

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE *Sphenophorus levis* e *Diatraea saccharalis* EM CANA-DE-AÇÚCAR (CICLO CANA PLANTA) VIA  
ADOÇÃO DO CONTROLE QUÍMICO E BIOLÓGICO**

**Letícia Prado Zanetti Seixas**

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli

Coorientadores: Dra. Joice Mendonça de Souza

Dr. Sérgio Gustavo Quassi de Castro

**JABOTICABAL - SP**

**1º semestre/2026**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE *Sphenophorus levis* e  
*Diatraea saccharalis* EM CANA-DE-AÇÚCAR (CICLO CANA  
PLANTA) VIA ADOÇÃO DO CONTROLE QUÍMICO E  
BIOLÓGICO**

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

**JABOTICABAL – SP**

**1º Semestre/2026**

S462a

Seixas, Letícia Prado Zanetti

Avaliação do Controle das Pragas *Sphenophorus levis* e *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar via Adoção do Controle Químico e/ ou Biológico (Ciclo Cana Planta) / Letícia Prado Zanetti Seixas. -- Jaboticabal, 2026

30 p. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Sergio Antonio De Bortoli

Coorientadora: Joice Mendonça de Souza

1. Controle biológico. 2. Manejo Integrado de Pragas. 3. Bicudo-da-cana. 4. Broca-da-cana. 5. Inseticidas. I. Título.

**LETÍCIA PRADO ZANETI SEIXAS**

**CONTROLE DE *Sphenophorus levis* e *Diatraea sacharalis* EM CANA PLANTA, VIA  
MÉTODOS QUÍMICO E BIOLÓGICO**

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

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli

Coorientadores: Dra. Joice de Souza Mendonça; Dr. Sérgio Gustavo Quassi de Castro

Área de Concentração: Entomologia Agrícola

Trabalho aprovado em 28/05/2026

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente  
**SERGIO ANTONIO DE BORTOLI**  
Data: 01/06/2026 09:14:21-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli**

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

Documento assinado digitalmente  
 **ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR**  
Data: 01/06/2026 08:43:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior**

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

Documento assinado digitalmente  
 **LAIS COZER ARAUJO ROSSETTI**  
Data: 28/05/2026 20:42:49-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Laís Cozer Araújo Rossetti**

Agropecuária Dois Irmãos/Sócio-Diretora

Documento assinado digitalmente  
 **MARCELO DA COSTA FERREIRA**  
Data: 25/06/2026 16:47:09-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira**

Chefe do Departamento de Fitossanidade

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus, por me dar força, sabedoria, saúde e perseverança ao longo de toda essa caminhada. Nos momentos de dificuldade, foi minha fé que me permitiu seguir em frente.

À minha família, expresso minha mais profunda gratidão por todo amor, apoio e incentivo ao longo desta trajetória. Aos meus pais, Luís Fernando Zanetti Seixas e Lucia Helena Cunha Prado Seixas, agradeço por estarem sempre ao meu lado, acreditando em mim, apoiando meus sonhos e sendo minha base em todos os momentos.

Ao meu companheiro, Lucas Sonoda Ninomiya, agradeço pelo carinho, companheirismo, apoio e incentivo neste momento tão importante da minha vida. Sua presença tornou essa fase de encerramento de ciclo mais leve, tranquila e especial.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, ao Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Fitossanidade) e ao Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) e a Pós doutoranda Dagmara Gomes Ramalho, pela colaboração e auxílio na realização do trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sergio Antônio De Bortoli, que é um grande professor, incentivador e inspirador, obrigada por toda a confiança, pela excelente orientação, paciência, compreensão e conhecimentos indispensáveis para a realização deste trabalho, e pela colaboração na minha formação profissional e pessoal.

Aos meus coorientadores Dra. Joice Mendonça de Souza e Dr. Dr. Sérgio Gustavo Quassi de Castro, agradeço pelo suporte, paciência, disponibilidade, incentivo e valiosas contribuições ao longo da execução deste trabalho. Sou grata por todos os ensinamentos compartilhados, pelas orientações, sugestões e pelo auxílio em cada etapa da pesquisa, sempre contribuindo de forma fundamental para meu aprendizado acadêmico e profissional.

À República Mete Marcha, minha mais sincera gratidão pelos momentos compartilhados, pelas amizades construídas, pelo companheirismo diário e por tornarem essa caminhada acadêmica mais leve, divertida e inesquecível.

Aos funcionários da Fazenda Aliada, agradeço pelo apoio, auxílio nas atividades desenvolvidas e pela colaboração durante a condução do trabalho, sempre com muita disposição e comprometimento.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e fizeram parte desta etapa tão importante da minha vida acadêmica e pessoal.

**Muito obrigada!**

**AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE *Sphenophorus levis* e *Diatraea saccharalis* EM CANA-DE-AÇÚCAR (CICLO CANA PLANTA) VIA ADOÇÃO DO CONTROLE QUÍMICO E BIOLÓGICO**

Letícia Prado Zanetti Seixas<sup>1\*</sup>, Joice Mendonça de Souza<sup>1</sup>, Sérgio Gustavo Quassi de Castro<sup>2</sup>,  
Dagmara Gomes Ramalho<sup>1</sup>, Sergio Antonio De Bortoli<sup>1</sup>.

\* <sup>1</sup>Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal, 14884-900, São Paulo, Brasil, e-mail: leticia.pz.seixas@unesp.br (L.P.Z.Seixas).

<sup>1</sup>LBCI, FCAV, UNESP. joice.mendonca@unesp.br; dagmara.gomes@unesp.br; sergio.bortoli@unesp.br.

<sup>2</sup>AgroQuatro-S, Applied Agronomic Experimentation and Consultancy, Avenue Six 883, Orlandia, SP, 14620-000, Brazil.

**RESUMO**

Com a consolidação do sistema de cana crua, sem a queima prévia à colheita, houve alteração na dinâmica das pragas da cana-de-açúcar, aumentando a importância de controle de *Sphenophorus levis* e *Diatraea saccharalis*. Altas infestações dessas pragas podem causar perdas expressivas na produtividade e na qualidade tecnológica da matéria-prima. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de medidas de controle químico e biológico dessas pragas em cana-planta, bem como seus efeitos sobre a produtividade e qualidade tecnológica da cultura. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos: controle; Altacor® (clorantianiliprole, 450 g ha<sup>-1</sup>); Regente® (fipronil, 300 g ha<sup>-1</sup>); Granada® (*Beauveria bassiana*, 720 g ha<sup>-1</sup>); Altacor® + Granada®; e Regente® + Granada®, todos aplicados no sulco de plantio. Durante o ciclo da cultura, foram realizados monitoramentos de incidência e danos causados por *S. levis* e *D. saccharalis*. Na pré-colheita, foram avaliadas a produtividade da cana-planta e as características tecnológicas da matéria-prima (°Brix, fibra, Pol, pureza, açúcares redutores e ATR). Também foram quantificados os danos causados por *D. saccharalis* nos entrenós. Após a colheita, avaliou-se a incidência de *S. levis*. A produtividade foi influenciada pelos tratamentos, com destaque para Regente® + Granada®, que proporcionou incremento de 22 t ha<sup>-1</sup> em relação ao controle. O tratamento

Altacor® + Granada® apresentou maior ATR, com aumento de aproximadamente 5 kg t<sup>-1</sup>. Regente® reduziu os danos de *S. levis*, enquanto a associação Regente® + Granada® proporcionou o melhor controle de *D. saccharalis*, apresentando os menores níveis de ataque.

**PALAVRAS-CHAVE** – controle biológico; Manejo integrado de pragas; bicudo-da-cana; broca-da-cana; inseticidas.

## **ABSTRACT**

The adoption of green cane harvesting, which eliminates pre-harvest burning, has altered pest dynamics in sugarcane fields, increasing the importance of controlling *Sphenophorus levis* and *Diatraea saccharalis*. This study evaluated the effectiveness of chemical and biological control methods against these pests and their effects on sugarcane productivity and technological quality during the plant cane cycle. The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications and six treatments: control, chlorantraniliprole, fipronil, *Beauveria bassiana*, chlorantraniliprole + *B. bassiana*, and fipronil + *B. bassiana*. Pest incidence was monitored throughout the crop cycle. Evaluations included pest damage, stalk productivity, and technological quality parameters, such as °Brix, fiber, pol, purity, reducing sugars, and total recoverable sugar (TRS). The association of fipronil + *B. bassiana* provided the highest productivity, increasing yield by 22 tons compared with the untreated control. Higher TRS values were obtained with chlorantraniliprole + *B. bassiana*. Fipronil alone was the most effective treatment for controlling *S. levis*, while the combination of fipronil + *B. bassiana* resulted in the lowest incidence of *D. saccharalis*.

These results indicate that integrating chemical and biological control strategies can enhance pest management, increase productivity, and improve raw material quality in sugarcane production systems.

**KEYWORDS** – biologic control; integrated pest management; bicudo-da-cana; broca-da-cana; insecticides.

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar *Saccharum* spp. (Poales: Poaceae), destaca-se como uma cultura de importância econômica, social e ambiental, constituindo um dos principais sistemas produtivos do agronegócio brasileiro. Na safra 2024/25, o Brasil colheu aproximadamente 676,96 milhões de toneladas em uma área de 8,77 milhões de hectares, sendo o estado de São Paulo o principal produtor, com 439,6 milhões de toneladas cultivadas em 5,48 milhões de hectares. Além de seu papel estratégico no setor sucroenergético, a cultura responde por cerca de 18% da matriz energética nacional, configurando-se como a principal fonte de energia renovável do país (CONAB 2025).

O cultivo de cana-de-açúcar se concentra em duas macrorregiões do Brasil, sendo elas o Nordeste e o Centro-sul, constituídas pelos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Marin et al. 2019). Nesse sentido, ao longo de todo o ano, no Brasil é feita a colheita e plantio da cana-de-açúcar, de tal forma que, em especial no Centro-sul do Brasil, o plantio se concentra de janeiro a abril e a colheita de maio a novembro (Franco et al. 2017). Mesmo havendo essa dinâmica e a inserção de novos plantios em todos os anos, a produtividade brasileira encontra-se estagnada a uma década, cujos valores variam entre 70 a 75 Mg ha<sup>-1</sup> de colmos (CONAB 2026).

Um dos principais fatores que comprometem a produtividade da cultura é o ataque de insetos-praga, que representa uma séria ameaça ao desempenho dos canaviais, tornando-se essencial a adoção de estratégias eficientes de manejo, envolvendo o uso integrado de métodos químicos, biológicos e culturais. Embora o controle químico seja amplamente utilizado em função de sua eficiência operacional, o controle biológico tem assumido papel crescente no manejo de pragas-chave como a broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), e o gorgulho da cana, *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae), reduzindo as perdas e contribuindo para a sustentabilidade dos canaviais (Dinardo-Miranda et al. 2012; Dinardo-Miranda & Fracasso 2013; Parra et al. 2019). A broca é considerada uma das principais pragas da cultura, uma vez que suas larvas constroem galerias no interior dos colmos, podendo ocasionar a morte de plantas jovens e reduzir significativamente a produtividade de plantas em estádios mais avançados de desenvolvimento (Silva-Brandão et al. 2015; Bento et al. 2018).

Por outro lado, *S. levis* tem se destacado como uma das pragas mais prejudiciais, já reconhecida como uma das mais importantes pragas de solo da cultura. Suas larvas atacam os rizomas e a base dos colmos, promovendo a formação de galerias internas, a interrupção do

fluxo de seiva, a redução do perfilhamento e expressivas perdas de produtividade, que podem ultrapassar 30% em função do nível de infestação (Dinardo-Miranda 2018).

Nesse contexto, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) assume papel importante ao integrar diferentes táticas de controle, como o uso racional de inseticidas químicos, o controle biológico e práticas culturais, visando à redução das populações de pragas a níveis economicamente aceitáveis, com menor impacto ambiental e preservação de inimigos naturais. (Kogan 1998). Estudos recentes têm demonstrado que a associação de métodos químicos e biológicos pode potencializar a eficiência de controle de pragas-chave da cultura, além de contribuir para a sustentabilidade do sistema de produção canavieiro.

Com a dificuldade em controlar eficientemente *S. levis* na soqueira do canavial, as medidas para redução populacional no plantio da cana-de-açúcar são de fundamental importância para a longevidade e manutenção da produtividade da cultura, uma vez que aplicações de inseticidas na soqueira podem não apresentar a eficiência necessária na redução populacional e nos danos causados pela praga (Vinha et al. 2020; Dinardo-Miranda 2025). Estratégias que também entreguem controle inicial de *D. saccharalis* juntamente com o de *S. levis* também podem vir a contribuir com a melhoria da produtividade e qualidade da produção da cultura.

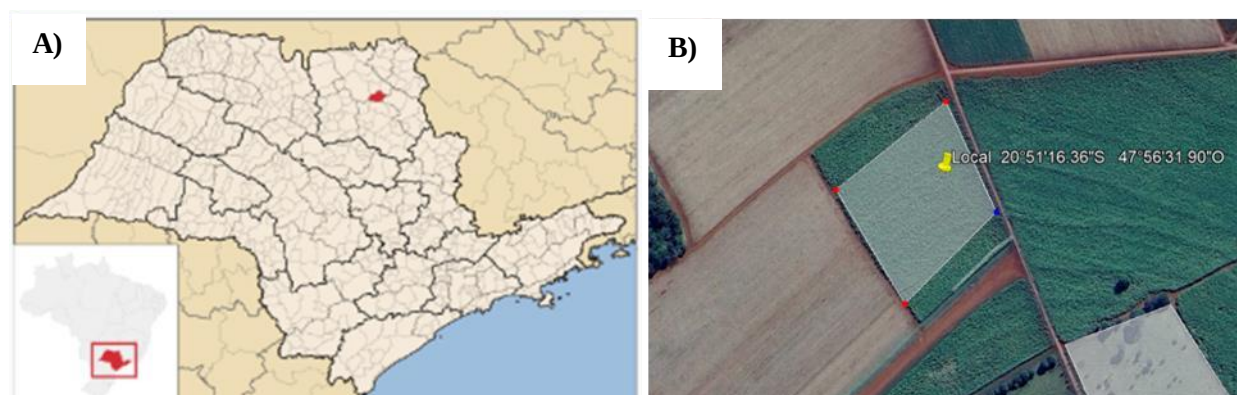
O presente trabalho apresenta a hipótese de que “para se obter um melhor controle das pragas no ciclo de cana planta, sejam elas relacionadas a parte aérea (*D. saccharalis*) ou subterrânea (*S. levis*) se faz necessário o emprego do controle químico e biológico aplicados no sulco de plantio”. Diante disso então, o objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de *D. saccharalis* e *S. levis* na cultura da cana-de-açúcar, no ciclo de cana planta, mediante a aplicação em sulco dos inseticidas químicos e biológico – [Altacor<sup>®</sup> (clorantulaniliprole), Regent<sup>®</sup> (fipronil), Granada<sup>®</sup> (*Beauveria bassiana*)], isolados ou em associação. Ademais, mediante o efeito dessas estratégias de controle, avaliou-se a produtividade de colmos em cana planta e a qualidade tecnológica da matéria prima.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Local de condução e caracterização**

A presente pesquisa foi desenvolvida em área cultivada com cana-de-açúcar há mais de 10 anos localizada na Fazenda Aliada, município de Sales Oliveira (20°51'16.36"S,

47°56'31.90"O, 602 m de altitude), Estado de São Paulo (Figura 1). O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Aw, tropical com inverno seco, com precipitação média anual de 1496 mm e temperatura média anual de 22 °C (Alvares et al. 2013).



**Figura 1.** Localização geográfica do local onde foi conduzida a pesquisa, com destaque para o município de Sales Oliveira (A) e o talhão de cana onde se instalou a pesquisa (B).

Previamente a rotação de cultura realizada com soja, foi feita a coleta de solo nas profundidades de 0-25cm e 25-50cm para caracterização dos atributos químicos e físicos da área, sendo possível assim classificar o solo (Tabela 1) e calcular a necessidade de calagem (ou gessagem), tendo como critério elevar a saturação de bases a 70%, conforme indicado pela análise do solo e visando uma adequada implantação agrônômica do canavial – ciclo de cana planta. Com base nas informações da referida tabela o solo foi classificado como Latossolo vermelho estrófico com alto teor de ferro e textura argilosa.

**Tabela 1.** Caracterização da fertilidade e física do solo, em área experimental, previamente a instalação da cana planta.

| Prof.<br>M        | pH<br>CaCl <sub>2</sub>       | MO<br>g dm <sup>-3</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>-----mg dm <sup>-3</sup> ----- | P resina | K <sup>+</sup><br>-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | H+Al | Al <sup>3+</sup> | SB   | CTC | V<br>% |
|-------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|------|-----|--------|
| 0,0-0,25          | 4,9                           | 34                       | 14                                                              | 71       | 1,1                                                             | 42               | 8                | 47   | 0                | 51,1 | 98  | 52     |
| 0,25-0,50         | 4,9                           | 34                       | 20                                                              | 60       | 1                                                               | 43               | 7                | 50   | 0                | 51   | 101 | 50     |
| Atributos Físicos |                               |                          |                                                                 |          |                                                                 |                  |                  |      |                  |      |     |        |
| Prof.<br>M        | Areia                         |                          | Silte                                                           |          | Argila                                                          |                  | Textura          |      |                  |      |     |        |
|                   | -----g kg <sup>-1</sup> ----- |                          |                                                                 |          |                                                                 |                  |                  |      |                  |      |     |        |
| 0,0-0,25          | 110                           |                          | 293                                                             |          | 597                                                             |                  | Argilosa         |      |                  |      |     |        |
| 0,25-0,50         | 97                            |                          | 308                                                             |          | 595                                                             |                  | Argilosa         |      |                  |      |     |        |

MO – Matéria orgânica; CTC – Capacidade de troca catiônica; SB – Soma de bases; V – Saturação de Base

## 2.2. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi realizado no Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com quatro repetições e seis tratamentos, dispostos em faixas experimentais, totalizando 24 parcelas. Cada parcela experimental foi composta por quatro sulcos de 150 metros, considerando 2 sulcos

centrais como área de avaliação e sulcos externos como bordadura. Os tratamentos foram distribuídos de forma casualizada dentro de cada bloco, conforme descrito na Tabela 2.

**Tabela 2.** Descrição dos tratamentos para controle de *Sphenophorus levis* / *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar ciclo de cana planta.

| Tratamento | Descrição                                          | Dosagem                                         |
|------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| T1         | Controle (sem aplicação)                           |                                                 |
| T2         | Altacor <sup>®</sup> (Clorantraniliprole)          | 450 g ha <sup>-1</sup>                          |
| T3         | Regent <sup>®</sup> (Fipronil)                     | 300 g ha <sup>-1</sup>                          |
| T4         | Granada <sup>®</sup> ( <i>Beauveria bassiana</i> ) | 720 g ha <sup>-1</sup>                          |
| T5         | Altacor <sup>®</sup> + Granada <sup>®</sup>        | 450 g ha <sup>-1</sup> + 720 g ha <sup>-1</sup> |
| T6         | Regent <sup>®</sup> + Granada <sup>®</sup>         | 300 g ha <sup>-1</sup> + 720 g ha <sup>-1</sup> |

Fonte: Elaborado pela autora.

A área experimental, com histórico de ocorrência de *S. levis* e *D. saccharalis*, foi previamente dessecada com herbicida à base de glifosato (Glifosato 720 WG), aplicado na dose de 3 L ha<sup>-1</sup>. Em seguida, a área foi cultivada com soja, a qual foi colhida uma semana antes da implantação do experimento.

O experimento foi instalado em março de 2024, concomitantemente ao plantio da cana-de-açúcar, após a finalização da colheita da soja, utilizada como cultura de rotação. O plantio foi realizado no dia 15 de março de 2024, utilizando-se a variedade IACSP015503, no espaçamento de 1,5 m entrelinhas. A operação foi conduzida com plantadora mecanizada modelo DMD, a qual adotou uma distribuição populacional de 20 gemas viáveis por metro linear, sem realização da “cobrição” dos toletes (cobertura de solo sobre o sulco). No momento do plantio, foram aplicados 500 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 08–28–16. Adicionalmente, realizou-se a pulverização de micronutrientes diretamente sobre os toletes, sendo utilizados boro (Bortrac<sup>®</sup>, 1 L ha<sup>-1</sup>), zinco (Zintrac<sup>®</sup>, 1 L ha<sup>-1</sup>) e molibdênio (Molytrac<sup>®</sup>, 0,2 L ha<sup>-1</sup>).

Para a aplicação dos tratamentos destinados ao controle das pragas *S. levis* e *D. saccharalis*, utilizou-se um trator com potência de 75 cv, ao qual foi acoplado um tanque misturador com capacidade de 300 L, operando com volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>. As soluções foram preparadas conforme os tratamentos estabelecidos. Cada tratamento foi aplicado em suas respectivas parcelas, sendo realizada a limpeza completa do conjunto aplicador entre as aplicações, bem como o preparo de novas soluções, a fim de evitar contaminação cruzada. Após a aplicação dos tratamentos, procedeu-se à deposição manual de solo sobre os toletes, em todas as parcelas e linhas de cana-de-açúcar, utilizando-se uma enxada para essa finalidade (Figura 2).



**Figura 2.** Aplicação dos produtos no sulco de plantio da cana-de-açúcar para controle de *Sphenophorus levis* e *Diatraea saccharalis*, seguida da “cobrição” mecanizada dos sulcos.

## 2.3. Parâmetros avaliados

### 2.3.1. *Sphenophorus levis*

Em cada parcela, foram instaladas duas iscas para *S. levis*, constituídas por toletes de 0,5 m de comprimento, cortados longitudinalmente ao meio. As iscas foram utilizadas para o monitoramento da presença de adultos da praga, durante o período favorável de incidência, ou seja, da segunda quinzena de maio de 2024 até o inverno (julho / agosto), na qual em cada parcela uma isca com colmos fracionados foi embebida por Regent® e disposta abaixo da palha, sendo monitoradas a cada 7 dias. Após 21 dias era feita a troca e reposição das iscas. Em cada monitoramento, era feito a contagem de adultos nas iscas.

No período pós-colheita, simultâneo à rebrota da cana-de-açúcar, foram selecionadas touceiras que apresentavam sintoma de “coração morto” (Figura 3). Essas touceiras foram removidas com o auxílio de enxadão, procedendo-se à avaliação da presença ou ausência das formas biológicas de *S. levis* (larva, pupa e adultos), tanto nos tocos (colmos localizados no rizoma) quanto no próprio rizoma.



**Figura 3.** Plantas de cana-de-açúcar apresentando sintoma de “coração morto”, caracterizado pela morte da folha central e fácil desprendimento.

A partir dessas avaliações foram quantificados e calculados os seguintes parâmetros: porcentagem de tocos atacados (%), número de adultos, número de pupas, número de larvas e número de colmos por metro linear (colmos m<sup>-1</sup>).

$$\text{Tocos atacados (\%)} = \text{tocos atacados} / \text{tocos totais} \times 100$$

A avaliação realizada após a colheita foi conduzida em quatro repetições por parcela, totalizando 96 pontos amostrais. Tal procedimento justifica-se pelo fato de a variável porcentagem de tocos atacados em cana-planta constituir um parâmetro central para o desenvolvimento e a interpretação dos resultados do presente estudo.

### **2.3.2. *Diatraea saccharalis***

O monitoramento da presença de adultos de *D. saccharalis* foi realizado por meio da instalação de armadilhas específicas para adultos. Ao ser atingido o nível de 10 adultos capturados, procedeu-se à realização do controle biológico complementar aos tratamentos aplicados no plantio, por meio da liberação do parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), durante os meses de dezembro 2024 (segunda quinzena) e janeiro 2025 (primeira quinzena), via drone na em todos os tratamentos.

Foram avaliados o número de “perfilhos” e a presença do sintoma de “coração morto” durante os meses de julho 2024, outubro 2024 e janeiro / fevereiro 2025 (Figura 3).

No momento da colheita, em cada parcela, avaliou-se a incidência de ataque da broca-da-cana, por meio da análise de 33 colmos por parcela, totalizando 792 colmos amostrados. Cada colmo foi aberto manualmente com o auxílio de facão, sendo contabilizado o número total de entrenós e, dentre estes, o número de entrenós com presença de ataque da broca (Figura 4). Com base nesses dados, calculou-se a porcentagem de ataque da broca para cada tratamento.



**Figura 4.** Avaliação da incidência de ataque da broca-da-cana por meio da abertura manual dos colmos e contagem do número total de entrenós e de entrenós atacados em cada colmo.

#### **2.4. População (número de colmos por metro) produtividade de colmos e qualidade tecnológica da matéria prima**

A população foi monitorada nos meses de julho de 2024 (120 dias após o plantio – DAP), outubro de 2024 (210 DAP), novembro de 2024 (240 DAP) e janeiro de 2025 (300 DAP). Em cada uma dessas datas realizou-se a contagem manual do número de colmos em 10 metros da área útil de cada parcela, permitindo a determinação do número de colmos por metro linear em cada tratamento.

Ao longo do ciclo da cultura, especificamente nos meses de novembro de 2024, janeiro de 2025 e abril de 2025, correspondentes a 240, 300 e 390 DAP, respectivamente, foi avaliada a produção de biomassa da parte aérea da cana-de-açúcar. Para essa avaliação, adotou-se a metodologia descrita por Menandro et al. (2017), na qual a produtividade de colmos foi estimada como equivalente a 70% da biomassa total quantificada. Para tanto, na área central de cada parcela, procedeu-se ao corte e à pesagem, em balança eletrônica, de 1 m linear de cana-de-açúcar.

Em julho de 2025, durante a primeira quinzena (14/07 e 15/07), aproximadamente uma semana antes da colheita dos colmos, foi realizada a avaliação biométrica final. Para essa finalidade, em 2 m de duas linhas centrais de cada parcela, foi contabilizada a população total de colmos, seguida da separação e pesagem, em balança eletrônica, das frações folha seca, ponteiro e colmos. A partir desse conjunto de dados, estimou-se a produtividade final de colmos para cada tratamento.

Posteriormente, foram selecionados aleatoriamente 10 colmos por parcela, os quais foram encaminhados para análise da qualidade tecnológica da matéria-prima, incluindo os parâmetros °Brix, pol, fibra, açúcar total recuperável (ATR) e produtividade de açúcar, expressa em toneladas de pol por hectare (TPH), conforme metodologia descrita por Fernandes (2003).

Por fim, seis colmos de cada parcela foram destinados à mensuração das variáveis biométricas, compreendendo altura e diâmetro de colmos, utilizando-se fita métrica e paquímetro, respectivamente, bem como a quantificação do número de folhas verdes e secas.

## **2.5. Análise estatística**

Os dados obtidos ao longo da execução do projeto de pesquisa foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando detectado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste T Student, adotando-se nível de significância de 10% ( $p < 0,10$ ) e confiabilidade de 90%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software AgroEstat (Barbosa et al. 2013).

## **2.6. Balanço climático para a cana planta**

Durante todo o período experimental, realizou-se o monitoramento das condições climáticas com a finalidade de elaborar o balanço hídrico referente ao período de condução do experimento, seguindo a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955). Os dados meteorológicos foram obtidos por meio de estação meteorológica automatizada Vantage Pro Davis, localizada a aproximadamente 1,5 km da área experimental.

O clima no ano de 2024 caracterizou-se pela ocorrência de eventos climáticos extremos, destacando-se a extensão e a intensidade do déficit hídrico, bem como a ocorrência de temperaturas elevadas ao longo do período de inverno, especialmente no mês de agosto (Figura

4). Por outro lado, observou-se elevada e frequente pluviosidade durante a primavera, nos meses de outubro a dezembro de 2024 (Figura 5).

Diante do exposto, a interpretação das condições climáticas não deve se limitar aos valores anuais médios de 2024, que totalizaram 1.682 mm de precipitação e temperatura média de 24,1 °C, os quais, isoladamente, indicariam um clima altamente favorável ao desenvolvimento da cana-de-açúcar. Ressalta-se que o volume total de chuvas apresentou distribuição irregular ao longo do ano, com 665 mm concentrados no primeiro trimestre e 1.017 mm no último trimestre. Deve ser registrado que no período compreendido entre abril e 17 de outubro, não houve registro de precipitações, caracterizando uma estação seca prolongada de 186 dias, associada a déficit hídrico severo, que atingiu -210 mm no mês de setembro de 2024 (Figura 5).

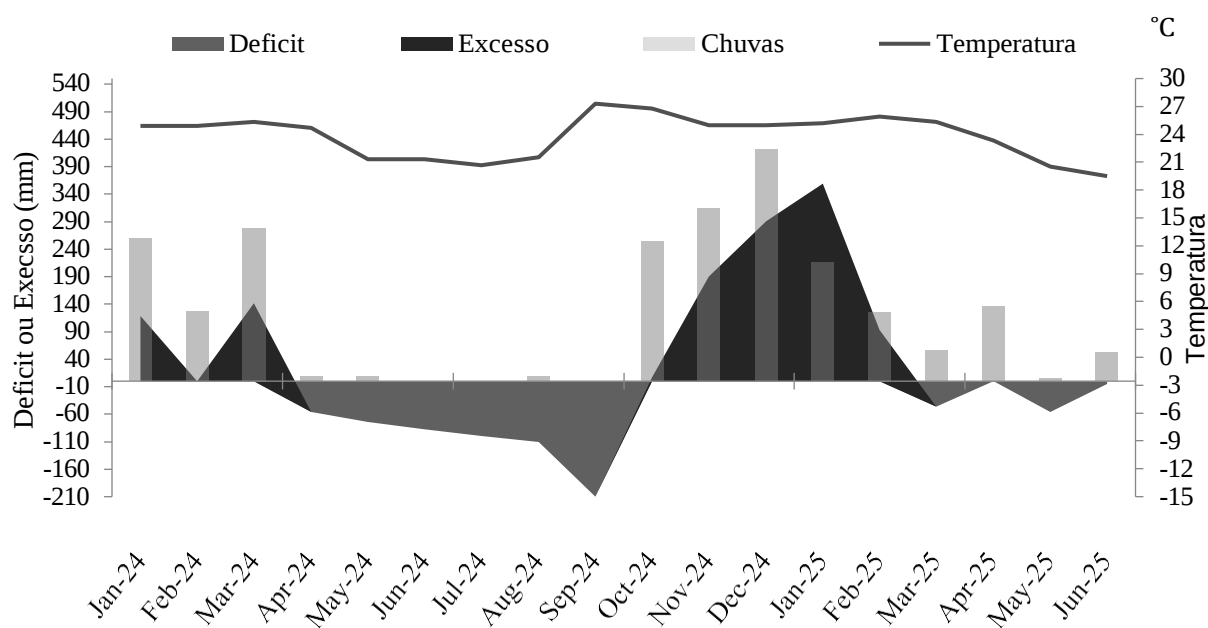
O inverno de 2024 apresentou temperaturas superiores à média histórica, com incremento aproximado de 1,9 °C (média de 21,2 °C) em relação ao último quinquênio (média de 20,1 °C). Por sua vez, a primavera de 2024 foi marcada por temperaturas amenas, com média em torno de 26 °C, e volume de precipitação (1.017 mm) compatível com a média observada nos últimos cinco anos (Figura 5).

Outro aspecto relevante refere-se às condições climáticas observadas no início de 2025. As precipitações ocorridas nos meses de janeiro e fevereiro mantiveram-se dentro da média histórica. Entretanto, no mês de fevereiro, as chuvas concentraram-se predominantemente na primeira quinzena, não havendo registros significativos de precipitação na segunda metade do mês. Associado a esse padrão, ocorreram novos episódios de ondas de calor, com elevação das temperaturas, o que resultou em aumento aproximado de 2 °C na temperatura média de fevereiro de 2025 em relação à média histórica do mesmo mês no último quinquênio (Figura 5).

O mês de março de 2025 caracterizou-se por baixa pluviosidade (52 mm), ocasionando a ocorrência de déficit hídrico mesmo durante o período de verão. Em contraste, em abril de 2025, registrou-se elevado volume de precipitações (136 mm), o que contribuiu para a redução do déficit hídrico acumulado (Figura 5). O mês de maio de 2025 apresentou condições típicas do outono, com redução das chuvas e início da ocorrência de déficit hídrico moderado. Contudo, o mês de junho de 2025, período correspondente à colheita, apresentou comportamento climático atípico, com precipitação acumulada de 52 mm e temperatura média relativamente amena (19,5 °C) (Figura 5).

De forma geral, no período compreendido entre março de 2024 e a primeira quinzena de julho de 2025, correspondente à duração do experimento, registraram-se 1.897 mm de

precipitação acumulada, temperatura média de 23,7 °C, excedente hídrico acumulado de 1.082 mm e déficit hídrico de -745 mm (Figura 5).



**Figura 5.** Balanço climatológico para o ano de 2024-2025, compreendendo o ciclo de cana planta do presente projeto de pesquisa – Sales Oliveira SP.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Incidência de *Diatraea saccharalis*

O ataque de broca no ciclo de cana planta foi severo mesmo havendo os tratamentos protetivos aplicados em sulco de plantio, tendo sido necessário a liberação de *T. galloi* na estação do verão, devido a média geral de ataque de broca nos entrenós da cana planta ter sido igual a 6,8%. Todavia, mesmo havendo um alto índice de infestação, diferenças existiram entre os tratamentos, onde no controle ocorreu a maior porcentagem de entrenós brocados (9,3%), enquanto no tratamento com Regent® + Granada® ocorreu o menor índice (4,6%). Em segundo lugar, com porcentagem de entrenós brocados igual a 5,8%, esteve o tratamento com Altacor® + Granada® (5,8%), Altacor® (6,9%), Regent® (6,7%) e Granada® (7,9%), sendo essas porcentagens semelhantes ao controle (Tabela 3).

**Tabela 3.** Infestação média de broca (% de entrenós brocados) avaliado na colheita final (julho 2025), em cana planta associado ao emprego do controle químico e/ou biológico.

| Tratamentos                                        | Entrenós danificados (%) |
|----------------------------------------------------|--------------------------|
| Controle                                           | 9,3 c                    |
| Altacor <sup>®</sup> (Clorantraniliprole)          | 6,9 bc                   |
| Regent <sup>®</sup> (Fipronil)                     | 6,7 bc                   |
| Granada <sup>®</sup> ( <i>Beauveria bassiana</i> ) | 7,9 bc                   |
| Altacor <sup>®</sup> + Granada <sup>®</sup>        | 5,8 ab                   |
| Regent <sup>®</sup> + Granada <sup>®</sup>         | 4,6 a                    |
| Média                                              | 6,8                      |
| DMS (p<0,10)                                       | 2,8                      |
| CV (%)                                             | 33,0                     |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T Student (p<0,10); DMS – Diferença mínima significativa; CV – Coeficiente de variação.

Interessante salientar que, a média de entrenós brocados nos tratamentos com alguma medida protetiva foi de 6,4%, havendo assim uma redução média de 3% no ataque de broca em geral, quando comparado ao controle. Por outro lado, entre o melhor e o pior tratamento a diferença obtida é de 3,3% (Tabela 3).

### 3.2. Incidência de *Sphenophorus levis*

A pressão de ataque de *S. levis* ao longo do ciclo da cana planta foi severa, com a porcentagem de tocos atacados alcançando 48,0%, com valores variando entre 41,0% a 53,0%. Os tratamentos Altacor<sup>®</sup> (50,0%), Altacor<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> (52,0%) e Regent<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> (53,0%) tiveram as maiores porcentagens de ataque em soqueira, com o controle apresentando porcentagem intermediária (43,0%) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Infestação média de *Sphenophorus levis* (% de danos em soqueira) avaliado na colheita final – julho 2025, em cana planta associado ao emprego do controle químico e/ou biológico.

| Tratamentos                                        | Danos em soqueira (%) |
|----------------------------------------------------|-----------------------|
| Controle                                           | 43,0 ab               |
| Altacor <sup>®</sup> (Clorantraniliprole)          | 50,0 b                |
| Regent <sup>®</sup> (Fipronil)                     | 41,0 a                |
| Granada <sup>®</sup> ( <i>Beauveria bassiana</i> ) | 49,0 b                |
| Altacor <sup>®</sup> + Granada <sup>®</sup>        | 52,0 b                |
| Regent <sup>®</sup> + Granada <sup>®</sup>         | 53,0 b                |
| Média                                              | 48,0                  |
| DMS (p<0,10)                                       | 20,3                  |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T Student ( $p < 0,10$ ); DMS – Diferença mínima significativa; CV – Coeficiente de variação.

A melhor porcentagem controle, com 41,0% de dano, foi obtida com o tratamento Regent<sup>®</sup>, aplicado de forma exclusiva. Assim ao adotar a referida tecnologia, é possível reduzir a porcentagem de danos em soqueira em cerca de 10,0%, quando comparado com a média dos outros tratamentos (51,0%) com medidas protetivas (Tabela 4).

### 3.3. Qualidade tecnológica da matéria prima

Os tratamentos empregados no sulco de plantio ao longo do ciclo de cana planta apresentaram ganhos e decréscimos nas variáveis tecnológicas, inerentes a qualidade da matéria-prima, ocorrendo diferenças para o teor de sólidos solúveis (°Brix), conteúdo de sacarose (Pol) e ATR (açúcar total recuperável). Já para fibra, pureza e teores de açúcares redutores (AR) não ocorreu influencia dos tratamentos realizados em sulco de plantio. Nesse cenário, o teor médio de fibra da cana foi de 12,0%, variando entre 11,7% a 12,1%, a média de AR igual a 0,48, com amplitude de variação de 0,47% a 0,50%, e o teor médio de pureza de 90,0%, com valores entre 89,0% e 90,0% (Tabela 5).

**Tabela 5.** Qualidade tecnológica da matéria prima – °Brix (%), fibra (%), pol (%), açúcares redutores (AR%), pureza da cana (%) e cálculo do açúcar total recuperável (ATR) - em cana planta associado ao emprego do controle químico e/ou biológico.

| Tratamentos                                 | °Brix       | Fibra  | Pol     | AR     | Pureza | ATR<br>kg<br>ATR TC <sup>-1</sup> |
|---------------------------------------------|-------------|--------|---------|--------|--------|-----------------------------------|
|                                             | -----%----- |        |         |        |        |                                   |
| Controle                                    | 18,6 ab     | 12,1 a | 14,1 ab | 0,48 a | 90,0 a | 140,0 ab                          |
| Altacor <sup>®</sup> (Clorantianiliprole)   | 18,7 ab     | 12,0 a | 14,3 ab | 0,47 a | 90,0 a | 142,0 ab                          |
| Regent <sup>®</sup> (Fipronil)              | 18,3 b      | 12,0 a | 13,9 b  | 0,48 a | 90,0 a | 138,0 b                           |
| Granada <sup>®</sup> ( <i>B. bassiana</i> ) | 18,7 ab     | 12,0 a | 14,2 ab | 0,47 a | 90,0 a | 141,0 ab                          |
| Altacor <sup>®</sup> + Granada <sup>®</sup> | 19,3 a      | 12,2 a | 14,6 a  | 0,47 a | 90,0 a | 145,0 a                           |
| Regent <sup>®</sup> + Granada <sup>®</sup>  | 18,5 b      | 11,7 a | 14,1 ab | 0,50 a | 89,0 a | 140,0 ab                          |
| Média                                       | 18,7        | 12,0   | 14,2    | 0,48   | 90,0   | 141,0                             |
| DMS ( $p < 0,10$ )                          | 0,70        | 0,48   | 0,69    | 0,04   | 1,3    | 6,4                               |
| CV (%)                                      | 3,0         | 3,0    | 4,0     | 7,0    | 1,0    | 4,0                               |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T Student ( $p < 0,10$ ); DMS – Diferença mínima significativa; CV – Coeficiente de variação.

O tratamento Altacor<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> promoveu maior °Brix (19,3%), enquanto os menores teores de °Brix ocorreram com Regent<sup>®</sup> (18,3%) e Regent<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> (18,5%), existindo assim um ganho de 1% no teor de °Brix quando comparado o melhor e o pior tratamento. Uma classe intermediária de valores de °Brix (18,6% a 18,7%) ocorreu no controle (18,6%), Altacor<sup>®</sup> e Granada<sup>®</sup> (18,7%), podendo-se inferir que os resultados mostraram que ganhos de °Brix podem estar associados as medidas protetivas feitas ao ataque das pragas no sulco de plantio, sobretudo na associação de uma molécula com uma biológica (Tabela 5).

O tratamento Altacor<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> também proporcionou o maior conteúdo de sacarose (pol =14,6%), valor 4% superior ao controle (14,1%) e 5% superior ao tratamento com menor pol (Regent<sup>®</sup>) (13,9%). Os tratamentos Controle, Altacor<sup>®</sup> (14,3%), Granada<sup>®</sup> (14,2%); e Regent<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> (14,1%) tiveram valores intermediários de pol (Tabela 5).

Devido ao ganho quantitativo de °Brix e pol no tratamento Altacor<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> houve maior ATR (açúcar total recuperável) nos colmos da cana, alcançando a maior ATR (145,0 kg/tonelada de cana), valor 7,0 kg superior ao tratamento Regent<sup>®</sup> que proporcionou a menor ATR (138,0 kg/ tonelada de cana) – (Tabela 5). O presente resultado traz a relevância de se realizar um bom controle entomológico em sulco de plantio, de modo a haver um ganho de 5 kg de ATR em relação ao controle - 140 kg ATR por tonelada de cana (Tabela 5). Os demais tratamentos – Altacor<sup>®</sup> (142 kg ATR); Granada<sup>®</sup> (141 kg ATR); Regent<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> (140 kg ATR), obtiveram resultados intermediários. Acréscimos de 5 a 7 kg de ATR no atual cenário da cana-de-açúcar (safra 2026) permite um incremento monetário entre R\$ 5,45 a 7,63 por tonelada de cana (Tabela 5).

### **3.4 Produtividade e população de colmos no ciclo de cana planta**

A população de colmos e a produtividade foram modificadas de acordo com o tratamento aplicado no sulco de plantio no ciclo da cana planta, com os resultados discriminados na Tabela 6. Em relação à população final de colmos, a média obtida foi igual a 14 colmos por metro, com amplitude de variação de 13 a 15 colmos por metro. Os tratamentos Controle, Granada<sup>®</sup>, Altacor<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> e Regent<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup> promoveram os maiores números de colmo, 15 colmos por metro, enquanto com Altacor<sup>®</sup> o valor foi de 13 colmos, enquanto Regent<sup>®</sup> ficou em posição intermediária (14 colmos por metro).

A produtividade média obtida foi de 129,0 Mg ha<sup>-1</sup>, com variação quantitativa entre 119,0 Mg ha<sup>-1</sup> a 144,0 Mg ha<sup>-1</sup>, ou seja, o manejo protetivo feito em sulco de plantio para

controle de *D. saccharalis* e/ou *S. levis* permite incrementar e/ou perder até 25 toneladas de colmos por hectare em função das escolhas agronômicas realizadas. O tratamento Regent® + Granada® mostrou a maior produtividade (144,0 Mg ha<sup>-1</sup>), enquanto Granada® (119,0 Mg ha<sup>-1</sup>), Controle (122,0 Mg ha<sup>-1</sup>), Altacor® (120,0 Mg ha<sup>-1</sup>) conduziram às menores produtividades, com Regent® e Altacor® + Granada® se colocaram em posição intermediária, 134,0 Mg ha<sup>-1</sup> e 134,0 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 6).

**Tabela 6.** População colmos (colmos/ metro) e produtividade final de colmos (Mg ha<sup>-1</sup>) em cana planta associado ao emprego do controle químico e/ou biológico.

| Tratamentos                            | População Colmos m <sup>-1</sup> | Produtividade de colmos Mg ha <sup>-1</sup> |
|----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|
| Controle                               | 15,0 a                           | 122,0 b                                     |
| Altacor® (Clorantniliprole)            | 13,0 b                           | 120,0 b                                     |
| Regent® (Fipronil)                     | 14,0 ab                          | 134,0 ab                                    |
| Granada® ( <i>Beauveria bassiana</i> ) | 15,0 a                           | 119,0 b                                     |
| Altacor® + Granada®                    | 15,0 a                           | 133,0 ab                                    |
| Regent® + Granada®                     | 15,0 a                           | 144,0 a                                     |
| Média                                  | 14,0                             | 129,0                                       |
| DMS (p<0,10)                           | 2,2                              | 11,8                                        |
| CV (%)                                 | 13,0                             | 18,0                                        |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T Student (p<0,10); DMS – Diferença mínima significativa; CV – Coeficiente de variação.

#### 4. DISCUSSÃO

A incidência de broca-da-cana foi considerada elevada (6,8%), mesmo com a adoção de tratamentos protetivos no sulco, o que indica alta pressão de infestação na área experimental. Esse cenário corrobora com o estudo de Parra et al. (2019), que demonstra que, em condições favoráveis, *D. saccharalis* pode apresentar alta capacidade de infestação, exigindo medidas complementares de controle, como a liberação de parasitoides (Parra & Coelho Jr. 2019; Molter et al. 2023; Garcia et al. 2024). Além disso, de acordo com Gallo et al. (2002), índices de infestação acima de 2–3% de entrenós brocados já são considerados relevantes para a cultura da cana-de-açúcar, podendo ocasionar perdas significativas na produtividade agrícola e industrial (Precetti et al. 1988; Arrigoni 2002; Dinardo-Miranda & Fracasso, 2013).

A necessidade de liberação de *T. galloi* reforça que o controle via aplicação no sulco, isoladamente, não é suficiente para manter a praga abaixo do nível de dano econômico em condições de alta pressão populacional. Esse comportamento já foi descrito na literatura, que aponta que o controle biológico é essencial para atuar em ovos e complementar estratégias de

controle químico (Botelho & Macedo 2002; Dinardo-Miranda et al. 2012; Parra et al. 2021). Os melhores resultados foram observados nos tratamentos combinados, especialmente Regent® + Granada®, que apresentou menor porcentagem de entrenós brocados (4,6%). Esse efeito pode ser explicado pela ação sistêmica e de contato do inseticida Regent®, atuando no sistema nervoso dos insetos por meio do bloqueio dos canais de cloro mediados pelo GABA (Tingle et al. 2003; Gunasekara et al. 2007). Já, com inseticida biológico Granada® o agente entomopatogênico (*B. bassiana*) age por contato, com efeito residual e capacidade de persistência no ambiente, promovendo elevada eficiência no controle de insetos-praga (Alves 1998; Mascarin & Jaronski 2016; Wraight et al. 2018).

A associação desses mecanismos distintos pode gerar efeito complementar ou até sinérgico, aumentando a eficiência do controle ao longo do ciclo da cultura (Alves 1998; Mascarin & Jaronski 2016). Além disso, a redução de até 3% no ataque em relação ao controle demonstra que, embora o efeito absoluto seja moderado, há impacto agronomicamente relevante, principalmente quando se considera a relação direta entre infestação de broca e perdas de produtividade e/ou ATR (Precetti et al. 1988; Dinardo-Miranda & Fracasso, 2013).

Outro ponto importante é a avaliação da posição dos entrenós atacados, que permite inferir o momento de infestação, uma vez que ataques em entrenós inferiores normalmente estão associados a infestações mais precoces, enquanto danos em entrenós superiores indicam ocorrência tardia da praga durante o desenvolvimento da cultura (Botelho & Macedo 2002; Gallo et al. 2002; Parra et al. 2019).

Diferentemente dos resultados observados para *D. saccharalis*, o controle de *S. levis* foi limitado, com elevada incidência média de ataque (48% de tocos atacados), evidenciando a dificuldade de manejo dessa praga no sistema de cana-planta. Esse resultado está consonante com relatos na literatura, que citam a baixa eficiência do controle químico para pragas de hábito subterrâneo, principalmente devido à dificuldade de atingir as larvas protegidas no interior do rizoma, além da persistência da praga em áreas com histórico de infestação (Macedo & Botelho 1988; Precetti & Arrigoni 1990; Dinardo-Miranda 2014). Estudos também destacam que a sobreposição de gerações e o comportamento criptobiótico das larvas dificultam significativamente a eficiência dos inseticidas aplicados no sulco de plantio (Oliveira et al. 2019; Garbelotto et al. 2020). Entre os tratamentos avaliados, o melhor desempenho foi observado para Regent® aplicado isoladamente (41% de tocos atacados), indicando que esse produto apresenta maior eficiência relativa no controle de *S. levis*, especialmente devido à sua ação neurotóxica por contato e ingestão e à maior persistência no solo (Tingle et al. 2003; Gunasekara et al. 2007).

Esse resultado pode estar associado à maior mobilidade do ingrediente ativo no solo, à sua ação por ingestão e contato e à sua persistência no ambiente rizosférico, características importantes para o controle de insetos de hábito subterrâneo (Tingle et al. 2003; Gunasekara et al. 2007; Dinardo-Miranda 2014). Estudos demonstram que o Regent® apresenta elevada estabilidade e residualidade no solo, favorecendo o controle de insetos que permanecem protegidos em estruturas subterrâneas da planta (Hainzl & Casida 1996; FAO 2000).

Por outro lado, os tratamentos combinados com Granada® não apresentaram incremento de eficiência e, em alguns casos, resultaram em maiores níveis de infestação. Esse resultado pode estar relacionado a uma possível limitação do agente biológico em condições de campo, especialmente em função de fatores ambientais adversos, como baixa umidade do solo e competição com a microbiota edáfica (Alves 1998; Mascarin & Jaronski 2016). Além disso, a eficiência de *B. bassiana* (Granada®) pode ser reduzida em ambientes com elevada radiação, temperaturas extremas e baixa persistência de umidade, fatores que comprometem a germinação dos conídios e o estabelecimento do fungo no solo (Lacey et al. 2015; Wraight et al. 2018).

Os tratamentos influenciaram variáveis tecnológicas importantes da matéria-prima, como °Brix, Pol e ATR, enquanto os teores de fibra, pureza e açúcares redutores permaneceram relativamente estáveis entre os tratamentos. O destaque foi o tratamento Altacor® + Granada® que apresentou os maiores valores de °Brix (19,3%), Pol (14,6%) e ATR (145 kg t<sup>-1</sup>), sendo que esse resultado pode ser explicado pela menor intensidade de estresse biótico causado pelo ataque de pragas, o que possibilita maior acúmulo de sacarose nos colmos (Ravaneli et al. 2011; Dinardo-Miranda et al. 2012).

De acordo com a literatura, o ataque da broca-da-cana favorece a entrada de patógenos e compromete o transporte e o acúmulo de açúcares nos colmos, afetando diretamente a qualidade tecnológica da matéria-prima (Botelho & Macedo 2002; Ripoli & Ripoli 2004). Além disso, a abertura de galerias nos entrenós favorece o desenvolvimento de fungos oportunistas, aumentando a inversão de sacarose e reduzindo os teores de Pol e ATR (Gallo et al. 2002; Dinardo-Miranda & Fracasso 2013). Dessa forma, mesmo reduções moderadas nos níveis de infestação podem resultar em ganhos significativos nos parâmetros tecnológicos (Precetti et al. 1988; Arrigoni 2002). O incremento observado, de aproximadamente 5 a 7 kg de ATR por tonelada de cana, é altamente relevante do ponto de vista econômico, considerando que pequenas variações no ATR impactam diretamente o rendimento industrial e a remuneração da matéria-prima (Fernandes, 2011; CONSECANA 2023), reforçando a importância do manejo de pragas não apenas para a produtividade agrícola, mas também para a qualidade industrial da matéria-prima (Ripoli & Ripoli 2004; Dinardo-Miranda 2014).

A produtividade de colmos variou entre os tratamentos, demonstrando que o manejo fitossanitário realizado no sulco de plantio exerce impacto direto sobre o rendimento da cultura (Macedo & Botelho 1988; Arrigoni 2002; Dinardo-Miranda et al. 2012). O maior rendimento foi obtido no tratamento com Regent<sup>®</sup> + Granada<sup>®</sup>, possivelmente em função do melhor controle da broca-da-cana, da preservação da integridade dos colmos e da maior eficiência no uso de fotoassimilados pela planta (Precetti et al. 1988; Dinardo-Miranda & Fracasso 2013). Estudos demonstram que a redução do ataque de *D. saccharalis* contribui diretamente para o aumento da massa de colmos industrializáveis, uma vez que minimiza perdas fisiológicas e danos estruturais nos tecidos vegetais (Botelho & Macedo 2002; Gallo et al. 2002).

Deve ser destacado que nem sempre o tratamento com melhor controle de *S. levis* resultou na maior produtividade, sugerindo que o impacto de *D. saccharalis* sobre a produtividade é mais imediato, devido à formação de galerias nos colmos e à redução direta da biomassa (Precetti et al. 1988; Dinardo-Miranda & Fracasso 2013). Além disso, os danos provocados pela broca comprometem o transporte de água e fotoassimilados, reduzindo o desenvolvimento vegetativo e a qualidade tecnológica da matéria-prima (Ripoli & Ripoli 2004). Por outro lado, *S. levis* tende a afetar de forma mais significativa a longevidade do canavial, com efeitos mais expressivos nas soqueiras subsequentes, devido à destruição gradual dos rizomas e à redução da capacidade de brotação das plantas (Precetti & Arrigoni 1990; Dinardo-Miranda 2014; Oliveira et al. 2019). Trabalhos conduzidos em áreas comerciais demonstram que infestações elevadas de *S. levis* podem reduzir significativamente a população de perfilhos e antecipar a renovação do canavial (Macedo & Botelho 1988; Garbelotto et al. 2020).

A população de colmos variou pouco entre os tratamentos, indicando que ocorreu maior influência no crescimento vegetativo e no acúmulo de biomassa dos colmos do que no estabelecimento inicial da cultura (Ripoli & Ripoli 2004; Dinardo-Miranda et al. 2012). As condições climáticas exerceram papel fundamental na interpretação dos resultados obtidos (Alves 1998; Mascarin & Jaronski 2016), com o período de seca prolongada provavelmente reduzindo a eficiência do controle biológico com *B. bassiana*, uma vez que os fungos entomopatogênicos dependem de condições adequadas de umidade do solo para germinação, infecção e desenvolvimento no hospedeiro (Alves 1998; Lacey et al. 2015; Wraight et al. 2018). Estudos demonstram que baixos níveis de umidade comprometem diretamente a viabilidade dos conídios e reduzem a capacidade de colonização do fungo no ambiente edáfico (Mascarin & Jaronski 2016). Além disso, o déficit hídrico pode ter favorecido a sobrevivência de pragas de solo, como *S. levis*, e aumentado o estresse fisiológico das plantas (Macedo & Botelho 1988; Dinardo-Miranda 2014). Associado a isso, eventos de altas temperaturas podem ter acelerado o

ciclo biológico de *D. saccharalis*, aumentando a pressão de infestação (Gallo et al. 2002; Parra et al. 2019), com temperaturas elevadas favorecendo o desenvolvimento larval e reduzindo o intervalo entre gerações da praga, intensificando os danos na cultura (Botelho & Macedo 2002). Esses fatores climáticos ajudam a explicar a ocorrência de níveis relativamente altos de infestação mesmo nos tratamentos com controle, a baixa eficiência do controle biológico aplicado isoladamente e o melhor desempenho relativo dos tratamentos com inseticidas químicos (Tingle et al. 2003; Gunasekara et al. 2007), uma vez que moléculas químicas tendem a apresentar maior estabilidade e efeito residual em condições adversas de baixa umidade.

De forma geral, os resultados indicam que o controle isolado, seja químico ou biológico, pode ser insuficiente em condições de alta pressão de pragas (Dinardo-Miranda et al. 2012; Parra et al. 2019), sendo que a associação de métodos tende a apresentar melhor desempenho, principalmente para o controle de *D. saccharalis* (Botelho & Macedo 2002; Molter et al. 2023). Estratégias de manejo integrado envolvendo controle químico, biológico e monitoramento populacional são amplamente recomendadas para reduzir os danos econômicos da broca-da-cana e aumentar a sustentabilidade do sistema produtivo (Gallo et al. 2002; Parra & Coelho Jr. 2019). Por outro lado, o controle de *S. levis* ainda representa um grande desafio agrônomo, especialmente devido ao hábito subterrâneo da praga e à dificuldade de atingir suas formas imaturas (Precetti & Arrigoni 1990; Dinardo-Miranda 2014).

## 5. CONCLUSÃO

A aplicação de inseticidas no sulco de plantio reduz o ataque de *D. saccharalis*, com melhor desempenho nas associações entre o controle químico e biológico, especialmente Regent® + Granada®. Para *S. levis*, os tratamentos são menos eficientes, destacando-se apenas Regent® na redução dos danos.

O tratamento Altacor® + Granada® proporciona os maiores valores de °Brix, Pol e ATR, enquanto fibra, pureza e açúcares redutores não são influenciados, enquanto a maior produtividade ocorre com Regent® + Granada®, evidenciando que os diferentes manejos no sulco de plantio resultam em variações expressivas de produtividade.

A associação entre controle químico e biológico é mais eficiente, porém ainda insuficiente para o controle adequado das pragas, em especial de *S. levis*, indicando a necessidade de integração com outras estratégias de manejo.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- ALVES, S. B. Controle microbiano de insetos. Piracicaba: FEALQ, 1998. p 409-437.
- ARRIGONI, E. B.; et al. Manejo da broca-da-cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis*. Piracicaba: STAB, 2002. p 427-437.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. *AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2013.
- BENTO, C. B.; FILOSO, S.; PITOMBO, L. M.; CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R.; MARTINELLI, L. A.; CARMO, J. B. Impacts of sugarcane agriculture expansion over low-intensity cattle ranch pasture in Brazil on greenhouse gases. *Journal of Environmental Management*, v. 206, p. 980–988, 2018.
- BOTELHO, P. S. M.; MACEDO, N. Broca-da-cana-de-açúcar: biologia, danos e manejo. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p. 409-425.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2024/25*. Brasília, DF: Conab, 2025.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2025/26, quarto levantamento*. Brasília, DF: Conab, 2026.
- CONSECANA. Manual de instruções do CONSECANA-SP. Piracicaba: CONSECANA, 2023. p 15-35
- DINARDO-MIRANDA, L. L. Pragas da cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. p 85-105.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de pragas na cultura da cana-de-açúcar. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (ed.). *Cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2018. p. 349-404.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Redução das populações de *Sphenophorus levis* não está na soqueira, mas nas operações de pré-plantio. Cana Online, 2025.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V. Perdas em produtividade e qualidade tecnológica causadas pela broca-da-cana. *STAB – Açúcar, Alcool e Subprodutos*, v. 31, n. 3, p. 30-33, 2013.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. *Manejo integrado de pragas na cultura da cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2012. p. 349-404, 369-390.

FAO. Fipronil pesticide residues in food. Rome: Food and Agriculture Organization, 2000. p. 15-35.

FERNANDES, A. C. *Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar*. 4. ed. Piracicaba: STAB, 2023.

FERNANDES, A. C. *Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar*. Piracicaba: STAB, 2011. p. 41-78.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. 641-672, 735-742.

GARBELOTTO, T. A.; et al. Dinâmica populacional e impactos de *Sphenophorus levis* em áreas comerciais de cana-de-açúcar. *STAB – Açúcar, Alcool e Subprodutos*, v. 38, n. 4, p. 45-49, 2020.

GARCIA, A. G.; WAJNBERG, E.; PARRA, J. R. P. Optimizing the releasing strategy used for the biological control of the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* by *Trichogramma galloi*

with computer modeling and simulation. *Scientific Reports*, London, v. 14, article 9535, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-60146-y.

GUNASEKARA, A. S.; TROUNG, T.; GOH, K. S.; SPURLOCK, F.; TJEERDEMA, R. S. Environmental fate and toxicology of fipronil. *Journal of Pesticide Science*, Tokyo, v. 32, n. 3, p. 189-199, 2007.

HAINZL, D.; CASIDA, J. E. Fipronil insecticide: novel photochemical desulfinylation with retention of neurotoxicity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 93, n. 23, p. 12764-12767, 1996.

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

LACEY, L. A.; GRZYWACZ, D.; SHAPIRO-ILAN, D. I.; FRUTOS, R.; BROWNBRIDGE, M.; GOETTEL, M. S. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. *Journal of Invertebrate Pathology*, San Diego, v. 132, p. 1-41, 2015.

MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M. Pragas subterrâneas da cana-de-açúcar. *STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v. 7, n. 1, p. 28-32, 1988.

MARIN, F. R.; EDREIRA, J. I. R.; ANDRADE, J.; GRASSINI, P. On-farm sugarcane yield and yield components as influenced by number of harvests. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 240, p. 134-142, 2019. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.06.011.

MASCARIN, G. M.; JARONSKI, S. T. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 32, 177, 2016.

MENANDRO, L. M. S.; CANTARELLA, H.; FRANCO, H. C. J.; KÖLLN, O. T.; PIMENTEL, L. G.; SORDI, R. H. Sugarcane harvest management effects on plant growth, soil fertility and yield. *Agronomy Journal*, Madison, v. 109, n. 4, p. 1464-1474, 2017. DOI: 10.2134/agronj2016.09.0554.

- MOLTER, A.; BEZERRA, J. I. M.; RAFIKOVA, E.; NAVA, D. E.; RAFIKOV, M. Dynamics and biological control of the sugarcane borer with two parasitoids. *Ecological Modelling*, Amsterdam, v. 475, article 110371, 2023. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2023.110371.
- OLIVEIRA, H. N.; BARBOSA, J. C.; SANTOS, A. S.; GARCIA, J. F.; DINARDO-MIRANDA, L. L. Controle químico e impactos de *Sphenophorus levis* em áreas comerciais de cana-de-açúcar. *Nucleus*, Ituverava, v. 16, n. 2, p. 93-102, 2019.
- PARRA, J. R. P.; COELHO JR., A. Biological control of sugarcane borers in Brazil. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, v. 13, p. 114-123, 2019.
- PARRA, J. R. P. Controle biológico na agricultura brasileira. *Entomological Communications*, v. 1, p. ec01002, 2019.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2021. P 409-425.
- PRECETTI, A. A. C. M.; ARRIGONI, E. B. Aspectos biológicos e manejo de *Sphenophorus levis*. *STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v. 8, n. 4, p. 31-35, 1990.
- PRECETTI, A. A. C. M.; TERÁN, F. O.; ARRIGONI, E. B.; BOTELHO, P. S. M. Perdas ocasionadas pela broca-da-cana em produtividade agrícola e industrial. *STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v. 7, n. 2, p. 23-27, 1988.
- RAVANELI, G. C.; MADALENO, L. L.; PRESOTTI, L. E.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar submetida ao ataque de *Diatraea saccharalis*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 3, p. 444-450, 2011.
- RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Os Autores, 2004. p 95-103.
- SILVA-BRANDÃO, K. L.; SOLFERINI, V. N.; TRUZZI, C. C.; CÔNSOLI, F. L.; OMOTO, C. Genetic diversity and population structure of the sugarcane borer *Diatraea saccharalis*

(Lepidoptera: Crambidae) in Brazil. *BMC Genetics*, London, v. 16, suppl. 2, p. 1-10, 2015.  
DOI: 10.1186/1471-2156-16-S2-S5.

HORNTHTWAITE, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance*. Centerton: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

TINGLE, C. C.; ROTHER, J. A.; DEWHURST, C. F.; LAU, S. C.; KING, W. J. Fipronil: environmental fate, ecotoxicology, and human health concerns. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, New York, v. 176, p. 1-66, 2003.

VINHA, F. B.; DELFANTI, L. A. A.; PAGLIARANI, V. D.; FERREIRA, V. S.; PINTO, A. S. Entomopathogenic fungi on the control of *Sphenophorus levis* in sugarcane crop. *Scientia Agraria Paranaensis*, Marechal Cândido Rondon, v. 19, n. 3, p. 280-288, 2020. DOI: 10.18188/sap.v19i3.24426.

WRAIGHT, S. P.; JARONSKI, S. T.; VANDENBERG, J. D.; JACKSON, M. A.; GOETTEL, M. S. Biological control efficacy of *Beauveria bassiana* against agricultural pests. *Biological Control*, San Diego, v. 122, p. 17-30, 2018.