARCIA, 2013).

#### **2.4.3 Danos causados por *Sphenophorus levis***

As larvas são responsáveis pelos danos, os quais são observados nos toletes abaixo do nível do solo e na base das brotações, as larvas broqueiam o rizoma (algumas vezes o primeiro entrenó basal), formando galerias circulares e longitudinais, deixando serragem fina como sinal de sua alimentação, causando amarelecimento de folhas, seca e morte do perfilho, os quais podem ser facilmente destacados da touceira, e falhas das rebrotas. Indiretamente é observado o aumento da proliferação de plantas invasoras que competem com a cultura (PRECETTI; TERAN, 1983; DINARDO MIRANDA et al., 2006; DINARDO-MIRANDA, 2008). Elas abrem galerias nos entrenós basais, originando sintomas de amarelecimento e seca de folhas e perfilhos. Os danos se refletem no número, tamanho e diâmetro de colmos finais para a colheita, sendo que as perdas econômicas podem ser estimadas em relação à redução nas toneladas de cana esperadas por hectare. Assim, em alguns locais têm-se detectado de 50 a 60% de perfilhos atacados, ocasionando reduções de 20 a 30 toneladas por hectare (GARCIA, 2013).

Segundo Dinardo-Miranda et al. (2006), os danos podem ser verificados abaixo do nível do solo e na base das brotações. São causados pelas larvas, que atacam a porção basal das plantas, onde iniciam a construção de galerias nos colmos conforme vão se desenvolvendo, causando a morte das touceiras, sendo, por isso, considerada praga primária da cana-de-açúcar. Ainda, de acordo com esses autores, as galerias são circulares e/ou longitudinais e, a altura média no interior dos colmos é de 7,5 cm, enquanto a altura máxima acima do nível do solo é de 21 cm.

O dano direto do ataque do bicudo da cana-de-açúcar somado aos danos indiretos, resultam invariavelmente a uma redução da tonelada de cana produzida por hectare (PRECETTI; TERÁN, 1983). O secamento progressivo das folhas ocasionado pelo ataque das larvas pode ser confundido com estresse hídrico ou fitotoxicidade

pelo uso de herbicidas, para constatação deve-se verificar a presença do inseto arrancando o perfilho e detectando a presença das larvas no interior do colmo (PRECETTI; ARRIGONI, 1990). Estima-se que os danos provocados por *S. levis* equivalem a uma redução na produtividade de 33% em média (DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2010).

Em outras análises de dados de experimentos do IAC, conduzidos em soqueiras infestadas, Dinardo-Miranda (2018) revelou que para cada 1% de colmos atacados ou internódios basais danificados (1% de rizomas danificados) há a redução de 0,6 a 1% da produtividade agrícola de colmos.

#### **2.4.4 Monitoramento e manejo de áreas infestadas do *Sphenophorus levis***

##### **2.4.4.1 Monitoramento de *Sphenophorus levis***

Para adoção de medidas de controle na implantação da lavoura, o monitoramento de *S. levis* deve ser realizado após o último corte do canavial e antes da destruição da soqueira velha, preferencialmente, entre os meses de maio a setembro, época de maior ocorrência de larvas e pupas (DINARDO-MIRANDA, 2008). Para avaliar a eficiência das táticas de manejo atualmente disponíveis no momento da renovação do canavial, bem como os resultados de infestação na cana planta. O método de amostragem mais frequentemente utilizado é o proposto por Arrigoni et al. (1988), para levantamento de populações de pragas de solo em geral, e consiste em 2 pontos de amostragem por ha. Em cada ponto, abre-se uma trincheira de 50 cm de largura por 50 cm de comprimento e 30 cm de profundidade (Figura 1). O solo e o material vegetal da touceira de cana-de-açúcar devem ser vistoriados para a verificação da ocorrência de danos e a presença de formas biológicas da praga. Os adultos também podem ser monitorados por meio de iscas tóxicas, de acordo com metodologia proposta por Precetti e Arrigoni (1990). Tais iscas são confeccionadas a partir de toletes de cana, de aproximadamente 30 cm, cortados longitudinalmente, e embebidos em solução de inseticida com melão, que posteriormente são distribuídas na base das touceiras em número de 100 a 300 por hectare, cobertas com palha e avaliadas após 15 dias. A época de utilização deste método vai de outubro a março, que coincide com a maior ocorrência de adultos do inseto. Este levantamento é recomendado para áreas de viveiro, a fim de prevenir a liberação de mudas infestadas por *S. levis* (PRECETTI; ARRIGONI, 1990; DINARDO-MIRANDA, 2018).



**Figura 1.** Trincheira realizada na linha da soqueira de cana para amostragem de pragas de solo (Dimensões: 50 cm x 50 cm x 30 cm)

#### **2.4.5 Manejo de áreas infestadas por *Sphenophorus levis***

Diversas são as medidas de controle que podem ser adotadas em áreas infestadas, e essas geralmente são empregadas em conjunto, pois nenhuma medida isolada é altamente eficiente.

Alguns métodos de controle têm sido utilizados para reduzir a população de *S. levis*, como o cultural, químico e biológico e, outros métodos vêm sendo estudados, como plantas resistentes e feromônio sexual. No entanto, a população da praga continua crescendo, o que ressalta a dificuldade no controle desse inseto e, por isso, pesquisas na busca por alternativas mais eficazes são imprescindíveis (LEITE et al., 2006).

##### **2.4.5.1 Destruição mecânica de soqueiras**

O manejo se inicia pela destruição mecânica da soqueira infestada, por meio de gradagens, aração ou pelo uso de implementos específicos para a destruição de soqueiras, e deve ser realizada, de preferência, no período mais seco do ano, época em que grande parte da população está na fase de larva. Apesar de ser importante, tal prática é insuficiente no controle absoluto da praga, uma vez que apresenta eficiência apenas no primeiro corte, pelo fato de muitas larvas conseguirem sobreviver

alimentando-se da matéria orgânica restante após a destruição das soqueiras, além de não afetarem a forma adulta (GIOMETTI, 2009). Conforme mencionado por Dinardo-Miranda (2018), para a implantação de lavoura em áreas infestadas por *S. levis* a primeira medida a ser adotada é a destruição mecânica da soqueira velha (Figura 2), feita de preferência na época mais seca e fria do ano, entre maio e outubro na região Centro-Sul do Brasil, pois é nessa época que a maior parte da população da praga está na fase de larva, no interior dos rizomas e, portanto, será afetada pela operação.

Ainda, outro problema relacionado, é o fato desse método ser destrutivo, sendo necessária a eliminação da soqueira (PAVLU, 2012).



**Figura 2.** Operação de eliminação mecânica de soqueiras.

O sucesso das estratégias de controle de uma praga pode ser atribuído a diversos fatores, mas certamente o conhecimento do comportamento do inseto nas áreas cultivadas, por meio de estudos de sua distribuição espacial e dinâmica populacional, são indispensáveis para o desenvolvimento de planos de amostragem, visando a aplicação em programas de manejo integrado de pragas (GILES et al., 2000; SOUTHWOOD, 1978; WRIGHT et al., 2002).

#### **2.4.5.2 Manejo adotado na formação da lavoura**

Em áreas muito infestadas, além da destruição mecânica da soqueira infestada, é imprescindível a aplicação de inseticidas no sulco de plantio e na soqueira.



Associado à destruição mecânica da soqueira velha, o uso de inseticida no plantio é ferramenta valiosa no manejo de áreas infestadas. Os poucos produtos registrados para o controle de *S. levis* em cana-de-açúcar são aqueles à base de fipronil, imidacloprid, thiamethoxam e bifenthrin (DINARDO-MIRANDA, 2018).

De acordo com Almeida (2005), o agroquímico muito utilizado na tentativa de diminuir a incidência do bicudo é o fipronil, utilizado no plantio, a fim de evitar o ataque da praga na cana-planta. Entretanto, devido ao comportamento e habitat das larvas e adultos dessa praga, o uso de agroquímicos sintéticos não vem apresentando muito sucesso (ZARBIN et al., 2003).

#### **2.4.5.3 Manejo adotado na manutenção da lavoura durante o ciclo de cana**

O tratamento químico em soqueira também é uma ferramenta bastante útil no manejo da praga, mas certos cuidados devem ser tomados, a fim de que a aplicação seja economicamente viável (DINARDO-MIRANDA, 2018).

O primeiro aspecto a ser considerado é o modo de aplicação dos inseticidas na soqueira e este, por sua vez, está relacionado à época de colheita e/ou tratamento do canal. O outro aspecto se refere aos inseticidas mais indicados (DINARDO-MIRANDA, 2018).

Entre os métodos de controle químico utilizados contra *S. levis* estão a aplicação de agroquímicos. Em relação aos agroquímicos, Dinardo-Miranda (2018) recomenda a aplicação terrestre sobre as linhas de cana, cortando a soqueira cerca de 5-10 cm de profundidade.

Um dos trabalhos pioneiros, desenvolvido para avaliar o melhor método de aplicação de inseticidas em soqueiras, bem como o efeito de alguns produtos, foi de Dinardo-Miranda et al. (2006), que avaliaram o desempenho de diferentes produtos inseticidas químicos carbofuran (Furadan 350 SC, 6 L ha<sup>-1</sup>), bifentrina (Talstar 100 CE, 1,5 L ha<sup>-1</sup>), carbofuran (Furadan 350 SC, 6 L ha<sup>-1</sup>) + bifentrina (Talstar 100 CE, 1,5 L ha<sup>-1</sup>), fipronil (Regent 800 WG, 0,25 kg ha<sup>-1</sup>) ou carbofuran (Furadan 350 SC, 6 L ha<sup>-1</sup>) + fipronil (Regent 800 WG, 0,25 kg.ha<sup>-1</sup>), comparados à testemunha, não tratada, em dois experimentos. Em um deles, todos os produtos foram aplicados sobre os sulcos (cortando as soqueiras) ou nas duas laterais das linhas da cana (Figura 3). No outro experimento, os produtos foram aplicados sobre os sulcos (cortando as soqueiras). Em ambos os experimentos, as aplicações foram feitas por meio de equipamentos tratorizados, incorporando os produtos por aproximadamente 5 cm. Os



tratamentos mais eficientes na redução populacional da praga foram carbofuran e fipronil, aplicados isoladamente ou em misturas, que reduziram, em média, 60% da população de larvas e pupas de *S. levis*. Apesar dessa baixa eficiência de controle, tratamentos com misturas carbofuran + bifentrina e carbofuran + fipronil promoveram significativos incrementos de produtividade. Outro aspecto interessante observado é que as aplicações de inseticidas sobre as linhas foram mais efetivas do que aquelas aplicações feitas ao lado das linhas de cana (DINARDO-MIRANDA, 2018).

Dinardo-Miranda (2018), em outros trabalhos, em canaviais colhidos entre abril e outubro, notaram que aplicadores que cortam a linha de cana para a colocação do produto foi mais adequada do que aplicações em jato dirigido ou drench, enquanto em canaviais colhidos entre novembro e março, as aplicações em drench se mostram mais adequadas (Figura 4).

Apesar de ser uma praga de grande importância para o setor sucroalcooleiro brasileiro, até o ano de 2011 não havia nenhum inseticida registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para controle de *S. levis* (SMANIOTTO, 2019). Já no ano de 2015 estavam disponíveis cinco produtos registrados, um biológico (Bio nep steinernema®) e quatro formulações de inseticidas: lambda-cialotrina + tiametoxan (Engeo Pleno®), alfa-cipermetrina + fipronil (Regent Duo®), bifentrina + carbosulfano (Talisman®), imidacloprido (Imidacloprid Nortox®) (Alencar, 2016). Atualmente, o número de produtos registrado para controle de *S. levis* aumentou para 21; porém, todos os produtos registrados para a praga são formulações químicas: fipronil (Albatross®), clorraniliprole (Altacor®), bifentrina (Capture® 400 EC), alfa-cipermetrina + fipronil + piraclostrobina (Muneo®), acetamiprido + bifentrina (Sperto®), imidacloprid (Warrant® 700 WG) e clorraniliprole + bifentrina (Prêmio Star®) (AGROFIT, 2023).

A resposta do canavial ao tratamento químico para controle de *S. levis* pode ser visto a partir de dois a três meses depois da operação. Especialmente para aplicações feitas com o cortador de soqueiras, é importante que o corte/ aplicação do inseticida seja feito na touceira; por isso, o paralelismo dos sulcos tem grande interferência na eficiência do tratamento, quando aplicados nas laterais. E aplicações de inseticidas em área total não são recomendadas, devido à baixa eficiência (DINARDO-MIRANDA, 2018).



**Figura 3.** Equipamento para aplicação de inseticidas em corte de soqueira, mostrando em destaque o disco de corte.



**Figura 4.** Aplicação de inseticidas em drench (Foto: L.L. Dinardo-Miranda, 2018).

#### **2.4.5.4 Manejo nutricional com uso de subprodutos oriundos da produção agroindustrial**

A vinhaça da agroindústria brasileira é oriunda da fermentação do caldo da cana-de-açúcar, de mel e melaço, os quais são subprodutos da fabricação do açúcar. A vinhaça também é conhecida como vinhoto, restilo, tiborna, calda, garapão e caxixi, é um resíduo oriundo da fabricação do álcool e produzida, em média, na proporção de 13 litros para cada litro de álcool fabricado. Este valor pode variar entre 8 e 15 litros, de acordo com as condições agrícolas sob as quais a cana foi produzida, fatores industriais no seu processamento e na obtenção de álcool (PENATTI, 2013).

A aplicação de vinhaça na lavoura, como fertirrigação, é prática adotada por todas as usinas, com tecnologia conhecida e bem definida (figura 5). Existem

inúmeros trabalhos que comprovam os resultados positivos obtidos na produtividade agrícola, associados à economia na aquisição de adubos minerais (PENATTI, 2013).



**Figura 5.** Aplicador de vinhaça localizada (à esquerda) e aplicação de vinhaça aspersão (à direita).

Sabe-se que a aplicação de vinhaça é de fundamental importância, principalmente quando realizada nos períodos mais críticos com relação à disponibilidade de água no solo, ou seja, na época seca da safra. Há indicações de que a cana produz 1 tonelada de colmos a mais por hectare para cada 10 mm de água aplicada na forma de irrigação no período seco (PENATTI, 2013).

Também exerce grande influência sobre as populações de *S. levis* a aplicação de vinhaça, provavelmente, o aumento de umidade do solo, decorrentes das aplicações de vinhaça, deve exercer papel importante na sobrevivência do inseto e em suas populações (DINARDO-MIRANDA, 2018).

Além do uso da vinhaça na produção de cana, aplicado no solo após colheita, outras alternativas são destacadas, tais como: produção de biogás por digestão anaeróbica, concentração por evaporação também para aplicação no campo ou secagem para alimentação animal, concentração com uso de vapor para produção de energia, dentre outros usos (PENATTI, 2013).

#### **2.4.5.5 Manejo biológico**

Segundo Alves (1998), o fungo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae), que ocorre normalmente no solo, é uma das espécies mais estudadas no controle de artrópodes, devido a sua ampla distribuição geográfica e da grande diversidade de hospedeiros. Badilla e Alves (1991) utilizaram esse fungo

para o controle de *S. levis* em cana-de-açúcar com até 92% de eficiência, através do uso de iscas com toletes de cana inoculados com doses de  $4,9 \times 10^{11}$  conídeos por pedaço de cana-de-açúcar tratado. De fato, os solos do agroecossistema da cana-de-açúcar representam um ambiente favorável para o desenvolvimento de *B. bassiana*, bem como de fungos entomopatogênicos em geral, devido a sua temperatura moderada, umidade e matéria orgânica. Os toletes de cana inoculados com este fungo podem atrair adultos do bicudo para um local com grande concentração de inóculo e protegidos de fatores abióticos desfavoráveis, proporcionando o controle dessa praga com uma baixa quantidade de fungo por hectare (BADILLA; ALVES, 1991). A utilização de iscas com o fungo *Metharizium anisopliae* (Metsch) Sorok. e *B. bassiana*, isolados ou associados a inseticidas também foram recomendados por Gallo et al. (2002).

Em relação à espécie *S. levis*, de acordo com Leite et al. (2005), estudos desenvolvidos pelo Instituto Biológico, o Centro de Tecnologia Canavieira e a Universidade Federal de São Carlos observaram a suscetibilidade das larvas desse inseto aos nematoides *Heterorhabditis indica* e *Steinernema* sp. (Nemata: Rhabditida) em condições de laboratório e casa-de-vegetação. Para o último, foi obtida mortalidade superior a 70% com doses de 2,4 juvenis infectivos/cm<sup>2</sup>, sendo que em todas as larvas encontradas mortas dentro dos colmos de cana havia sintomas de infecção por nematoides. Além disso, a presença dos nematoides no campo esteve diretamente relacionada a ganhos na produção de 10 a 15 ton/ha de cana-de-açúcar.

#### **2.4.5.6 Manejo cultural**

Adicionalmente a todas as medidas de controle, também deve-se dar atenção ao uso de mudas saudáveis no plantio, provenientes de viveiros que estejam livres da praga (DINARDO-MIRANDA, 2000; 2008). As mudas infestadas são as principais propagadoras desse inseto, por isso, recomenda-se a inspeção de viveiros e mudas que serão destinadas ao plantio, priorizando-se a retirada de viveiros oriundos de talhões de cana-de-açúcar monitorados e sem o registro da ocorrência da praga. Além disso, deve-se proceder ao uso de mudas que foram colhidas em sistema de corte basal elevado com pelo menos 30 cm do corte acima do nível do solo e acondicionadas em local protegido (uso de lonas), evitando o contato direto com o solo (PRECETTI; ARRIGONI, 1990).

A colheita de cana crua é outro fator que tem interferido significativamente nas populações de *S. levis*. De acordo com Dinardo-Miranda e Fracasso (2013), quando se colhia cana queimada, muitos adultos da praga morriam por causa do fogo. Com a colheita de cana crua, além de não haver morte de adultos pelo fogo, a palha em campo lhes serve de abrigo. Outrossim, a presença da palha contribui para manter a umidade do solo e a temperatura mais amena, condições mais favoráveis ao inseto.

A combinação de palha e vinhaça em altas dosagens aplicadas, favorecem o crescimento populacional do *S. levis* e conseqüentemente limitam a eficácia das táticas de manejo adotadas (DINARDO-MIRANDA, 2018).

## **2.5. Estudo da eficiência das táticas de manejo integrado de *Sphenophorus levis* em soqueiras de cana-de-açúcar**

Os relatos sobre a importância do inseto-praga *S. levis*, são da década de 1970, quando o inseto foi identificado e descrito na região de Piracicaba/SP, conforme citado por Precetti e Arrigoni (1990), como relata Dinardo-Miranda (2018).

Com a expansão da área cultivada e com a consolidação da colheita de cana crua mecanizada a presença da praga passou a ser considerada generalizada no Estado de São Paulo e na última década parte dos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso tem enfrentado dificuldades em manejá-la.

Considerada praga primária, ou seja, limitante para produção da cultura, tornou-se primordial uma série de estudos para obter métodos mais eficientes de manejo desta praga na cultura da cana de açúcar.

Estudos sobre flutuação populacional são poucos, porém fundamentais para estabelecimento de plano de amostragem, visando a aplicação de estratégias no Manejo Integrado de Pragas (CANASSA, 2014).

O conhecimento sobre a dinâmica populacional de insetos no campo é um requisito indispensável para o estabelecimento de um programa de manejo de áreas infestadas (IZEPPI, 2015).

Rosa (2022) observou em seu estudo que houve aumento no período de estudo, entre os anos de 2017 e 2019 nas áreas onde não houve qualquer método de controle, tendo um crescimento médio de 11,98% a ano.

A análise de dados de experimentos do IAC, conduzidos em soqueiras infestadas, revelou que para cada 1% de colmos atacados ou internódios basais

danificados há a redução de 0,5 a 1% da produtividade agrícola de colmos (TCH) (DINARDO-MIRANDA, 2018).





### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e condições dos experimentos de campo

Os experimentos foram realizados nos meses de Outubro de 2020 e Junho de 2022, em áreas comerciais de produção de cana de açúcar situadas no município de Guariba/SP.

Para a seleção de campos experimentais considerou-se o histórico de ataque da praga *S. levis*. Foram selecionadas 2 Fazendas com aproximadamente 10 hectares cada para o estudo *in loco* do *S. levis* no trato soca do canavial.

Os **Experimentos 1 e 2** foram implantados na Fazenda Ouro, Zona 26, Talhões 4 e 5, cultivados com a variedade RB845210 (Figura 6), cujo 5º. corte foi feito em 05/10/2020. Para isso, em cada talhão foram demarcadas 24 parcelas, cada uma de 6 sulcos com espaçamento duplo de 0,9 × 1,5 m, com 100 metros de comprimento. No talhão 4, a palha foi aleirada após a colheita da área e no talhão 5 a palha permaneceu estendida, ou seja, mantendo a mesma disposta uniformemente por todo o talhão.



**Figura 6.** Vista da área dos talhões selecionados para realização do Experimento.

Os tratamentos e modalidade de aplicação dos experimentos 1 e 2 estão apresentados na Tabela 1.



**Tabela 1.** Tratamentos dos experimentos 1 e 2 com palha aleirada e palha estendida com diferentes modalidades de aplicação de inseticidas.

Tratamentos		Dose (L ou Kg P.C. ha <sup>-1</sup> )	Modalidade Aplicação
Ingrediente Ativo	Produto Comercial		
1. Controle (sem vinhaça)	-	-	-
2. Controle (com vinhaça)	-	-	Aplicador de Vinhaça Localizada (Sem Inseticida)
3. Fipronil + alfa-cipermetrina	Regent Duo	1,5	Aplicador de Vinhaça Localizada
4. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Engeo Pleno	2,1	Aplicador de Vinhaça Localizada
5. Clorantraniliprole	Altacor	0,3	Aplicador de Vinhaça Localizada
6. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Engeo Pleno	2,1	Cortador de Soqueiras
7. Fipronil + alfa-cipermetrina	Regent Duo	1,5	Cortador de Soqueiras
8. Clorantraniliprole	Altacor	0,3	Cortador de Soqueiras

Os **Experimentos 3 e 4** foram realizados na Fazenda São José da Estiva, Zona 123, Talhão 1, cultivados com a variedade RB845210, cujo 1º. corte foi feito em 05/06/2021. Para isso, no mesmo talhão foram demarcadas 24 parcelas de cada experimento, cada uma de 6 sulcos espaçamento duplo 0,9 x 1,5 m, por 100 metros de comprimento, ou seja, foram 144 sulcos que tiveram a palha aleirada e ao lado outros 144 sulcos com a palha estendida (Figura 7).



**Figura 7.** Vista da área do experimento com as separações dos blocos, com palha estendida e palha aleirada.

Os tratamentos e modalidade de aplicação dos experimentos 3 e 4 estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Tratamentos dos experimentos 3 e 4 com palha aleirada e palha estendida com diferentes modalidades de aplicação de inseticidas.

Tratamentos		Dose (L ou Kg P.C. ha <sup>-1</sup> )	Modalidade Aplicação
Ingrediente Ativo	Produto Comercial		
1. Controle (sem vinhaça)	-		-
2. Controle (com vinhaça)	-		Aplicador de Vinhaça Localizada (Sem Inseticida)
3. Fipronil + alfa-cipermetrina	Regent Duo	1,5	Aplicador de Vinhaça Localizada
4. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Engeo Pleno	2,1	Aplicador de Vinhaça Localizada
5. Clorantraniliprole	Altacor	0,3	Aplicador de Vinhaça Localizada
6. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Engeo Pleno	2,1	Cortador de Soqueiras
7. Fipronil + alfa-cipermetrina	Regent Duo	1,5	Cortador de Soqueiras
8. Clorantraniliprole	Altacor	0,3	Cortador de Soqueiras

### 3.2 Amostragens realizadas

Depois de demarcadas as parcelas, foram estimados a população (formas biológicas) de *S. levis* pela amostragem em 10 pontos de cada parcelas. Os valores foram expressos em % de rizomas atacados ((Número médio (%)) = Rizomas Atacados ÷ Rizomas Totais) x 100).

Em seguida, realizou-se a aplicação dos tratamentos seguindo o delineamento de blocos com parcelas ao acaso, com 3 repetições. Os inseticidas foram aplicados apenas uma vez durante o ciclo da cultura.

Em meados do mês de julho de 2021, a área foi afetada por forte geada prejudicando a brotação do canavial.

Para o teste de eficiência na modalidade de aplicação adotada, os produtos inseticidas foram testados via aplicação convencional, com o uso do implemento cortador de soqueiras (Figura 8) com taxa de aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup>. Após a aplicação dos tratamentos foi aplicada a vinhaça localizada sobre as linhas de soqueira da cana.

E o outro método testado foi a aplicação de inseticida conjugado à operação de vinhaça localizada, como pode ser visto o conjunto completo (Figura 9) e o detalhe da ponta aplicadora do inseticida (Figura 10). Nesta modalidade, o inseticida foi depositado com uma ponta de jato sólido na taxa de aplicação de 80 L por hectare e em seguida a vinhaça localizada aplicada a uma taxa de aplicação de 30 m<sup>3</sup> por hectare nos Experimentos 1 e 2 e 28 m<sup>3</sup> por hectare nos Experimentos 3 e 4.



**Figura 8.** Conjunto trator/ implemento cortador de soqueiras.



**Figura 9.** Conjunto trator/implemento aplicador de vinhaça localizada com acoplamento de tanque “inseticida” na parte superior.



**Figura 10.** Detalhe da ponta pulverizadora para aplicação de inseticida sobre a linha da cana, simultaneamente à aplicação de vinhaça localizada.

O manejo da palha nos canaviais não só contribui na diminuição da perda de água do solo, como também auxilia no manejo de plantas daninhas de difícil controle nos canaviais, tais como *Urochloa* spp. (Braquiária) e *Rottboellia exaltata* (Capim-Camalote).

Com isso, a proposta foi avaliar o desempenho dos tratamentos em detrimento ao manejo de palha adotada, sendo palha estendida (distribuída em área total) ou aleirada (operação que afasta a palha da linha de cana) (Figuras 11 e 12).



**Figura 11.** Aspecto do canavial com a palha estendida após a colheita mecânica.





**Figura 12.** Aspecto do canavial com a palha aleirada após operação.

As amostragens realizadas:

**i. População de *S. levis*:** Foram amostrados 10 pontos por parcela antes da aplicação dos tratamentos (amostragem prévia) e aos 4 meses da instalação do experimento.

Cada ponto foi representado por uma trincheira de 50 × 50 × 30 cm de profundidade e no local foi anotado todos os rizomas (perfilhos recém-colhidos) encontrados e verificado em cada um deles a presença de alguma fase de vida da praga (larva, pupa ou adulto). Caso não encontre a forma biológica, mas apenas o dano característico, este também foi contabilizado em local específico na mesma ficha de levantamento (Figura 13).



Toco Atacado por *S. levis*

Larva de *S. levis*

Pupa de *S. levis*

Adulto de *S. levis*

**Figura 13.** Formas biológicas de *S. levis* que foram registradas no levantamento.

**iii. Biometria:** Esta avaliação é realizada para determinar a produtividade em TCH (Toneladas de Cana por Hectare).

Para a biometria foram amostrados 3 pontos por parcela, cada um composto de 4 linhas de cana por 6 metros lineares. As plantas colhidas nestes pontos foram pesadas e retirados um feixe (conjunto de 10 canas) enviados para o laboratório de análises da Usina.

**iv. Amostra de Pragas de Solo Final (após a colheita da área):** Foram amostrados 10 pontos por parcela. Cada ponto é representado por uma trincheira de 50 x 50 x 30 cm de profundidade e é anotado todos os rizomas (perfilhos recém-colhidos) encontrados e verificado em cada um deles a presença de alguma forma biológica da praga (larva, pupa ou adulto). Caso não encontre a forma biológica, mas apenas o dano característico, este também foi contabilizado em local específico na mesma ficha de levantamento, conforme item “i”, descrito anteriormente.

### **3.3 Análise estatística**

Os dados de rizomas atacados (em porcentagem) e os dados de produtividade (toneladas de cana por hectare) foram submetidos aos testes de Bartlett (BARLETT, 1937) para verificar a homogeneidade das variâncias e de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) para verificação da homoscedasticidade, com o objetivo de avaliar desvios à distribuição normal nos resíduos das amostras. As amostras em que os testes iniciais indicaram distribuição normal nos resíduos, foram submetidas à Análise de Variância e, nos casos em que foi constatada diferença significativa entre as médias dos tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Já as amostras em que os testes iniciais não indicaram distribuição normal nos resíduos, foram transformadas pela fórmula  $X = \text{Log}(Y)$ , e então foram submetidas à Análise de Variância e, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas no software estatístico “R” (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

Para a determinação da eficiência do tratamento aplicou-se a fórmula de Henderson e Tilton (1955), para determinar os percentuais de eficiência de cada tratamento utilizando como parâmetro o tratamento controle com vinhaça aplicada.

Fórmula de Henderson e Tilton para cálculo de Eficiência de Controle.

$$\text{Eficiência (\%)} = \left(1 - \frac{\text{TA\% Controle Inicial} * \text{T.A.\% Tratamento Pós Tratamento}}{\text{TA\% Controle Pós Tratamento} * \text{T.A.\% Tratamento Inicial}}\right) * 100$$

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 1, a média de rizomas atacados (%) não diferiu entre os tratamentos, seja na avaliação antes da aplicação dos tratamentos (pré-aplicação) ou na avaliação realizada aos 120 dias após a aplicação (Tabela 3). Os cálculos de eficiência de controle de Henderson & Tilton (1955) foram relativos ao tratamento 2 (controle com vinhaça).

**Tabela 3.** Média de rizomas atacados (%) por *Sphenophorus levis* e eficiência de inseticidas em duas modalidades de aplicação onde a palha foi estendida (Experimento 1).

Tratamento	Modalidade de aplicação	Pré Aplicação	120 DAA	% Eficiência
1. Controle (sem vinhaça)	-	15 a	5 a	-
2. Controle (com vinhaça)	Aplicador de Vinhaça Localizada (Sem Inseticida)	13 a	3 a	-
3. Fipronil + alfa-cipermetrina	Aplicador de Vinhaça Localizada	14 a	3 a	0
4. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Aplicador de Vinhaça Localizada	12 a	2 a	22
5. Clorantraniliprole	Aplicador de Vinhaça Localizada	14 a	8 a	0
6. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Cortador de Soqueiras	15 a	5 a	0
7. Fipronil + alfa-cipermetrina	Cortador de Soqueiras	10 a	4 a	0
8. Clorantraniliprole	Cortador de Soqueiras	12 a	6 a	0

Médias nas colunas seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

DAA: Dias após aplicação

No experimento 2, a média de rizoma atacado (%) pré-aplicação estavam menores, comparados com a média do mesmo índice do experimento 1. Todos os tratamentos não diferiram entre si. Observou-se também uma menor redução entre o levantamento inicial (pré-aplicação) em comparação com o levantamento 120 DAA no tratamento testemunha (Tabela 4).



A hipótese sobre o maior nível de rizoma atacado (%) nos experimentos 1 em relação ao experimento 2 é devido a flutuação populacional da praga, de acordo com Precetti e Teran (1983), Precetti e Arrigoni (1990), os meses de junho e julho (os quais antecederam a colheita da área), concentram os picos populacionais de larvas, as quais são causadoras diretas dos danos. No mesmo sentido, Izeppi (2015) cita que todas as formas biológicas do inseto podem ser encontradas na área durante todo o ano, porém larvas e pupas predominam em época mais seca e fria, nos meses de julho e agosto.

**Tabela 4.** Média de rizomas atacados (%) por *Sphenophorus levis* e eficiência de inseticidas em diferentes modalidades de aplicação onde a palha foi aleirada (Experimento 2).

Tratamento	Modalidade de aplicação	Pré Aplicação	120 DAA	% Eficiência
1. Controle (sem vinhaça)	-	11 a	10 a	-
2. Controle (com vinhaça)	Aplicador de Vinhaça Localizada (Sem Inseticida)	11 a	7 a	-
3. Fipronil + alfa-cipermetrina	Aplicador de Vinhaça Localizada	10 a	6 a	12
4. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Aplicador de Vinhaça Localizada	13 a	5 a	39
5. Clorantraniliprole	Aplicador de Vinhaça Localizada	9 a	7 a	0
6. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Cortador de Soqueiras	10 a	6 a	0
7. Fipronil + alfa-cipermetrina	Cortador de Soqueiras	17 a	3 a	69
8. Clorantraniliprole	Cortador de Soqueiras	12 a	3 a	60

Médias, nas colunas, seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

DAA: Dias após aplicação

Quanto a eficiência de controle, no experimento 1, sem manejo de palha (palha estendida), nenhum dos tratamentos apresentou eficiência no controle de *S. levis* tanto na aplicação dos inseticidas com aplicador de vinhaça localizada ou por cortador de soqueiras (Tabela 3). Porém, o tratamento tiametoxam + lambda-cialotrina

conjugado à vinhaça localizada apresentou 22% de controle aos 120 Dias Após Aplicação (DAA) (Tabela 3).

É importante avaliar os efeitos dos inseticidas de acordo com a época de aplicação, visto que o sucesso no controle pode ser afetado, por exemplo, pelo período de distribuição de chuvas, o qual pode provocar a lixiviação e dissipação rápida dos inseticidas (KYTAYAMA; FERREIRA, 1987, citado por ALENCAR, 2016).

No experimento 2, com manejo de palha aleirada, nenhum dos tratamentos apresentaram eficiência de controle superior a 80% (Tabela 4). Contudo, observou-se que a eficiência de controle foi maior no tratamento com cortador de soqueiras, sendo que fipronil + alfa-cipermetrina apresentou 69% de mortalidade, seguido por clorfantriliprole com 60%. Para os tratamentos com inseticida conjugado à operação de vinhaça localizada, fipronil + alfa-cipermetrina apresentou 12% de eficiência e tiametoxam + lambda-cialotrina com 39% (Tabela 4).

A variação da resposta em eficiência de um mesmo produto foi grande, como visto nos tratamentos com fipronil + alfa-cipermetrina, que apresentou 12% de eficiência via vinhaça localizada e 69% via cortador de soqueiras (Tabela 4).

Quanto ao efeito do manejo da palha na eficiência dos produtos nas diferentes modalidades de aplicação, como no experimento 1 onde a palha foi estendida não houve eficiência dos inseticidas foi (Tabela 3), pode-se inferir que o enleiramento de palha no experimento 2 (Tabela 5) pode ter favorecido a ação dos produtos, mas, outros trabalhos devem ser realizados para confirmar essa hipótese.

Canassa (2014) revelou em seu estudo que não houve diferença significativa nos parâmetros avaliados, que foram número total de rizomas, número total de rizomas atacados, porcentagem de rizomas atacados e número de formas biológicas (larva, pupa e adultos) quando a palha foi aleirada ou estendida, sendo que as porcentagens de rizomas atacados (%) variaram de 6,0% a 10,3%, próximas ao observado neste trabalho.

Comparando o manejo da palha e a modalidade de aplicação (Tabela 5), observou-se que os resultados foram mais consistentes quando a palha foi aleirada (experimento 2) e a aplicação foi realizada com cortador de soqueira (48% de controle quando se considerou a média dos inseticidas).

Apesar de ser uma nova modalidade de aplicação utilizado, a aplicação conjugada aplicação de vinhaça localizada não apresentou efeito satisfatório na redução da população e *S. levis*. De acordo com Matuo (1990) os preceitos básicos

da tecnologia de aplicação no manejo de pragas é que o produto fitossanitário deve ser depositado no alvo, no momento e na quantidade necessários. A aplicação eficiente do produto fitossanitário é dependente de variáveis como: - seleção correta das pontas e bicos de pulverização, volume da calda, conhecimento das características da planta e do alvo, seleção do produto, condições climáticas, modelo do pulverizador e momento ideal da aplicação (ALENCAR, 2016).

É imprescindível que se conheça também a biologia e o comportamento do alvo biológico a ser atingido para que possa ter eficácia no seu controle (BALAN et al., 2012). Antuniassi e Baio (2006) citam que para tratamentos onde a praga alvo são insetos de hábito de solo há algumas peculiaridades. Os produtos direcionados ao solo podem ser aplicados com menor quantidade de gotas, permitindo o uso de pontas de pulverização que permitem gotas maiores (jato sólido ou esguicho), que se usadas corretamente, oferecem um bom nível de depósito, quantidade ou volume nos alvos (ALENCAR, 2016).

**Tabela 5.** Eficiência de controle dos inseticidas comparando as operações de aplicação de inseticidas conjugados à vinhaça localizada e cortador de soqueiras sobre todos os tratamentos inseticidas aplicados, em cada um dos experimentos 1 e 2.

Experimento	Tratamento	Rizoma Atacado (%)		Eficiência de Controle (%) aos 120 DAA
		Pré Aplicação	120 DAA	
Experimento 1 Palha Estendida	Controle	13	3	-
	Vinhaça Localizada	13	4	0
	Corte de Soqueira	12	5	0
Experimento 2 Palha Aleirada	Controle	11	7	-
	Vinhaça Localizada	11	6	11
	Corte de Soqueira	13	4	48

DAA: Dias após aplicação

De acordo com a análise realizada na Tabela 6, o controle de *S. levis* foi obtido apenas no experimento 2 com 31% de controle aos 120 DAA. Isso demonstra que há

viabilidade de controle de praga, tanto considerando a tecnologia de aplicação utilizada e produto inseticida. Essa eficiência foi baixa considerando os desafios que essa praga causa diminuindo a população de plantas e conseqüentemente a longevidade do canavial.

Estudos realizados por Canassa (2014) cita que diversos fatores podem ter contribuído para a ineficiência dos tratamentos na redução do rizoma atacado (%) de *S. levis*, incluindo o alto nível de infestação inicial, a baixa mobilidade dos produtos utilizados e ao longo ciclo biológico do inseto.

**Tabela 6.** Eficiência de controle comparando o efeito da palha (estendida – Experimento 1 x aleirada – Experimento 2) sobre todos os tratamentos inseticidas aplicados, independente da modalidade de aplicação (inseticida conjugado à vinhaça localizada ou corte de soqueiras).

Tratamento	Rizoma Atacado (%)		Eficiência (%)
	Pré Aplicação	120 DAA	
Controle (Palha Estendida)	13	3	0
Média Inseticidas Experimento 1	13	5	
Controle (Palha Aleirada)	11	7	31
Média Inseticidas Experimento 2	12	5	

DAA: Dias após aplicação

No experimento 1, a maior produtividade foi obtida no tratamento fipronil + alfa-cipermetrina com 83,51 TCH com a modalidade de corte de soqueira (Tabela 7).

No experimento 1, a maioria dos inseticidas, independente da modalidade de aplicação, incrementou a produção quando comparado com a testemunha, com aumento variando de 2,35 a 15,81 TCH (Tabela 7), com exceção nos tratamentos que recebeu o inseticida clorantropilprole onde houve redução da produção.

No experimento 2, a maior produtividade foi obtida no tratamento tiametoxam + lambda-cialotrina com 106,03 TCH na modalidade de inseticida conjugado à vinhaça localizada, porém obteve baixo índice de controle aos 120 DAA com 39%. Nesse experimento, a maioria dos tratamentos não incrementou a produção, com exceção do tratamento citado anteriormente.

De acordo com Pereira (2010), os inseticidas são estudados quanto a sua eficiência no controle de pragas, mas podem provocar efeitos fisiológicos capazes de influenciar o desenvolvimento de culturas. Essa informação também é citada por Nunes (2012), relatando que alguns inseticidas são capazes de provocar alterações fisiológicas e morfológicas nas plantas.

**Tabela 7.** Média de produtividade agrícola (em toneladas de cana por hectare – TCH) obtidos através da amostragem biométrica de cada tratamento.

Tratamento	Modalidade de Aplicação	Experimento 1		Experimento 2	
		Produtividade (TCH)	Varição	Produtividade (TCH)	Varição
1. Controle (sem vinhaça)	-	67,67 a	-	88,96 a	-
2. Controle (com vinhaça)	Aplicador de Vinhaça Localizada	76,94 a	9,27	86,61 a	-2,35
3. Fipronil + alfa-cipermetrina		75,44 a	7,77	72,87 a	-16,09
4. Tiometoxam + lambda-cialotrina		70,02 a	2,35	106,03 a	17,07
5. Clorraniliprole		66,09 a	-1,58	67,51 a	-21,45
6. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Cortador de Soqueiras	70,86 a	3,19	74,95 a	-14,01
7. Fipronil + alfa-cipermetrina		83,51 a	15,81	81,28 a	-7,68
8. Clorraniliprole		65,59 a	-2,08	71,86 a	-17,1

No experimento 3, a média de rizomas atacados (%) não diferiu entre os tratamentos, seja na avaliação antes da aplicação dos tratamentos (pré-aplicação) ou na avaliação 150 dias após a aplicação (Tabela 8).

Diferentemente dos experimentos 1 e 2 onde todos os tratamentos tiveram redução entre o levantamento de pré-aplicação e 120 DAA, inclusive o controle (apenas com vinhaça localizada), nos experimentos 3 e 4 a média de rizoma atacado (%) inicial foi menor. Isto pode estar relacionado ao fator estágio de corte, sendo assim é comum encontrar menores infestações quando comparado à estágios mais avançados. Em consequência disso, os tratamentos em sua grande maioria responderam positivamente reduzindo a praga.

**Tabela 8.** Média de rizomas atacados (%) por *Sphenophorus levis* e eficiência de inseticidas em diferentes modalidades de aplicação onde a palha foi aleirada (Experimento 3).

Tratamento	Ingrediente Ativo	Pré Aplicação	150 DAA	% Eficiência
1. Controle (sem vinhaça)	-	5 a	4 a	-
2. Controle (com vinhaça)	Aplicador de Vinhaça Localizada (Sem Inseticida)	5 a	5 a	-
3. Fipronil + alfa-cipermetrina	Aplicador de Vinhaça Localizada	6 a	3 a	62
4. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Aplicador de Vinhaça Localizada	5 a	2 a	53
5. Clorantraniliprole	Aplicador de Vinhaça Localizada	5 a	5 a	5
6. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Cortador de Soqueiras	6 a	2 a	63
7. Fipronil + alfa-cipermetrina	Cortador de Soqueiras	5 a	3 a	46
8. Clorantraniliprole	Cortador de Soqueiras	5 a	3 a	41

Médias na coluna seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

DAA: Dias após aplicação

De acordo com Barbosa (1992), a distribuição espacial de pragas no campo pode ser regular (uniforme), ao acaso (aleatória) ou em reboleira (agregada). Quando os insetos se distribuem no campo de maneira agregada, ocorre dependência espacial entre os pontos amostrados e, nesse caso, a geoestatística é a ferramenta mais adequada para estudar as populações.

Izeppi (2016) em seus estudos concluiu que para o dano da praga, representado pelas variáveis número de rizomas danificados e porcentagem de rizomas danificados, também indica o padrão agregado. O dano de *S. levis* é localizado, pois uma vez atacando os rizomas, permanece um longo período de tempo, até o próximo corte da cultura, o que torna mais fácil a constatação da

agregação no campo. Em geral, existe uma dependência espacial com o envelhecimento do canavial, sendo assim esse fato evidencia que com o passar do tempo, as reboleiras da praga no campo tendem a aumentar, ou seja, em canaviais mais jovens as reboleiras são pequenas e, algumas vezes, o inseto e seus danos se distribuem ao acaso, pois o inseto está começando a colonizar a área. Com o envelhecimento do canavial, as reboleiras ficam maiores, em virtude do aumento da população do inseto na área, completa.

Dinardo-Miranda (2018) comenta que além do nível de rizoma atacado (%) na área, o estado geral do canavial também deve ser considerado quando se pretende adotar medidas de controle de soqueiras. Em outras palavras, em canaviais com muitas falhas, plantas daninhas e baixa estimativa de produtividade, dificilmente o tratamento na soqueira dará retorno econômico. Este fato ficou evidenciado nos experimentos 1 e 2, onde o estágio de corte no momento da implantação foi de 5º corte e os experimentos 3 e 4, após 1º corte da soqueira.

Embora os tratamentos não diferiram entre si nas duas avaliações realizadas (Tabela 8), houve redução em praticamente todos os tratamentos e em contrapartida os tratamentos controle (sem vinhaça e com vinhaça) a média de infestação permaneceu praticamente a mesma no período avaliado (150 DAA).

Este efeito pode ser visto no trabalho apresentado por Dinardo-Miranda (2018), por meio de equipamento que corta a linha de cana, pode ser conferida a eficiência de controle em tratamentos aplicados em 26 de junho, ou seja, período semelhante à instalação dos experimentos 3 e 4, cuja a aplicação de Engeo Pleno (2 L de PC ha<sup>-1</sup>) e Regent Duo (1,2 L de PC ha<sup>-1</sup>), reduziram as populações de larvas e pupas nos rizomas, o que contribuiu para reduzir os danos nos perfilhos novos (percentual de rizomas atacados) em 75% e, em consequência, promoveram significativo aumento de produtividade agrícola na ordem de 7 a 12%.

Diferentemente do experimento 3, onde a palha foi aleirada, experimento 4, onde a palha permaneceu estendida, os danos aumentaram da avaliação prévia à avaliação realizada 150 DAA (Tabela 9). Esses dados reforçam outros já disponíveis na literatura, que demonstram que o enleiramento de palha, fazem com que os danos causados por *S. levis* diminuam em relação à área sem o afastamento da palha, porque com o afastamento, o solo perde umidade e essa condição é menos favorável a *S. levis*, em consequência as populações tendem a crescer menos e os danos são menores.

**Tabela 9.** Média de rizomas atacados (%) por *Sphenophorus levis* e eficiência de inseticidas em diferentes modalidades de aplicação onde a palha foi estendida (Experimento 4).

Tratamento	Modalidade de Aplicação	Pré Aplicação	150 DAA	% Eficiência
1. Controle (sem vinhaça)	-	5 a	9 a	-
2. Controle (com vinhaça)	Aplicador de Vinhaça Localizada (Sem Inseticida)	5 a	7 a	-
3. Fipronil + alfa-cipermetrina	Aplicador de Vinhaça Localizada	4 a	5 a	6
4. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Aplicador de Vinhaça Localizada	6 a	3 a	67
5. Clorantraniliprole	Aplicador de Vinhaça Localizada	4 a	4 a	40
6. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Cortador de Soqueiras	5 a	6 a	6
7. Fipronil + alfa-cipermetrina	Cortador de Soqueiras	4 a	4 a	16
8. Clorantraniliprole	Cortador de Soqueiras	4 a	9 a	0

DAA: Dias após aplicação

No experimento 3 (Tabela 8), para os tratamentos com fipronil + alfa-cipermetrina e tiametoxam + lambda-cialotrina, os valores registrados de eficiência na aplicação via vinhaça localizada e corte de soqueiras foram muito semelhantes entre si, com 53% e 46% de eficácia para fipronil + alfa-cipermetrina e de 62% e 63% para tiametoxam + lambda-cialotrina, respectivamente). Na média, os tratamentos que receberam o inseticida via vinhaça localizada tiveram 49% de eficiência, enquanto a aplicação via corte de soqueiras foi em média, 50%, ou seja, muito semelhantes.

Trabalhos em cana soca realizados por Dinardo–Miranda et al. (2006) indicaram efeitos positivos de fipronil, dentre outros inseticidas, quando aplicados na linha da cana, cortando a soqueira e incorporando o produto. Dinardo-Miranda (2014) analisando dados compilados de vários experimentos desenvolvidos no IAC, relatou que a maioria dos trabalhos realizados indicam que o uso de inseticidas em cana soca



aplicados em corte de soqueira é mais eficiente do que quando realizada aplicação do tipo drench ou jato dirigido na soqueira.

No experimento 4, com palha estendida (Tabela 9), a eficiência dos tratamentos foi menor, variando entre 0 e 67% aos 150 DAA, sendo a maior eficácia quando os produtos foram aplicados conjugado à vinhaça localizada (40%), do que no cortador de soqueiras (6%).

O fato de os tratamentos realizados via cortador de soqueiras terem sido menos eficientes pode ser explicado em função de que a palha estendida exercem uma barreira na deposição do inseticida na profundidade adequada e não ficar retido/exposto sobre a palha.

Em estudos realizados por Canassa (2014), sugere que a tecnologia de aplicação precisa ser rapidamente melhorada para o controle do bicudo (*S. levis*), pois o implemento cortador de soqueiras foi desenvolvido para a aplicação dentro da linha da soqueira de cana-de-açúcar, mas em grande parte do processo de aplicação a ponta de pulverização não atingiu o interior da soqueira muitas vezes devido às falhas de paralelismo entre as linhas e a palha pode ser outro fator que impede que o inseticida atinja o alvo.

Em ambos os experimentos (3 e 4), aplicados no período considerado pré-seca, não se obteve eficiência quando comparado experimentos 1 e 2, aplicados em época pré-úmida. Isto sugere que o manejo desta praga na soqueira é muito complexo e alternativas e manejos devem ser considerados para o melhor êxito no manejo do *S. levis* em soqueiras de cana-de-açúcar.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 10, a melhor eficiência no que diz respeito ao conjunto de dados de tratamentos analisando o fator operação de manejo da palha, no experimento 3 (palha aleirada) obteve-se um controle um pouco mais satisfatório, com média de 50% de eficácia aos 150 DAA, tanto na aplicação com vinhaça localizada como cortador de soqueira. Este resultado reforça o desempenho dos inseticidas em palha aleirada e diferente época de aplicação no ano, como visto no Experimento 1.

De acordo com Dinardo-Miranda (2002), o afastamento da palha da linha de plantio permite uma maior incidência de radiação solar sobre as linhas de cana e, conseqüentemente, há a diminuição da umidade do solo, resultando em condições menos favoráveis para o desenvolvimento de pragas.

Especialmente para aplicações realizadas com o cortador de soqueiras, é importante que corte/aplicação do inseticida seja feito na touceira. Por isso, o paralelismo dos sulcos tem grande interferência na eficiência do tratamento. Se o corte/ aplicação se der lateralmente à touceira, a eficiência do tratamento se reduz muito (DINARDO-MIRANDA, 2018).

**Tabela 10.** Eficiência de controle dos inseticidas comparando as operações de aplicação de inseticidas conjugados à vinhaça localizada e cortador de soqueiras sobre todos os tratamentos inseticidas aplicados, em cada um dos experimentos 3 e 4.

Experimento	Tratamento	Rizoma Atacado (%)		Eficiência de Controle (%) aos 150 DAA
		Pré Aplicação	150 DAA	
Experimento 3	Controle	5	5	-
Palha Aleirada	Vinhaça Localizada	5	3	42
	Corte de Soqueira	5	3	51
Experimento 4	Controle	5	7	-
Palha Estendida	Vinhaça Localizada	5	4	41
	Corte de Soqueira	4	7	0

DAA: Dias após aplicação

Devido ao incêndio em setembro de 2021, ou seja, cerca de 4 meses após o tratamento, as áreas permaneceram sem palha durante grande parte do período de avaliações. Portanto, analisando os experimentos 3 e 4 em conjunto, nota-se que, inicialmente quando havia palha no campo, os danos cresceram mais rapidamente na área com palha estendida (Experimento 4). Em linha com este resultado, Dinardo-Miranda (2009) relatou que os níveis de infestação e de rizomas atacados (%) causado por *S. levis* foram maiores em áreas de colheita crua e não teve a palha revolvida (aleirada ou desaleirada), em relação a outra área onde foi efetuada a

queima, confirmando que o sistema de colheita crua e palha estendida, realmente promove um acelerado crescimento na população do inseto.

Em trabalho realizado por Canassa (2014), o manejo da palha associado à *B. bassiana* poderia incrementar a eficácia no manejo populacional do bicudo da cana, uma vez que o agroecossistema da cana-de-açúcar representa um ambiente favorável para o desenvolvimento deste fungo entomopatogênico.

Essa informação fica evidenciada na Tabela 11, onde demonstra a média de eficiência (%) de controle de *S. levis* isolando o efeito da palha, sendo observado eficiência média de 46% onde a palha foi aleirada contra 16% onde a palha foi estendida.

**Tabela 11.** Eficiência de controle comparando o efeito da palha (aleirada – Experimento 3 x estendida – Experimento 4) sobre todos os tratamentos inseticidas aplicados, independente da modalidade de aplicação (inseticida conjugado à vinhaça localizada ou corte de soqueiras).

Tratamento	Rizoma Atacado (%)		Eficiência (%)
	Pré aplicação	150 DAA	
Controle (Palha Aleirada)	5	5	46
Média inseticidas experimento 3	5	3	
Controle (Palha Estendida)	5	7	16
Média inseticidas experimento 4	4	5	

DAA: Dias após aplicação

A variação de produtividade foi grande entre os tratamentos, sendo que as duas produtividades mais elevadas no experimento 3 foram registradas nos tratamentos com fipronil + alfa-cipermetrina aplicado via vinhaça localizada com 155 TCH e tiامتoxam + lambda-cialotrina aplicado via cortador de soqueiras com 142 TCH. Assim, pode-se constatar que apesar do controle de *S. levis* ter sido apenas mediano até os 150 DAA, isso foi suficiente para melhorar a produtividade do canavial, em comparação com a testemunha (sem vinhaça).

No experimento 4 a variação de produtividade foi ainda maior e a relação entre a redução da de rizoma atacado (%) em comparação à produtividade. A testemunha

sem vinhaça apresentou o pior stand da cultura e colmos mais leves do que a maioria dos tratamentos, em consequência uma das menores produtividades. Assim, além de certo controle de *S. levis* promovido pelos tratamentos inseticidas, o fator nutricional da vinhaça também contribuiu para as maiores produtividades dos demais tratamentos (Tabela 12).

Esta informação também foi observada por Dinardo-Miranda e Fracasso (2010), por Leite et al. (2012) e ainda Dinardo-Miranda (2014), onde analisaram os efeitos dos inseticidas na população da praga e no desenvolvimento da cultura, tendo observado incrementos de produtividade, com ou sem redução populacional da praga. É importante destacar que alguns inseticidas são capazes de provocar alterações fisiológicas e morfológicas nas plantas (CASTRO, 2006), influenciando o desenvolvimento da cultura, refletindo em incremento de produtividade (PEREIRA, 2010), sem necessariamente ter eficiência de controle da praga.

**Tabela 12.** Média de produtividade agrícola (em toneladas de cana por hectare – TCH) obtidos através da amostragem biométrica de cada tratamento.

Tratamento	Modalidade de Aplicação	Experimento 3		Experimento 4	
		Produtividade (TCH)	Variação	Produtividade (TCH)	Variação
1. Controle (sem vinhaça)	-	140,57 a	-	112,24 a	-
2. Controle (com vinhaça)	Aplicador de Vinhaça Localizada	146,55 a	5,98	132,14 a	19,9
3. Fipronil + alfa-cipermetrina		155,4 a	14,83	157,97 a	45,73
4. Tiometoxam + lambda-cialotrina		131,61 a	-8,96	154,83 a	42,59
5. Clorantraniliprole		122,36 a	-18,21	132,14 a	19,9
6. Tiametoxam + lambda-cialotrina	Cortador de Soqueiras	142,16 a	1,59	163,92 a	51,68
7. Fipronil + alfa-cipermetrina		126,5 a	-14,07	163,66 a	51,42
8. Clorantraniliprole		122,16 a	-18,41	148,86 a	36,62



## 5. CONCLUSÕES

- Os melhores resultados de eficiência por Henderson & Tilton (1955) dos inseticidas são obtidos com o manejo de palha aleirada antes da aplicação dos inseticidas;
- Os tratamentos inseticidas reduzem o percentual de rizomas atacados (%) causados por *Sphenophorus levis* por cerca de 120 – 150 dias após aplicação;
- A operação conjugada de inseticidas em soqueiras junto à vinhaça localizada é uma alternativa adequada no manejo de *S. levis* nestas áreas;



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento e a disciplina são fatores primordiais no manejo das pragas de solo na cana de açúcar, em especial o *S. levis*, pois alguns dos métodos somente são possíveis de serem utilizados no momento da renovação/ formação do canavial. A exemplo disto, é a Eliminação Mecânica de Soqueiras (E.M.S.), pois é uma operação que deve ser feita no período mais seco e frio do ano (região Centro Sul), onde a praga encontra-se em sua maioria na forma de larvas. Essa operação visa a eliminação da soqueira antiga e a exposição do material vegetal (touceiras velhas e raízes) aos raios solares para a desidratação e conseqüentemente controle de formas biológicas, principalmente ovos, larvas e pupas. E para que tenha alta eficiência agrônômica nesta operação mecânica é importante que o planejamento de colheita deva ser levado em consideração, pois é recomendado que antes da operação do Eliminador Mecânico de Soqueiras seja realizada a operação de dessecação que consiste na aplicação de herbicidas não seletivos para matar a soqueira velha.

A dessecação deve ser realizada ao menos 10 dias antes da operação do E.M.S. para garantir que não exista escapes (cana velha e plantas daninhas). Essa etapa auxilia diretamente na operação mecânica, pois permite que o material (touceiras) fiquem mais leves, além de interromper a alimentação de larvas, as outras formas biológicas (ovos e pupas) desidratarão de maneira mais rápida impedindo que cheguem à fase adulta, aumentando assim eficiência de controle.

No sulco de plantio de cana é recomendado que seja aplicado insumos fitossanitários para controle de pragas de solo, doenças de solo e fitonematoides. Para o controle de *S. levis*, por exemplo, grande parte dos produtos não tem eficiência com residual no controle, uma vez que esta praga atacará a touceira após a brotação. Sendo assim, inseticidas com amplo espectro e sistêmicos são os mais indicados.

Durante a formação da lavoura recém-instalada basicamente não existem estudos demonstrando como insumos poderiam ser utilizados para reduzir os danos e população de *S. levis* já no primeiro corte.

Após a colheita da área, deve ser realizado o tratamento daquela touceira, assim de evitar e até mesmo reduzir a população de pragas proporcionando que a cultura se estabeleça e tenha menores perdas na população de plantas em detrimento do ataque de pragas, como é o caso de *S. levis* que mata o perfilho, reduzindo assim a longevidade do canavial, uma vez que a população de plantas decresce.



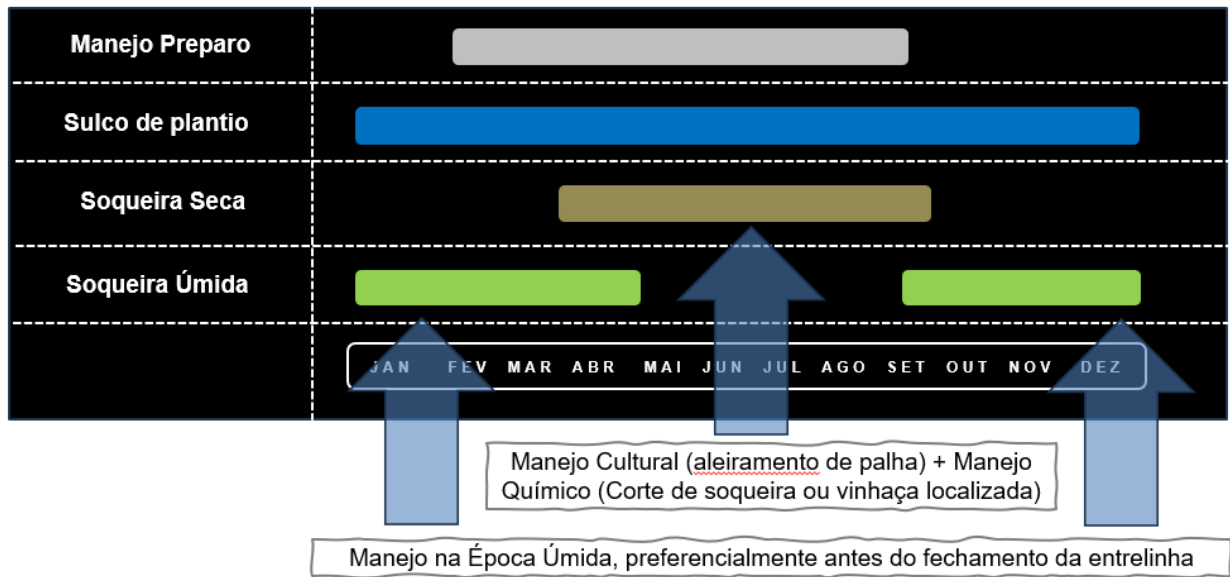
As operações de tratos culturais utilizadas logo após a colheita são o Corte de Soqueiras, sendo equipado de preferência com 2 conjuntos de discos e com pontas de pulverização de jato sólido que serão direcionados no centro das linhas de cana, injetando o insumo entre 8 a 12 cm de profundidade afim de atingir formas biológicas da praga. E outra operação utilizada no mesmo momento e têm ganhado relevância no setor nos últimos anos é o aplicador de vinhaça localizada. Este equipamento é acoplado um “kit de pulverização” para aplicar simultaneamente à vinhaça localizada os insumos para controle de pragas e nematoides.

E como complemento do manejo em soqueiras, tem-se adotado o uso do fungo entomopatogênico *B. bassiana* no período mais quente e úmido (primavera-verão no Centro Sul) a fim de complementar os demais manejos, principalmente pois é o período de maior abundância da presença de adultos de *S. levis* nas áreas de cana de açúcar.

Em resumo:

- O Manejo Integrado é essencial para a convivência com esta praga no setor canavieiro (Cultural, Mecânico, Químico, Biológico, feromônios, etc).
- A disciplina operacional e não pular etapas no manejo durante a renovação do canavial é essencial para a redução da população do *S. levis* na área.
- Agregar outras intervenções no manejo dessa praga em soqueiras (quebra de paradigmas), conforme exemplificado na matriz abaixo:

## Matriz de Manejo





## REFERÊNCIAS

**AGROFIT.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em 01.05.2023.

ALENCAR, M. A. V. ***Sphenophorus levis* VAURIE, 1978 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): Caracterização macroscópica e determinação de inseticida e época de aplicação para controle.** 2016. 59 f. Tese (Doutorado) - Curso de Entomologia Agrícola, Entomologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2016.

ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology.** Amsterdam: Elsevier Publishing, 752 p., 1973.

ALMEIDA, L. C. **Bicudo da cana-de-açúcar:** boletim técnico C.T.C. Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira, 2005. 3 p.

ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (ORG.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. p.174-175.

BADILLA, F.F.; ALVES, S.B. Controle do gorgulho da cana-de-açúcar *Sphenophorus levis* VAURIE, 1978 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) com *Beauveria bassiana* em condições de laboratório e campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 20, n. 2, p. 251-263, 1991.

BALAN, M. G.; SAAB, O. J. G. A.; MACIEL, C. D. G.; OLIVEIRA, G. M. Diagnóstico e proposta de descrição metodológica para artigos técnico-científicos que tratam da avaliação de aplicações de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.1, p.126-138, 2012.

ARRIGONI, E. B.; PRECETTI, A. A. C. M.; ALMEIDA, L. C.; KASTEN JR., P. **Metodologia de levantamento de pragas de solo em cana-de-açúcar**. Coopersucar, São Paulo, Brasil, 1988.

BARLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London**, Série A, London, v. 160, s/n, p. 268-282, 1937.

BARRETO-TRIANA, N., DIAS, C.T.S., BENTRO, M.J. Comportamiento reproductivo del picudo de la caña, *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae) em laboratório. **Revista Colombiana de Entomologia**, v.40, n.2, p. 265-271, 2014.

CANASSA, F. **Distribuição espacial, efeito do manejo da palha pós-colheita e de aplicação de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) na ocorrência de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar**. 2014. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado, Entomologia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

CASTRO, P. R. C. Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical. Piracicaba: ESALQ, Divisão de Biblioteca e Documentação, 2006. 46 p. (Série **Produtor Rural**, 32).

CONAB (Companhia Nacional De Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-Açúcar, Safra 2022/23**. Brasília: Estúdio Nous, v. 6, n. 4, ago. 2023. Quadrimestral. Observatório Agrícola. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.

CRAWLEY, M. J. **The R Book**. John Wiley & Sons Ltd, 2007. 942p.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V. Sugarcane straw and the populations of pests and nematodes. **Scientia Agricola**, v.70, n.5, p.305-310. 2013.

DINARDO-MIRANDA, L. L. *Sphenophorus levis*. In: DINARDO-MIRANDA, L. L. **Nematóides e pragas da cana de açúcar**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2018. Cap. 7. p. 227-288.

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

DINARDO-MIRANDA, L. L. Introdução ao manejo integrado de pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L. L. **Nematóides e Pragas da Cana de Açúcar**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2018. Cap. 1. p. 13-18.

DINARDO-MIRANDA, L. L. *Sphenophorus levis*: aspectos bioecológicos da espécie. In: DINARDO-MIRANDA, L. L. **Nematoides e Pragas da Cana de Açúcar**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2018. Cap. 7, p. 227.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V.; CABRAL. S.B.; VALÉRIO, W.; GONÇALVES, R.D.; BELTRAME. J.A. Eficiência de inseticidas aplicados em soqueiras de cana-de-açúcar no controle de *Sphenophorus levis*. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 24, n. 5, p.34-37, 2006.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V. Sugarcane straw and the populations of pests and nematoids. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 5, p. 305-310, 2013.

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

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

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

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, JR.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GARCIA, J. F. *Sphenophorus levis*. **Manual de Identificação de Pragas da Cana**. Campinas: 2013. p. 156-169.

GILES, K. L.; ROYER, T. A.; ELLIOTT, N. C. 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**, Lanham, v. 93, p. 1522-1530, 2000.

GIOMETTI, F.H.C. **Avaliação de nematóides entomopatogênicos para o controle de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae)**. 2009. 55 f. Dissertação (Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, São Paulo, 2009.

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

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

LALITHA, C.; MURALIKRISHNA, T.; SRAVANI, S.; DEVAKI, K. Laboratory evaluation of native *Bacillus thuringiensis* isolates against second and third instar *Helicoverpa armigera* (Hubner) larvae. **Journal of Biopesticides**, Andhra Pradesh, v.5, n. 1, p.4-9, 2012.

LEITE, L.G.; BATISTA FILHO, A.; GINARTI, 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.

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

LEITE, L. G.; TAVARES, M. T.; BOTELHO, P. S. M.; BATISTA FILHO, A.; POLANCZYK, R. A.; SCHIMDT, F. S. Eficiência de nematoides entomopatogênicos e inseticidas químicos contra *Sphenophorus levis* e *Leucothyreus sp.* em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 40-48, 2012.

MACEDO, I. C. (org.). **A energia da cana de açúcar**. 2. ed. São Paulo: Berlendis Editores Ltda, 2007. 235 p. Disponível em: [www.portalunica.com.br](http://www.portalunica.com.br).

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 140 p., 1990.

MORAES, G. C.; ÁVILA, C. J. *Sphenophorus levis* detected in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Agricultural Science Research Journals**, v. 3, n. 1, p. 36-37, 2013.

MORON, M. A. Insetos de Solo: O estudo dos insetos Edafícolas. In: SALVADORI, J. R.; AVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. da (Ed.). **Pragas de Solo no Brasil**. Dourados: Fundacep Embrapa, 2004. Cap. 1. p. 41-63.

NUNES, B. M. **Efeito de inseticidas na qualidade da cana-de-açúcar e microbiota da fermentação etanólica sob infestação de *Sphenophorus levis***. 2012. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Microbiologia, Microbiologia Agropecuária, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2012.

PAVLU, F.A. **Plano de amostragem e distribuição espacial visando o controle localizado de *Sphenophorus levis* na cultura da cana-de-açúcar**. 2012. 80 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

PENATTI, C. P. Vinhaça. In: PENATTI, C. P. **Adubação da cana-de-açúcar**. Itui: Ottoni, 2013. Cap. 6. p. 253-289.



PEREIRA, M. A. **Tiametoxam em plantas de cana-de-açúcar, feijoeiro, soja, laranjeira e cafeeiro:** parâmetros de desenvolvimento e aspectos bioquímicos. Piracicaba, SP. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, 2010.

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

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., 1983, Piracicaba, Anais... Piracicaba: Coopersucar, 1983. p. 32 – 37.

ROSA, J. O. **Infestação de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em relação aos pontos de transferência de cana-de-açúcar.** 2022. 22 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado, Entomologia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2022.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Anatomia e Botânica. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana de açúcar.** Campinas: Instituto Agronômico, p. 47 – 56, 2008.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, London, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, 1965.

SMANIOTTO, Giovani. **Compatibilidade com inseticidas químicos e encapsulamento de *Beauveria bassiana* para controle de *Sphenophorus levis*.** 2019. 79 f. Tese (Doutorado) - Curso de Entomologia Agrícola, Entomologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2019.

SOUTHWOOD, T.R.E.; HENDERSON, P.A. **Ecological methods**. Blackwell Science, Malden, USA, 2006.

STINGEL, E.; ALMEIDA, L. C.; ARRIGONI, E.B.; BONANI, J. P. Distribuição Geográfica de *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar, evolução dos registros de ocorrência e estimativa de área infestada, por município, em 2009. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2010. Natal. **Anais...** Sociedade Entomológica do Brasil, 2012.

VANIN, S.A. **A new species of *Sphenophorus* Schoenher from Brazil (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae)**. Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 1988. 9p.

VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. **Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties**. Hilgardia, Oakland, v.51, n.1, p.1-75, 1983.