

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

**AÇÃO INSETICIDA DO EXTRATO DE FUMO E DO ÓLEO DE CANELA EM
Diatraea saccharalis (F., 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE), EM
CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

Vinicius Dorigan

Orientador: Dr. Sergio Antonio De Bortoli

Coorientador: Me. Vinícius Ferraz Nascimento

JABOTICABAL – SP

1º SEMESTRE/2025

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

Vinicius Dorigan

Orientador: Dr. Sergio Antonio De Bortoli

Coorientador: Me. Vinícius Ferraz Nascimento

**AÇÃO INSETICIDA DO EXTRATO DE FUMO E ÓLEO DE CANELA EM
Diatraea saccharalis (F., 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE), EM
CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

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

JABOTICABAL – SP

1º SEMESTRE/2025

D697a Dorigan, Vinicius

Ação inseticida do extrato de fumo e do óleo de canela em *Diatraea saccharalis* (F., 1794) (Lepidoptera: Crambidae), em condições de laboratório / Vinicius Dorigan. -- Jaboticabal, 2025

20 p. : tabs.

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

Orientador: Sergio Antonio De Bortoli

Coorientador: Vinícius Ferraz Nascimento

1. inseticidas botânicos. 2. broca-da-cana-de-açúcar. 3. tabaco. I. Título.

VINICIUS DORIGAN

**AÇÃO INSETICIDA DO EXTRATO DE FUMO E DO ÓLEO DE CANELA EM
Diatraea saccharalis (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE), EM CONDIÇÕES DE
LABORATÓRIO**

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

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli
Coorientador (se houver): Me. Vinícius Ferraz Nascimento

Área de Concentração: Fitossanidade

Data da defesa: 30/04/2025

(X) Aprovado
() Reprovado

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **VINICIUS FERRAZ NASCIMENTO**
Data: 05/05/2025 17:35:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Vinícius Ferraz Nascimento

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

Documento assinado digitalmente
 **RENATA APARECIDA DE ANDRADE**
Data: 07/05/2025 14:45:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Renata Aparecida de Andrade

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

Documento assinado digitalmente
 **PEDRO GOMES PEIXOTO**
Data: 08/05/2025 09:13:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Pedro Gomes Peixoto

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

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: ____/____/____

Documento assinado digitalmente
 **DANIEL JUNIOR DE ANDRADE**
Data: 23/05/2025 10:58:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade
Chefe do Departamento

“Se tiver um por cento de chance, tenha noventa e nove por cento de fé”

Autor desconhecido

Aos meus irmãos e amigos da República K-Zona Rural, à dona Dalva, aos cachorros Juma, Mané Garrincha e Pitó e aos meus companheiros de turma e amigos próximos que percorreram esses anos de faculdade ao meu lado. Ao Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) pelos ensinamentos, ajuda na minha formação como Agrônomo e pelo apoio neste projeto.

Ofereço

Aos meus pais, Walter Dorigan Filho e Giseli de Fátima Bigueti Dorigan, que são as pessoas mais importantes da minha vida, que me educaram e me ensinaram o valor da vida, o que é dedicação, como ser cada dia melhor e que sempre me apoiaram e incentivaram em todos os momentos, me orientando com amor, carinho e paciência, e não menos importante, à minha irmã Manuela Dorigan pelo carinho, amizade e compreensão de cada fase da faculdade.

Dedico

SUMÁRIO

RESUMO 6

ABSTRACT 7

1. INTRODUÇÃO 9

2. MATERIAL E MÉTODOS 10

2.1. Obtenção de *Diatraea saccharalis* 11

2.2. Bioensaio de compatibilidade 11

2.3. Bioensaio de ação inseticida em *Diatraea saccharalis* 12

2.4. Análise estatística 12

3. RESULTADOS 13

4. DISCUSSÃO 18

5. REFERÊNCIAS 20

NORMAS DA REVISTA “Neotropical Entomology” 24

RESUMO

Resumo: A broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), é uma das principais pragas da cultura da cana-de-açúcar, causando perdas econômicas significativas. O uso de inseticidas botânicos tem sido explorado como alternativa ao controle químico convencional, visando maior sustentabilidade e menor impacto ambiental. Este estudo avaliou a toxicidade do extrato de fumo (*Nicotiana tabacum*) e do óleo essencial de canela (*Cinnamomum verum*) sobre lagartas de segundo instar de *D. saccharalis* em condições de laboratório. Foram testadas diferentes concentrações de ambos os extratos, e a mortalidade dos insetos foi avaliada em três períodos (24, 48 e 72 horas). Os resultados indicaram que o extrato de fumo apresentou alta eficácia inseticida, com mortalidade superior a 80% na maior concentração testada (20 mg/mL) após 72 horas. Já o óleo de canela demonstrou baixa eficácia inseticida, com mortalidade máxima de 43,75% na concentração de 52,5 mg/mL após o mesmo período. Esses achados sugerem que o extrato de fumo pode ser uma alternativa promissora para o controle de *D. saccharalis*, enquanto o óleo de canela não é recomendado como inseticida de contato para essa praga. Estudos adicionais são necessários para avaliar a viabilidade do uso do extrato de fumo em condições de campo e sua compatibilidade com outras estratégias de manejo integrado de pragas.

Palavras-chave: inseticidas botânicos, broca-da-cana-de-açúcar.

ABSTRACT

Abstract: The sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), is one of the main pests affecting sugarcane crops, causing significant economic losses. The use of botanical insecticides has been explored as an alternative to conventional chemical control, aiming for greater sustainability and reduced environmental impact. This study evaluated the toxicity of tobacco extract (*Nicotiana tabacum*) and cinnamon essential oil (*Cinnamomum verum*) on second-instar larvae of *D. saccharalis* under laboratory conditions. Different concentrations of both extracts were tested, and insect mortality was assessed at three time intervals (24, 48, and 72 hours). The results indicated that tobacco extract exhibited high insecticidal efficacy, with mortality exceeding 80% at the highest concentration tested (20 mg/mL) after 72 hours. In contrast, cinnamon oil showed low insecticidal efficacy, with a maximum mortality rate of 43.75% at a concentration of 52.5 mg/mL over the same period. These findings suggest that tobacco extract may be a promising alternative for controlling *D. saccharalis*, whereas cinnamon oil is not recommended as a contact insecticide for this pest. Further studies are needed to assess the feasibility of using tobacco extract under field conditions and its compatibility with other integrated pest management strategies.

Keywords: botanical insecticides, sugarcane borer, tobacco.

ARTIGO PREPARADO CONFORME AS NORMAS DA REVISTA

“Neotropical Entomology*”

Ação inseticida do extrato de fumo e óleo de canela sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em condições de laboratório

Vinicius Dorigan (v.dorigan@unesp.br), Vinicius Ferraz Nascimento (vf.nascimento@unesp.br) e Sergio Antonio De Bortoli (sergio.bortoli@unesp.br)

¹ Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Departamento de Fitossanidade, Jaboticabal, SP, Brazil.

Seção: Manejo de Pragas

* Artigo preparado em português, traduziremos posteriormente atendendo as normas da revista.

Resumo: A broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), é uma das principais pragas da cultura da cana-de-açúcar, causando perdas econômicas significativas. O uso de inseticidas botânicos tem sido explorado como alternativa ao controle químico convencional, visando maior sustentabilidade e menor impacto ambiental. Este estudo avaliou a toxicidade do extrato de fumo (*Nicotiana tabacum*) e do óleo essencial de canela (*Cinnamomum verum*) sobre lagartas de segundo ínstar de *D. saccharalis* em condições de laboratório. Foram testadas diferentes concentrações de ambos os extratos, e a mortalidade dos insetos foi avaliada em três períodos (24, 48 e 72 horas pós aplicação). Os resultados indicaram que o extrato de fumo apresentou alta eficácia inseticida, com mortalidade superior a 80% na maior concentração testada (20 mg/mL) após 72 horas. Já o óleo de canela demonstrou baixa eficácia inseticida, com mortalidade máxima de 43,75% na concentração de 52,5 mg/mL após o mesmo período. Esses resultados sugerem que o extrato de fumo pode ser uma alternativa promissora para o controle de *D. saccharalis*, enquanto o óleo de canela não seria recomendado como inseticida de contato para essa praga. Estudos adicionais são necessários para avaliar a viabilidade do uso do extrato de fumo em condições de campo e sua compatibilidade com outras estratégias de manejo integrado de pragas.

Palavras-chave: inseticidas botânicos, broca-da-cana-de-açúcar, tabaco, *Cinnamomum verum*, controle sustentável.

1. Introdução

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) foi introduzida no Brasil com o objetivo de quebrar o monopólio francês no fornecimento global de açúcar, oriundo das colônias caribenhas (Crespo 2007). Com o tempo, essa cultura se consolidou como um dos pilares da economia nacional, ocupando vastas áreas produtivas em diversos municípios por todo país, sendo base para produção de açúcar, etanol, ração animal, produtos industrializados e bioenergia (Borges Filho et al. 2019). Entre janeiro e julho de 2024, o açúcar brasileiro registrou um expressivo crescimento de 53,6%, enquanto as exportações de etanol caíram 25,0%. No primeiro semestre de 2024, as vendas de açúcar aumentaram 52,0% em comparação com o mesmo período do ano anterior, totalizando US\$ 10,45 bilhões (Conab 2024). Países como Índia, Indonésia, Emirados Árabes e China aumentaram suas importações de açúcar brasileiro em mais de 200,0% em relação a 2023 (Cardoso et al. 2024).

Na safra de 2023/2024, o Brasil produziu 713,2 milhões de toneladas de cana, um crescimento de 16,8% em relação à safra anterior. A área colhida teve aumento de 0,5%, totalizando 8,33 milhões de hectares, com rendimento médio de 16,2 toneladas por hectare. Na região Sudeste, a maior produtora do país, a colheita foi de 469,0 milhões de toneladas, representando um aumento de 21,0% em relação à safra anterior. O Estado de São Paulo, principal produtor da região, registrou uma colheita de 383,4 milhões de toneladas, com crescimento de 22,5% em relação ao ano anterior (Conab 2024).

Entretanto, a intensificação do monocultivo em larga escala no setor sucroalcooleiro tem favorecido o desequilíbrio ecológico, criando um ambiente propício ao surgimento de insetos-praga (Machado e Habib 2006). Estima-se que o ataque de insetos broqueadores do colmo resulta em perdas de 8,0 a 10,0% na produtividade do campo e de 10,0 a 15,0% na recuperação de açúcar nas indústrias (Geetha et al. 2018). A broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), é uma das principais ameaças ao setor sucroenergético, devido ao seu alto potencial destrutivo (Pires 2022). Essa praga, originária da América Central e do Sul, alimenta-se inicialmente das folhas da cana-de-açúcar e, após o segundo ínstar, penetra no colmo, construindo galerias de alimentação em seu interior (Francischini et al. 2017). A fecundidade das fêmeas desempenha papel crucial no aumento populacional de *D. saccharalis* (Mena 2010), com uma média de 300 ovos por fêmea, sendo eles inicialmente brancos ou amarelos, tornam-se alaranjados à medida que o desenvolvimento embrionário avança, com as larvas emergindo de 4 a 6 dias após a postura.

Os danos causados por *D. saccharalis* são diretos e indiretos. Os danos diretos estão relacionados ao broqueamento dos colmos, o que interrompe o transporte de nutrientes, podendo levar à morte da planta, um sintoma conhecido como “coração morto” (Sandhu e Cherry 2018), além da redução em peso dos colmos devido a alimentação das lagartas. Os danos indiretos, por sua vez, resultam da invasão de fungos oportunistas, dos gêneros *Colletotrichum* e *Fusarium*, que alteram a qualidade da cana ao promoverem a inversão da sacarose (Da Silva et al. 2021). Portanto, é fundamental a implementação de estratégias eficazes

para o controle de *D. saccharalis* e a mitigação de seus impactos na produção da cana-de-açúcar (Souza et al. 2022).

O controle de pragas agrícolas é mais eficaz quando parte de uma abordagem integrada, que inclui monitoramento populacional, análise das condições climáticas e a adoção de diferentes estratégias de controle, dentre elas o controle biológico. No entanto, muitas vezes os agrotóxicos são aplicados de maneira indiscriminada por, equivocadamente, muitas vezes serem considerados a única solução para o problema (Machado e Habib 2006). Em 2021, o Brasil foi o maior consumidor mundial de agrotóxicos, com mais de 700 mil toneladas consumidas, um aumento de 87,0% em relação a 2010. Os cultivos de soja, cana-de-açúcar, algodão e milho são os responsáveis pela comercialização de cerca de 83,0% dos agrotóxicos no país (Atlas dos Agrotóxicos 2023).

Buscando reduzir a dependência de produtos químicos, o uso de inseticidas naturais à base de extratos e óleos essenciais de plantas tem se intensificado em vários países como alternativa mais segura e ecológica no controle de pragas. Plantas produzem substâncias biológicas, como metabólitos secundários, que desempenham um papel importante na defesa contra herbivoria, além de apresentarem propriedades bioativas, como ação inseticida, repelente, medicinal e antimicrobiana (Souza et al. 2022). Os defensivos naturais, ou “alternativos”, são produtos que se destacam por sua baixa toxicidade para seres humanos e para o meio ambiente, sendo muitas vezes eficazes contra insetos e microrganismos prejudiciais, além de apresentarem grande disponibilidade e baixo custo (Ayres et al. 2020).

Neste contexto, algumas espécies de plantas têm ganhado destaque pela eficácia comprovada de seus compostos bioativos no controle de pragas agrícolas. O tabaco, *Nicotiana tabacum* L. (Solanales: Solanaceae), é uma das plantas mais utilizadas no combate a pragas agrícolas, devido à alta concentração de nicotina e outros alcaloides em suas folhas e flores, que têm mostrado efeito inseticida contra diversas pragas (Hirsch e Landau 2020).

No estudo de Spazzin et al (2023) foi avaliado o potencial inseticida de caldas de nim, fumo, sálvia e alho + pimenta no controle de *Ascia monuste orseis* Latreille, 1819 (Lepidoptera: Pieridae), e os resultados mostraram que a calda de fumo provocou mortalidade de 50,0% nas lagartas após 72 horas, enquanto a calda de nim apresentou apenas 20,0% de mortalidade. Outros tratamentos, como alho + pimenta e sálvia, não tiveram impacto significativo na toxicidade para o inseto.

Do mesmo modo, a canela, *Cinnamomum verum* J. S. Presl (Laurales: Lauraceae), também tem sido testada como alternativa sustentável para a produção de inseticidas. Sua casca, rica em cinamaldeído, possui efeitos inseticidas e repelentes, sendo extraída juntamente com o óleo essencial da planta (Kzam 2022). O estudo de Mattos et al. (2021) demonstrou que os óleos essenciais de cravo-da-índia e canela diminuem a incidência de certas pragas no milho.

Com base no exposto e considerando a necessidade de métodos de controle mais seguros e ambientalmente responsáveis no setor sucroalcooleiro, o objetivo deste estudo é avaliar a toxicidade por contato do extrato de fumo e do óleo de canela em lagartas de segundo ínstar de *D. saccharalis*, em condições de laboratório.

2. Material e Métodos

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, sendo utilizados dois inseticidas de origem botânica, descritos na Tabela 1. As doses testadas foram definidas a partir de trabalhos previamente publicados com outros lepidópteros.

Tabela 1. Produtos utilizados nos bioensaios e respectivas doses.

Material Botânico	Forma de Utilização	Concentração	Doses*
<i>Cinnamomum verum</i>	Óleo essencial	1050 mg/mL	6,6 mg/mL
			13,1 mg/mL
			26,3 mg/mL
			52,5 mg/mL
			105,0 mg/mL
			157,5 mg/mL
<i>Nicotina tabacum</i>	Extrato vegetal	40 mg/mL	210,0 mg/mL
			0,63 mg/mL
			1,25 mg/mL
			2,5 mg/mL
			5,0 mg/mL
			10,0 mg/mL
			15,0 mg/mL
			20,0 mg/mL

* Diluídos em água deionizada + adjuvante (Agris®).

O óleo essencial de canela e o extrato de tabaco foram adquiridos em sua forma bruta, de revendedores autorizados. Para a obtenção das doses seriadas, a partir da concentração inicial, os produtos foram diluídos em água deionizada com adjuvante (Agris®). O adjuvante foi adicionado a 1,0% em todas as doses e, em seguida, as caldas foram agitadas por 2 minutos em agitador magnético até a formação de misturas homogêneas.

2.1. *Diatraea saccharalis*

Para a realização dos bioensaios, ovos de *D. saccharalis* foram obtidos a partir da criação mantida na biofábrica da Usina São Martinho (USM), localizada na cidade de Pradópolis, SP, Brasil, que segue a metodologia de criação descrita por Vacari et al. (2012). Posturas com dois dias de idade foram enviadas pela USM ao LBCI em folhas de papel sulfite branco A4. No laboratório, os ovos foram mantidos em câmara climatizada (BOD) a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até a eclosão das lagartas, que foram transferidas para potes de vidro (26,0 cm de diâmetro $\times$ 6,0 cm de altura) contendo dez pedaços (5,0 cm $\times$ 5,0 cm) de dieta artificial adaptada de Hensley e Hammond Jr. (1968). As lagartas permaneceram nesses recipientes até atingirem o segundo ínstar, momento em que foram utilizadas na instalação dos bioensaios.

2.2. Bioensaio de toxicidade por contato

Para a avaliação da toxicidade por contato, foram utilizadas 1.600 lagartas de *D. saccharalis*, distribuídas em dez repetições por dose, totalizando 100 lagartas por dose, sendo testadas 7 doses por tratamento, e mais um controle com água deionizada + adjuvante.

A aplicação dos tratamentos foi realizada utilizando Torres de Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Reino Unido), calibrado a pressão de trabalho da 34,5 kPa para a aplicação de 2,0 mL de solução. Após a pulverização, as lagartas foram transferidas para placas de acrílico (6,0 cm de diâmetro) contendo dieta artificial, sendo utilizada uma placa para cada repetição. As placas foram mantidas em condições controladas de temperatura ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($70\% \pm 10\%$) e fotoperíodo (12:12 h, claro/escuro).

A mortalidade das lagartas foi avaliada em três intervalos de tempo: 24, 48 e 72 horas após a exposição aos tratamentos. A cada avaliação, lagartas que não respondiam ao estímulo mecânico foram consideradas mortas.

2.3. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, seguindo um esquema fatorial 8×3 (doses × horas após aplicação). Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA). O teste foi realizado para determinar a existência ou não de diferenças significativas entre as médias e medianas dos dados de mortalidade dos tratamentos ($\alpha = 0,05$), utilizando o software “Assitat 7.7.” (Silva e De Azevedo 2016). A eficiência dos tratamentos foi calculada com base nos resultados de mortalidade, utilizando a fórmula proposta por Abbott (1925).

3. Resultados

Os inseticidas botânicos aplicados em diferentes concentrações sobre as lagartas de *D. saccharalis* resultaram em mortalidades significativas ($P < 0,001$) em comparação aos controles. O óleo essencial de canela, em sua concentração (52,5 mg/mL), causou 43,75% de mortalidade após 72 horas (Tabela 2), enquanto o maior índice de mortalidade foi registrado com o extrato de tabaco foi no terceiro dia de avaliação, com 82,47% de mortalidade, em sua maior concentração (20 mg/mL).

A mortalidade observada com o extrato de tabaco aumentou proporcionalmente com a concentração e o tempo de exposição, variando de 14,00% a 82,47% (Tabela 3), enquanto para o óleo essencial de canela, embora a mortalidade tenha aumentado com o tempo de exposição, as concentrações intermediárias (52,5 e 157,5 mg/mL) foram mais eficazes, com taxas de mortalidade entre 43,75 mg/mL e 23,95 mg/mL respectivamente. Esse padrão de aumento com o tempo foi especialmente notável nas doses mais altas.

Na Tabela 2, após 24 horas de aplicação do óleo essencial de canela, a mortalidade foi de 19,10% a 210 mg/mL, aumentando para 21,87% após 48 horas e 23,95% após 72 horas. Em concentrações menores, como 6,6 mg/mL, a mortalidade foi significativamente menor. Para o extrato de tabaco (Tabela 3), a mortalidade foi de 14,00% a 20 mg/mL após 24 horas, aumentando consideravelmente para 73,46% após 48 horas e 82,47% após 72 horas.

Tabela 2. Mortalidade corrigida (%) de lagartas de segundo ínstar de *Diatraea saccharalis* 24, 48 e 72 horas após a aplicação (HAA) das diferentes doses do óleo essencial de canela (*Cinnamomum verum*).

Dose (mg/mL)	Mortalidade de lagartas (%)		
	24 HAA	48 HAA	72 HAA
210,0	19,10 aA	21,87 aA	23,95 bcA
157,5	15,00 abB	21,87 aAB	28,12 abA
105,0	11,62 abA	12,91 aA	19,16 bcA
52,5	9,00 abC	19,79 aB	43,75 aA
26,3	2,00 bB	6,66 aAB	20,62 bcA
13,1	1,00 bB	6,58 aB	18,33 bcA
6,6	0,00 bB	4,57 aB	12,72 bcA
0,0	0,00 bA	4,00 aA	5,00 cA
F _(Dose) = 6,1288 **			
F _(HAA) = 40,0481 **			
F _(Dose x HAA) = 2,8923 **			
DMS _(Dose) = 18,2941			
DMS _(HAA) = 10,6785			

** (significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F); DMS (diferença mínima significativa). Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3. Mortalidade corrigida (%) de lagartas de segundo ínstar de *Diatraea saccharalis* em 24, 48 e 72 horas após a aplicação (HAA) das diferentes doses de extrato de fumo (*Nicotina tabacum*).

Dose (mg/mL)	Mortalidade de lagartas (%)		
	24 HAA	48 HAA	72 HAA
20,00	14,00 abB	73,46 aA	82,47 aA
15,00	19,00 aC	61,22 aB	73,19 abA
10,00	11,00 abC	37,75 bB	58,76 bcA
5,00	7,00 abB	33,67 bA	44,32 cdA
2,50	4,00 bB	26,53 bA	37,11 dA
1,25	2,00 bB	10,20 cAB	19,58 eA
0,63	0,00 bB	6,12 cAB	13,40 efA
0,00	0,00 bA	2,00 cA	3,00 fA
F _(Dose) = 105,9384 **		F _(HAA) = 213,2408 **	F _(Dose x HAA) = 12,8781
DMS _(Dose) = 14,9798		DMS _(HAA) = 11,5255	

** (significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F); DMS (diferença mínima significativa). Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4. Discussão

Na natureza diversos compostos químicos oriundos do metabolismo secundário das plantas possuem propriedades que inibem a ação de insetos herbívoros. Esses compostos, como alcaloides, terpenoides e fenólicos, atuam afetando o comportamento e a fisiologia dos artrópodes, resultando em mortalidade, inibição alimentar, redução do consumo, atraso no desenvolvimento, deformações e esterilidade (Benelli e Maggi 2022). Assim, muitas espécies vegetais oferecem fontes potenciais de compostos para o controle de pragas, os quais podem ser obtidos por diferentes metodologias e diversos meios de extração empregando-se vários tipos de solventes. Esses extratos podem funcionar como inseticidas botânicos e representarem alternativas mais sustentáveis para o manejo de pragas, particularmente em comparação com os inseticidas organo-sintéticos (Wandjou et al. 2022).

Entretanto, é equivocado considerar todos os produtos botânicos com ação inseticida sejam inofensivos, particularmente ao homem, pois a toxicidade de uma molécula depende de sua estrutura química e não de sua origem. Alguns compostos vegetais, como nicotina, azadiractina, rotenona e estricnina, podem ser altamente tóxicos para mamíferos, inimigos naturais e polinizadores quando em sua forma pura (Mossa et al. 2018). No entanto, os riscos associados a esses compostos são amplamente mitigados quando se utilizam extratos vegetais, nos quais as concentrações dos compostos são normalmente baixas. Portanto, sempre é necessário que cada inseticida, seja sintético, biológico ou botânico, deva ser testado quanto à persistência ambiental e toxicidade para organismos não-alvo (Nascimento et al. 2022).

Esta pesquisa revelou que o efeito do extrato de tabaco e do óleo de canela sobre a broca-da-cana, com as diferentes concentrações do óleo essencial de canela aplicadas na broca-da-cana, avaliadas após 24, 48 e 72 horas após a aplicação demonstrando baixo efeito inseticida, apesar de diferir significativamente do controle, com as maiores taxas de mortalidade ocorrendo com as doses intermediárias. O principal composto inseticida da canela é o cinnamaldeído, que age nos animais principalmente afetando a transmissão de sinais nervosos, o que pode resultar em paralisia ou até a morte (Bektaşoğlu et al. 2021), havendo uma expectativa de que pudesse agir como inseticida de choque.

A maior mortalidade de insetos nas doses intermediárias do óleo de canela diluído pode ser explicada pela concentração ótima de cinnamaldeído presente nessas doses, uma vez que, quando a concentração é muito baixa, o efeito inseticida do composto diminui, tornando-o ineficaz para agir no sistema nervoso dos insetos. Por outro lado, doses muito altas podem causar uma evaporação rápida do óleo, reduzindo o tempo de contato dos insetos com o composto e, consequentemente, diminuindo sua eficácia (De Oliveira et al. 2021; Mezione de Carvalho et al. 2024). Assim, essas doses intermediárias representam um ponto ideal de exposição, resultando em maior mortalidade.

A baixa mortalidade observada para o tratamento com óleo de canela pode estar associada às diferenças na concentração de princípios ativos nos extratos e plantas, bem como aos baixos efeitos residuais. Alguns autores obtiveram resultados pouco expressivos com canela, como aqueles citados por Ataíde et al. (2017), onde o óleo essencial foi aplicado sobre lagartas de primeiro instar de *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae), obtendo, após 72 horas, a taxa de mortalidade de apenas 15,40%.

O extrato de tabaco nas maiores doses teve efeito inseticida significativo, atingindo mais de 80% de mortalidade na dose de 20,0 mg/mL. Outros estudos também evidenciam resultados satisfatórios com o extrato de tabaco, como, por exemplo, o de Dias et al. (2023), onde a calda de tabaco, preparada com fumo desidratado, água e álcool de cereais, demonstrou 100,0% de mortalidade em larvas de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae), evidenciando seu potencial como alternativa aos inseticidas químicos. Resultados semelhantes foram obtidos por Biermann (2009), que relatou alta atividade ovicida do extrato de tabaco em *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera: Pieridae), superando outras plantas testadas. Fragooso (2014) demonstrou que o extrato aquoso de tabaco foi eficaz contra todas as fases do ciclo de vida de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenee, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), reduzindo a oviposição e causando alta mortalidade larval e pupal.

O potencial inseticida do tabaco, observado no presente estudo, pode ser atribuído, principalmente à presença de nicotina, um alcaloide com ação neurotóxica (Kheawfu et al. 2021). De acordo com Ayres et al. (2020), a nicotina é um inseticida eficaz contra pulgões, tripses e outras pragas agrícolas, levando à hiperexcitação do sistema nervoso do inseto e, consequentemente, morte (Silva et al. 2017). Em geral, sabe-se que o extrato de tabaco atua como um inseticida de contato, que tem ação rápida e se degrada no ambiente, apresentando também baixa fitotoxicidade, pouco prejudicial ao solo e tem baixo custo, pouco tóxico aos humanos em baixas doses.

O interesse crescente por inseticidas botânicos deve-se à busca por alternativas sustentáveis aos químicos sintéticos, cuja ampla utilização tem gerado impactos ambientais negativos e resistência em pragas (Nascimento et al. 2022). Deve também ser citado que o tabaco tem sido utilizado como inseticida desde o século XVIII, sendo gradualmente substituído por compostos sintéticos mais potentes. No entanto, pesquisas recentes têm demonstrado que seu uso pode ser resgatado para aplicações específicas, confirmando a viabilidade dessa técnica para agricultores (Amoabeng et al. 2018; Sakadzo et al. 2020; Nascimento et al. 2022).

A eficiência de inseticidas botânicos, incluindo o tabaco e a canela, pode variar de acordo com a espécie-alvo e o método de aplicação, portanto os resultados aqui apresentados reforçam a necessidade de definir concentrações ideais para maximizar a eficiência desses extratos sem comprometer sua viabilidade econômica e ambiental. Dessa forma, os resultados desta pesquisa contribuem para o entendimento do potencial inseticida do tabaco e sua aplicação no manejo sustentável de pragas agrícolas, o que não ocorreu com óleo de canela como inseticida de contato para broca-da-cana. Estudos futuros devem avaliar a eficácia dos extratos em condições de campo e investigar sua compatibilidade com outras táticas de controle, biológico e cultural, visando sua incorporação em programas de manejo integrado de pragas em cana-de-açúcar.

5. Conclusão

O extrato de fumo (*N. tabacum*) apresenta potencial inseticida significativo contra *D. saccharalis*, especialmente nas concentrações mais elevadas, pois atingiu mais de 80% de mortalidade após 72 horas de exposição. Por outro lado, o óleo essencial de canela (*C. verum*) mostrou baixa eficácia inseticida, para essa praga. Para a implementação prática do extrato de fumo para controle da praga, são necessários estudos adicionais que avaliem sua viabilidade em condições de campo, bem como sua compatibilidade com outras táticas de manejo integrado de pragas (MIP).

Agradecimentos: Gostaria de expressar minha sincera gratidão à UNESP Jaboticabal, pelo suporte acadêmico e infraestrutura, que contribuíram significativamente para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também ao LBCI, cujos recursos e orientações técnicas foram essenciais para a realização da pesquisa. Além disso, minha profunda gratidão à Usina São Martinho S/A, pelo apoio com materiais biológicos, que viabilizou a execução deste estudo.

Declaração de conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Contribuição dos autores: Vinicius Dorigan: Planejamento do estudo, condução dos experimentos, análise de dados e redação do manuscrito. Vinicius Ferraz Nascimento: Coorientação do trabalho, supervisão dos experimentos, estruturação metodológica e revisão crítica do manuscrito. Sergio Antonio De Bortoli: Orientação geral e revisão final do manuscrito.

Financiamento: Esta pesquisa contou com financiamento na modalidade de bolsa de pós-graduação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

Abbott WS (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.18, p.265-266, 1925.

Amoabeng et al (2018) Insecticidal activity of a native Australian tobacco, *Nicotiana megalosiphon* Van Heurck & Muell. Arg. (Solanales: Solanaceae) against key insect pests of brassicas. **Crop protection** 106:6-12.

Ataide et al (2017) Toxicidade dos óleos essenciais de cravo, canela e pitanga sobre *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae). **XXI Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência**. Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, SP. Disponível em: <https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_1219_1204_01.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2025.

Atlas dos Agrotóxicos (2023) **Fatos e dados sobre agrotóxicos na agricultura 2023**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll. 68p.

Ayres et al (2020) **Defensivos naturais:** manejo alternativo para “pragas” e doenças. Cartilha para produtores familiares. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/35814/1/Cartilha_Defensivos_Naturais.pdf>. Acesso em: 02.fev.2025.

Benelli G, Maggi F (2022) **Insecticidal activity of plant secondary metabolites**. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/plants11202804>>. Acesso em: 23 fev. 2025.

Bektaşoğlu et al (2021) Neuroprotective effect of cinnamaldehyde on secondary brain injury after traumatic brain injury in a rat model. **World Neurosurgery** 153:e392-e402.

Biermann ACS (2009) **Bioatividade de inseticidas botânicos sobre *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae)**. Dissertação (Mestrado Agronomia, Produção Vegetal), Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/501>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

Borges Filho et al (2019) Population dynamics of pests and natural enemies on sugar cane grown in a subtropical region of Brazil. **Florida Entomologist** 102(1):526–530.

Cardoso et al (2024). **Perspectivas para as exportações do agronegócio brasileiro em 2024**. Disponível em: <<https://agro.insper.edu.br/storage/papers/September2024/IAG%20Perspectivas%20para%20as%20exportacoes.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2024.

Conab (2024) **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

Crespo LEC (2007) **Cultivo *in vitro* de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em ambientes que favorecem condições heterotróficas e mixotróficas: um estudo relacionado à fotossíntese, à eficiência fotoquímica e as relações hídricas**. Tese (Doutoramento em Produção Vegetal), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. Disponível em: <<https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2017/11/Luiz-Eduardo-Crespo.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2025.

Da Silva et al (2021). *Diatraea saccharalis* harbors microorganisms that can affect growth of sugarcane stalk-dwelling fungi. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.53, n.4, p.255-265, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34735708/>. Acesso em: 15.dez.2024.

De Oliveira et al (2021). Developmental changes in larvae of the oriental latrine fly, *Chrysomya megacephala*, exposed to deltamethrin. **Parasitology Research**, v. 120, n. 1, p. 1-7.

Dias et al (2023). Ação inseticida da calda de *Nicotiana tabacum* L.frente a larvas e adultos do cascudinho dos aviários. Relatório apresentado à 7ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica. Toledo – PR. Disponível em: <https://apiportal.femic.com.br/project/docs/c85d-10ad2-1110a-1698173543187.pdf>. Acesso em: 08.nov.2024.

Fragosso DFM (2014). **Opções de manejo de neoleucinodes elegantalis (guenée) (lepidoptera: crambidae) com base bioecológicas e controle mecânico, biológico e extratos de plantas**. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, na área de concentração Fitossanidade. Alegrete – ES. Disponível em: <<https://repositorio.ufes.br/server/api/core/bitstreams/d7c47ae7-02c8-4b12-8630-5c8a8fa51667/content>>. Acesso em 16.fev.2025.

Francischini et al (2017) Morphological and molecular characterization of Brazilian populations of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) and the evolutionary relationship among species of *Diatraea* Guiling. **PLoS ONE**, v. 12, n. 11, p. e0186266. Disponível em: <<https://repositorio-apta regional.agricultura.sp.gov.br/items/594afde6-46e6-4879-8719-0f8efb4eaa92>>. Acesso em: 10.jan.2025.

Geetha et al. (2018). Biosurfactants: Production and potential applications in microbial enhanced oil recovery (MEOR). Biocatalysis and **Agricultural Biotechnology**. 14, 23–32.

Hensley SD; Hammond AH (1968) Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **J. Econ. Entomol** 61: 1742-1743.

Hirsch A; Landau EC (2020) Evolução da produção de fumo (*Nicotiana tabacum*, Solanaceae). In: Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: produtos de origem vegetal. Brasília, DF: **Embrapa**, v. 2, cap. 24, p. 801-835. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1122677>>. Acesso em: 30.nov.2024.

Kheawfu et al (2021) Extraction of nicotine from tabaco leaves and development of fast dissolving nicotine extract film. **Membranes (Basel)** May 28;11(6):403. DOI: 10.3390/membranes11060403. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34071396/>>. Acesso em: 15.fev.2025.

Kzam PM (2022). **Cinnamomum verum J. S. Presl (Lauraceae): padronização de processos extrativos e viabilidade de bioprodutos leishmanicidas**. Dissertação apresentada ao colegiado do Programa de Pós-

Graduação em Ciências da Saúde (PPGCS) da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde. São Luís – MA 2022. Disponível em: https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/4658/2/POLLYANNA_MELO.pdf.

Machado, LA; Habib, M (2006). *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Vesperidae): praga da cultura de cana-de-açúcar. **Arq. Inst. Biol.**, v.73, n.3, p.375-381, 2006.

Mattos, APMN et al (2021). Uso de óleos essenciais para o controle de pragas do milho. **Rev.Estrabão**, v.2:139-14. DOI: 10.53455/re.v2i.17 Disponível em: <https://revista.estrabao.press/index.php/estrabao/article/view/17/27>>. Acesso em: 17.jan.2025.

Mena EFG (2010) **Toxicidade de inseticidas a *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae)**. 61 f, Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Piracicaba SP. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-26112010-105501/pt-br.php>>. Acesso em: 30.dez.2025.

Meziane de Carvalho, L. et al (2024). Effect of fluorescent brighteners on the insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* and LdMNPV on *Lymantria dispar asiatica* in Korea. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 115, n. 1, p. e22066, 2024.

Mossa et al (2018) Safety of natural insecticides: toxic effects on experimental animals. **Rev. BioMed Research Animals**, October (2018) (10):1-17. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328341298_Safety_of_Natural_Insecticides_Toxic_Effects_on_Experimental_Animals>. Acesso em: 03.fev.2025.

Nascimento et al (2022) Insecticidal Activity of Aqueous Extracts of Plant Origin on *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Hemiptera: Cercopidae). **Agronomy** **2022**, 12(4), 947. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy12040947>>. Acesso em 20.fev.2025.

Pires, EL (2022). **Seletividade de inseticida utilizados na cultura da cana-de-açúcar a *cotesia flavipes* em condições de semi-campo e campo**. Dissertação apresentada à UniRV– Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Magister Scientiae. 2022. Verde-GO. Disponível em: <https://www.unirv.edu.br/conteudo/dissertacoes/07062022070613.pdf>>. Acesso em: 03.jan.2025.

Sandhu HS ; Cherry RH. Sugarcane Borer, *Diatraea Saccharalis* (F) (Lepidoptera: Crambidae) injury and survival in energy cane versus sugarcane. **Sugar Teach**, vol.20, p.558-565, 2018. Disponível em: https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.springer-doi-10_1007-S12355-017-0577-8>. Acesso em: 31.dez.2024.

Sakadzo (2020) Biopesticidal properties of aqueous crude extracts of tobacco (*Nicotiana Tabacum* L.) against fall armyworm (*Spodoptera Frugiperda* JE Smith) on maize foliage (*Zea Mays* L.) diets. **Agricultural Science**, v. 2, n. 1, p. p47-p47, 2020.

Silva F de A S.; De Azevedo CAV The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

Silva et al (2017) O uso do extrato de fumo (*Nicotina tabacum*) como alternativa para o controle de pragas em hortaliças. In: **Proceedings of the II Congresso Internacional Das Ciências Agrárias, Natal, Brazil**. 2017. p. 4-8.

Souza et al (2022). Mortality of *Diatraea saccharalis* is affected by the pH values of the spore suspension of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. **Revista Ceres**, v. 69, p. 483-487.

Spazzin et al (2023) Potencial inseticida de caldas agroecológicas no controle do curuquerê da couve, *Ascia monuste orseis* (Lepdoptera: Pieridae). **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, e1812440815, 2023 (CC BY 4.0). ISSN 2525-3409. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i4.40815>>. Acesso em: 17.jan.2025.

Vacari et al (2012) Fonte proteica na criação de *Diatraea saccharalis* e seu reflexo na produção e no controle de qualidade de *cotesia flavipes*. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, p.355-361, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/brag/a/dm9RLBbnHJ4YgPRSJ6R9kbB/?format=pdf>>. Acesso em: 03. Jan.2025.

Wandjout al (2022) Essential oils from cameroonian aromatic plants as effective inseticides against mosquitoes, houseflies, and moths. *Plants* **2022**, *11*(18), 2353. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/plants11182353>>. Acesso em 23.fev.2025.