



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS JABOTICABAL**

**UTILIZAÇÃO DE OLFATÔMETRO EM Y NA ATRAÇÃO DE *Sphenophorus
levis* VAURIE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) A DIFERENTES
SUBSTRATOS**

KARINE A. ALVES DE DEUS

Jaboticabal -SP

1º. semestre / 2026

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS JABOTICABAL**

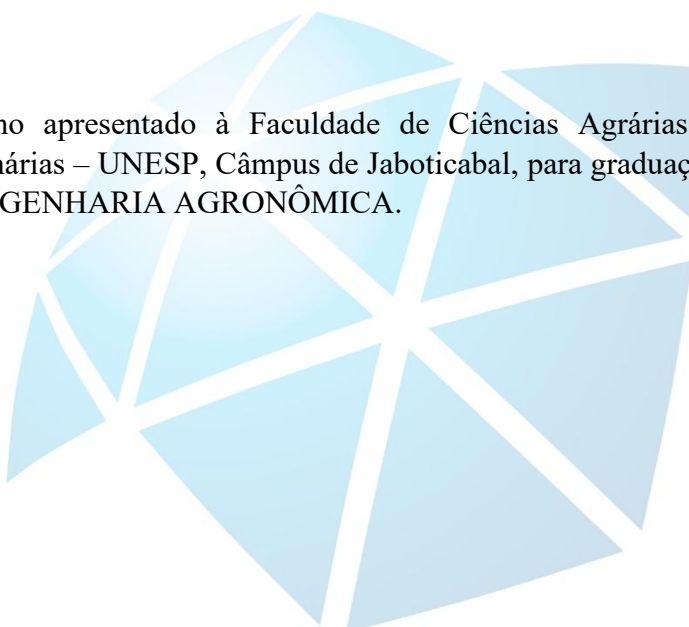
UTILIZAÇÃO DE OLFATÔMETRO EM Y NA ATRAÇÃO DE *Sphenophorus levis* VAURIE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) A DIFERENTES SUBSTRATOS

KARINE A. ALVES DE DEUS

Orientador: PROF. DR. ODAIR APARECIDO FERNANDES

Coorientadora: DRA. JULIANA LIVIA VIEIRA

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, para graduação em ENGENHARIA AGRONÔMICA.



Jaboticabal -SP

1º. semestre / 2026

D486u Deus, Karine Aparecida Alves de
Utilização de olfátometro em Y na atração de *Sphenophorus levis*
Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) a diferentes substratos / Karine
Aparecida Alves de Deus. -- Jaboticabal, 2026
40 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia
Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Odair Aparecido Fernandes
Coorientadora: Juliana Livia Vieira

1. Bicudo da cana-de-açúcar. 2. Compostos orgânicos voláteis. 3.
Armadilhas para insetos. 4. Metodologia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Karine Aparecida Alves de Deus

**Utilização de olfatômetro em Y na atração de *Sphenophorus levis*
Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) a diferentes substratos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em **Engenharia Agrônômica**.

Orientador: Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes

Coorientador (se houver): Dra. Juliana Livia Vieira

Área de Concentração: Entomologia agrícola


Trabalho aprovado em 04/05/2026

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 ODAIR APARECIDO FERNANDES
Data: 05/05/2026 19:41:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
 GUILHERME DUARTE ROSSI
Data: 06/05/2026 09:01:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. Guilherme Duarte Rossi

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
 JHERSYKA DA SILVA PAES
Data: 05/05/2026 19:48:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Jhersyka Silva Paes

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
 MARCELO DA COSTA FERREIRA
Data: 07/05/2026 14:32:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira
Chefe do Departamento

Oferecimentos

Aos meus queridos pais, que desde muito jovens conheceram o peso do trabalho e nunca mediram esforços para que eu tivesse um futuro diferente. Mal sabem eles que, se hoje estudo, é para tentar ser ao menos metade do que são. Minha eterna gratidão a você, Revair Alves de Deus, e a você, Aline Tassim, por me permitirem ser a primeira da família a concluir uma graduação.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. À fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil e ao programa PIBIC – CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica, processo nº 123224/2023-3. Este trabalho é uma contribuição associada ao Centro de Pesquisa em Engenharia – Fitossanidade em Cana-de-Açúcar – CEPENFITO (FAPESP 2017/25258-1).

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que me guiou e me acompanhou em toda esta caminhada.

Um agradecimento especial aos meus pais, Revoir Alves de Deus e Aline Tassim e à minha irmã Karen Alves de Deus, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando-me e sentindo orgulho de cada conquista. Estendo também minha gratidão a toda a família, avós, tios, tias, primos e primas por todo o carinho e incentivo.

Às minhas amigas de longa data, Giane Muller, Ana Carolina Mathias e Alessandra Andrade, pelo apoio constante, e às amigas que a graduação me presenteou na Unesp e que levarei para toda a vida: Raphaela Cezar, Mariana Campos, Carime Gibran, Mariana da Silveira e Lara Fernandes. Aos colegas de curso, com quem compartilhei momentos importantes, meu sincero obrigada.

Sou grata também às pessoas queridas que conheci durante os estágios curriculares, que me ensinaram lições que a faculdade não ensina e me acompanharam nessa jornada. Em especial, às minhas irmãs de estágio Aline

Roso, Mariana Freitas e Clarissa Azevedo, que dividiram comigo experiências únicas.

Aos meus mentores, que me orientaram sobre o mercado de trabalho e me guiaram nos estágios, deixo registrado meu reconhecimento e carinho.

Ao APECOLAB, pela oportunidade de conviver com profissionais inspiradores e pelo suporte fundamental para o desenvolvimento deste projeto.

À Unesp de Jaboticabal, que me proporcionou muito além do aprendizado acadêmico: foi ali que evoluí como pessoa e profissional, vivi alegrias e desafios, conheci pessoas maravilhosas e ampliei meus horizontes, saindo do pequeno distrito onde cresci para sonhar mais alto.

À minha querida coorientadora e amiga Juliana Vieira, minha gratidão especial pela orientação, amizade e apoio constante desde o início deste trabalho.

E, por fim, agradeço ao meu orientador, professor Odair A. Fernandes, pela oportunidade de desenvolver este projeto, pelos valiosos ensinamentos, pela paciência e, sobretudo, por não desistir de mim.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade, deixo registrada minha eterna gratidão.

ÍNDICE

RESUMO	7
SUMMARY.....	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Biologia e ciclo de vida	12
2.2 Monitoramento e métodos de controle.....	14
2.3 Voláteis e o Olfatômetro em Y	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Coleta e manutenção de adultos de <i>S. levis</i>	17
3.2 Pré-testes e equipamento	20
3.3 Tratamentos	22
3.4 Preparo dos insetos e condução dos bioensaios	23
3.5 Análise dos Dados.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS	37

RESUMO

UTILIZAÇÃO DE OLFATÔMETRO EM Y NA ATRAÇÃO DE *Sphenophorus levis* VAURIE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) A DIFERENTES SUBSTRATOS

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma das culturas mais relevantes para a economia brasileira, mas enfrenta sérios desafios devido a ocorrência de pragas, entre as quais se destaca *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae), conhecido como bicudo da cana-de-açúcar. O hábito subterrâneo desse inseto dificulta o monitoramento e limita a eficiência das estratégias convencionais de controle, como aplicações de inseticidas e utilização de iscas tóxicas. Nesse contexto, compostos orgânicos voláteis (COVs) produzidos por plantas surgem como alternativa promissora para atrair e monitorar curculionídeos, embora pouco explorada em *S. levis*. O presente estudo avaliou a atratividade de diferentes substratos vegetais em distintos tempos de fermentação, utilizando o olfatômetro em Y como ferramenta experimental. Os resultados indicaram ausência de diferenças significativas entre os tratamentos, evidenciando as limitações do método em reproduzir as condições naturais de campo. Ainda assim, a metodologia se mostra relevante como etapa preliminar para a triagem de estímulos químicos, apontando a necessidade de estudos complementares em condições mais realistas, capazes de subsidiar o desenvolvimento de estratégias inovadoras e sustentáveis de monitoramento e controle dessa praga.

Palavras-chave: Bicudo da cana-de-açúcar; Compostos orgânicos voláteis, Armadilhas para insetos; Metodologia.

SUMMARY

USE OF Y-TUBE OLFACTOMETER IN THE ATTRACTION OF *Sphenophorus levis* VAURIE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) TO DIFFERENT SUBSTRATE

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) is one of the most important crops for the Brazilian economy, but it faces serious challenges due to the occurrence of pests, among which *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae), known as the sugarcane billbug, stands out. The subterranean habit of this insect makes monitoring difficult and limits the efficiency of conventional control strategies, such as insecticide applications and the use of toxic baits. In this context, plant-produced volatile organic compounds (VOCs) emerge as a promising alternative for attracting and monitoring weevils, although still poorly explored in *S. levis*. This study evaluated the attractiveness of different plant substrates at distinct fermentation times using the Y-tube olfactometer as an experimental tool. Results showed no significant differences among treatments, highlighting the limitations of the method in reproducing natural field conditions. Nevertheless, the methodology proves relevant as a preliminary step for screening chemical stimuli, reinforcing the need for complementary studies under more realistic conditions to support the development of innovative and sustainable strategies for monitoring and controlling this pest

Keywords: Sugarcane weevil; Volatile organic compounds; Insect traps; Methodology.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) desempenha papel central na história e na economia do Brasil. Atualmente, o país ocupa a posição de maior produtor mundial da cultura (Faostat, 2021), com cerca de 713,2 milhões de toneladas colhidas em uma área aproximada de 8,33 mil hectares na safra 2023/2024 (Conab, 2024). Além de abastecer o mercado interno, o Brasil se destaca como um dos principais fornecedores de açúcar e etanol para o mercado global, consolidando-se como referência no setor sucroenergético.

Apesar de sua relevância, a canavicultura enfrenta diversos desafios que comprometem a produtividade, entre os quais se destacam os danos provocados por insetos-praga ao longo do ciclo da cultura (Macedo et al., 2012). Entre eles, *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae), conhecido como bicudo da cana-de-açúcar, é considerado uma das pragas mais importantes, principalmente no estado de São Paulo (Dinardo-Miranda, 2014). As larvas

desse inseto perfuram rizomas e toletes, formando galerias que resultam em falhas de brotação, amarelecimento e morte dos perfilhos (Degaspari et al., 1987; Girón-Pérez et al., 2009). Como consequência, há redução da longevidade do canavial e perdas expressivas de produtividade (Dinardo-Miranda, 2005; Izeppi, 2015).

O hábito críptico, onde permanecem próximo a superfície do solo e sob restos culturais, dos adultos de *S. levis* torna seu monitoramento e controle especialmente complexos (Dinardo-Miranda, 2005; 2014). As estratégias de manejo atualmente adotadas incluem o uso preventivo de inseticidas aplicados no sulco de plantio e na soqueira após a colheita (Dinardo-Miranda, 2006), a utilização de iscas tóxicas confeccionadas com toletes tratados em calda inseticida (Girón-Pérez, 2008) e a destruição mecânica das soqueiras durante a reforma do canavial. Embora empregadas, essas práticas apresentam limitações quanto à eficácia e sustentabilidade, além de impactarem a produtividade. O corte de soqueira, por exemplo, pode comprometer em até 4% a longevidade do canavial (Dinardo-Miranda, 2006).

Nesse cenário, compostos orgânicos voláteis (COVs) de origem vegetal surgem como alternativa promissora no manejo integrado de *S. levis*. Em outros curculionídeos, como *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) e *Rhynchophorus* spp. (Coleoptera: Curculionidae), tais compostos têm se mostrado eficientes na modulação comportamental, auxiliando na localização de hospedeiros e no desenvolvimento de armadilhas atrativas (Alpizar et al., 2012; Tewari et al., 2014; Oehlschlager, 2016; El-Shafie & Faleiro, 2017). Os COVs, além de orientar o

inseto na busca por alimento, parceiro e local de oviposição, também podem atuar na síntese de feromônios (Teixeira, 2016; Rochat et al., 2000).

Contudo, para *S. levis*, o uso de compostos voláteis no manejo ainda é incipiente, carecendo de estudos que identifiquem substratos vegetais mais atrativos e caracterizem os compostos responsáveis por esse comportamento. A etapa preliminar desse processo envolve avaliar metodologias laboratoriais que permitam verificar a resposta do inseto a diferentes recursos. O olfatômetro em Y, amplamente utilizado para estudos de semioquímicos em insetos, oferece uma ferramenta de triagem controlada, embora apresente limitações por não reproduzir integralmente as condições ambientais do campo (Mendonça et al., 1999; Cunha & Zarbin, 2013; Martins, 2018).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar, por meio da metodologia do olfatômetro em Y, a resposta atrativa de *S. levis* a diferentes recursos vegetais em distintos períodos de decomposição (com potencial fermentativo), comparando-os à vinhaça e ao tolete de cana-de-açúcar. A realização desse teste é relevante não apenas para identificar potenciais atrativos, mas também para avaliar a aplicabilidade e as limitações da metodologia do olfatômetro em estudos com essa espécie, uma vez que seu comportamento em condições controladas pode divergir daquele observado em campo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Biologia e ciclo de vida

Os ovos são depositados pelas fêmeas de *S. levis* preferencialmente em fendas, tecidos lesionados ou em restos culturais de cana-de-açúcar presentes no campo, depositando seus ovos de forma isolada. Esse comportamento favorece a sobrevivência das larvas, pois garante que encontrem substrato adequado para alimentação logo após a eclosão (Dinardo-Miranda, 2014).

As larvas possuem as mandíbulas desenvolvidas e são ápodas, apresentam espiráculos no abdome e machas cor castanho no dorso (Martins, 2018). A fase larval é a mais destrutiva do ciclo, pois elas penetram nas raízes e se alimentam do parênquima interno e comprometem o transporte de seiva, ocasionando o tombamento e morte dos perfilhos e, com isso, falhas no estande da cana-de-açúcar (Almeida, 2020). Esse estágio pode durar de dois a três meses, dependendo de fatores como umidade do solo e disponibilidade de

material vegetal, podendo ser encontradas nos meses de maio a julho em campo. (Degaspari et al., 1987).

A fase de pupa ocorre em câmaras construídas no interior dos colmos ou raízes atacados de cana-de-açúcar. Nessa fase, o inseto permanece protegido até a emergência do adulto, dificultando sobremaneira a eficácia de medidas de controle químico ou biológico (Dinardo-Miranda, 2014). A coloração da pupa é branco leitosa inicialmente e passa para cor parda próximo a emergência do inseto.

Os adultos apresentam coloração escura e manchas pretas no dorso do tórax, os machos costumam ser menores que as fêmeas, esses podem medir até 11, 20 mm e enquanto as fêmeas podem chegar até mais ou menos 13 mm (Martins, 2018). Seus hábitos são predominantemente noturnos, abrigando-se durante o dia no solo ou na base dos colmos da cana-de-açúcar (Girón-Pérez, 2008). Além de se alimentarem de tecidos vegetais, podem reinfestar novas áreas, contribuindo para a persistência populacional em canaviais ao longo de diversos cortes (Wadt, 2018). O ciclo completo do inseto varia de 90 a 120 dias, dependendo das condições ambientais, especialmente temperatura, umidade e presença de resíduos culturais (Dinardo-Miranda, 2014).

O ciclo de vida de *S. levis*, caracterizado pela predominância de fases crípticas no solo e no interior da planta, representa um dos principais entraves para o manejo da praga. A longevidade dos adultos, associada à capacidade de se manter em áreas com alta umidade e restos de colheita, favorece infestações mais severas em canaviais com maior número de cortes (Dinardo-Miranda, 2005; 2014). Há relação direta entre percentual de tocos/perfilhos atacados e

queda de produtividade. Estima-se que cada ponto percentual de toco atacado reduza em até 1 % a produção (Dinardo-Miranda, 2014).

2.2 Monitoramento e métodos de controle

O monitoramento é um dos pilares do Manejo Integrado de Pragas (MIP), podendo ser baseado em inspeção de perfilhos com sintomas, uso de armadilhas e amostragem de pontos específicos (Silva, 2021). Estudos relatam o sucesso de iscas de toletes com melaço a 10% para captura/atração de adultos (Girón-Pérez et al., 2009). É recomendado a distribuição sistemática de armadilhas por área e avaliação periódica a cada 3 ou 4 dias em épocas críticas (Silva, 2021).

Práticas de controle cultural como uso de mudas sadias, limpeza de implementos, manejo de resíduos e reforma de áreas infestadas são fundamentais (Embrapa, 2016). Evita-se, assim, a disseminação da praga entre talhões.

Fungos entomopatogênicos como *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* têm sido aplicados diretamente no sulco de plantio ou nas linhas de cana-de-açúcar, apresentando eficácia variável conforme o isolado utilizado e as condições de campo (Badilla; Alves, 1991; Vinha, et al., 2020). Pesquisas também destacam o uso de nematoides entomopatogênicos, como *Heterorhabditis* e *Steinernema*, que demonstraram resultados promissores contra *S. levis*, especialmente quando aplicados em associação a outros agentes de controle (Lins, 2006). Inseticidas químicos podem ser empregados quando o monitoramento indica infestação acima do nível de ação, mas seu uso deve ser

crucioso para evitar impactos ambientais negativos sobre inimigos naturais e não comprometer a integração com o controle biológico (Dinardo-Miranda et al., 2006).

2.3 Voláteis e o Olfatômetro em Y

O papel de compostos voláteis liberados por plantas de cana-de-açúcar se destaca na atração e/ou repelência de adultos de *S. levis* (Girón-Pérez et al., 2009), os quais podem ser explorados no desenvolvimento de armadilhas atrativas mais seletivas (Martins, 2018). O estudo dos compostos voláteis emitidos por substratos vegetais é essencial para compreender os mecanismos de localização do hospedeiro por curculionídeos. Em muitas espécies dessa família, como *Cosmopolites sordidus* e *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus, 1758) Csiki E., 1936 (Coleoptera: Curculionidae), a atração a voláteis provenientes de frutos e tecidos em fermentação já foi amplamente documentada (Mendonça et al., 1999; Rochat et al., 2000). No caso de *S. levis*, pesquisas recentes têm buscado identificar compostos liberados pela cana-de-açúcar e seus derivados que possam atuar como estímulos químicos relevantes para o comportamento de busca do inseto (Martins, 2018; Wadt, 2018).

Para avaliar essa resposta comportamental, o olfatômetro em Y é o equipamento mais utilizado em condições laboratoriais. O sistema consiste em uma arena de vidro com duas correntes de ar direcionadas para os braços do dispositivo, permitindo que o inseto escolha entre estímulos odoríferos distintos ou entre estímulo e controle (Vet et al., 1983). Essa metodologia tem sido aplicada em diferentes estudos de ecologia química, permitindo verificar a

atratividade de compostos voláteis isolados, misturas sintéticas ou substratos vegetais in natura.

No entanto, resultados com *S. levis* em olfatômetro têm se mostrado limitados. Em alguns ensaios, o inseto não apresentou respostas claras de escolha, diferentemente do que ocorre em condições de campo, onde a praga é atraída por tecidos frescos de cana-de-açúcar e materiais em fermentação (Girón-Pérez, 2008; Girón-Pérez et al., 2009). Esse contraste indica que o ambiente artificial do olfatômetro pode não reproduzir fielmente a complexidade dos sinais químicos e ambientais que modulam o comportamento da praga. Além disso, fatores como fluxo de ar, tempo de exposição e até mesmo a iluminação podem interferir na sensibilidade do teste (Mendonça et al., 1999).

Apesar dessas limitações, o olfatômetro em Y continua sendo uma ferramenta valiosa para estudos iniciais de triagem de compostos voláteis, especialmente quando associado a análises químicas complementares, como cromatografia gasosa e espectrometria de massas. No caso de *S. levis*, sua utilização representa um passo importante para a identificação de pistas químicas que possam futuramente embasar o desenvolvimento de feromônios ou atrativos específicos para estratégias de monitoramento e controle integrado da praga.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e manutenção de adultos de *S. levis*

A montagem das iscas e a coleta dos adultos de *S. levis* foram realizadas em áreas comerciais, submetidas a práticas agronômicas convencionais, exceto pela aplicação prévia de inseticida. Nessas áreas, talhões foram divididos em sete linhas com vinte pontos, onde as armadilhas foram alocadas. As iscas utilizadas para a captura dos insetos consistiam em toletes de cana-de-açúcar de 30 cm cortados longitudinalmente e colocadas com a parte cortada voltada para o solo na base das touceiras e cobertas com palha (Dinardo-Miranda et al., 2006; Girón-Pérez et al., 2009). Essas iscas eram colocadas na base das plantas de cana-de-açúcar e cobertas por palhada, assim deixadas por três dias ou mais, dependendo das condições climáticas, para posterior coleta dos insetos (Figura 1).

Os insetos coletados foram armazenados em recipientes plásticos, previamente higienizados com solução aquosa de detergente neutro, até a chegada ao laboratório (Figura 2).



Figura 3 – Iscas de 30 cm colocadas no solo sob as raízes de cana-de-açúcar.



Figura 2 – Insetos coletados nos recipientes plásticos em campo para transporte ao laboratório.

No laboratório, os adultos de *S. levis* coletados foram submetidos a lavagem por dois segundos em recipiente contendo 500 ml de água e 5 ml de hipoclorito de sódio visando remover qualquer impureza e possível infecção fúngica (Badilla; Alves, 1991). Em seguida, os insetos foram colocados em bandejas forradas com papel toalha para secagem.

Após a limpeza, os adultos de *S. levis* coletados foram mantidos em recipientes previamente higienizados com detergente neutro provido de orifícios para permitir a troca gasosa com o ambiente e a respiração dos insetos. No interior desses recipientes foram colocados toletes de cana-de-açúcar cortados longitudinalmente (Figura 3), que eram substituídos a cada dois ou três dias (Degaspari et al., 1987). Os recipientes com os insetos foram mantidos em câmaras climatizadas sob condições controladas de 27 °C, umidade relativa de $60 \pm 10 \%$ e ausência de luz (Pinto et al., 2006).



Figura 3 – Adultos de *S. levis* mantidos em criação se alimentando de toletes de cana-de-açúcar cortados longitudinalmente.

3.2 Pré-testes e equipamento

Pré-testes foram iniciados em dezembro de 2023, isso fez-se necessário para que as informações de temperatura, UR, luminosidade, preparação dos insetos e as funções do olfatômetro em Y em si fossem testadas e aprimoradas para correta condução dos testes oficiais, que se deu a partir de fevereiro de 2024. Para estes testes, o olfatômetro em Y foi instalado em sala com ambiente controlado (25 °C e UR 60 % e luz vermelha) (Figura 4), considerando o hábito subterrâneo do inseto e o comportamento de tanatose dos adultos quando em situação de estresse (Girón-Pérez et al., 2009). A luz vermelha foi utilizada durante a condução dos bioensaios, pois o inseto possui uma baixa sensibilidade visual a esse comprimento de onda luminosa, com isso, simula-se o ambiente noturno, já que reduzimos as interferências visuais, estudos comportamentais com curculionídeos utilizam esse procedimento nas condições laboratoriais. (Briscoe; Chittika, 2001; Cardé; Willis; Mendonça et al., 1999).



Figura 4 – Sala com ambiente controlado onde os testes foram realizados.

A estrutura do olfatômetro foi projetada para que houvesse um controle de fluxo de ar, isolando voláteis e a contaminação com o meio. O olfatômetro utilizado consistiu em uma bomba de vácuo (1) acoplada a um filtro de carvão (2), que filtrou o ar o manteve limpo durante os ensaios. O ar filtrado foi conduzido por duas mangueiras (3) até dois fluxômetros (4), garantindo o controle de pressão de 100 mmHg. Cada fluxômetro foi acoplado a um borbulhador (5) e a um frasco Erlenmeyer (6), onde foram inseridos os substratos ou o controle. Esses frascos foram ligados ao tubo em Y (7) por mangueiras com rolhas de borracha em cada saída (8), garantindo a vedação. A extremidade basal do tubo em Y foi fechada por uma rolha de borracha ligada a uma mangueira, por onde o ar foi direcionado para o lado de fora da sala, evitando a contaminação por odores do ambiente (Figura 5).

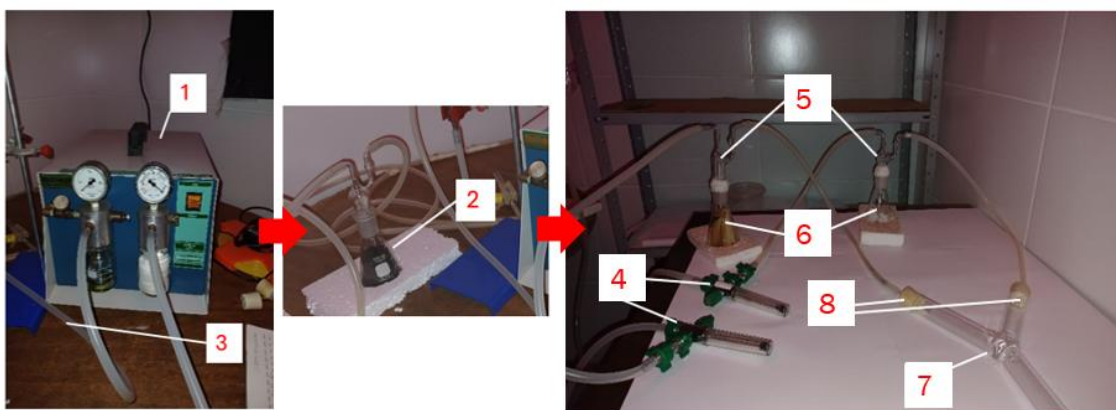


Figura 5 – Tubo em Y conectado aos borbulhadores e ao frasco Erlenmeyer, os quais foram acoplados os fluxômetros de ar e a bomba de vácuo utilizada nos testes.

3.3 Tratamentos

Os substratos utilizados nos bioensaios foram os seguintes: toletes de cana-de-açúcar, toletes de cana-de-açúcar com melado 10 %, banana, abacaxi (casca) e abacaxi (polpa). Os colmos de cana-de-açúcar foram usados por terem o *S. levis* como hospedeiro natural (Dinardo-miranda, 2014, Martins, 2018). A banana e o abacaxi foram implementados como substratos alternativos que emitem voláteis atrativos a curculionídeos relacionados, além da utilização de cana com melado simulando condições de fermentação açucaradas atrativas (Mendonça et al., 1999; Rochat et al., 2000; Alzipar et al., 2012; Oehlschlager, 2016).

Ainda, estes substratos foram avaliados em diferentes tempos de fermentação: 0h, 24h, 48h e 72h. A avaliação de diferentes tempos de fermentação é crucial em estudos com curculionídeos, uma vez que a composição química dos voláteis liberados pelos substratos se altera ao longo do processo fermentativo

Para a fermentação, preparou-se o melado 10 % com 50 g de melado adicionado a um volume de 450 ml de água, para o tratamento com melado 100 % não foi utilizada água destilada. Para os demais substratos (abacaxi casca e polpa e banana polpa) utilizou-se apenas, 500 ml de água destilada para a fermentação, onde ficaram submersos e mantidos em câmaras climatizadas (T 26 °C; UR 60 % e sem luz), no caso da cana-de-açúcar com melado (10 %), os toletes de cana eram mantidos submersos em solução melado 10 % e mantidos nas câmaras climatizadas nas condições citadas acima. Os tratamentos nas

câmaras climatizadas foram separados de acordo com o tempo de fermentação e o tipo de substrato, evitando a mistura de compostos voláteis. No momento dos bioensaios, pesava-se 30 g do substrato.

Após cada teste e semanalmente, as câmaras climatizadas foram higienizadas com mistura de água e água sanitária, e deixadas abertas até a completa secagem.

3.4 Preparo dos insetos e condução dos bioensaios

Os adultos de *S. levis* utilizados nos bioensaios foram preliminarmente submetidos a um jejum de 24 horas. Em cada teste utilizou-se 50 insetos, sendo 25 machos e 25 fêmeas. A identificação do sexo dos adultos foi realizada sob microscópio estereoscópico, de forma que a diferenciação se deu pela observação do pigídio, considerando que as fêmeas possuem o formato do pigídio mais alongado e afunilado, enquanto os machos possuem o pigídio mais redondo e curto com pilosidade. (Dinardo-miranda, 2014; Wadt, 2018). (Figura 6).

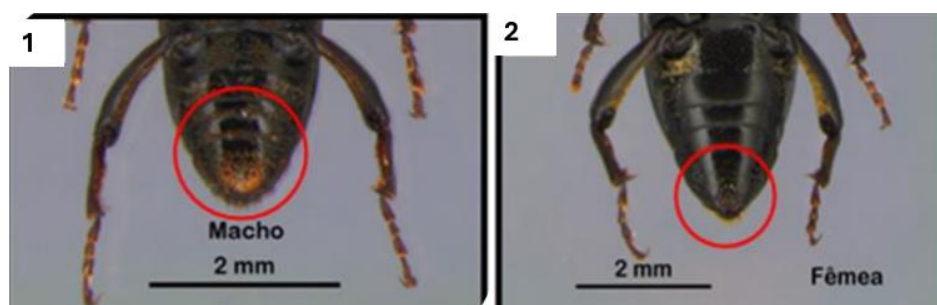


Figura 6 – Detalhe do formato do pigídio para separação de adultos de *S. levis* por sexo. Macho (1) e Fêmea (2). Fonte: Adaptado de Martins (2018).

Antes de iniciar os bioensaios, os insetos foram pesados e individualizados em potes plásticos e deixados em bandejas para aclimação

de 20 a 30 minutos na sala de testes, (25 °C e UR 60 % e luz vermelha) visando a diminuição do estresse e auxiliando na padronização dos ensaios (Cardé; Willis, 2008).

Para início dos testes, a bomba de vácuo foi ajustada para a pressão de 100 mmHg e os fluxômetros na vazão de 1 L/min, baseado em testes com *S. levis* em olfatômetro em Y (Girón-Pérez et al., 2009). Em cada ensaio, um inseto foi introduzido na extremidade basal do tubo em Y e imediatamente fechado por uma rolha de borracha, permitindo assim, que a bomba fosse ligada e o teste iniciado.

O tempo limite determinado para observação do comportamento de escolha foi de 10 minutos. Foi considerado como escolha quando o inseto ultrapassava 2 cm de um dos braços do tubo e permanecia por no mínimo 20 segundos, critério este comumente utilizado em testes de escolha (Vet et al, 1983; Galizia; Roessler, 2010). Quando a escolha por determinado lado do tubo era realizada, foram anotados para cada inseto as seguintes informações: horário de início do teste, a duração do tempo de escolha e o lado do tubo em Y selecionado (A ou B), sendo este identificado conforme o substrato utilizado ou o tratamento controle.

A cada repetição, o olfatômetro foi rotacionado em 180° e o tubo em Y foi substituído por outro limpo, prática que visa reduzir contaminações, além de evitar viés experimental (Tinzaara et al., 2002). Cada adulto de *S. levis* foi utilizado apenas uma vez em cada teste.

3.5 Análise dos Dados

Para a análise dos dados de escolha dos insetos, foi utilizado o teste do qui-quadrado (χ^2), apropriado para variáveis categóricas e empregado para verificar se a frequência observada (O) difere significativamente da frequência esperada (E) sob a hipótese de distribuição uniforme. Esse teste é amplamente utilizado em estudos de comportamento de insetos em bioensaios de livre escolha (Vet et al., 1983; Mendonça et al., 1999).

O valor do qui-quadrado é obtido pela seguinte fórmula:

$$\chi^2 = \sum(O - E)^2/E$$

em que:

O = frequência observada,

E = frequência esperada,

Σ = soma para todas as categorias.

No presente trabalho, os tratamentos corresponderam às opções de escolha dos adultos de *S. levis* no olfatômetro em Y (substrato, branco e sem escolha). O teste foi aplicado considerando o nível de significância de 5 % ($p < 0,05$) e considerando frequência esperada de 50 % para cada escolha do inseto (braço do olfatômetro), assumindo ausência de preferência aos estímulos avaliados. Valores de χ^2 inferiores ao tabelado indicam ausência de diferença significativa entre as categorias analisadas, enquanto valores superiores

demonstram que a distribuição das escolhas dos insetos diferiu da hipótese de aleatoriedade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tempos de fermentação 0h, 24h, 48h e 72h para os substratos testados (tabela 1) não apresentaram diferença significativa na atração de adultos de *S. levis*, ou seja, independente do período de fermentação avaliado, as respostas comportamentais permaneceram semelhantes entre os tratamentos.

Tabela 1 – Valores do teste do qui-quadrado (χ^2) para avaliar a influência dos diferentes tempos de fermentação de substratos na atratividade de *Sphenophorus levis*, em olfátometro em Y.

Estímulo	X² calculado	GL	X² tabelado	p-valor	p<0,05	H0
Abacaxi casca 0h	2,12					
Abacaxi casca 24h	0,16					
Abacaxi casca 48h	1,38					
Abacaxi casca 72h	0,46					
TOTAL	4,13	3	9,837	0,2481	ns	0h = 24h = 48h = 72h
Abacaxi polpa 0h	0,53					
Abacaxi polpa 24h	1,94					
Abacaxi polpa 48h	0,012					
Abacaxi polpa 72h	0,73					
TOTAL	3,19	3	9,837	0,3625	ns	0h = 24h = 48h = 72h
Banana 0h	0,21					
Banana 48h	0,36					
Banana 72h	0,14					
TOTAL	0,71	2	5,991	0,7016	ns	0h = 48h = 72h
Cana + Melado 0h	0,39					
Cana + Melado 24h	0,23					
Cana + Melado 48h	0,40					
Cana + Melado 72h	0,24					

TOTAL	1,27	3	9,837	0,7356	ns	0h = 24h = 48h = 72h
Melado 100%	1					
Melado 10%	2,27					
TOTAL	3,27	1	3,841	0,1478	ns	100% = 10%

O fato de os bioensaios não evidenciarem diferenças significativas nem nos tempos iniciais de fermentação, contrasta com observações de campo. Girón-Pérez (2008) destacou que resíduos culturais de cana-de-açúcar exercem forte efeito atrativo sobre adultos de *S. levis*, especialmente nas primeiras horas de decomposição, além de a cana-de-açúcar fresca e subprodutos ricos em açúcares, como o melado, apresentam efeito atrativo expressivo sobre adultos de *S. levis* (Girón-Pérez et al., 2009; Martins, 2018), como podemos observar na Figura 7 as respostas de *S. levis* ao tratamento com cana-de-açúcar + melado (10 %) nos diferentes tempos de fermentação que, em todos os períodos avaliados, houve elevada proporção de insetos que não realizaram escolha, além de frequente equilíbrio entre a escolha pelo substrato e pelo branco. Entre os fatores que podem ter influenciado esse comportamento estão o críptico e predominantemente noturno do inseto (Teixeira, 2016), a ausência de estímulos ambientais complementares e a possível interferência das condições artificiais de iluminação e ventilação. Assim, a elevada proporção de indivíduos sem escolha na Figura 7 deve ser interpretada como limitação metodológica, e não como ausência de potencial atrativo.

Esses resultados reforçam a necessidade de validação em condições de campo, onde a complexidade dos estímulos químicos e ambientais pode expressar de forma mais realista o comportamento de busca do inseto.

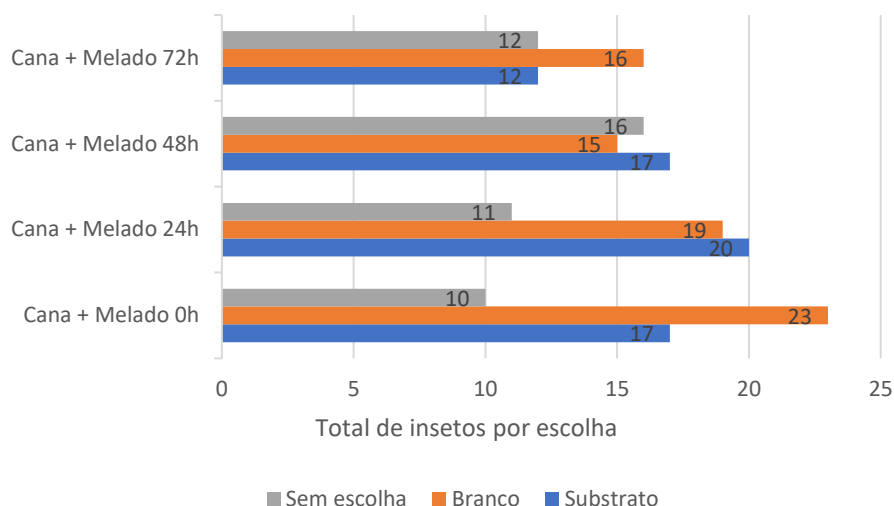


Figura 7 – Respostas de *Sphenophorus levis* ao tratamento com cana-de-açúcar + melado em diferentes tempos de fermentação (0h, 24h, 48h e 72h), em olfatômetro em Y. Valores expressos como número de insetos que escolheram o substrato, o branco ou permaneceram sem escolha.

Baseado em estudos prévios com curculionídeos, há indicativos que a atratividade não depende apenas da duração da fermentação, mas de um conjunto de fatores relacionados à qualidade do substrato, às condições ambientais e ao estado fisiológico dos insetos testados (Mendonça et al., 1999; Rochat et al., 2000). Assim, a constância dos resultados observados reforça a necessidade de investigações adicionais sobre a composição química dos voláteis liberados em cada fase fermentativa, além de aprofundamento de estudos comportamentais dos insetos, relacionados tanto a fatores intrínsecos quanto a extrínsecos.

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste do qui-quadrado para avaliar a escolha de *S. levis* entre os substratos oferecidos e o branco. Em todos os tratamentos, os valores de χ^2 calculados foram inferiores ao tabelado, com p-valores superiores a 0,05, indicando ausência de diferença estatística significativa. Isso demonstra que os insetos não apresentaram preferência clara entre o substrato fornecido e o fluxo de ar puro (branco).

Tabela 2 – Resultados do teste do qui-quadrado (χ^2) para as escolhas de *Sphenophorus levis* entre substratos e branco em olfatômetro em Y. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$)

Estímulo	X² calculado	GL	X² tabelado	p-valor	p<0,05	H0
Abacaxi casca 0h	1,88	1	3,841	0,1701	ns	A = B
Abacaxi casca 24h	0,1	1	3,841	0,7518	ns	A = B
Abacaxi casca 48h	1,6	1	3,841	0,2059	ns	A = B
Abacaxi casca 72h	0,57	1	3,841	0,4497	ns	A = B
Abacaxi polpa 0h	0,23	1	3,841	0,631	ns	A = B
Abacaxi polpa 24h	2,61	1	3,841	0,106	ns	A = B
Abacaxi polpa 48h	0,12	1	3,841	0,7316	ns	A = B
Abacaxi polpa 72h	0,43	1	3,841	0,5127	ns	A = B
Banana 0h	0,077	1	3,841	0,7815	ns	A = B
Banana 48h	3,27	1	3,841	0,07055	ns	A = B
Banana 72h	0,53	1	3,841	0,4652	ns	A = B

Cana + Melado 0h	0,9	1	3,841	0,3428	ns	A = B
Cana + Melado 24h	0,025	1	3,841	0,8728	ns	A = B
Cana + Melado 48h	0,125	1	3,841	0,7237	ns	A = B
Cana + Melado 72h	0,57	1	3,841	0,4497	ns	A = B
Melado 100%	1	1	3,841	0,3173	ns	A = B
Melado 10%	2,27	1	3,841	0,1317	ns	A = B

Considerando o fato de a resposta não ter sido reproduzida em condições controladas de laboratório sugere que o método do olfatômetro em Y pode não ser suficientemente sensível para detectar os estímulos que orientam a praga em ambiente natural, ou que fatores complementares, como estímulos visuais, táteis ou a complexidade da mistura de compostos no campo, desempenham papel determinante no processo de atração.

A Figura 8 apresenta a diferença de peso entre machos e fêmeas de *S. levis* coletados para os bioensaios. Observa-se que as fêmeas apresentaram maior peso corporal em relação aos machos, resultado que está de acordo com descrições morfométricas anteriores para a espécie (Wadt, 2018).

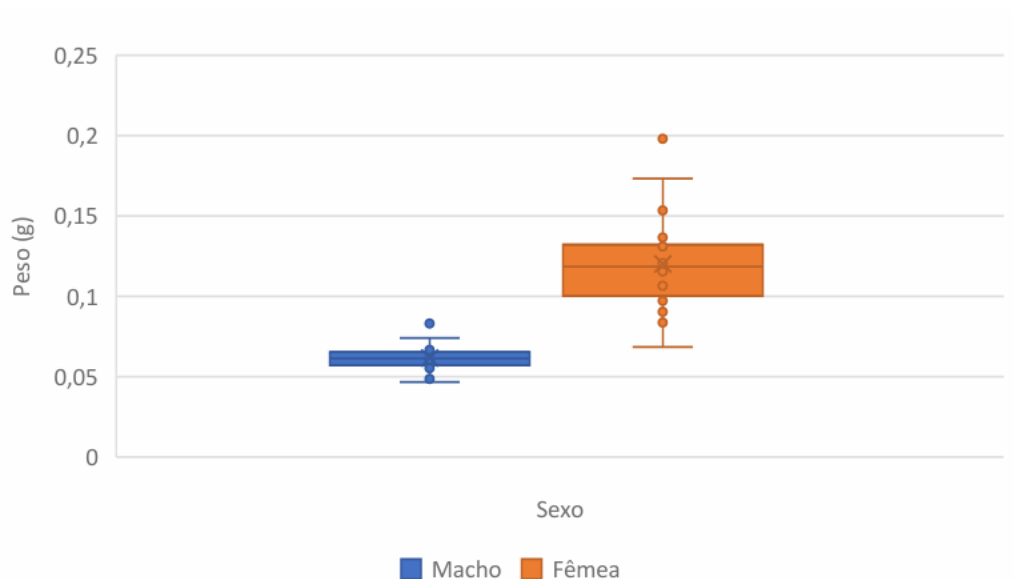


Figura 8 – Diferença de peso (g) entre machos e fêmeas de *Sphenophorus levis* coletados em áreas comerciais de cana-de-açúcar. As barras representam a média \pm desvio-padrão (machos: $0,0619 \pm 0,011$ g; fêmeas: $0,1130 \pm 0,026$ g)

Essa diferença pode estar associada à maturação ovariana e à maior demanda energética das fêmeas, o que tende a influenciar sua motivação na busca por recursos alimentares e substratos adequados. Resultados semelhantes foram relatados em outros curculionídeos, nos quais o peso corporal e o estado fisiológico afetaram significativamente a resposta a estímulos voláteis e o desempenho em atividades como voo e busca por alimento (Rochat et al., 2000; Mendonça et al., 1999). Essa diferença reforça a necessidade de considerar os sexos separadamente nas análises.

Como citado anteriormente, é importante considerar que fatores intrínsecos ao próprio inseto podem ter influenciado os resultados obtidos. Estudos com curculionídeos indicam que sexo, idade, peso corporal e estado fisiológico afetam significativamente o comportamento de busca por alimento e a resposta a estímulos químicos. Em *Cosmopolites sordidus*, por exemplo,

fêmeas apresentaram maior responsividade a voláteis da planta hospedeira em olfatômetro, enquanto machos responderam mais intensamente a feromônios de agregação (Mendonça et al., 1999). De forma semelhante, em *Rhynchophorus ferrugineus*, machos e fêmeas diferem quanto à percepção e resposta ao feromônio de agregação (El-shafie; Faleiro, 2017).

Embora neste estudo tenha havido distinção entre machos e fêmeas e o registro do peso dos indivíduos, não foi possível padronizar a idade fisiológica, uma vez que os insetos foram coletados em áreas comerciais em diferentes dias. Esse aspecto pode ter gerado heterogeneidade entre os grupos testados, já que indivíduos jovens, adultos em plena atividade reprodutiva ou em diferentes estados nutricionais podem responder de forma desigual aos mesmos estímulos. Portanto, a ausência de diferenças estatísticas consistentes entre os tratamentos pode estar relacionada não apenas às características dos substratos, mas também à variabilidade fisiológica e comportamental da população de insetos utilizada nos ensaios.

Muitos curculionídeos, incluindo *Sphenophorus levis*, apresentam hábitos predominantemente noturnos, de modo que a exposição à luz pode alterar seu comportamento exploratório e interferir na atratividade observada (Teixeira, 2016). Sendo assim, o uso de luz vermelha nos testes foi uma escolha metodológica adequada, considerando que diferentes estudos indicam que esse comprimento de onda é pouco perceptível para a maioria dos insetos, permitindo a observação sem que o comportamento fosse comprometido totalmente (Mendonça et al., 1999; Girón-Pérez, 2008; Martins, 2018; Wadt, 2018). Ainda assim, mesmo sob luz vermelha, é possível que fatores ambientais artificiais do

laboratório, como ausência de estímulos visuais naturais ou variações na intensidade luminosa, tenham limitado a manifestação plena do comportamento de busca dos insetos.

Além disso, resultados semelhantes já foram observados em estudos com outros curculionídeos, nos quais a resposta olfativa esteve fortemente associada à adequação da metodologia empregada, e não apenas às características do substrato (Mendonça et al., 1999; Tinzaara et al., 2002). Essa constatação reforça que a ausência de diferenças significativas entre os tratamentos observada neste trabalho pode estar relacionada às limitações inerentes ao olfatômetro em Y, cuja configuração nem sempre reproduz de maneira satisfatória as condições de busca do inseto em campo.

Nesse sentido, estudos realizados com *S. levis* utilizando olfatômetros confeccionados em tubos de PVC demonstraram maior compatibilidade com o comportamento da espécie e revelaram respostas atrativas relevantes, especialmente para vinhaça (Martins, 2018). Assim, a utilização de metodologias alternativas pode representar uma ferramenta importante para complementar os resultados obtidos e permitir interpretações mais abrangentes sobre a resposta de *S. levis* a compostos voláteis.

5 CONCLUSÕES

Os ensaios conduzidos em olfatômetro em Y demonstraram que os diferentes tempos de fermentação dos substratos não resultaram em diferenças estatísticas relevantes na atração dos insetos, além de apresentarem elevada proporção de indivíduos que não realizaram escolha. Esses resultados confirmam as limitações metodológicas já relatadas para esse tipo de bioensaio, que muitas vezes não reproduzem as condições ambientais e os estímulos múltiplos presentes no campo. O teste de novos materiais faz-se necessário para ajuste metodológico, como o uso de tubos de PVC que podem favorecer o deslocamento dos insetos durante os bioensaios, ou até estruturas em acrílico que facilitam a visualização e o acompanhamento do comportamento dos insetos nos testes. Os resultados obtidos contribuem para o aprimoramento metodológico de bioensaios com a espécie.

REFERÊNCIAS

- ALPIZAR, D.; FALLAS, M.; OEHL-SCHLAGER, A. C.; GONZALEZ, L. M. Management of *Cosmopolites sordidus* and *Metamasius hemipterus* in banana by pheromone-based mass trapping. *Journal of Chemical Ecology*, v. 38, p. 245-252, 2012.
- BADILLA, F.; ALVES, S. Controle do gorgulho da cana-de-açúcar *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) com *Beauveria* spp. em condições de laboratório e campo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 20, p. 250-263, 1991.
- BRISCOE, A.D.; CHITTKA, L. The Evolution of color vision in insects. *Annual Review of Entomology*, v. 46, p. 471-510, 2001.
- CARDÉ, R. T.; WILLIS, M. A. Navigational strategies used by insects to find distant, wind-borne sources of odor. *Journal of Chemical Ecology*, v. 34, p. 854-866, 2008.
- CONAB. Boletim da safra de cana-de-açúcar. Disponível em: <<https://www.gov.br/conab/pt-br>>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- DEGASPARI, N.; BOTELHO, P. S.; ALMEIDA, L. C.; CASTILHO, H. J. Biologia de *Sphenophorus levis* (Vaurie, 1978) (Coleoptera: Curculionidae) em dieta artificial e no campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 22, n. 6, p. 556-558, 1987.
- DINARDO-MIRANDA, L. L. Nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. *Informações Agrônomicas*, v. 110, p. 25-32, 2005.
- 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, Alcool e Subprodutos*, v. 24, n. 5, p. 38-41, 2006.
- DINARDO-MIRANDA, L. L. *Sphenophorus levis*. In: DINARDO-MIRANDA, L. L. *Nematoides e pragas da cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agrônomo, Fundação IAC, 2014. Cap. 7, p. 210-262.
- EL-SHAFIE, H. A. F.; FALEIRO, J. R. Optimizing components of pheromone-baited trap for the management of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) in date palm agro-ecosystem. *Journal of Plant Diseases and Protection*, v. 124, n. 27, 2017.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Crops and livestock products. Rome: FAO, 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat>>. Acesso em: 13 jun. 2024.

- GALIZIA, C. G.; ROESSLER, W. *Olfactory coding in the insect brain: coding strategies in a comparative perspective*. Berlin: Springer, 2010.
- GIRÓN-PÉREZ, K. Eficiência de iscas tóxicas no controle de adultos de *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências – Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- GIRÓN-PÉREZ, K.; NAKANO, O.; SILVA, A. C.; ODA-SOUZA, M. Atração de adultos de *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) a fragmentos vegetais em diferentes estados de conservação. *Neotropical Entomology*, v. 38, n. 6, p. 842-846, 2009.
- IZEPPI, T. S. *Distribuição espacial e dinâmica populacional de Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.
- LINS, V. L. *Avaliação de nematoides entomopatogênicos contra o bicudo da cana-de-açúcar Sphenophorus levis Vaurie (Coleoptera: Curculionidae)*. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- MACEDO, N.; MACEDO, D.; CAMPOS, M. B. S.; NOVARETTI, W. R. T.; FERRAZ, L. C. C. B. Manejo de pragas e nematoides. In: *Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e etanol*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2012.
- MARTINS, L. F. *Atração de adultos de Sphenophorus levis Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) à vinhaça da cana-de-açúcar e identificação dos seus compostos voláteis*. 2018. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, São Paulo, 2018.
- MENDONÇA, F. A. C.; VILELA, E. F.; EIRAS, Á. E.; SANT’ANA, A. E. G. Resposta de *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera, Curculionidae) aos voláteis da planta hospedeira e de adultos coespecíficos em olfatômetro. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 16, p. 123-128, 1999.
- OEHLSCHLAGER, A. C. Palm weevil pheromones—discovery and use. *Journal of Chemical Ecology*, v. 42, p. 617-630, 2016.
- PINTO, A. S.; GARCIA, J. F.; OLIVEIRA, J. N. Manejo das principais pragas da cana-de-açúcar. In: VANZOLINI, S.; SENE, A. P.; JENDIROBA, E.; NÒBREGA, J. C. M. (org.). *Atualização em produção de cana-de-açúcar*. São Paulo: PROL, 2006. p. 257-280.

ROCHAT, D.; MEILLOUR, P. N. L.; ESTEBAN-DURAN, J. R. et al. Identification of pheromone synergists in american palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*, and attraction of related *Dynamis borassi*. *Journal of Chemical Ecology*, v. 26, p. 155-187, 2000.

TEIXEIRA, J. J. F. *Comunicação entre plantas como estratégia de defesa*. Campinas: Instituto Agrônômico, Fundação IAC, 2016.

TEWARI, S.; LESKEY, T. C.; NIELSEN, A. L.; PIÑERO, J. C.; RODRIGUEZ-SAONA, C. R. Use of pheromones in insect pest management, with special attention to weevil pheromones. In: ABROL, D. P. (ed.). *Integrated Pest Management*. London: Academic Press, 2014. p. 141-168.

TINZAARA, W.; DICKE, M.; VAN HUIS, A.; GOLYI, C. Use of infochemicals in pest management with special reference to the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). *Insect Science and its Application*, v. 22, n. 4, p. 241-261, 2002.

VET, L. E. M.; VAN LENTEREN, J. C.; HEYMANS, M.; MEELIS, E. An airflow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. *Physiological Entomology*, v. 8, p. 97-106, 1983.

VINHA, F.B. et al. Entomopathogenic fungi on the control of *Sphenophorus levis* in sugarcane crop. *Scientia Agraria Paranaensis*. v. 19, n. 3, p. 280–288, 2020. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/24426>>. Acesso em: 21 jan. 2026.

WADT, L. *Morfometria, amostragem populacional e reinvestigação do feromônio de Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae). 2018. Tese (Doutorado em Ciências – Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018