FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ITUVERAVA
FACULDADE DR. FRANCISCO MAEDA

Iago Eduardo Fernandes Milan

EFICÁCIA DE *Bacillus thuringiensis* NO CONTROLE DE *Diatraea saccharalis* (FABR., 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

ITUVERAVA
2025

IAGO EDUARDO FERNANDES MILAN

EFICÁCIA DE *Bacillus thuringiensis* NO CONTROLE DE *Diatraea saccharalis* (FABR., 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Dr. Francisco Maeda. Fundação Educacional de Ituverava, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador (a): Prof. Dr. José Antonio de Souza Rossato Jr.

ITUVERAVA
2025

IAGO EDUARDO FERNANDES MILAN

EFICÁCIA DE *Bacillus thuringiensis* NO CONTROLE DE *Diatraea saccharalis* (FABR., 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Dr. Francisco Maeda. Fundação Educacional de Ituverava, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Ituverava, 5 de junho de 2025.

Orientador(a): _____
Prof. Dr. José Antonio de Souza Rossato Jr.

Examinador(a): _____
Prof. Dr. Kenji Cláudio Augusto Senô

Examinador(a): _____
Prof. Dr. Murilo Coelho Theodoro Neves

Dedico primeiramente a Deus e Nossa Senhora Aparecida por nunca me desampararem nos momentos em que tudo parecia dar errado. Dedico também a minha família, meu pai Carlos Eduardo Casaroti Milan homem integro e meu maior exemplo de humildade e caráter, à minha mãe Lucimara Aparecida Fernandes Milan por sempre me dar forças para vencer e estar comigo quando o mundo parecia desabar sobre mim, ao meu irmão por sempre me incentivar nos meus sonhos e na minha carreira, a minha avó Maria José Fernandes por sempre apoiar e incentivar a seguir meu caminho e ter fé em Deus e acreditar em dias melhores, por fim, ao homem que é o motivo de eu escolher a brilhante carreira de Engenheiro Agrônomo, meu avô Delfino Umbelino Fernandes (*in memoriam*).

A todos meus amigos que me apoiaram e participaram da minha trajetória até aqui, aos meus amigos da cidade de Ituverava, em especial à República Transação por todos os momentos inesquecíveis que vivemos, aos meus amigos da cidade de Monte Azul Paulista por todo apoio durante o período da faculdade e estágio obrigatório.

A todos os professores do curso de Engenharia Agronômica, em especial meu orientador José Antonio de Souza Rossato Jr. pelo total apoio e confiança, principalmente pelo aprendizado, sem o senhor esse trabalho de pesquisa não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradecer a Deus, vós que sois o criador de todo universo e das maravilhas que nele existem. Sua presença em minha vida me trouxe coragem e força para enfrentar os desafios impostos a mim. Graças a Ele o presente trabalho foi concluído com êxito.

Agradeço também a toda minha família por todo amor e carinho e por todo apoio que a mim foi dado durante minha vida acadêmica e antes dela. Em especial meus pais e irmão que se fizeram presentes em todas as etapas de meu curso, minha avó por toda fé e orações dedicadas a mim e, meu avô (*in memoriam*) que foi o motivo de tudo isso acontecer, foi meu exemplo de amor, honestidade, que esbanjava sabedoria e acima de tudo humildade.

Meus mais sinceros agradecimentos à equipe AgroCore pela oportunidade de aprendizado e a confiança depositada em minha pessoa. Em especial aos estagiários Gabriel Cano, João Vitor Zeviani, João Vitor Pereira, Fernando Capel e Vinicius Garcia pelo tempo de convívio que tivemos e tudo que construímos juntos, sem o auxílio de vocês. Em especial ao meu Supervisor, Orientador e Amigo José Antonio de Souza Rossato Jr. por acreditar no meu trabalho, esse trabalho é mérito nosso, tenho muito orgulho e gratidão de tudo que vivenciamos.

Agradecer também a toda equipe BPbioenergy e NOOA pelo suporte e dedicação para com o ensaio em questão e os demais trabalhos realizados no período em que vivenciamos esta parceria. Principalmente aos amigos Rodolfo, NOOA, e Ueliton, BPbioenergy (Moema), pelo auxílio e amizade. Com toda certeza vocês foram à peça-chave para a realização deste projeto, a todos vocês, obrigado.

E a todos os amigos que acompanharam de perto minha trajetória e contribuíram de alguma maneira para execução do presente trabalho, a minha amiga Isabela Neves pelo auxílio com a língua estrangeira. Ao Prof. Dr. José Antonio de Souza Rossato Jr. pela realização de todo processo estatístico presente no projeto.

Aos amigos da cidade de Ituverava pelos momentos vivenciados que estarão para sempre em minhas memórias. Aos amigos da cidade de Monte Azul Paulista, especialmente para as Famílias Machado, Palin e Conceição De Biasi, por todo apoio e carinho que me fizeram prosperar e tornar possível esse projeto.

Os mais sinceros ao Prof. Dr. Kenji Cláudio Augusto Senô e Prof. Dr. Murilo Coelho Teodoro Neves, por aceitar compor a banca examinadora do meu projeto, e pelos anos de convivência na faculdade, sendo amigos e docentes.

Obrigado a todos vocês que de alguma forma contribuíram para a minha formação no curso de Engenharia Agronômica.

“A nossa maior glória não reside no fato de nunca cairmos, mas sim em levantarmo-nos sempre depois de cada queda.”

Oliver Goldsmith

RESUMO

A broca da cana-de-açúcar *Diatraea sacchralis,* é um dos insetos-praga mais importantes da cultura canavieira no Brasil. Também distribuída em diversos países do continente americano, este inseto é conhecido por seus danos econômicos em gramíneas em geral. Alternativas para o manejo da broca-da-cana que possam refinar o seu controle e dirimir o seu impacto no campo, seja na produtividade agrícola e/ou na indústria, (qualidade da matéria-prima e nos produtos finais), torna-se fundamental. Com isso, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a eficácia do entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* no controle de larvas de broca-da-cana. Assim, o presente experimento foi realizado em área de cana-de-açúcar, por meio da avaliação de inseticidas biológicos, p.c. Bettus, Biobrev Full e Dipel, em associação ou não com inseticidas sintéticos (p.c. Ampligo e Dimilin). Os parâmetros avaliados no experimento foram o de colmos brocados, e de formas biológicas encontradas. Não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados com eficácia similar dos inseticidas testados no controle de larvas de *D. saccharalis*.

Palavras-chave: Broca-da-cana. Controle biológico. Entomopatógeno. *Saccharum* spp. Colmos brocados.

SUMMARY

The sugarcane borer *Diatraea saccharalis* is one of the most important insect-pest that affects sugarcane crop in Brazil. Also found in several countries across the American Continent, this insect is known for the economic damage it causes to grasses in general. Alternatives for managing the sugarcane borer that can improve control and reduce their impact in the field, whether on agricultural yield and industrial sugar mills (raw material and final products quality) are fundamental. Therefore, the present study aimed to evaluate the effectiveness of the entomopathogen *Bacillus thuringiensis* in controlling sugarcane borer larvae. This experiment research was conducted in a sugarcane-growing area by testing biological insecticides (c.p. Bettus, Biobrev Full, and Dipel) single or in a combination with chemical insecticides (c.p Ampligo and Dimilin). The parameters evaluated in the experiment included nodes damaged by the borer and the presence of biological forms. In general, it can be concluded that there was no significant difference among the treatments evaluated in the experiment, and a similar efficacy of the products observed in the control of *D. saccharalis*.

Keywords: Sugarcane borer. Biological control. Entomopathogen. *Saccharum* spp. Nodes damaged.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Injúria e dano da broca nos colmos..... 14
Figura 2 Formas biológicas do inseto: Adulto e ovos..... 15
Figura 3 Formas biológicas do inseto: Larva e pupa..... 16
Figura 4 Armadilha de feromônios..... 18
Figura 5 Área experimental..... 20
Figura 6 Croqui..... 21
Figura 7 Método de amostragem..... 22
Figura 8 Indícios da presença de broca nos colmos..... 23
Figura 9 Diferentes instares da larva encontrados a campo..... 23
Figura 10 Metodologia de infestação artificial..... 25
Figura 11 Produto e Bula, tratamento 1 e 6: Bettus..... 26
Figura 12 Produto e Bula, tratamento 2: Biobrev Full..... 26
Figura 13 Produto e Bula, tratamento 3: Dipel..... 26
Figura 14 Produto e Bula, tratamento 4: Ampligo..... 27
Figura 15 Produto e Bula, tratamento 5: Dimilin..... 27
Figura 16 Pulverização da parcela..... 29
Figura 17 Gráfico: Larvas dentro dos colmos..... 31
Figura 18 Gráfico: Larvas fora dos colmos..... 32
Figura 19 Gráfico: Flutuação populacional de larvas..... 33
Figura 20 Gráfico: % Intensidade de infestação..... 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Protocolo de amostragem..... 22
Tabela 2 Produtos utilizados no experimento..... 25
Tabela 3 Dosagem de produtos em cada aplicação..... 28
Tabela 4 Graus de infestação de Broca-da-cana..... 30
Tabela 5 Larvas dentro dos colmos..... 31
Tabela 6 Larvas fora dos colmos..... 32
Tabela 7 % Intensidade de Infestação..... 34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **13**
1.1 Cana-de-Açúcar **13**
1.2 Pragas na Cana-de-açúcar **13**
2 REVISÃO DE LITERATURA **15**
2.1 Diatraea saccharalis **15**
2.1.1 Infestação e amostragem **18**
2.1.2 Controle cultural **19**
2.1.3 Controle biológico **19**
2.1.4 Controle químico **20**
2.2 *Bacillus thuringiensis* **20**
3 OBJETIVO **22**
4 MATERIAIS E MÉTODOS **23**
4.1 Experimento a Campo **23**
4.1.1 Área de experimento **23**
4.1.2 Amostragem **24**
4.1.3 Infestação Artificial **27**
4.1.4 Tratamentos **28**
4.1.5 Aplicações **31**
4.1.6 Infestação final **32**
4.2 Análise estatística **33**
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES **35**
6 CONCLUSÃO **40**

1 INTRODUÇÃO

1.1 Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), cuja origem não está definida, mas estima-se que foi há mais de 20 mil anos, sendo cultivada por povos oriundos do sul do Pacífico. Alguns estudiosos acreditam que a cana-de-açúcar possa ter sido cultivada primeiramente na região de Nova Guiné, utilizada como uma planta silvestre e ornamental. Na sequência, a cultura pode ter sido propagada em regiões vizinhas, como as ilhas Fiji e a Nova Caledônia (Santos, 2018 apud Shikida, 1997), e chegado em localidades como Indonésia, Malásia, Filipinas e na Índia – acredita-se que os indianos foram primeiros a produzir o açúcar bruto extraído do caldo da cana (Santos, 2018).

Em território brasileiro, a cana-de-açúcar teve início antes da coroa portuguesa chegar ao país, no período de colonização do Brasil. Há duas teorias sobre o início da cultura em território brasileiro, a primeira refere-se ao cultivo de cana-de-açúcar primeiramente na região Nordeste. Porém, a teoria mais aceita é que em 1532, a cana-de-açúcar é trazida ao Brasil e introduzida em São Paulo, onde a cultura teve maior expressão, mais precisamente na Capitania de São Vicente, por Martin Afonso de Souza. O açúcar produzido no país, foi exportado para a Europa durante séculos e se mantem até os dias atuais, hoje o açúcar brasileiro chega à diversas localidades do globo (Santos, 2018).

Descrita primeiramente por Linneu, em 1753, e denominada genericamente *Saccharum* (Rodrigues, 2020 apud Szmrecsányi, 1979), a cana-de-açúcar possui seu hábito de crescimento em forma de touceiras, constituída de parte aérea, sendo os colmos, folhas e flores (pendão), e subterrânea, como sistema radicular e rizomas (colmos abaixo do solo, onde uma nova touceira se forma após o corte) (Rodrigues, 2020 apud Szmrecsányi, 1979).

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e deve manter esta posição mesmo enfrentando desafios climáticos, sendo o estado de São Paulo detentor de cerca de 50% da área de cana-de-açúcar nacional (CONAB, 2024).

1.2 Pragas na Cana-de-açúcar

O manejo de pragas na cultura é de suma importância para preservar o potencial produtivo e garantir a longevidade do canavial. Dentre as pragas-chave, destacam-se: a broca-

da-cana, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e também a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) (Pinto *et al*., 2013).

Outros importantes insetos-praga ocorrem nos canaviais, causando prejuízos consideráveis, o gorgulho-da-cana, *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae), *Migdolus fryanus* (Coleoptera: Vesperidae) e os insetos-praga considerados secundários, como o besouro-rajado, *Metamasius hemipterus* (Coleopetera: Curculionidae) (Pinto *et al*., 2013).

Diatraea saccharalis é uma das principais pragas da cana-de-açúcar, sendo que tal importância vem do impacto que seus danos podem causar na lavoura e na indústria, sendo a redução na quantidade e da qualidade do caldo com impactos na produção de etanol e açúcar.

O Brasil, como grande produtor mundial de alimentos, tem o desafio de acelerar a transição para uma agricultura livre de agrotóxicos – uma realidade distante tendo em vista o contexto mundial na atualidade, onde não é possível a produção em larga escala sem a utilização de defensivos –, em sintonia com o apelo das Nações Unidas pela sustentabilidade, fazendo cumprir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Vilela, 2020)

A necessidade de ativos diferentes para o controle de insetos-praga, que atendam práticas sustentáveis no campo é uma realidade que a tempo vem sendo estudada e aplicada gradualmente. Diminuir o volume de moléculas sintéticas utilizadas associadas a um método de controle biológico, como a soltura de inimigos naturais reproduzidos em laboratório e/ou o uso de fungos e bactérias entomopatogênicos, como os inseticidas biológicos.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de *B. thurigiensis*, não associado com inseticida sintético, no controle de *D. saccharalis*, na cultura da cana-de-açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Diatraea saccharalis

A mudança do sistema de colheita manual de cana queimada para a colheita mecanizada de cana crua, trouxe alterações no ecossistema relacionado a diversas pragas, não só pelo grande volume de palhada cobrindo o solo, mas também, pela ausência do fogo, que funcionava como controle natural das populações de insetos praga e seus inimigos naturais nos canaviais (Dinardo-Miranda, 2013).

Broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) ainda é uma das pragas de maior importância nos canaviais brasileiros, principalmente no estado de São Paulo, onde a mesma tem grande potencial biótico e pode ser encontrada de forma geral nos canaviais do estado. Seu status como uma das principais pragas da cultura da cana-de-açúcar se dá pela capacidade de provocar prejuízos significativos no campo e na indústria (Gallo, 1965).

Esses prejuízos, como a perda de massa, são decorrentes do mau desenvolvimento da planta, morte de algumas plantas atacadas, rachamento do colmo – onde se encontram as galerias –, brotação lateral, enraizamento na parte aérea, redução na quantidade de caldo extraído e secamento dos ponteiros (coração-morto). Contudo, o principal prejuízo vai além, sendo os orifícios abertos pela praga nos colmos (injúria da fase larval) uma porta de entrada para patógenos como *Fusarium moniliforme* e *Colletotrichum falcatum*, que acarreta o complexo broca podridão, que ocasionam perdas e inversão de sacarose nos colmos (Sandoval; Senô, 2010).

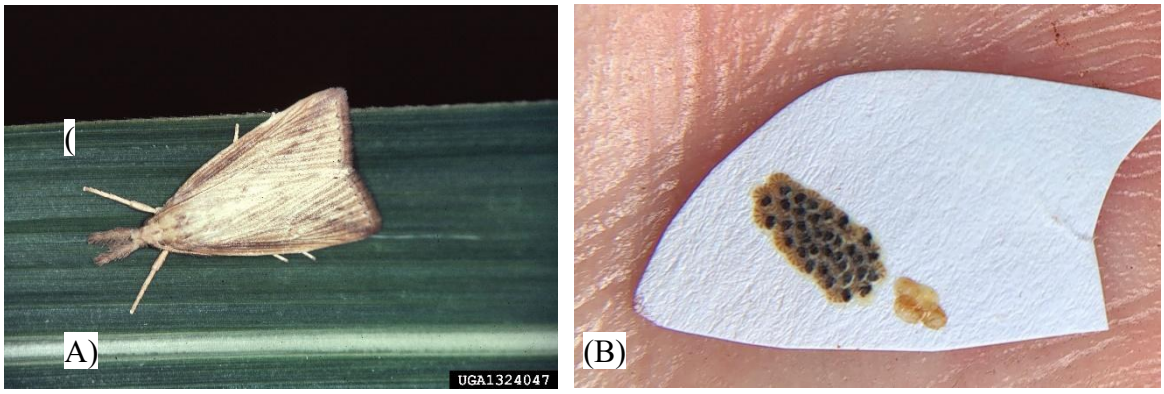
Figura 1 – Orifícios de entrada da larva (A); Galerias decorrentes da alimentação da larva (B)

Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

A broca-da-cana pode ocorrer em todas as fases de desenvolvimento da cultura, sendo que na fase jovem, a incidência é menor, devido à ausência de entrenós na planta. No verão, a predominância de ataques da broca são os canaviais de ano e meio, plantados no início de ano, no estado de São Paulo, já no inverno, a preferência da praga são os canaviais de ano, plantados no período de setembro-outubro. Em outros estados, há certas variedades em que esse ataque permanece por quase o ano todo, ocorrendo um declínio no período de inverno (Sandoval; Senô apud Pinto, 2006).

Como descrito por Nakano (2002) o adulto da broca-da-cana é uma mariposa com as asas anteriores de coloração amarelo-palha, com alguns desenhos pardacentos e as asas posteriores esbranquiçadas e com 25 mm de envergadura. Após o acasalamento, a fêmea faz a postura nas folhas da cana, de preferência na face dorsal. Cada postura possui em média de 5 a 50 ovos, sendo classificada como imbricada, que se assemelha a um segmento de “couro de cobra” ou “escama de peixe”, cuja eclosão das larvas ocorre em torno de 4 a 9 dias.

Figura 2 – Adulto D. *saccharalis* (A); Postura de D. saccharalis (B),



Fonte: William White, Bugwood

A larva migra para o cartucho após a eclosão em busca de proteção, um período que pode durar até duas semanas, onde se alimenta através da raspagem das folhas e casca dos colmos em formação. Após uma ou duas ecdises, ela é capaz de perfurar a base do colmo, abrindo galerias no interior da planta, na região do palmito. Já no interior da planta a larva pode sofrer até 6 ecdises e, essa fase pode durar ao todo 70 dias, dependendo se as condições climáticas, principalmente a temperatura, forem favoráveis (Dinardo-Miranda, 2008 apud Terán *et al*., 1983; Botelho; Macedo, 2002).

A larva, responsável pela alimentação e a injúria direta no colmo, possui uma coloração branco-leitosa, com pequenas manchas marrons ao longo do dorso e capsula cefálica de cor marrom-escura. Possui no total três pares de pernas no segmento do tórax, quatro pares de pernas falsos no segmento abdominal e um par de falsas pernas anais e, quando totalmente desenvolvida mede cerca de 25mm (Figura 3A). Aproximando-se da fase de pupa, a larva perfura o colmo e o fecha parcialmente com restos de sua alimentação e fios de seda, assim permanece protegida durante a fase de pupa. Essa abertura é utilizada para a saída do adulto futuramente. A pupa inicialmente tem uma coloração marrom-clara que escurece gradativamente durante o desenvolvimento (Figura 3B), e com duração média de 10 dias. Após isso emerge o adulto, cuja fase tem uma duração de 7 dias (Dinardo-Miranda, 2008 apud Terán *et al*., 1983; Botelho; Macedo, 2002).

Figura 3 – Larva (A) e pupa (B) de D. *saccharalis*

Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

A broca-da-cana pode ter até quatro gerações anuais, distribuídas em um período que se estende entre os meses de outubro a junho: nos meses de outubro-novembro, os adultos recém emergidos buscam canaviais jovens, e efetuam a postura que origina a primeira geração. Entre os meses de dezembro e fevereiro, tem-se a segunda geração; a terceira geração se dá nos meses de fevereiro a abril, e de maio a junho obtêm-se a quarta geração, esta última pode se prolongar por 5 a 6 meses (Gallo *et al*., 2002).

2.1.1 <u>Infestação e amostragem</u>

A intensidade de infestação de broca-da-cana é determinada por meio da coleta de 100 colmos aleatórios dentro de um talhão, em seguida contando o número de colmos broqueados para ser calculada a porcentagem (Gallo *et al*., 2002).

Há um cálculo que traz dados mais reais e precisos através da intensidade de infestação. A maneira de expressar esse índice é seccionar os colmos coletados longitudinalmente, conta-se o total de internódios e o total de colmos brocados. Esses dados são aplicados a fórmula:

$$\textit{Intensidade de infestação (I)} = \frac{(n^{\circ}.\ \textit{de internódios broqueados})}{n^{\circ}\ \textit{total de internódios}} \times 100$$

Fonte: GALLO *et al*., 2002

2.1.2 Controle cultural

São o conjunto de boas práticas que contribuem para a redução populacional da praga. Dentre essas práticas estão a utilização de variedades resistentes ou tolerantes; o corte da planta sem o uso de despontante; rápida moagem; eliminar plantas hospedeiras próximas ao canavial, principalmente as tigueras de milho e milheto (Gallo *et al*., 2002).

2.1.3 Controle biológico

Sob um contexto global, onde busca-se de forma incessante a produção sustentável, com tecnologia e boas práticas principalmente se tratando de agricultura, o controle biológico é um dos componentes mais importantes na produção agrícola (Parra, 2019).

O controle biológico faz parte dos avanços na agricultura moderna, sendo empregado de maneira isolada e/ou conjuntamente com uma série de estratégias dentro de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP). A sua utilização exige uma série de cuidados e a consciência de que está a manejar organismos vivos para o controle de insetos-praga (Nava, 2009).

Cuidados para com o método de aplicação, temperatura e umidade, a janela de aplicação ("*timing*"), conhecimento do comportamento da praga, devem ser considerados, principalmente em produtos microbiológicos, onde sua eficácia demanda maior prazo.

As fases do ciclo de desenvolvimento da broca-da-cana podem se expor a ação de diferentes inimigos naturais, tais como parasitoides, predadores e entomopatógenos (fungos, bactérias, vírus etc.). O sucesso do controle biológico da broca-da-cana deve-se à existência de grande diversidade de parasitoides e predadores que atuam principalmente sobre os estágios de ovo e lagarta da praga (Nava, 2009).

Há também o monitoramento de adultos na área, que utiliza fêmeas da espécie para atraírem os machos para uma armadilha, uma forma indireta de controle biológico por feromônios. (Gallo *et al*., 2002).

As armadilhas confinam as pupas fêmeas de *D. saccharalis*, que quando emergem liberam o feromônio sexual a fim de atrair os machos próximos para o acasalamento. A cola entomológica presente na armadilha, prendem os machos atraídos, podendo determinar o nível de presença da praga na área e estipular o nível de controle e aplicação na lavoura (Koppert, 2025).

Figura 1 - Armadilha delta com piso adesivo e fêmeas virgens de broca-da-cana

Fonte: Ueliton BPbioenergy

2.1.4 Controle químico

O controle químico se baseia na aplicação de moléculas sintéticas como: Ampligo® (Lambda-cialotrina + Clorantraniliprole) e Dimilin® 80WG (Diflubenzurom), na região do "palmito", quando a amostragem revelar que 3% das canas contêm lagartas recém-eclodidas (Gallo *et al*., 2002).

É a alternativa mais eficaz de controle, dependendo do diagnóstico e dos parâmetros reconhecidos pelo programa de monitoramento. No caso da broca-da-cana, o uso de inseticidas sintéticos é mais eficaz quando aplicado na fase larval do inseto-praga, onde os ovos ainda se encontram nas folhas da cana-de-açúcar (Coleagro, 2023).

2.2 *Bacillus thuringiensis*

A bactéria foi descrita pela primeira vez em 1904, no Japão, por um bacteriologista chamado Ishiwata, que associou as mortes de larvas de bicho-da-seda, *B. mori* (Lepidoptera: Bombycidae), à bactéria. Posteriormente em 1911, na Alemanha, a mesma bactéria foi descrita por Berliner, após ser isolada de larvas mortas de traça-da-farinha, *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), e em homenagem a região de Turíngia, na Alemanha, onde foram

encontradas as larvas mortas, o organismo foi batizado de *B. thuringiensis* (Monnerat *et al*., 2020).

Bacillus thuringiensis produz um ou mais cristais proteicos no momento de sua esporulação, chamados de Cry e Cyt. Estas toxinas, são inofensivas para o organismo humano, de vertebrados e plantas, sendo um agente não poluente para o meio ambiente, pois são biodegradáveis, ainda sim, altamente específico para o inseto-alvo (Bravo *et al*, 2005).

As chamadas δ-endotoxinas são as responsáveis pelas propriedades tóxicas (inseticidas) da *B. thuringiensis* (Schnepf *et al*., 1998). Duas famílias multigênicas são formadas através dessas endotoxinas, a Cry e a Cyt. Sendo que as proteínas Cry, são especificamente seletivas as ordens de insetos Lepidoptera e Coleóptera (Bravo *et al*, 2005).

As proteínas Cry da *B. thuringiensis* são ingeridas e solubilizadas no intestino do inseto, são processadas pelas proteases presentes no organismo do indivíduo e a ligação das toxinas presentes nas proteínas Cry aos receptores do intestino do inseto, levam-no a morte (SCHNEPF *et al*., 1998). Essa ligação das toxinas aos receptores do intestino, é chamada de sistema "chave-fechadura", que causam úlceras no organismo do inseto, o matando por inanição (no caso de plantas transgênicas) ou septicemia (no caso de inseticidas Bt).

Bacillus thuringiensis tem grande importância no controle de insetos-praga, tendo grande versatilidade e podendo ser utilizada tanto como inseticida, onde a aplicação deve atingir o alvo diretamente ou o alvo deve ingerir os cristais proteicos através da sua alimentação. Outra forma seria através de plantas transgênicas, quando através de engenharia genética os genes da bactéria são inseridos no material genético da planta, que produz esses cristais para proteção, em que a raspagem das folhas por exemplo, levaria o inseto a ingerir os cristais proteicos presentes nas estruturas destas plantas.

3 OBJETIVO

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar a eficácia do controle de larvas do inseto-praga broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), por meio da utilização da bactéria *Bacillus thuringiensis* como inseticida biológico.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Experimento a Campo

4.1.1 Área de experimento

O projeto foi realizado em parceria com o Grupo BP Bioenergia, na Unidade Moema, sediada no município de Orindiúva, São Paulo, Brasil. O campo de experimentação, com a variedade de cana-de-açúcar RB975201, em 2°. corte, encontrava-se em cultivo em área localizada no município de Paulo de Faria-SP onde historicamente há a ocorrência do inseto-praga na cultura da cana-de-açúcar.

A implantação do experimento foi realizada no dia 08 de janeiro 2025 e a área escolhida encontrava-se entre os municípios de Orindiúva e Paulo de Faria-SP (20°03’57.64” S; 49°21’53.24” O; 490m de altitude). O talhão utilizado para a instalação do ensaio de pesquisa possuía área total de 6,13 ha e a área demarcada para o experimento (Figura 5) possuía aproximadamente 52m de comprimento e 42m de largura, 2.184m² ou 0,22 ha aproximadamente.

Figura 5 - Área experimental

Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições (Figura 7), sendo cada parcela com dimensão de 12m de comprimento e 6m de largura – 4 linhas de 1,5m entrelinhas –, sendo de 4 linhas, foram escolhidas 2 linhas centrais

de cada tratamento como parcela útil a serem avaliadas e as 2 linhas laterais como bordadura, devido a extensão inesperada e amostragens perdidas durante o experimento, em algumas parcelas houve a necessidade de utilizar as bordaduras para amostragem de infestação da praga.

Figura 6 - Croqui do experimento

Croqui Ensaio de Pesquisa Bt NOOA - Grupo BP/Usina Moema

R4	T2	T6	T7	T3	T5	T4	T1
R3	T7	T1	T3	T2	T4	T5	T6
R2	T4	T7	T1	T5	T3	T6	T2
R1	T2	T7	T5	T1	T3	T6	T4

carreador

Tratamentos

T1	Bt NOOA
T2	Bt Biobrev Full
T3	Bt Dipel
T4	Ampligo
T5	Dimilin
T6	Bt NOOA (3x)
T7	Testemunha

Fonte: José Rossato Jr.

4.1.2 Amostragem

No período de janeiro de 2025 a abril de 2025, foram realizadas sete amostragens para constatação e contagem de larvas de broca-da-cana dentro e fora dos colmos e análise de intensidade de infestação.

A amostragem de parcelas no experimento foi padronizada em 2 pontos amostrais de 1m (um metro) de touceira. Em cada ponto as bainhas das folhas foram retiradas cuidadosamente e avaliadas para constatar a presença de larvas de *D. saccharalis* dentro da parcela útil. Se encontrados indícios de sua presença, o colmo era rachado longitudinalmente para encontrar e contabilizar formas biológicas como larvas e/ou pupas.

Para melhor compreensão de como era realizada esta amostragem deve-se entender que cada parcela do campo possui 4 linhas, dentre essas 4 linhas, as 2 linhas centrais, determinadas como parcela útil, foram separas entre linha esquerda e linha direita, partindo do carreador. Nestas linhas, selecionamos cerca de 1m de touceira para ser amostrado.

Figura 7 - Amostragem prévia de touceira para verificação de formas biológicas e danos: retirada e verificação da bainha das folhas

Fonte: João Vitor Zeviani

As avaliações por levantamento populacional de broca-da-cana, foram realizadas previamente à instalação do experimento. Depois de instalado, a infestação de larvas foi monitorada semanalmente até os 30 dias de experimentação. Na sequência, as avaliações passaram a ser quinzenalmente até os 60 dias, totalizando 4 avaliações semanais e 3 quinzenais. Ao final do experimento, foi realizada a avaliação de infestação final.

Tabela 1 - Protocolo de amostragem de colmos

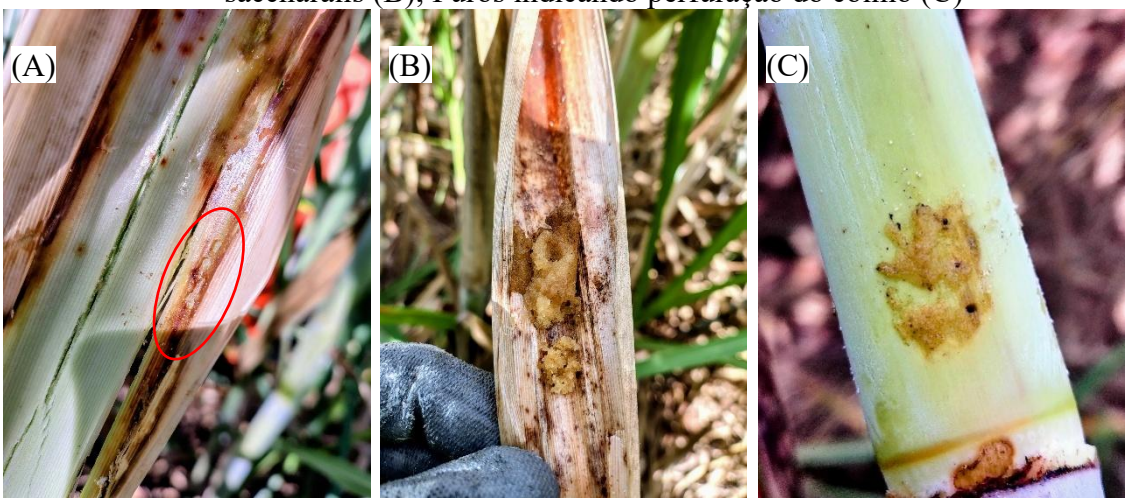
Avaliação	DAA – Dias após aplicação	Data
Larvas de broca-da-cana no colmo	0	08/01/25
	S1	16/01/25
	S2	23/01/25
	S3	30/01/25
	S4	05/02/25
	Q1	26/02/25
	Q2	12/03/25
	Q3	28/03/25
% de Intensidade de infestação		11/04/25

*S = Semanal, Q = Quinzenal..

Uma vez que esse ponto amostral de 1m era selecionado, o amostrador deveria retirar as folhas com cautela, da base ao ápice da cana, atentando-se a presença de larvas de broca-da-cana nas folhas ou base dos gomos, principalmente folhas próximas ao “palmito” da cana, onde o colmo é mais tenro e tem preferência pela larva do inseto. Feito isso, verificava-se todos os gomos a fim de encontrar sinais de alimentação nos colmos, sendo esses indícios restos de sua

alimentação ou pequenos furos que indicassem a sua entrada no interior do colmo. Se os sinais de sua presença (Figura X) fossem localizados, o amostrador deveria seccionar os colmos longitudinalmente e, com cautela observar se há presença de formas biológicas como larvas e pupas.

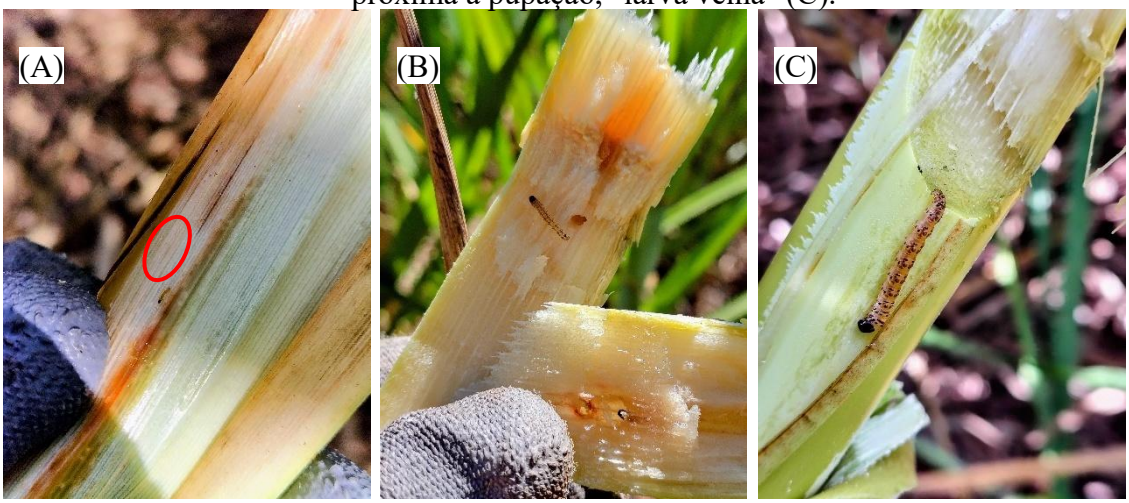
Figura 8 - Indícios de alimentação na folha (A); Restos de alimentação da larva de D. saccharalis (B); Furos indicando perfuração do colmo (C)



Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

As larvas foram separadas entre “novas” e “velhas”, onde as larvas novas são aquelas recém eclodidas e/ou nos primeiros instares, sendo posteriores a infestação artificial e as larvas velhas antecedem o experimento e infestação artificial, ambas ainda são separadas de acordo com o local em que se encontram (dentro ou fora dos colmos). Também foi avaliado a presença de pupas, larvas mortas, danos recentes e danos antigos na planta.

Figura 9 - Larva recém-eclodida (A); Larva jovem, em seus primeiros instares (B); Larva próxima à pupação, "larva velha" (C).



Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

Os parâmetros avaliados na amostragem do experimento foram:

- Larva dentro (LD);
- Larva fora (LF);
- Intensidade de infestação (%)

4.1.3 <u>Infestação Artificial</u>

Segundo Terán-Peredo (1982) a baixa pressão populacional de larvas pode ser atribuída a idade do canavial, em canaviais mais desenvolvidos a broca-da-cana tem sua capacidade reprodutiva reduzida. O que justifica a necessidade de ter sido utilizado a infestação artificial na área experimental, pois o canavial no início do experimento já apresentava grande número de internódios formados.

No início de janeiro, início das avaliações de formas biológicas, a infestação de larvas era abaixo do esperado para realização do ensaio. Sendo assim, surgiu a necessidade de infestar artificialmente com ovos de *D. saccharalis* em duas datas, com a primeira infestação realizada no dia 08/01/2025. Devido a uma baixa na população da praga no ensaio na segunda quinzena do mês de fevereiro, se fez necessário infestar novamente todos os tratamentos no dia 26/02/2025 de acordo com a metodologia já citada. Ambas as infestações foram sucedidas de uma aplicação, cujo a última data referida, realizou-se a aplicação apenas do tratamento 6 (p.c. Bettus 2x). No total 1.792 posturas foram necessárias para a realização do experimento.

Para realização da infestação artificial das plantas do ensaio de pesquisa foram separadas em torno de 2000 ovos de *D. saccharalis*, adquiridas de biofábrica específica de

criação do inseto. Em ambiente controlado, as fêmeas depositam a massa de ovos em folhas de papel sulfite, que são coletados, levados para o campo e recortados, sempre atento a temperatura, para que não haja a eclosão de larvas antes de posicionar na planta.

O padrão de infestação foi definido em 8 posturas por linha de plantas em cada parcela, ou seja, em todas as 4 linhas dos 28 tratamentos do plano de ensaio, sendo 1 postura a cada 1,5 m linear, alocadas no terço superior da planta denominada de "folha +1" (região do "palmito"). Um total de 32 plantas foram infestadas por parcela, sendo necessário um total de 896 posturas em todo campo experimental.

Figura 10 - Recortes de papel contendo a massa de ovos de D. saccharalis (A); Posicionamento de posturas na folha +1 da planta (B).

Fonte: Gabriel Cano

4.1.4 Tratamentos

O experimento possui 7 tratamentos sendo, 4 desses defensivos biológicos, 2 defensivos químicos e 1 testemunha absoluta (sem aplicações).

Tabela 2 - Produtos utilizados no experimento

Tratamento	Produto	Fabricante	Composição	Formulação	Concentração
1	Bettus®	NOOA™	*Bacillus thuringiensis*	(SC)	30 $g.L^{-1}$
2	Biobrev Full®	Total Bio™	*Bacillus thuringiensis*	(SC)	425 $g.L^{-1}$
3	Dipel®	Sumitomo™	*Bacillus thuringiensis*	(SC)	33,60 $g.L^{-1}$
4	Ampligo®	Syngenta™	Lambda-cialotrina + Clorantraniliprole	(ZC)	50 $g.L^{-1}$ + 100 $g.L^{-1}$
5	Dimilin®	UPL™	Diflubenzurom	(WG)	800 g/Kg
6	Bettus®(2x)	NOOA™	*Bacillus thuringiensis*	(SC)	30 $g.L^{-1}$

Fonte: O Autor (2025)

Figura 11 - Bettus, NOOA. Produto aplicado nos tratamentos 1 e 6.

BETTUS ORG

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA sob n° 02821

COMPOSIÇÃO:
Bacillus thuringiensis var. *kurstaki*, isolado HD-1 (S1450) (3,4 x 10^9 esporos viáveis/mL)...**30 g/L (3% m/v)**
Outros Ingredientes .....**970 g/L (97% m/v)**

CONTEÚDO: VIDE RÓTULO

CLASSE: Inseticida microbiológico

TIPO DE FORMULAÇÃO: Suspensão concentrada (SC)

Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

Figura 12 - BiobrevFull, Total Biotecnologia Industria e Comercio S/A. Aplicado no tratamento 2

TOTAL BIO
Biosolutions for Agriculture

BIOBREV FULL

Registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA sob nº 32423

COMPOSIÇÃO:
Bacillus thuringiensis, isolados CCTB22 e CCTB25 (9,33 x 10^8 endósporos viáveis/mL)....425 g/L (42,50% m/v)
Brevibacillus laterosporus, isolado CCT492 (2, 33 x 10^8 endósporos viáveis/mL).....425 g/L (42,50% m/v)
Outros ingredientes.....150 g/L (15,0% m/v)

CONTEUDO: VIDE RÓTULO.
CLASSE: Inseticida microbiológico
TIPO DE FORMULAÇÃO: Suspensão Concentrada (SC).

Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

Figura 13 - DiPel, Sumitomo. Aplicado no tratamento 3

Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

Figura 14 - Ampligo, Syngenta. Aplicado no tratamento 4.

<Logomarca do produto:

AMPLIGO®

Registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA sob nº 0610.

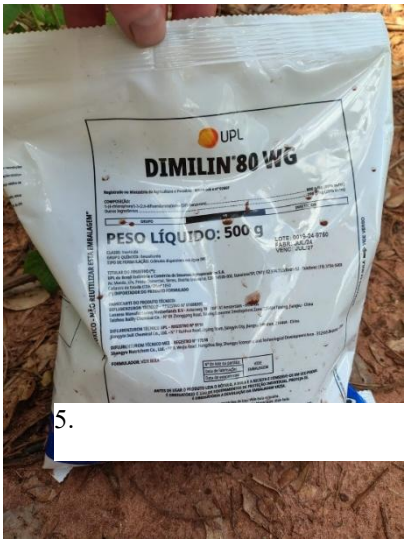
COMPOSIÇÃO:
Reaction product comprising equal quantities of (R) -α-cyano-3-phenoxybenzyl (1S,3S) -3- [(Z) -2-chloro-3,3,3-trifluoropropenyl]-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate and (S) -α-cyano-3-phenoxybenzyl (1R,3R) -3-[(Z)-2-chloro-3,3,3-trifluoropropenyl]-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate
(LAMBDA-CIALOTRINA) .....**50 g/L (5% m/v)**
3-bromo-4'-chloro-1- (3-chloro-2-pyridyl) -2'-methyl-6'- (methylcarbamoyl) pyrazole-5-carboxanilide
(CLORANTRANILIPROLE) .....**100 g/L (10% m/v)**
Solvent Naphta (petroleum), heavy arom. (Nafta de Petróleo).....**40,9 g/L (4,09% m/v)**
Outros Ingredientes: .....**930 g/L (93% m/v)**

GRUPO	3A	INSETICIDA
GRUPO	28	INSETICIDA

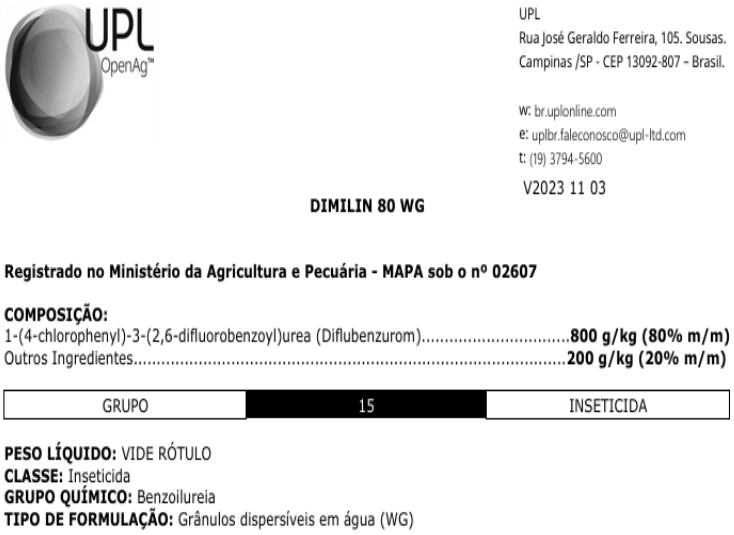
CONTEÚDO: VIDE RÓTULO
CLASSE: INSETICIDA DE CONTATO E INGESTÃO
GRUPO QUÍMICO: PIRETROIDE (LAMBDA-CIALOTRINA) E ANTRANILAMIDA (CLORANTRANILIPROLE)
TIPO DE FORMULAÇÃO: MISTA DE CS E SC (ZC)

Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

Figura 15 - Dimilin, UPL. Aplicado no tratamento



5.



UPL
Rua José Geraldo Ferreira, 105. Sousas.
Campinas /SP - CEP 13092-807 – Brasil.

w: br.uplonline.com
e: uplbr.faleconosco@upl-ltd.com
t: (19) 3794-5600
V2023 11 03

DIMILIN 80 WG

Registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA sob o nº 02607

COMPOSIÇÃO:
1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea (Diflubenzurom).....**800 g/kg (80% m/m)**
Outros Ingredientes.....**200 g/kg (20% m/m)**

GRUPO	15	INSETICIDA

PESO LÍQUIDO: VIDE RÓTULO
CLASSE: Inseticida
GRUPO QUÍMICO: Benzoilureia
TIPO DE FORMULAÇÃO: Grânulos dispersíveis em água (WG)

Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

4.1.5 Aplicações

Os produtos foram aplicados por meio de um pulverizador costal pressurizado de CO_2, e barras de pulverização com pontas tipo leque.

Após isso, foram realizados cálculos para o volume de calda e dose de cada produto para as duas aplicações, sendo esses os dados da primeira e segunda aplicação, respectivamente:

Tabela 3 - Dosagem de produtos em cada aplicação

1ª Aplicação: 09/01/25				
Nº	**Tratamento**	**Frequência de Aplicação**	**Doses (Kg ou L.ha^{-1})**	**Doses em 8L de água (Kg ou L.ha^{-1})**
1	Bettus	1	1	0,5
2	Biobrev Full	1	1	0,5
3	DiPel	1	1	0,5
4	Ampligo	1	0,15	0,075
5	Dimilin	1	0,05	0,25
6	Bettus (2x)	2	1	0,5
7	Testemunha	0	0	0
2ª Aplicação (Sequencial): 26/02/25				
Nº	**Tratamento**	**Frequência de Aplicação**	**Doses (Kg ou L.ha^{-1})**	**Doses em 8L de água (Kg ou L.ha^{-1})**
6	Bettus sequencial	2	1	0,6

Fonte: O Autor (2025)

Seguidamente, a equipe dosou cada produto para o preparo de calda com o auxílio de seringas e medidos em uma proveta graduada de 10 ml, sendo a água previamente medida e colocada em baldes, onde o produto foi adicionado e misturado, para serem colocados nos respectivos recipientes para aplicação. O recipiente de armazenamento da calda se tratava de uma garrafa pet, onde foram utilizadas 4 garrafas para o volume total de calda a ser aplicado em cada tratamento.

O recipiente é acoplado a um sistema de sucção com um "pescador" que direciona o produto a barra com auxílio do CO_2, semelhante ao pulverizador costal comum, mas com vazão constante, o sistema de aplicação mais próximo de um pulverizador convencional.

A barra de pulverização contia 2 pontas do tipo leque, erguida de forma que o leque atingisse a região do "palmito", de forma que o produto entrasse em contato com a larva em estágio inicial, para impedir sua entrada na base dos colmos.

Figura 16 - Pulverização da parcela (A); Representatividade do alvo químico (B).

Fonte: Gabriel Cano e Vinicius Garcia

Então, tem-se aplicação em todos os tratamentos, exceto pela testemunha realizada no dia 09/01/25 e, subsequentemente no dia 26/02/25, aplicação sequencial do produto Bettus apenas nas 4 parcelas do tratamento 6. Seguiram-se todas as normas de segurança impostas pela Equipe de Segurança da BPbioenergy.

4.1.6 <u>Infestação final</u>

Este método consiste no levantamento de danos causados nos canaviais pela broca-da-cana, o termo "infestação" era usado entre os colaboradores no dia a dia, e "final" por se tratar de canas que estão para ser destinadas a indústria (assim consolidou-se o nome "infestação

final"), ou seja, em canaviais que seriam colhidos e processados ou até mesmo em canas utilizadas para o replantio (Terán-Peredo, 1982).

Conforme a metodologia de Terán-Peredo (1982), o levantamento foi realizado através da coleta de amostras de forma aleatória dentro do canavial. Com as amostradas coletadas, corta-se os colmos longitudinalmente, contabiliza-se o número total de gomos e total de gomos broqueados, o que resulta no índice de infestação final (Dinardo-Miranda *et al*., 2011).

Todas as etapas de amostragem de infestação final no experimento foram realizadas com auxílio da equipe de amostragem da própria Usina. Retirou-se amostras de 10 colmos aleatórios dentro de cada parcela útil nas 28 parcelas. Um total de 280 colmos avaliados.

O percentual de Intensidade de Infestação (%II) de cada tratamento obtida através da contagem do total de gomos broqueados e dividindo pelo número de gomos totais.

O nível de controle de broca é determinado através do índice de infestação, se estiver igual ou superior a 3%. Quando se utiliza o controle químico, a amostragem é feita de maneira a contabilizar a presença de larvas nos primeiros dias de vida, na região da Folha +1, próxima ao "palmito" da planta, antes que as mesmas penetrem nos colmos. O nível de controle para as larvas encontradas nas regiões do palmito, é de 3% (Gallo *et al*., 2002).

Tabela 4 - Graus de infestação de Broca-da-cana

Grau de Infestação	Infestação	Intensidade de Infestação
Baixo	0 – 25%	0 a 5%
Moderado	25 – 50%	5 a 10%
Regular	50 – 75%	10 a 15%
Elevado	75 – 95%	15 a 25%
Muito Elevado	+ de 95%	além de 25%

Fonte: Gallo *et al*. (2002).

4.2 Análise estatística

O presente ensaio de pesquisa foi instalado sob delineamento de blocos casualizados – DBC, com sete tratamentos e quatro repetições,

Os dados coletados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e obtidos através do programa de análise estatística AgroStat, desenvolvido por Prof. Dr. José Carlos Barbosa do Departamento de Ciências Exatas FCAV – UNESP – Campus de Jaboticabal e o Eng. Agrônomo Walter Maldonado Junior.

Os dados que foram obtidos a campo através da amostragem de larvas nos colmos, sendo estes números a média de larvas contabilizadas dentro dos colmos seccionados em cada um dos tratamentos.

A análise representa a flutuação populacional de larvas dentro e fora dos colmos durante todo o período de amostragens do experimento, onde a média de larvas encontradas nos tratamentos foram somadas, e transformadas em uma média de larvas total encontradas em determinado dia de avaliação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O número de larvas dentro dos colmos retratados na Tabela 5, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. A Figura 23 foi elaborada com os dados referidos na tabela, sobre a presença de larvas dentro dos colmos em cada tratamento durante o período de amostragens.

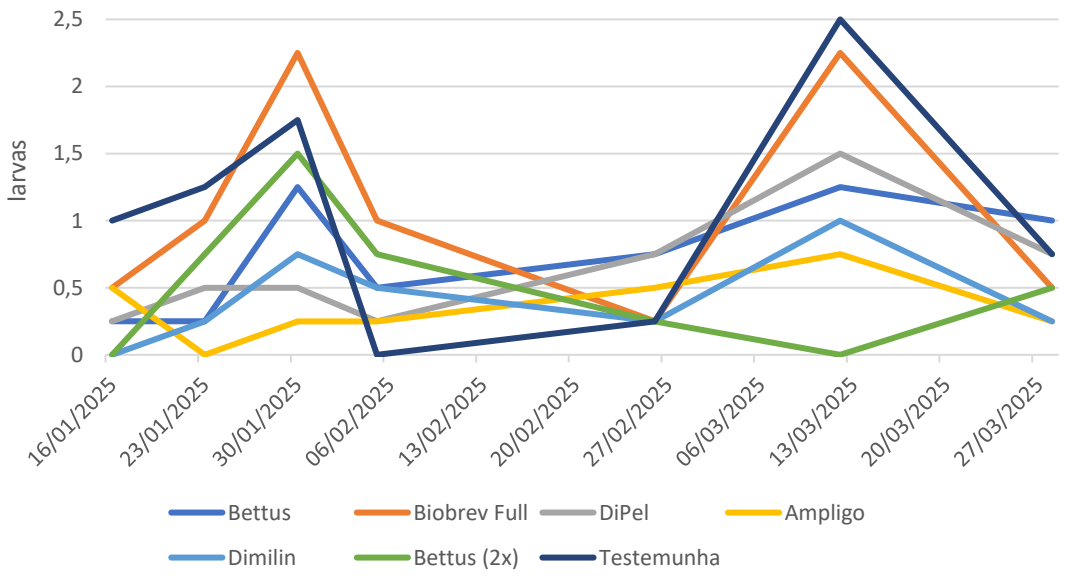
Tabela 1 – Número médio de larvas dentro dos colmos

	16/01/25	23/01/25	30/01/25	05/02/25	26/02/25	12/03/25	28/03/25
Bettus	0,25	0,25	1,25	0,50	0,75	1,25	1,00
Biobrev Full	0,50	1,00	2,25	1,00	0,25	2,25	0,50
DiPel	0,25	0,50	0,50	0,25	0,75	1,50	0,75
Ampligo	0,50	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,25
Dimilin	0,00	0,25	0,75	0,50	0,25	1,00	0,25
Bettus (2x)	0,00	0,75	1,50	0,75	0,25	0,00	0,50
Testemunha	1,00	1,25	1,75	0,00	0,25	2,50	0,75
CV (%)	152,75	126,65	96,06	113,51	212,49	135,00	119,75
DMS	1,27	1,69	2,64	1,23	2,12	4,16	1,59

***CV** = Coeficiente de variação; **DMS** = Diferença mínima significativa. Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferenças pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: O Autor

Figura 17 – Número de larvas encontradas dentro dos colmos dos tratamentos



Fonte: O Autor (2025)

Na Tabela 6, apenas o número médio de larvas de *D. saccharalis* avaliados fora dos colmos no dia 05/02/2025, os tratamentos Biobrev Full, Ampligo e Dimilin se diferiram da

Testemunha, mas não se diferem dos demais tratamentos. Os tratamentos Bettus, DiPel e Bettus (2x), não apresentaram diferenças da Testemunha e demais tratamentos.

Tabela 2 – Número médio de larvas fora dos colmos

	16/01/25	23/01/25	30/01/25	05/02/25	26/02/25	12/03/25	28/03/25
Bettus	0,50	0,25	0,75	1,25 ab	0,25	0,00	0,50
Biobrev Full	1,00	0,75	0,25	0,50 b	0,25	1,00	0,00
DiPel	0,00	1,25	0,75	0,75 ab	0,50	2,00	0,00
Ampligo	0,25	0,00	0,25	0,50 b	0,00	0,00	0,75
Dimilin	1,00	1,00	0,50	0,25 b	0,25	0,00	0,25
Bettus (2x)	0,50	0,50	0,25	1,00 ab	0,00	0,25	0,00
Testemunha	0,50	1,75	0,75	2,00 a	0,00	0,50	0,50
CV (%)	132,51	139,34	164,75	63,88	223,10	246,37	221,57
DMS	1,65	2,00	1,92	1,33	0,93	3,08	1,47

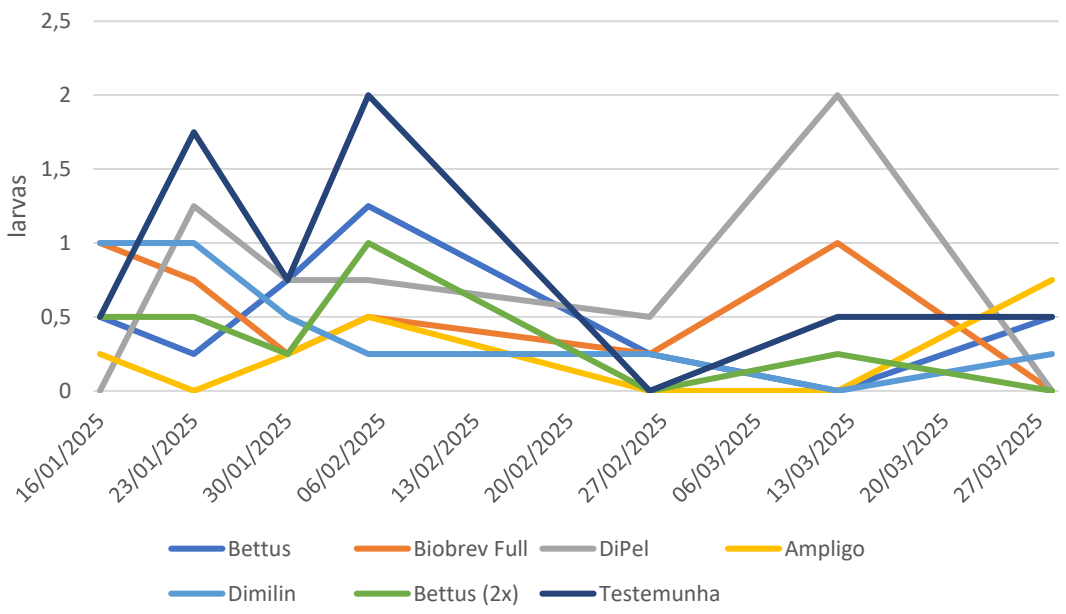
***CV** = Coeficiente de variação; **DMS** = Diferença mínima significativa. Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferenças pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: O Autor

As datas de amostragem anteriores e posteriores ao dia 05/02/25 não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

O resultado da Tabela 6 foi transformado em um gráfico de linhas, onde é possível uma melhor visualização do número de larvas encontradas fora dos colmos durante o período de amostragens (Figura 24).

Figura 18 - Número de larvas fora dos colmos



Fonte: O Autor (2025)

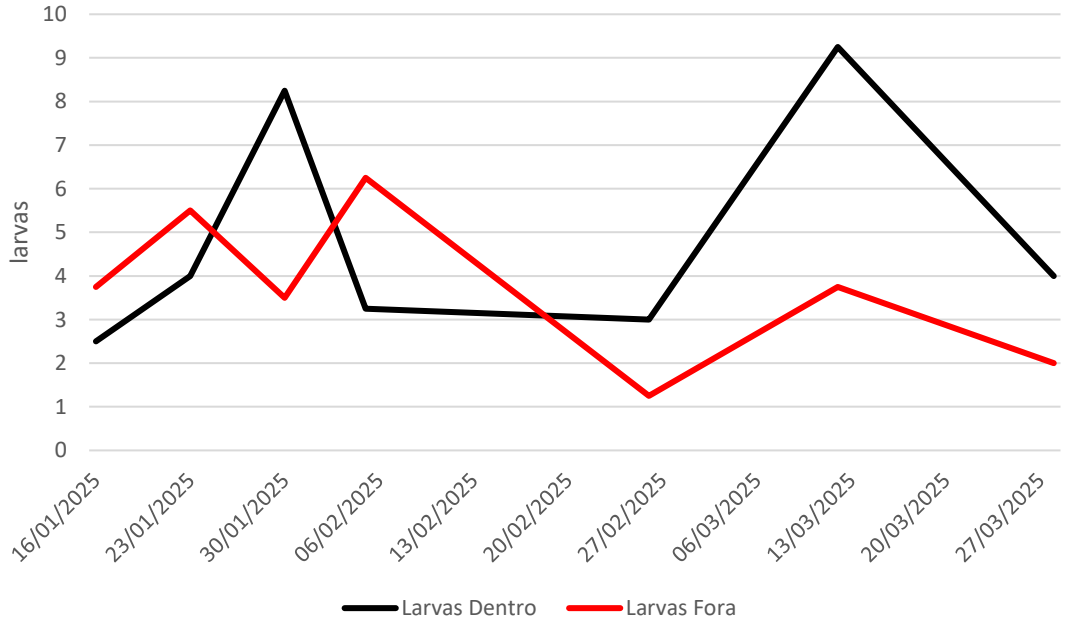
Assim como observado por Pavani (2011), o período de 7 às 17h engloba horários de alta e baixa atividade das larvas de *D. saccharalis*. Durante o experimento procurou manter-se o padrão de horários para avaliação de larvas, no horário compreendido entre as 9 e 12h.

Apenas no dia 05/02/2025 a avaliação foi executada no período das 14 às 16h, o que pode justificar a diferença significativa na média de larvas encontradas fora das plantas, que não foi vista nas demais datas do experimento.

Por ser uma avaliação laboriosa, demandava tempo a considerar as dificuldades encontradas no canavial, como a altura na qual as plantas se encontravam e/ou o tombamento que afligiu a área devido as tempestades da região. Essas condições podem ter influenciado nas amostragens e impedido a visualização de formas biológicas fora dos colmos.

A média de larvas encontradas nos tratamentos foram somadas e transformadas em uma média de larvas total encontradas em determinado dia de avaliação (Figura 25).

Figura 19 - Flutuação populacional de larvas dentro e fora dos colmos



Fonte: O Autor (2025)

A quantidade de larvas dentro dos colmos apresentou dois picos populacionais: o primeiro na avaliação do dia 30/01/2025, com média de 8,25 larvas, e o segundo pico, sendo o maior na avaliação realizada em 12/03/2025, com uma média de 9,25 larvas.

A flutuação de larvas fora dos colmos também apresentou dois picos populacionais, o primeiro no dia 23/01/2025, com uma média de 5,5 larvas, e o segundo pico e, coincidentemente o maior, apresentou a média de 6,25 larvas e refere-se ao dia 05/02/2025.

Os picos populacionais observados em ambos os parâmetros – Larva dentro e Larva fora dos colmos – foram avaliados nos períodos de segunda e terceira geração do inseto-praga, como descrito na literatura (Gallo *et.al*, 2002).

Na Tabela 7, tem-se o percentual de Intensidade de Infestação (%II) de cada tratamento obtida através da contagem do total de gomos broqueados e dividindo pelo número de gomos totais.

Tabela 3 - %intensidade de infestação

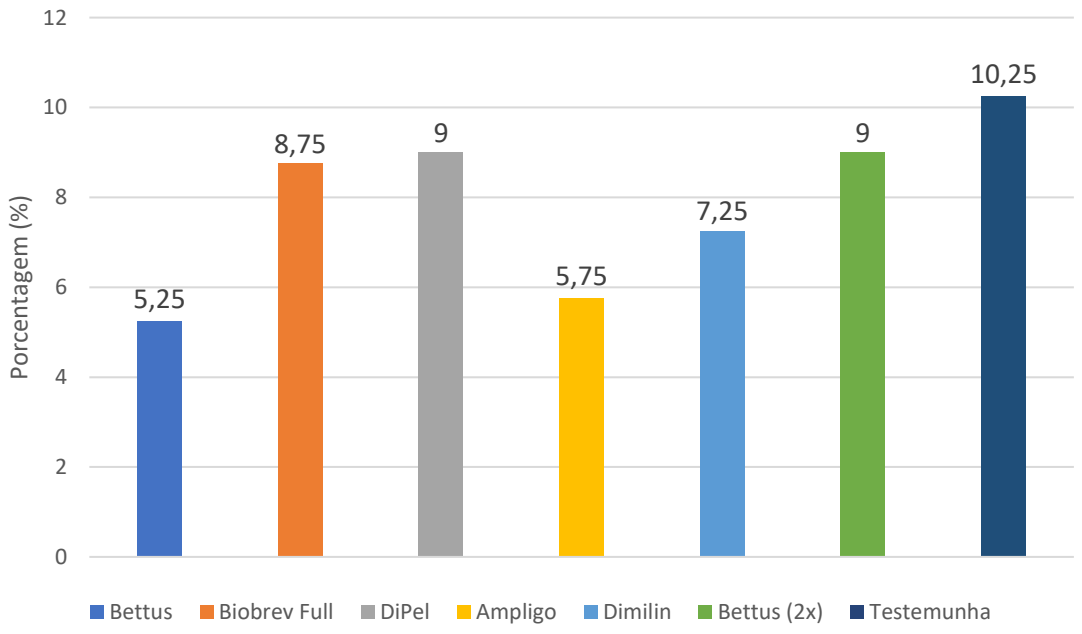
Tratamento	%
Bettus	5,25
Biobrev Full	8,75
DiPel	9,00
Ampligo	5,75
Dimilin	7,25
Bettus (2x)	9,00
Testemunha	10,25
CV (%)	52,93
DMS	9,67

***CV** = Coeficiente de variação; **DMS** = Diferença mínima significativa. Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferenças pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: O Autor

Os dados referentes a variável percentual Intensidade de Infestação (%II) evidenciada na Tabela 7, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Figura 20 - Gráfico percentual Intensidade de infestação



Fonte: O Autor (2025)

De acordo com Batista Filho (1998) um fator chave do sucesso de formulações a base de *Bacillus thuringiensis* é a persistência na planta. A importância dessa persistência varia de acordo com o comportamento do inseto-praga, como no caso das larvas de broca-da-cana que ficam expostas ao ambiente durante um curto período antes de adentrar os gomos. Dito isso, é de suma importância não só o conhecimento comportamental do inseto-alvo, mas também das técnicas adequadas sobre a tecnologia de aplicação.

As condições ideais para aplicação de defensivos seriam o cenário de temperatura abaixo dos 30°C e umidade relativa acima do 50% e ventos entre 3 e 10 $km.h^{-1}$ (Antuniassi, 2005). As condições encontradas na área atenderam as recomendações objetivando preservar a performance dos produtos.

As larvas de *D. saccharalis* encontradas, dentro e fora dos colmos, bem como o índice de % Intensidade de infestação não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos em que houve a aplicação de a *Bacillus thuringiensis* sequencialmente (p.c. Bettus 2x). Esses resultados corroboram aos encontrados por Pavani (2011).

6 CONCLUSÃO

As variáveis % Intensidade de Infestação e Larvas Dentro dos colmos não apresentam diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Biobrev Full, Ampligo e Dimilin apresentam diferença significativa em relação a Testemunha, apenas no dia 05/02/2025, para o parâmetro de Larvas Fora do colmo.

REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R.; Tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja. **Boletim de Pesquisa de Soja**. Cuiabá: Fundação Mato Grosso, 2005.

BATISTA FILHO, A.*et al*. Formulacão de Entomopatogenos. In: BATISTA FILHO, A.*et al*. (Org.). **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 917-966.

BRAVO, Alejandra. *et al*. ***Bacillus thuringiensis*: A story of a successful bioinsecticide**. 7. ed. ScienceDirect: Elsevier, 2011. 423-431 p. v. 41. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965174811000543. Acesso em: 11 maio 2025.

COLEAGRO: Monitoramento de Insetos Agricolas. *In*: **Broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*)**: Controle e Monitoramento. [*S. l.*], 2023. Disponível em: https://www.coleagro.com.br/broca-da-cana-diatraea-saccharalis/. Acesso em: 11 maio 2025.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTCIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Brasília, DF, v. 12, n. 3 novembro 2024. Disponível em: http://www.conab.gov.br. Acesso em: 11 maio 2025.

CULTIVAR: Grandes Culturas. *In*: GARCIA, José Francisco. **Medidas de controle da broca da cana-de-açúcar**: Integrar medidas de controle, realizar monitoramento adequado e manejar de modo regionalizado estão entre estratégias indispensáveis contra o inseto. Revista Cultivar, 2021. Disponível em: https://revistacultivar.com.br/noticias/medidas-de-controle-da-broca-da-cana-de-acucar. Acesso em: 11 maio 2025.

DE MELO, A. B. P.; PARRA, J. R. P. **Biologia de *Diatraea saccharalis* em diferentes temperaturas**. 1988. Parte de dissertação de Mestrado (Engenheiro Agronômo) - ESALQ/USP, Piracicaba, 1987. Disponível em: https://apct.sede.embrapa.br/index.php/pab/article/view/13945/7919. Acesso em: 11 maio 2025.

DINARDO-MIRANDA, Leila Luci. *et al*. **Influência da infestação de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) sobre parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar.** SciELO, Ribeirão Preto, SP, Brasil, ano 2012, v. 71, n. 3, p. 342-345, 4 set. 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/brag/a/H5PSdVgRLstKtBGdTLwptFR/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 11 maio 2025.

DINARDO-MIRANDA, Leila Luci; FRACASSO, Juliano Vilela. **Palha de cana-de-açúcar e populações de pragas e nematoides**. *Scientia Agricola*. Piracicaba, Brasil. Vol.70. n°5. p 305-310. Outubro, 2013. Acesso em: https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000500012.

DINARDO-MIRANDA, L.; VASCONCELOS, A.; LANDELL, M. **Cana-de-açúcar.** Vol.1. 882p. Campinas. Instituto Agronômico, 2008.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 510 p. Disponível em:

https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/publicacoes/livro-controle-biologico-de-pragas-da-agricultura-embrapa-2020/view. Acesso em: 11 maio 2025.

GALLO, Domigos. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz: FEALQ, 2002. 470 p. v. 10.

GALLO, Domingos. **Estudo da broca da cana de açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1794).** Parte de tese de concurso para provimento efetivo da Cadeira de Entomologia da E.S.A.L. de Queiroz, Piracicaba, 29 nov. 1965.

KOPPERT. *In*: **Pherobox**: Armadilha de Feromônios. [*S. l.*], 2025. Disponível em: PHEROBOX. [S. l.], 11 maio 2025. Disponível em: https://www.koppert.com.br/pherobox/. Acesso em: 11 maio 2025. Acesso em: 11 maio 2025.

LAWRENCE I. Gilbert; SARJEET, S. Gill. **Insect Control: Biological and Synthetic Agents**. Jamestown Road, London: Academic Press, 2010. 490 p. v. 7. ISBN 978-0-12-381449-4. *E-book* (490p).

NAVA, D. E.; PINTO, A. S.; SILVA, S. D. A. **Controle Biológico da Broca da Cana-de-Açúcar**. 1. ed. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2009. 28 p. v. 1. ISBN 1516-8840. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/15431386.pdf. Acesso em: 11 maio 2025.

PARRA, José R. P. **Controle Biológico na Agricultura Brasileira**. Entomological Communications, Piracicaba, p. 1-3, 1 dez. 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/download/114606584/42_Article_Text_481_4_10_20191202.pdf. Acesso em: 11 maio 2025.

PAVANI, Lidiane Roberta. **USO DE *Bacillus thuringiensis* NO MANEJO DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CANA DE AÇÚCAR**. Orientador: Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes. 2011. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Agronômo) - FAFRAM, Ituverava, 2011.

RODRIGUES, G.S.S.C; ROSS, J.L.S. **A trajetória da cana-de-açúcar no Brasil: perspectivas geográfica, histórica e ambiental [online]**. Uberlândia: EDUFU, 2020. p 269. ISBN: 978-65-86084-00-9. Acesso em: 9786558240112.pdf (scielo.org)

SANTOS, F.; BORÉM, A. **Cana-de-açúcar: Do plantio à colheita.** Vol.1. 257p. Viçosa, MG. Biblioteca Central da UFV, 2013.

SANDOVAL, S. S; SENÔ, K. C. A. **Comportamento e controle da *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar**. 2010. Trabalho de Pós-graduação (Engenheiro Agronômo) - FAFRAM, Nucleus, 2002. p. 1-16. DOI 10.3738/1982.2278-311. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4037676. Acesso em: 11 maio 2025.

SANTOS, F. *et al*. **Tecnologia de Produção: Cana-de-Açúcar e Cachaça.** Vol.1. 418p. Viçosa, MG. Biblioteca Central da UFV, 2018.

SCHNEPF, E; CRICKMORE, N; VAN RIE, J; LERECLUS, D; BAUM, J; FEITELSON, J; ZEIGLER, DR; DEAN, DH. 1998**. *Bacillus thuringiensis* and Its Pesticidal Crystal Proteins. Microbiol Mol Biol** Rev62: https://doi.org/10.1128/mmbr.62.3.775-806.1998

TERÂN-PEREDO, Felisberto Oscar. *Diatraea saccharalis. In*: TERÂN-PEREDO, Felisberto Oscar. **Fatores que afetam o manejo integrado de Diatraea saccharalis (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em Cana-de-açúcar**. Orientador: Prof. Sinval Silveira Neto. 1982. Tese de Doutorado (Engenheiro Agronômo) - ESALQ/USP, Piracicaba, 1982. p. 139. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-20210104-182058/publico/Teran-PeredoFilisbertoOscar.pdf. Acesso em: 11 maio 2025.