

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

VICTOR FERNANDES SILVA

SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE LARVAS NEONATAS DE *Diatraea saccharalis* Fabr. EM GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR E EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM FRIEDELINA

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2023**

VICTOR FERNANDES SILVA

SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE LARVAS NEONATAS DE *Diatraea saccharalis* Fabr. EM GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR E EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM FRIEDELINA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Márcio Henrique Pereira Barbosa

Coorientador: Luiz Alexandre Peternelli

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S586s
2023

Silva, Victor Fernandes, 1998-
Sobrevivência e desenvolvimento de larvas neonatas de
Diatraea saccharalis Fabr. em genótipos de cana-de-açúcar e em
dietas suplementadas com fiedelina / Victor Fernandes Silva. –
Viçosa, MG, 2023.

1 dissertação eletrônica (47 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Márcio Henrique Pereira Barbosa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Agronomia, 2023.

Referências bibliográficas: f. 43-47.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.187>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Cana-de-açúcar - Melhoramento genético.
2. Cana-de-açúcar - Resistência à doenças e pragas - Aspectos
genéticos. 3. Broca (Inseto). I. Barbosa, Márcio Henrique
Pereira, 1966-. II. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 631.52


VICTOR FERNANDES SILVA

SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE LARVAS NEONATAS DE *Diatraea saccharalis* Fabr. EM GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR E EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM FRIEDELINA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia para obtenção do título de *Magister Scientiae*.


APROVADA: 20 de dezembro de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 VICTOR FERNANDES SILVA
Data: 03/07/2024 17:07:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Victor Fernandes Silva

Autor

Documento assinado digitalmente
 MARCIO HENRIQUE PEREIRA BARBOSA
Data: 03/07/2024 18:51:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Márcio Henrique Pereira Barbosa

Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar o meu caminho e me manter sempre forte.

Aos meus pais Alair e Luciene, pelo incentivo nos estudos, apoio e amor.

Aos meus irmãos Bruno (*in memoriam*) e Bianca pelo carinho e amor.

Aos meus familiares por todo apoio e alegria.

Aos meus amigos pela torcida, amizade e distração quando precisei.

A minha namorada Camila por todo apoio, paciência e ajuda em todos os momentos.

Ao meu orientador Márcio Henrique Pereira Barbosa pela orientação, auxílio e ensinamentos.

Ao meu coorientador Luiz Alexandre Peternelli por toda ajuda e auxílio.

Ao Bruno Dias Amaral, a Milene de Figueiredo, ao Reinaldo Francisco Teófilo, a Isabela Oliveira Costa por toda contribuição neste trabalho.

Ao Danival e a todos os funcionários do Programa de Melhoramento da Cana-de-Açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV-RIDESA) e da Estação Experimental do Aeroporto pela ajuda.

A todos que torceram e colaboraram de alguma forma na realização deste trabalho.

Ao Departamento de Agronomia, à Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pelo ensino de qualidade e pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

SILVA, Victor Fernandes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2023. **Sobrevivência e desenvolvimento de larvas neonatas de *Diatraea saccharalis* Fabr. em genótipos de cana-de-açúcar e em dietas suplementadas com friedelina.** Orientador: Márcio Henrique Pereira Barbosa. Coorientador: Luiz Alexandre Peternelli.

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma das principais culturas plantadas no Brasil e tem um papel importante nos cenários agrícola, alimentar e energético, principalmente devido à produção de açúcar e etanol. A broca-da-cana *Diatraea saccharalis* Fabr. pode atacar a planta e reduzir a qualidade e a quantidade dos produtos gerados. A obtenção de cultivares resistentes à broca-da-cana é uma forma prática e eficiente para reduzir danos à cultura. A resistência de genótipos pode estar associada à composição química da cera epicuticular, pois compostos como a friedelina podem afetar o comportamento dos insetos herbívoros. O objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência e o desenvolvimento de larvas neonatas de *D. saccharalis* Fabr. em genótipos de cana-de-açúcar, em dieta suplementada com cera e em dieta suplementada com friedelina. Foram utilizados 30 genótipos de cana-de-açúcar. Para avaliação em plantas, ovos da broca-da-cana foram alocados nas plantas de cana. Após 10 dias, as plantas foram dissecadas para posterior avaliação de sobrevivência e injúria causadas nas plantas. Para avaliação em dietas, utilizou-se uma dieta própria para a *D. saccharalis* com adição de diferentes quantidades de cera extraída de dois genótipos, IM76228 e RB047016, para verificar a taxa de sobrevivência das larvas. Também utilizou-se a dieta com adição de diferentes concentrações de friedelina para verificar a taxa de sobrevivência, o crescimento e a mobilidade das larvas. Os experimentos foram instalados segundo o delineamento inteiramente casualizado. Observou-se que não houve diferença na sobrevivência das larvas em plantas de genótipos classificados em campo como resistente e suscetível. Plantas de genótipos classificados em campo como resistente, apresentaram menor injúria decorrente do ataque de larvas da *D. saccharalis*. Plantas de genótipos que contém friedelina na composição da cera epicuticular apresentaram menor sobrevivência das larvas e menor injúria nas plantas. Dietas suplementadas com diferentes concentrações de cera dos genótipos IM76228 e RB047016 não influenciaram na sobrevivência das larvas. Dietas suplementadas com diferentes concentrações de friedelina ocasionaram redução na sobrevivência, no crescimento e

na mobilidade das larvas, de modo que quanto maior a concentração do composto, maior foi seu efeito

Palavras-chave: Broca-da-cana; Resistência; Cera epicuticular.

ABSTRACT

SILVA, Victor Fernandes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2023. **Survival and development of neonate larvae of *Diatraea saccharalis* Fabr. in sugarcane genotypes and in diets supplemented with friedelin.** Advisor: Márcio Henrique Pereira Barbosa. Co-advisers: Luiz Alexandre Peternelli.

Sugarcane (*Saccharum* spp.) is one of the main crops planted in Brazil. It plays an important role in the agricultural, food and energy sector, mainly due to the sugar and ethanol production. The sugarcane borer (*Diatraea saccharalis* Fabr.) can attack the crop and reduce the quality and quantity of products generated. Obtaining cultivars resistant to sugarcane borer is a practical and efficient way to reduce damage to the crop. The resistance of genotypes may be associated with the chemical composition of the epicuticular wax. Compounds like friedelin can affect the behavior of herbivorous insects. The objective of this study was to evaluate the survival and development of neonatal larvae of *D. saccharalis* Fabr. in sugarcane genotypes, in a diet supplemented with wax and in a diet supplemented with friedelin. It was used thirty sugarcane genotypes. For evaluation in plants, sugarcane borer eggs were allocated to sugarcane plants and after 10 days, the plants were dissected to carry out assessments of survival and injury caused to the plants. For dietary evaluation, a diet suitable for *D. saccharalis* was used with the addition of different amounts of wax extracted from two genotypes (IM76228 and RB047016) to verify the survival rate of the larvae. The diet with the addition of different friedelin concentrations was also used to verify the survival rate, growth and mobility of the larvae. The experiments were carried out according to a completely randomized design. It was observed that there was no difference in the survival of larvae in plants of genotypes classified in the field as resistant and susceptible. Plants of genotypes classified in the field as resistant showed less injury resulting from attack by *D. saccharalis* larvae. Plants from genotypes that present friedelin in the epicuticular wax composition showed lower survival of the larvae and less injury to the plants. Diets supplemented with different concentrations of wax from genotypes IM76228 and RB047016 did not influence larvae survival. Diets supplemented with different concentrations of friedelin caused reduction in survival, growth and mobility of the larvae. of larvae, so that the higher the friedelin concentration, the greater its effect.

Keywords: Sugarcane borer; Resistance; Epicuticular wax.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo geral	12
2.1. Objetivos específicos	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Genótipos utilizados nos experimentos	13
3.2. Condução experimental das plantas	14
3.2.1. Cultivo das plantas	15
3.2.2. Inseto utilizado e infestação das plantas	16
3.2.3. Avaliação das plantas	17
3.2.4. Análises estatísticas	18
3.3. Condução experimental das dietas	18
3.3.1. Preparo das dietas contendo cera	18
3.3.2. Preparo das dietas contendo friedelina	20
3.3.3. Inoculação das larvas nas dietas	21
3.3.4. Avaliação das larvas nas dietas	22
3.3.5. Análises estatísticas	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Sobrevivência e injúria das larvas nas plantas	23
4.2. Sobrevivência e desenvolvimento das larvas em dietas	36
4.2.1. Sobrevivência das larvas em dieta contendo cera	36
4.2.2. Sobrevivência e desenvolvimento das larvas em dieta contendo friedelina	38
5. CONCLUSÕES	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
APÊNDICE	47

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma Poacea semiperene originária da Ásia e atualmente considerada uma das principais culturas plantadas no Brasil, sendo o país o maior produtor do mundo. De acordo com a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), o Brasil foi responsável por uma produção de 578,77 milhões de toneladas de cana-de-açúcar na safra 2021/22, com uma produtividade média de 69,36 kg/ha. A área colhida foi de 8,35 milhões de hectares, destinada à produção de 34,94 milhões de toneladas de açúcar e 26,40 bilhões de litros de etanol (CONAB, 2022), gerando uma renda de aproximadamente 93,47 bilhões de reais (IBGE, 2022).

Os estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais são os principais produtores do país, somando aproximadamente 74,84% da produção nacional de cana-de-açúcar na safra 2021/22 (CONAB, 2023). Dessa forma, a cultura tem um papel muito importante no cenário agrícola e alimentar, devido, principalmente, à produção de açúcar, contribuindo para a demanda de alimentos, que vem aumentando a cada ano com o crescimento populacional. Além disso, a cana-de-açúcar proporciona a produção de etanol que é um biocombustível importante para o suprimento das demandas mundiais em energia, de forma sustentável, diminuindo os efeitos da emissão de gases de efeito estufa (SANTOS et al., 2012).

É importante destacar o papel relevante do cultivo de cana-de-açúcar na geração de empregos diretos e indiretos, como na produção, transporte, processamento e comercialização de seus produtos. Além da sua importância significativa para sustentabilidade. Segundo Guarengi et al. (2023), o cultivo de cana foi responsável pela remoção líquida de cerca de 9,8 milhões de toneladas de dióxido de carbono por ano da atmosfera, no período de 2000 a 2020.

A cultura da cana-de-açúcar pode ser afetada por pragas de insetos, reduzindo a qualidade e a quantidade dos produtos gerados, como a broca-da-cana *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae), que é a principal praga que ataca a cultura no Brasil (OLIVEIRA et al., 2014). O ciclo de vida da broca-da-cana pode ter de 53 a 60 dias, sendo influenciado pelas condições climáticas, principalmente temperatura. As posturas das mariposas são depositadas comumente na face superior das folhas e após 4 a 9 dias as larvas neonatas começam a se alimentar do tecido foliar. Aproximadamente duas semanas após a eclosão, as larvas perfuram e

penetram no colmo, fazendo galerias em seu interior, onde permanecem até a fase adulta (GALLO et al., 2002; MACEDO et al., 2012).

A broca-da-cana causa perda de produtividade devido ao mau desenvolvimento das plantas atacadas, seca de ponteiros, enraizamento aéreo, brotação lateral, tombamento da planta, redução da quantidade de caldo e morte das plantas. Além disso, o ataque da broca favorece a penetração de microorganismos oportunistas nas plantas, causando danos como inversão da sacarose, diminuição da pureza e menor rendimento em açúcar e álcool (GALLO et al., 2002; WARTHA, 2018). As perdas devido à ação da broca podem gerar prejuízos superiores a R\$ 5 bilhões de reais por ano (EMBRAPA, 2020).

Existem diversas técnicas para o controle do inseto-praga na cana-de-açúcar, incluindo o uso de produtos químicos, como inseticidas; técnicas de manejo, como rotação de culturas e controle biológico; e medidas de conservação, como a promoção da biodiversidade e a redução da monocultura, além da utilização de genótipos resistentes. Atualmente, os principais métodos de controle utilizados são o controle biológico, por meio dos parasitoides *Cotesia flavipes* e *Trichogramma galloi* e o controle químico (TOMAZ et al., 2019, 2020; SILVA, 2021). No entanto, a obtenção de cultivares resistentes à broca-da-cana é uma estratégia importante e de grande interesse para o setor sucroenergético, sendo uma prática eficiente e econômica para proteger a cultura do inseto-praga (GONÇALVES et al., 2016).

Os mecanismos de resistência de plantas ao ataque de insetos segundo as terminologias clássicas propostas por Painter (1951) são classificados em tolerância, antixenose e antibiose. A tolerância consiste na capacidade da planta em resistir à herbivoria, sem que haja redução em seu rendimento. A antixenose ou não preferência está relacionada às características do genótipo que o fazem ser menos preferido pelo inseto para abrigo, alimentação ou oviposição. A antibiose acontece quando a planta exerce efeito negativo ao desenvolvimento do inseto, como redução da fecundidade, tamanho ou longevidade, ou ainda pode causar a morte do inseto. (SMITH, 2005; BASTOS et al., 2015). Segundo Meagher et al. (1996), os principais mecanismos de resistência da cana-de-açúcar às brocas são a antixenose e a antibiose. Tais mecanismos estão relacionados com características bioquímicas, anatômicas e morfológicas das folhas ou caule.

Mais recentemente, Stout (2013) propôs uma nova terminologia para utilizar em estudos sobre resistência das plantas à insetos, desenvolvendo um esquema

dicotômico de classificação. Nesse esquema, o autor faz uma divisão principal entre resistência e tolerância, onde a resistência foi definida como características da planta que reduzem o dano infligido a uma planta por um herbívoro, e tolerância como capacidade da planta em suportar ao ataque do herbívoro, sem que haja dano significativo em seu desenvolvimento.

Além disso, a categoria de resistência foi dividida nas subcategorias “constitutiva” ou “induzível” e “direta” ou “indireta”. A resistência constitutiva é classificada como a resistência que se expressa independentemente de um estresse biótico ou abiótico anterior à planta. Diferentemente, a resistência induzível é expressa ou aumentada somente após um dano prévio, ou seja, a defesa da planta reage ao estresse anteriormente causado. Já a resistência direta refere-se às características da planta que têm impacto negativo direto sobre os herbívoros. Em contraste, a resistência indireta, não têm efeito direto ao herbívoro, mas atua atraindo os inimigos naturais, facilitando a predação e o parasitismo do herbívoro que ataca a planta (STOUT, 2013; MITHOFER; BOLAND, 2012).

Segundo Smith (2005), uma cultivar é considerada resistente quando ela apresenta características genéticas que a fazem ser menos afetada do que uma cultivar suscetível em condições iguais. Com isso, de acordo com as características fenotípicas, morfológicas ou químicas dos genótipos podemos encontrar respostas distintas, mesmo quando colocados em situações iguais (SILVA, 2021).

Dessa forma, Salgado et al., (2022) encontraram diferenças na resistência de cultivares de cana-de-açúcar a *D. saccharalis*, de acordo com a porcentagem de entrenós perfurados e no número de furos de emergência da broca por colmo. Além disso, os mesmos autores realizaram ensaios onde incorporaram tecido da bainha foliar moído dos cultivares de cana-de-açúcar em dieta artificial e observaram que os cultivares, assim como a concentração do tecido na dieta afetaram o peso larval e os dias até a pupação. A mortalidade das larvas de *D. saccharalis* também foi influenciada pela cultivar, indicando que a composição do tecido vegetal dos cultivares afetam o desenvolvimento e a sobrevivência larval da broca-da-cana.

As composições químicas das ceras epicuticulares das plantas estão relacionadas na interação inseto-planta e tem função de proteger a planta contra o ataque desses herbívoros (EIGENBRODE; ESPELIE, 1995). Logo, a resistência das plantas e o comportamento e mortalidade dos insetos podem ser influenciadas e

explicadas, em parte, pela atuação da cera epicuticular como uma proteção nas plantas (RUTHERFORD, 2013; WARTHA et al., 2018).

Ma et al. (2023), encontraram 157 metabólitos na composição da cera da cana-de-açúcar, onde foram classificados em 15 categorias: ácidos, álcoois, aldeídos, aminas, aromáticos, ésteres, hidrocarbonetos halogenados, compostos heterocíclicos, hidrocarbonetos, cetonas, fenóis, compostos de nitrogênio, compostos de enxofre, terpenóides e outros. Além da gama de metabólitos que podem ser encontrados, algumas variedades de cana-de-açúcar produzem uma alta quantidade de cera epicuticular na superfície do colmo e na bainha da folha.

De acordo com Keeping e Rutherford (2004), a composição química, assim como, a quantidade da cera epicuticular (MATHES; CHARPENTIER, 1969) podem afetar o comportamento e desenvolvimento de insetos herbívoros. Além disso, segundo Wartha et al. (2022), diferenças químicas na cera epicuticular da cana-de-açúcar podem estar correlacionadas à resistência ou suscetibilidade à *Diatraea saccharalis*, conforme resultados iniciais de viabilidade.

Logo, compostos químicos presentes na cera epicuticular da cana-de-açúcar, como a friedelina, podem estar associados com a resistência da broca-da-cana. A friedelina é um metabólito secundário vegetal, pertencente aos triterpenóides (ALVES et al., 2018). Estas substâncias geralmente exibem atividades biológicas contra uma grande variedade de pragas agrícolas. De acordo com o estudo de Baskar et al., (2014), a friedelina apresentou atividade antialimentar, larvicida e pupicida contra *Helicoverpa armígera* (Hub.) e *Spodoptera litura* (Fab.).

Com isso, entender o funcionamento dos mecanismos de resistência da cana-de-açúcar, principalmente em relação à sua principal praga, é de fundamental importância para o desenvolvimento de novos genótipos e fontes de resistência e, conseqüentemente, reduzir os danos que estes organismos geram na cultura.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a sobrevivência e o desenvolvimento de larvas neonatas de *Diatraea saccharalis* Fabr. em genótipos de cana-de-açúcar, em dieta suplementada com cera e em dieta suplementada com friedelina.

2.1. Objetivos específicos

Verificar a taxa de sobrevivência de neonatas em diferentes genótipos de cana-de-açúcar;

Avaliar os danos provocados em diferentes genótipos de cana-de-açúcar decorrentes da alimentação de neonatas;

Verificar a taxa de sobrevivência de neonatas em dieta suplementada com diferentes concentrações de cera;

Verificar a taxa de sobrevivência, o crescimento e a mobilidade de neonatas em dieta suplementada com diferentes concentrações de friedelina.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada em Viçosa (20°45' S, 42°52' W, H = 650 metros), estado de Minas Gerais.

3.1. Genótipos utilizados nos experimentos

Foram utilizados 30 genótipos de cana-de-açúcar, obtidos do Banco de Germoplasma do PMGCA/UFV (Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar da UFV) em parceria com a RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento da Indústria de Cana-de-Açúcar), colhidos na Estação Experimental do Aeroporto da UFV.

Os genótipos avaliados nos experimentos foram separados em três classes: resistente, suscetível e não definida (ND) (Tabela 1). As classificações resistente e suscetível foram feitas de acordo com resultados prévios de experimentos realizados a nível de campo por melhoristas e técnicos do PMGCA/UFV, com base na intensidade de infestação pela broca-da-cana (porcentagem de entrenós perfurados dividido pelo total de entrenós) e estudos realizados por Tomaz et al. (2018a, 2018b, 2020) e Wartha et al. (2018).

Genótipos com menor intensidade de infestação foram classificados como resistentes à broca-da-cana e os genótipos que apresentaram uma maior intensidade de infestação como suscetíveis. A intensidade de infestação não foi avaliada nos genótipos classificados como ND (não definida). Além da separação por classe

(resistente, suscetível e ND), os genótipos foram categorizados em presente, ausente e NA (não avaliada) em relação à friedelina na cera epicuticular das folhas, de acordo com avaliações prévias realizadas por Diniz, (2023) e Wartha et al. (2022) (Tabela 2).

3.2. Condução experimental das plantas

Esse estudo foi dividido em quatro experimentos. Os experimentos 1 e 2, contaram com 10 genótipos cada, mais a testemunha; o experimento 3 contou com 9 genótipos, mais a testemunha e o experimento 4 foi realizado com todos os genótipos, ou seja, os genótipos do experimento 1, 2 e 3, mais a testemunha (Tabela 1 e 2). O genótipo RB867515 foi utilizado como testemunha, sendo repetido em todos os quatro experimentos. Esta cultivar é considerada um controle resistente e é amplamente cultivada no Brasil (BARBOSA et al., 2012).

Os experimentos foram realizados de agosto de 2022 a janeiro de 2023. Cada experimento teve duração de aproximadamente dois meses. O experimento 1 foi realizado de agosto a outubro, o experimento 2 de setembro a novembro, o experimento 3 de outubro a dezembro, e o experimento 4 de novembro a janeiro.

Tabela 1. Código e classificação dos 30 genótipos de acordo com a pré-avaliação da intensidade de infestação pela broca-da-cana em campo

Experimento 1		Experimento 2		Experimento 3	
Código	Classe	Código	Classe	Código	Classe
RB867515*	Resistente	RB867515*	Resistente	RB867515*	Resistente
RB047016	Suscetível	CTC17	Suscetível	IM76228	Resistente
RB047055	Resistente	CTC9002	Suscetível	RB057231	Suscetível
RB047212	Resistente	RB047201	Resistente	RB08791	Resistente
RB147530	Suscetível	RB047226	Resistente	RB097217	ND
RB147531	Suscetível	RB057249	Suscetível	RB127825	ND
RB147590	Resistente	RB147532	Suscetível	RB147529	Suscetível
RB147591	Resistente	RB147533	Suscetível	RB147587	Resistente
RB928064	Suscetível	RB147588	Resistente	RB935744	Suscetível
RB987917	Resistente	RB147589	Resistente	RB985523	Resistente
SP803280	Suscetível	RB147592	Resistente		

*Testemunha. Observação: o 4º experimento contou com todos os genótipos. A classificação dos genótipos como resistente, suscetível e ND (Não definida) foi feita de acordo com estudos prévios realizados por Tomaz et al. (2018a, 2018b, 2020) e Wartha et al. (2018).

Tabela 2. Código e classificação dos 30 genótipos de acordo com a pré-avaliação de friedelina

Experimento 1		Experimento 2		Experimento 3	
Código	Friedelina	Código	Friedelina	Código	Friedelina
RB867515*	Presente	RB867515*	Presente	RB867515*	Presente
RB047016	Ausente	CTC17	NA	IM76228	Presente
RB047055	Presente	CTC9002	NA	RB057231	Ausente
RB047212	Presente	RB047201	Presente	RB08791	NA
RB147530	NA	RB047226	Presente	RB097217	NA
RB147531	Presente	RB057249	Ausente	RB127825	NA
RB147590	Presente	RB147532	Presente	RB147529	Presente
RB147591	Presente	RB147533	Presente	RB147587	Presente
RB928064	NA	RB147588	Presente	RB935744	NA
RB987917	NA	RB147589	Presente	RB985523	NA
SP803280	NA	RB147592	Presente		

*Testemunha. Observação: o 4º experimento contou com todos os genótipos. A classificação dos genótipos em presente, ausente e NA (não avaliada) foi feita de acordo com estudos prévios realizados por Diniz (2023) e Wartha et al. (2022).

3.2.1. Cultivo das plantas

Foram plantadas seções do colmo com cerca de 4 cm de comprimento com uma gema em cada nó de todos os genótipos em bandejas com substrato agrícola (Figuras 1A e 1B). As bandejas foram mantidas em casa de vegetação pertencente ao DAA (Departamento de Agronomia) na UFV, a $26 \pm 10^\circ\text{C}$ de temperatura, $75 \pm 20\%$ de umidade relativa e 12 ± 2 horas de fotoperíodo. A irrigação foi feita diariamente.

Após aproximadamente 8 semanas do plantio, as plantas foram transplantadas para copos plásticos de 330 ml, preenchidos com o mesmo tipo de substrato e levados para um laboratório do DAA na UFV, onde foram mantidos sob as mesmas condições de temperatura, umidade relativa e fotoperíodo. Os copos foram furados por baixo e colocados em bandejas plásticas com uma pequena lâmina de água, com o intuito de disponibilizar água às plantas e evitar a predação de formigas (Figura 1C).

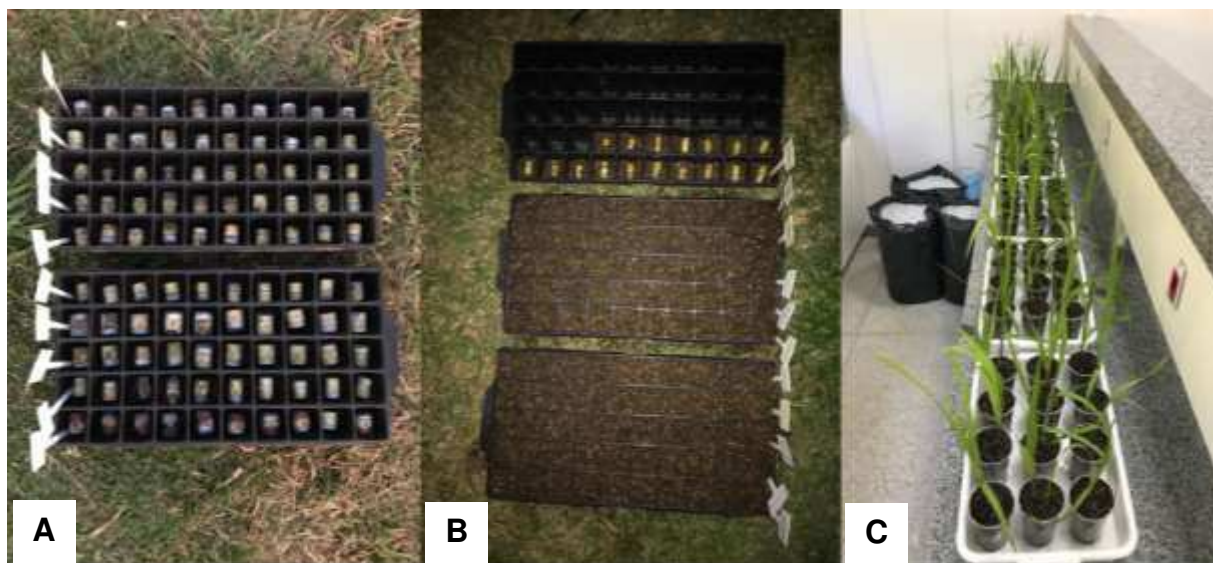


Figura 1: Plantio das sessões dos colmos das canas-de-açúcar (A e B); bandejas alojando as plantas transplantadas para os copos de plástico (C).

3.2.2. Inseto utilizado e infestação das plantas

Foram utilizadas, nos experimentos, oviposições de *D. saccharalis* obtidas de um produtor localizado em Campo Florido, Minas Gerais.

Posteriormente ao transplantio, foram cortados pequenos pedaços de papel onde estavam as oviposições de *D. saccharalis* prestes a eclodir e contados 20 ovos com auxílio de um estereoscópio (Figura 2A). Os papéis com os ovos foram colocados em eppendorfs e então alocados nas plantas transplantadas (Figura 2B). Após a alocação dos eppendorfs, foram acopladas proteções de acetato nos copos, fazendo o envoltório das plantas (Figura 2C), com o intuito de que as larvas das brocas permanecessem nas plantas após eclosão. A parte superior dos acetatos foram vedadas com TNT (Tecido Não Tecido) para evitar a saída das larvas e possibilitar a respiração das plantas (Figura 2D).

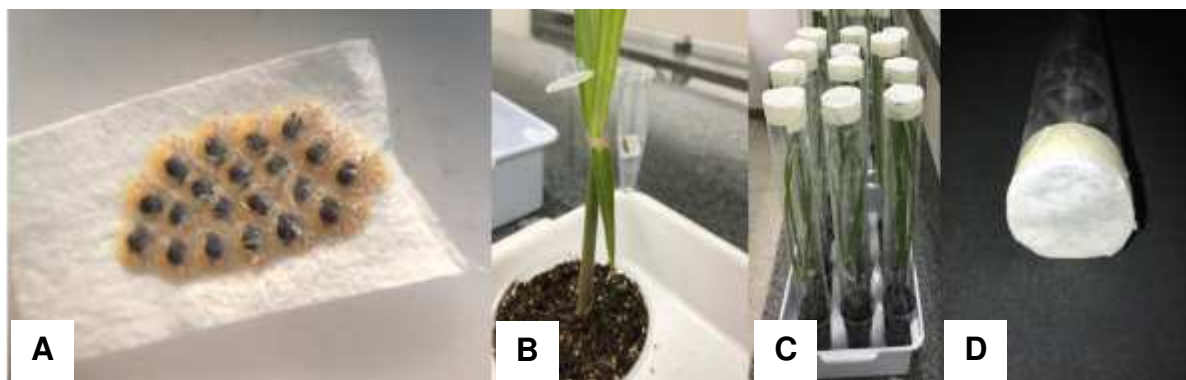


Figura 2. Pedaco de papel com 20 ovos de *D. saccharalis* (A); plantas de cana-de-açúcar com o eppendorf contendo os ovos (B); plantas com as proteções de acetato (C); vedação com TNT na parte superior do acetato (D).

3.2.3. Avaliação das plantas

As plantas foram dissecadas 10 dias após a infestação e realizadas as seguintes avaliações para verificar a resistência dos genótipos à *D. saccharalis*.

- Sobrevivência das larvas:

A avaliação de sobrevivência foi realizada pela contagem direta das larvas encontradas vivas nas plantas (Figura 3A). Para o número de larvas iniciais foi feito uma correção, visto que, alguns ovos não eclodiram, ou seja, as larvas permaneceram dentro dos ovos. Estes ovos foram contabilizados com o auxílio do estereoscópio (Figura 3B) e subtraídos dos 20 ovos inicialmente colocados em cada eppendorf alocado nas plantas. Dessa forma, o “número de larvas iniciais” utilizado para cálculo foi 20 decrescido da quantidade de ovos não eclodidos.

$$\text{Sobrevivência (\%)} = \frac{\text{Número de larvas vivas finais}}{(\text{Número ovos iniciais} - \text{Número de ovos não eclodidos})} \times 100$$

- Injúria nas plantas:

Foram estabelecidas notas de 0 a 5, sendo a nota 0 atribuída à ausência de injúria e a nota 5 atribuída ao maior dano (folhas mais jovens mortas) (Figura 3C):

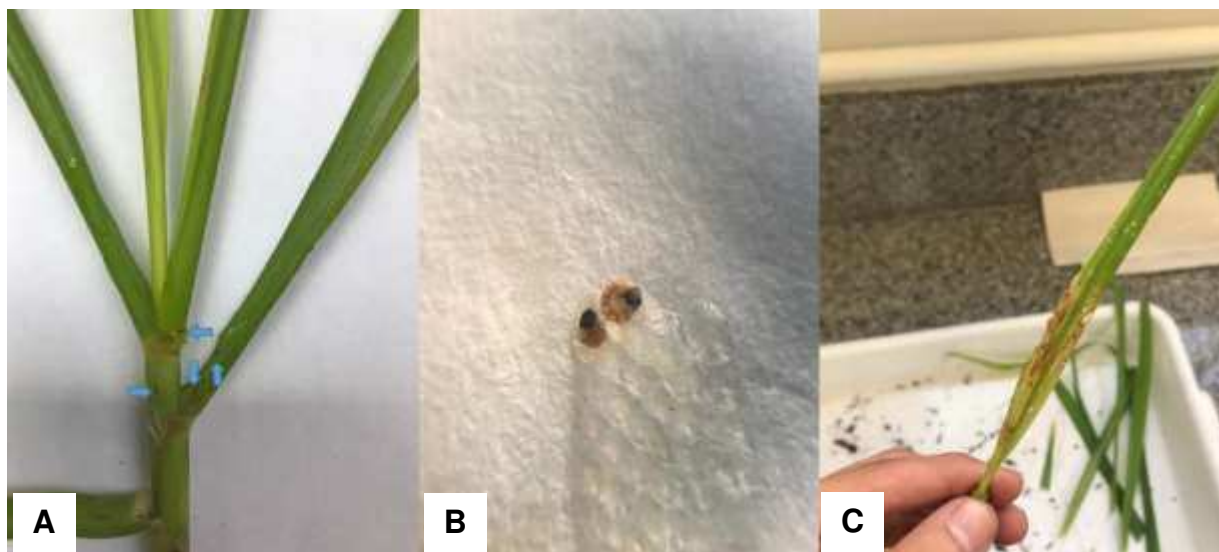


Figura 3. Contagem das larvas vivas de *D. saccharalis* (A); ovos não eclodidos (B); injúria na folha da cana-de-açúcar (C).

3.2.4. Análises estatísticas

Os experimentos foram instalados segundo o DIC (delineamento inteiramente casualizados), sendo os três primeiros experimentos com 5 repetições e o quarto com 4 repetições.

Foram realizados os testes não paramétricos de Mann-Whitney (MANN E WHITNEY, 1947), para comparações entre dois grupos e o teste de Kruskal-Wallis KRUSKAL e WALLIS, 1952), para comparações entres três ou mais grupos, com nível de significância de $\alpha = 0,05$. As análises foram realizadas no *software* R (R CORE TEAM, 2023).

3.3. Condução experimental das dietas

3.3.1. Preparo das dietas contendo cera

Após as avaliações com as plantas, foi realizado outro experimento, onde se utilizou uma dieta própria para a *Diatraea saccharalis* (Dieta PLANALSUCAR, modificada de Hensley & Hammond (1968)) com adição de diferentes quantidades de cera extraída de dois genótipos, onde um não continha friedelina na composição da cera das folhas (RB047016) e o outro continha alta quantidade, sendo em média

22,13% da cera (IM76228), de acordo com análises prévias realizadas por Diniz (2023).

Primeiramente, foram coletadas folhas frescas dos genótipos IM76228 e RB047016 na Estação Experimental do Aeroporto da UFV. As folhas foram lavadas para remover a poeira superficial e em seguida foram submergidas em clorofórmio em provetas. Após 10 minutos, as folhas foram removidas e os extratos (clorofórmio + cera) foram transferidos para béquer de peso conhecido e deixados em capela de exaustão para evaporação do clorofórmio (Figura 4A). Após a evaporação de todo o clorofórmio, foram obtidos a quantidade de cera extraída: 0,13 gramas do genótipo IM76228 e 0,16 gramas do genótipo RB047016. As ceras extraídas foram dissolvidas em 25 ml de clorofórmio em balão volumétrico, formando soluções de 0,0052 g/ml (IM76228) e 0,0064 g/ml (RB047016), respectivamente (Figura 4B e 4C).

A dieta pura foi preparada de acordo com a alimentação para *Diatraea saccharalis* (Dieta PLANALSUCAR, modificada de Hensley & Hammond (1968)). Para esse estudo, foram utilizadas placas de petri de vidro de 60 x 15 mm, previamente autoclavadas. Em cada placa, para cada genótipo, foram adicionados os volumes de 1,0 ml, 1,5 ml, 2,0 ml e 3,0 ml da solução, correspondendo às diferentes concentrações, conforme Tabela 3. Após a adição da solução, foi adicionado 4,00 ml da dieta pura em ponto de fervura em cada placa. As placas foram colocadas em chapa aquecedora e com o auxílio de um bastão de vidro, misturou-se bem, até que todo o clorofórmio evaporasse. Após a evaporação do clorofórmio, as placas foram deixadas em uma capela de fluxo laminar para esfriarem naturalmente (Figura 4D). Também foram preparadas placas controle, ou seja, apenas a dieta pura sem adição da solução (cera + clorofórmio), mas com adição de 3,00 ml de clorofórmio puro e realizados os mesmos procedimentos dos demais tratamentos.

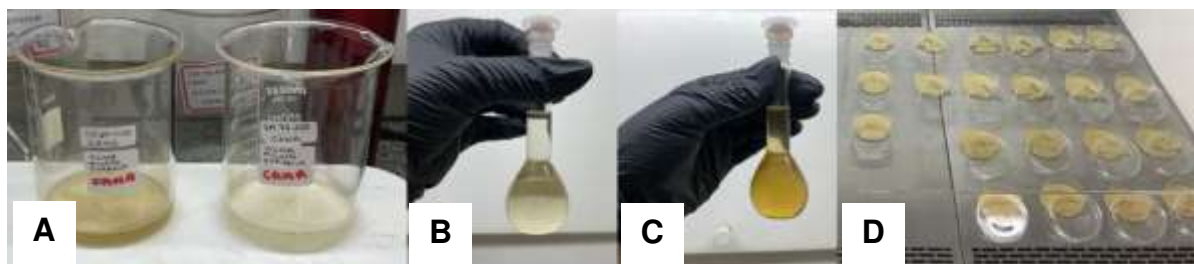


Figura 4. Extratos (clorofórmio + cera) nos béqueres para a evaporação (A); soluções (cera + clorofórmio) nos balões volumétricos (B e C); placas com a dieta esfriando na capela de fluxo laminar (D).

Tabela 3. Tratamentos do experimento da dieta suplementada com cera

Tratamentos	Genótipo	Volume de solução*	Concentração de cera na dieta
1	Controle	0,0 ml	0,0000 g/ml
2	IM76228	1,0 ml	0,0013 g/ml
3	IM76228	1,5 ml	0,0020 g/ml
4	IM76228	2,0 ml	0,0026 g/ml
5	IM76228	3,0 ml	0,0039 g/ml
6	RB047016	1,0 ml	0,0016 g/ml
7	RB047016	1,5 ml	0,0024 g/ml
8	RB047016	2,0 ml	0,0032 g/ml
9	RB047016	3,0 ml	0,0048 g/ml

*Solução = cera + clorofórmio.

3.3.2. Preparo das dietas contendo friedelina

Inicialmente, a friedelina (Friedelin, technical grade) obtida da empresa Sigma Aldrich, foi dissolvida em clorofórmio, formando uma solução de 0,2 g/ml. A dieta pura foi preparada de acordo com a alimentação para *Diatraea saccharalis* (Dieta PLANALSUCAR, modificada de Hensley & Hammond (1968)). Foram utilizadas placas de petri de vidro de 60 x 15 mm, previamente autoclavadas. Em cada placa para cada tratamento, foram adicionados os volumes de 1,0 ml, 1,5 ml, 2,0 ml e 2,5 ml da solução (friedelina + clorofórmio), correspondendo às diferentes concentrações, conforme a Tabela 4.

Após a adição da solução, foi adicionado 4,0 ml da dieta pura em ponto de fervura em cada placa. As placas foram colocadas em chapa aquecedora e com o auxílio de um bastão de vidro, misturou-se bem, até que todo o clorofórmio evaporasse. Após a evaporação do clorofórmio, as placas foram deixadas em uma capela de fluxo laminar para esfriar naturalmente. Também foram preparadas placas controle, ou seja, apenas a dieta pura sem adição da solução (friedelina + clorofórmio), mas com adição de 2,5 ml de clorofórmio puro e realizados os mesmos procedimentos dos demais tratamentos.

Tabela 4. Tratamentos do experimento da dieta suplementada com friedelina

Tratamentos	Volume de solução*	Concentração de friedelina na dieta
1	0,0 ml	0,000 g/ml
2	0,5 ml	0,025 g/ml
3	1,0 ml	0,050 g/ml
4	2,0 ml	0,100 g/ml
5	2,5 ml	0,125 g/ml

*Solução = friedelina + clorofórmio.

As concentrações escolhidas para esse estudo foram com base na quantidade de friedelina contida em alguns dos genótipos utilizados nos experimentos anteriores. O principal genótipo do estudo, em relação à quantidade de friedelina na cera epicuticular é o IM76228, no qual foi encontrado grande quantidade de friedelina na cera epicuticular (média de 22,13% da cera). Além disso, o presente estudo utilizou aproximadamente metade da concentração máxima encontrada na cera do IM76226 (25,19%). As quantificações de friedelina na cera dos genótipos foram realizadas por Diniz (2023) em avaliações preliminares.

3.3.3. Inoculação das larvas nas dietas

Após o preparo das placas com a dieta e as respectivas concentrações de cera e friedelina, foi realizada a inoculação de 20 larvas recém eclodidas de *Diatraea saccharalis* em cada placa, com o auxílio de um pincel de ponta fina (Figura 5A). Após a inoculação, as placas foram vedadas. Para a vedação das placas, primeiramente foram colocadas duas camadas de plástico filme na face superior da placa com a dieta e logo acima, duas camadas de TNT (Figura 5B). Posteriormente, colocou-se a outra placa de petri (que forma o conjunto) por cima, e então foi passado parafilm (filme plástico de parafina) em volta, de forma que as duas partes das placas ficassem bem vedadas. Para finalizar, foi passado uma fita crepe em volta do parafilm. As placas inoculadas e devidamente vedadas foram deixadas em BOD na temperatura de 28°C e um fotoperíodo de 12 horas (Figura 5C).

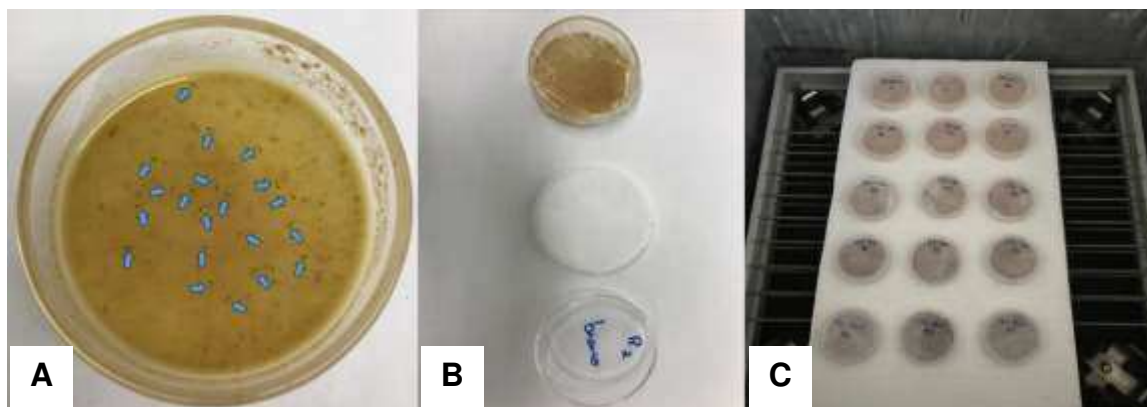


Figura 5. Placa com dieta inoculadas com 20 larvas de *D. saccharalis* (A); placas sendo vedadas (B); placas inoculadas e vedadas na BOD (C).

3.3.4. Avaliação das larvas nas dietas

Foram feitas avaliações no 3º, 6º, 10º e 14º dia após a inoculação. Para avaliar a taxa de sobrevivência realizou-se a contagem direta de larvas vivas em cada placa. A avaliação do desenvolvimento das larvas em cada nível de concentração do composto friedelina foi realizada por meio da observação (Figura 6).

- Sobrevivência das larvas;

$$\text{Sobrevivência (\%)} = \frac{\text{Número de larvas finais}}{\text{Número de larvas iniciais}} \times 100$$

- Desenvolvimento;



Figura 6. Contagem e avaliação do desenvolvimento das larvas de *D. saccharalis* na dieta.

3.3.5. Análises estatísticas

Os experimentos foram realizados em DIC (delineamento inteiramente casualizado), com nove tratamentos para dieta com cera (4 concentrações x 2 genótipos + controle) e cinco tratamentos para dieta com friedelina (4 concentrações + controle), cada tratamento com duas repetições.

Para o experimento da dieta com cera, procedeu-se a análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Dunnett com nível de significância de $p = 0,05$.

Para o experimento da dieta com friedelina, procedeu-se a análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey com nível de significância de $p = 0,05$ e posteriormente foi realizado uma análise de regressão.

As análises estatísticas foram realizadas no *software* R (R CORE TEAM, 2023).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Sobrevivência e injúria das larvas nas plantas

Na Figura 7 estão apresentados os gráficos box-plot da análise descritiva dos experimentos em relação à sobrevivência e injúria nas plantas, de acordo com a classe dos genótipos.

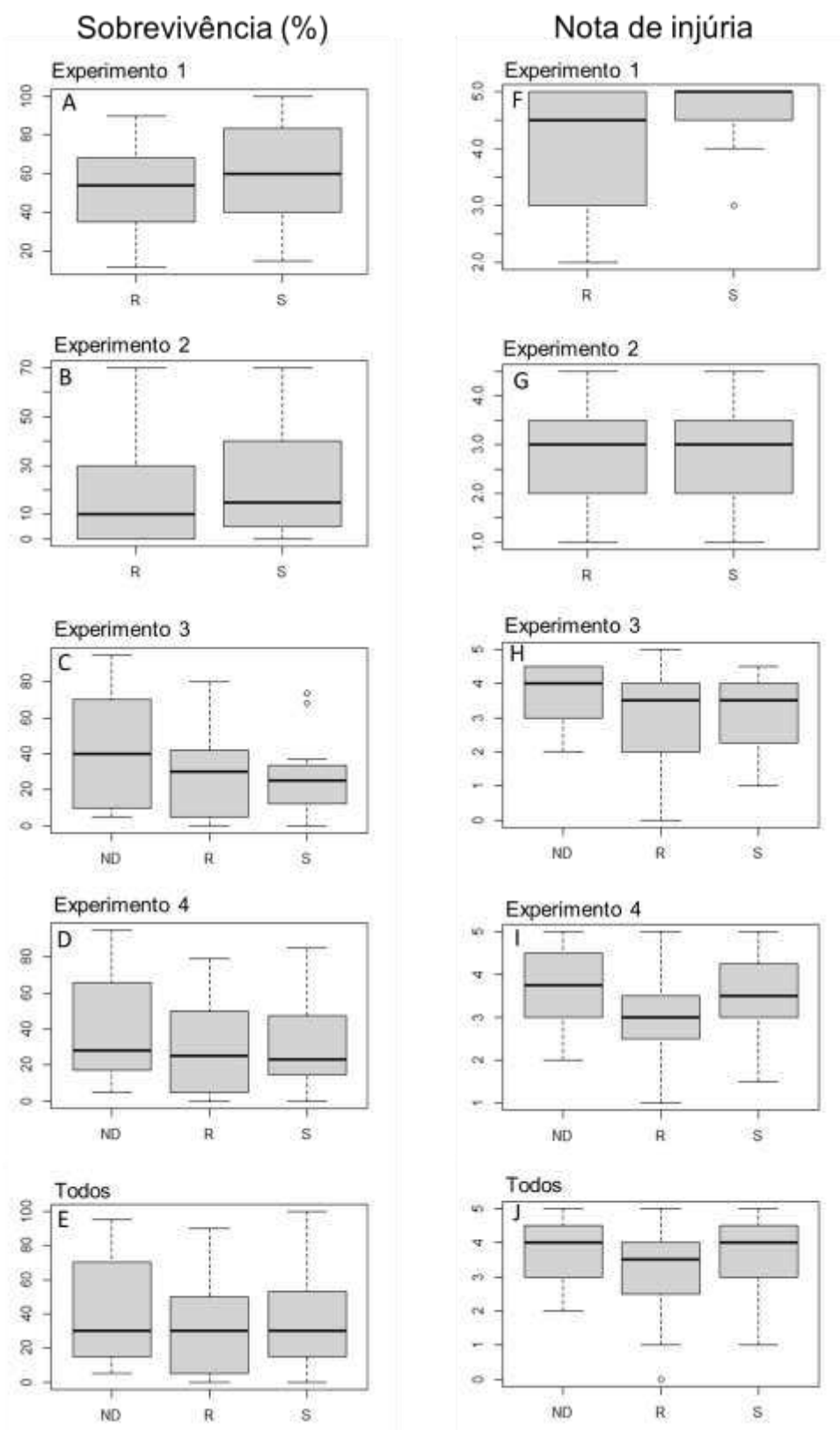


Figura 7. Gráficos box-plot dos experimentos em relação à sobrevivência (%) e nota de injúria nas plantas (1 a 5) das larvas de *D. saccharalis*, de acordo com a classe dos genótipos (ND = Não definida; R = Resistente e S = Suscetível). Todos = junção dos dados de todos os experimentos.

De acordo com os gráficos boxplot da análise descritiva quanto à classificação a campo, apenas os experimentos 1 e 2 (Figuras 7A e 7B) indicaram maior sobrevivência das larvas nos grupos de genótipos classificados como suscetíveis.

Nos experimentos 3, 4 e na avaliação de todos os experimentos juntos, observa-se que a mediana da sobrevivência nos grupos de suscetíveis foi menor ou similar à sobrevivência dos classificados como resistentes (Figuras 7C, 7D e 7E). Já para a injúria, em todos os experimentos as medianas da nota de injúria foram similares ou maiores nos grupos de genótipos classificados como suscetíveis (Figuras 7F, 7G, 7H, 7I e 7J).

Esses resultados indicam que mesmo com maior sobrevivência das larvas neonatas em grupos de genótipos resistentes, os danos causados às plantas são menores, quando comparados com genótipos classificados como suscetíveis.

Os resultados estatísticos e as respectivas médias de sobrevivência e injúria de cada experimento, de acordo com a classe, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Médias e resultados estatísticos da sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* e da nota de injúria causada nas plantas em cada experimento e de acordo com a classificação dos genótipos a campo

Experimentos	Sobrevivência		Nota de injúria	
	Suscetível	Resistente	Suscetível	Resistente
Experimento 1	36,40% (30,58) a	33,36% (25,85) a	3,45 (33,18) a	3,33 (23,68) b
Experimento 2	34,50% (29,60) a	34,35% (26,67) a	3,57 (28,66) a	3,37 (27,45) a
Experimento 3	35,17% (19,90) a	33,81% (20,86) a	3,32 (21,40) a	3,38 (19,96) a
Experimento 4	34,74% (57,61) a	33,57% (55,54) a	3,44 (64,23) a	3,37 (49,80) b
Todos	34,54% (136,35) a	33,46% (127,59) a	3,42 (144,94) a	3,37 (120,66) b

Valores na horizontal seguidos da mesma letra, para o mesmo parâmetro (sobrevivência ou injúria), não diferem entre si, pelo teste de Mann-Whitney ($p > 0,05$). Entre parênteses estão os valores da soma dos rankings do teste estatístico. Observação: Todos = Junção dos dados dos 4 experimentos.

Na Tabela 5, quando os dados são comparados estatisticamente em relação à classe (resistente e suscetível), é possível observar que os valores de sobrevivência são estatisticamente iguais em todos os experimentos. No entanto, para a injúria, foram observadas diferenças significativas nos experimentos 1, 4 e quando os experimentos foram analisados todos juntos, onde o grupo de genótipos resistentes

apresentaram menor nota de injúria em comparação aos suscetíveis, demonstrando que, em geral, os genótipos resistentes são menos afetados pela broca-da-cana.

Outros autores também observaram menores danos causados pela broca-da-cana em genótipos de cana-de-açúcar resistentes em relação à suscetíveis (DINARDO-MIRANDA et al., 2012; WHITE, 1993), assim como na sobrevivência (PIMENTEL et al., 2017; SALGADO et al., 2022; THOMAZ, 2014).

A ausência da diferença na sobrevivência entre os grupos de genótipos definidos como resistentes e suscetíveis pode ser devido ao método utilizado na classificação prévia a campo, visto que foram classificados com base na intensidade de infestação pela broca-da-cana, utilizando a porcentagem de entrenós perfurados dividido pelo total de entrenós. Além disso, as avaliações para classificação a campo foram realizadas em plantas já adultas, diferente das avaliações feitas neste estudo, onde se utilizou plantas jovens.

Devido à utilização de plantas jovens nos experimentos, possivelmente alguns genótipos ainda não haviam atingido completamente todas suas características morfológicas, anatômicas e químicas, que conferem maior resistência à broca-da-cana, afetando assim suas capacidades antibióticas contra a praga e não causando uma alta mortalidade das larvas. Segundo Korndörfer e Datnoff (1995), plantas muito novas podem apresentar menores concentrações de silício quando comparadas com plantas mais velhas. A concentração de metabólitos secundários, como compostos nitrogenados, terpenóides e fenólicos, também varia conforme a idade das plantas (HERBONE, 1988; LARA, 1991; RHODES, 1994).

Além disso, de acordo com Wei et al. (2007), as defesas mecânicas funcionam como barreira física pelo fortalecimento da parede celular, presença de lignina, aumento na concentração de silício e outros fenóis, dificultando a predação e obtenção de alimento pelo inseto.

Na Figura 8 estão os gráficos boxplot da análise descritiva dos experimentos em relação à sobrevivência e injúria nas plantas, de acordo com a classificação dos genótipos a friedelina.

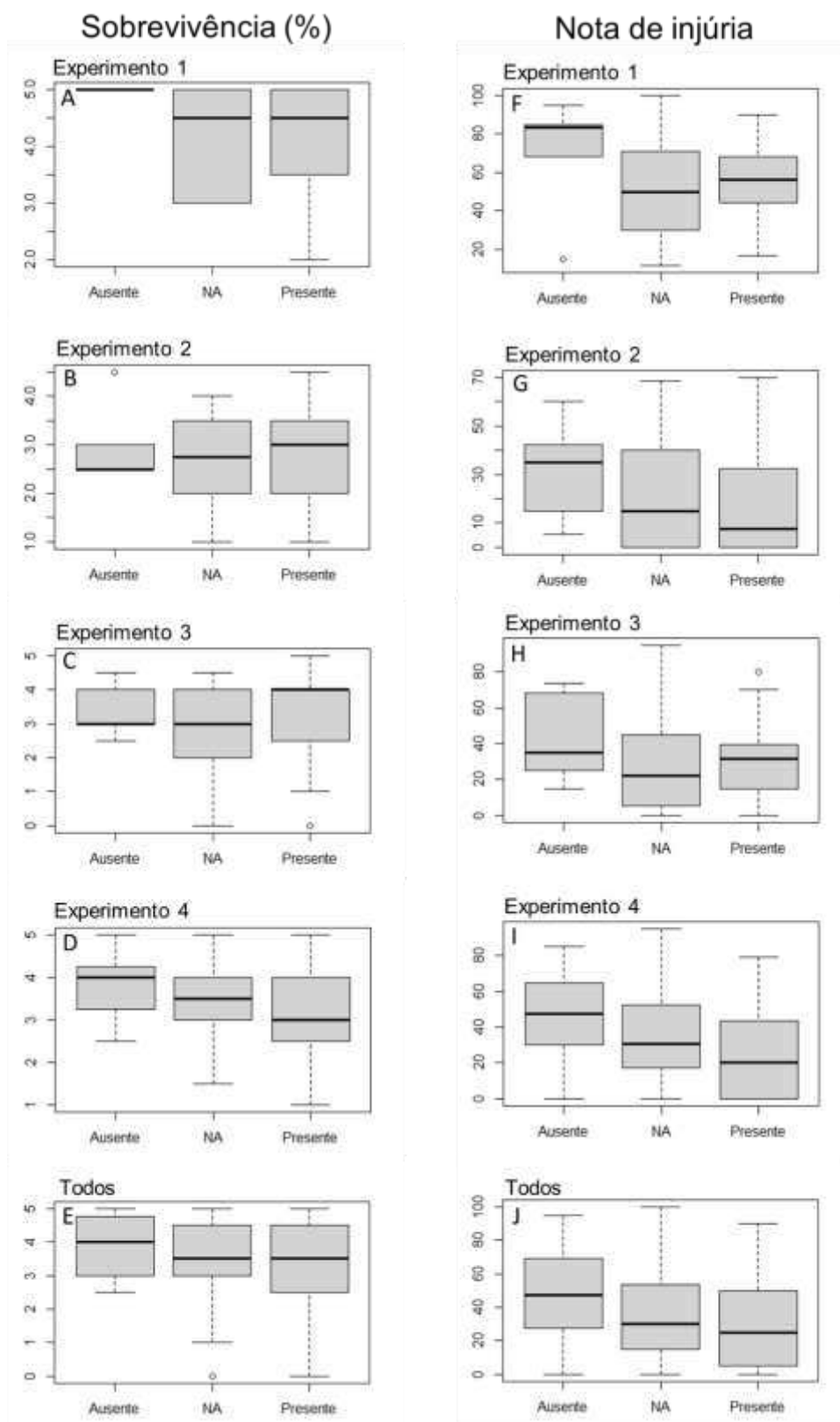


Figura 8. Gráficos box-plot dos experimentos em relação à sobrevivência (%) e a nota de injúria nas plantas (1 a 5) das larvas de *D. saccharalis*, de acordo com a friedelina (Ausente = Ausência de friedelina, Presente = Presença de friedelina e NA = friedelina não avaliada). Todos = junção dos dados de todos os experimentos.

Analisando os gráficos box-plot em relação à friedelina, é possível observar que os grupos de genótipos com presença de friedelina indicaram menor sobrevivência das larvas neonatas em todos os experimentos (Figuras 8A, 8B, 8C, 8D e 8E). Além disso, os grupos de genótipos não avaliados para friedelina (NA) também apresentaram baixa sobrevivência das larvas. Uma das causas desses resultados pode ser a presença de friedelina. Logo, a análise da substância nesses genótipos pode ser interessante.

Nos experimentos 2 e 3, apesar da presença de friedelina indicar menor sobrevivência das larvas neonatas, ela não resultou em menor injúria nas plantas (Figuras 8G e 8H).

Uma possível explicação da menor injúria em genótipos com ausência de friedelina pode ser devido aos diferentes mecanismos de defesa dos genótipos, que podem fazer com que alguns genótipos sejam, por exemplo, menos preferidos ao ataque da broca da cana. Esse mecanismo de não preferência, pode acarretar menores danos às folhas desses genótipos, e é conhecido como antixenose, conforme descrito por Smith (2005) e Bastos et al. (2015).

Tecidos com maiores teores de lignina, aqueles que apresentam maior dureza, são menos palatáveis para os herbívoros, regulando o dano causado por esses insetos (COLEY, 1983; RAUPP, 1985; SANTIAGO et al., 2013). Além disso, segundo Santiago et al. (2013), tecidos que apresentam alto teor de fibras são mais resistentes à ação das mandíbulas de insetos mastigadores. A presença de tricomas também é um importante mecanismo de não preferência, que proporciona a defesa de algumas plantas, como a cana-de-açúcar, contra o ataque de insetos (SMITH, 2005; PIMENTEL, 2016).

Os resultados estatísticos e as respectivas médias de sobrevivência e injúria de cada experimento, de acordo com a friedelina, estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Médias e resultados estatísticos da sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* e da nota de injúria causada nas plantas em cada experimento e de acordo com a friedelina

Experimentos	Sobrevivência		Nota de injúria	
	Ausente	Presente	Ausente	Presente
Experimento 1	69,30% (23,60) a	35,11% (17,07) a	5,00 (28,50) a	3,41 (16,25) b
Experimento 2	31,53% (31,30) a	34,35% (21,96) a	3,00 (24,00) a	3,37 (22,88) a
Experimento 3	43,42% (15,40) a	35,39% (12,40) a	3,40 (13,20) a	3,44 (12,20) a
Experimento 4	39,68% (53,75) a	34,69% (35,64) b	3,68 (51,13) a	3,47 (36,13) b
Todos	39,03% (118,13) a	34,92% (86,24) b	3,63 (110,33) a	3,44 (87,61) b

Valores na horizontal seguidos da mesma letra, para o mesmo parâmetro (sobrevivência ou injúria), não diferem entre si, pelo teste de Mann-Whitney ($p > 0,05$). Entre parênteses estão os valores da soma dos rankings do teste estatístico. Observação: Todos = Junção dos dados dos 4 experimentos.

Na Tabela 6, é possível observar que houve diferenças estatísticas na sobrevivência de larvas neonatas na presença de friedelina no experimento 4 e quando se avaliou os dados de todos os experimentos juntos. Essas diferenças mostram que a sobrevivência das larvas foi menor no grupo de genótipos que apresentam friedelina na composição da cera epicuticular, quando comparado ao grupo que não apresenta o composto.

Em relação à injúria, nos experimentos 1, 4 e quando avaliado todos experimentos juntos, foi encontrada diferenças significativas, onde os menores valores de injúria foram observados nos grupos de genótipos com presença de friedelina na cera epicuticular das folhas.

Os resultados do experimento 4 e quando avaliado todos experimentos juntos, mostram que além da diferença significativa na sobrevivência, houve também diferença significativa em relação a injúria nas plantas, onde a presença de friedelina causou uma maior mortalidade das neonatas e resultou em menor injúria nas plantas, decorrente do ataque das larvas.

Wartha et al. (2022) estudando a composição da cera epicuticular de plantas de cana-de-açúcar, observou a presença de friedelina, antes e após a infestação com a broca-da-cana, em genótipos classificados como resistentes, enquanto em genótipos classificados como suscetíveis não foi observado a presença do composto, em nenhuma das situações (antes ou após a infestação).

Abaixo estão as tabelas com as médias e os resultados estatísticos referentes à sobrevivência e a nota de injúria nas plantas, assim como a classificação em relação a friedelina, de cada genótipo, nos quatro experimentos (Tabelas 7, 8, 9 e 10).

Tabela 7. Médias e resultados estatísticos da sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* e da nota de injúria causada nas plantas, assim como a classificação em relação a friedelina, em cada genótipo do experimento 1

Experimento 1			
Genótipo	Sobrevivência	Nota de injúria	Friedelina
RB867515	49,84% (23,00) bc	3,30 (12,70) cd	Presente
RB047016	69,30% (37,60) ab	5,00 (44,00) a	Ausente
RB047055	63,26% (32,90) ab	4,80 (36,80) a	Presente
RB047212	75,28% (42,80) a	5,00 (44,00) a	Presente
RB147530	64,79% (32,60) ab	4,70 (35,10) ab	NA
RB147531	57,01% (28,70) ab	4,10 (20,60) cd	Presente
RB147590	47,13% (22,10) bc	3,50 (13,20) cd	Presente
RB147591	52,17% (25,00) abc	4,20 (24,20) bc	Presente
RB928064	60,96% (30,90) ab	5,00 (44,00) a	NA
RB987917	27,37% (9,30) c	3,30 (11,20) d	NA
SP803280	49,53% (23,10) bc	4,00 (22,20) cd	NA

Valores na vertical seguidos da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Entre parênteses estão os valores da soma dos rankings do teste estatístico.

No experimento 1 (Tabela 7), o genótipo RB987917 se destaca, obtendo a menor média de sobrevivência (27,37%) e menor nota média de injúria (3,30), junto ao RB867515. O RB147590 causou a segunda menor média de sobrevivência e de injúria. Estatisticamente, os genótipos RB867515, RB147590 e SP803280 não se diferenciam do RB987917 na sobrevivência e nem na nota de injúria.

Além disso, os genótipos RB867515, RB147590 e RB147591, apresentam friedelina na composição da cera epicuticular. Já o RB987917 e o SP803280 não tiveram sua cera analisada para o composto. Logo, a análise da cera para verificar se a friedelina está presente é interessante, visto que a friedelina pode ser uma das causas da maior resistência à broca-da-cana nesses genótipos.

Entre os genótipos com as maiores médias, temos o RB047212 e o RB047016, sendo o primeiro e o segundo para sobrevivência, respectivamente e empatados em primeiro para nota média de injúria. No entanto, estatisticamente não se diferenciaram da maioria dos genótipos, exceto os que obtiveram os menores valores e que foram citados acima, se diferenciando na sobrevivência e na injúria.

Tabela 8. Médias e resultados estatísticos da sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* e da nota de injúria causada nas plantas, assim como a classificação em relação a friedelina, em cada genótipo do experimento 2

Experimento 2			
Genótipo	Sobrevivência	Nota de injúria	Friedelina
RB867515	25,05% (35,90) a	3,50 (39,20) a	Presente
CTC17	24,68% (27,80) a	2,70 (27,30) ab	NA
CTC9002	22,00% (29,90) a	2,50 (23,20) ab	NA
RB047201	7,00% (17,30) a	2,60 (24,30) ab	Presente
RB047226	14,00% (23,90) a	2,70 (25,90) ab	Presente
RB057249	31,53% (37,60) a	3,00 (29,90) ab	Ausente
RB147532	28,81% (34,30) a	3,60 (40,10) a	Presente
RB147533	10,42% (18,40) a	2,40 (22,80) ab	Presente
RB147588	19,00% (24,60) a	2,00 (17,40) b	Presente
RB147589	17,00% (26,00) a	2,30 (21,10) ab	Presente
RB147592	31,00% (32,30) a	3,40 (36,80) ab	Presente

Valores na vertical seguidos da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$). Entre parênteses estão os valores da soma dos rankings do teste estatístico.

No experimento 2 (Tabela 8), os genótipos RB047201, RB047226, RB147533, RB147588, RB147589 apresentaram as menores médias de sobrevivência (abaixo de 20%) e nota média de injúria (igual ou inferior a 2,70). Todavia, estatisticamente não foram observadas diferenças em relação a sobrevivência, e para a nota de injúria, apenas o RB147588 se diferenciou do RB147515 e do RB147532, onde o RB147588 apresentou o menor valor.

Além disso, os genótipos que obtiveram as menores médias de sobrevivência, apresentam friedelina em sua composição. Ao contrário, o RB057249, não apresenta

friedelina na cera e foi o genótipo com maior sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* no experimento (31,53%). Apresentou também nota média de injúria igual a 3,0.

Tabela 9. Médias e resultados estatísticos da sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* e da nota de injúria causada nas plantas, assim como a classificação em relação a friedelina, em cada genótipo do experimento 3

Experimento 3			
Genótipo	Sobrevivência	Nota de injúria	Friedelina
RB867515	39,37% (32,00) a	2,50 (19,90) bcd	Presente
IM76228	19,32% (19,60) abc	4,40 (41,10) a	Presente
RB057231	43,42% (33,00) a	3,40 (27,40) abc	Ausente
RB08791	33,13% (29,90) a	2,90 (20,60) bcd	NA
RB097217	38,00% (28,40) ab	3,70 (33,50) ab	NA
RB127825	48,00% (34,90) a	3,70 (30,40) abc	NA
RB147529	24,89% (25,30) abc	4,10 (37,50) a	Presente
RB147587	35,31% (29,10) a	2,50 (17,70) cd	Presente
RB935744	9,11% (12,00) bc	1,70 (10,00) d	NA
RB985523	8,18% (10,80) c	2,30 (16,90) cd	NA

Valores na vertical seguidos da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$). Entre parênteses estão os valores da soma dos rankings do teste estatístico.

No experimento 3 (Tabela 9), podemos destacar os genótipos RB935744 e o RB985523, onde obtiveram as menores médias de sobrevivência (menor que 10%) e nota de injúria nas plantas igual ou inferior a 2,30; e o genótipo IM76228, onde ocasionou a terceira menor média de sobrevivência (19,32%). A menor média de sobrevivência foi observada no genótipo RB985523, no entanto, não se diferenciou estatisticamente dos genótipos IM76228, RB147529 e do RB935744.

Entre os genótipos citados acima, o IM76228 e o RB147529 tiveram suas ceras analisadas e observado a presença de friedelina. Já para o RB985523 e o RB935744, não ocorreu a análise. Dessa forma, devido aos bons resultados do RB935744 e RB985523, seria interessante a avaliação do composto em suas ceras. Podemos citar neste experimento, entre as maiores média, o RB057231, que apresentou a segunda

maior média de sobrevivência (43,42) e nota média de injúria igual a 3,40. A cera desse genótipo foi avaliada e não foi observado presença de friedelina.

Tabela 10. Médias e resultados estatísticos da sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* e da nota de injúria causada nas plantas, assim como a classificação em relação a friedelina, em cada genótipo do experimento 4

Experimento 4			
Genótipo	Sobrevivência	Nota de injúria	Friedelina
RB867515	20,00% (45,25) abcdefg	2,50 (28,25) ef	Presente
CTC17	34,54% (66,25) abcdef	4,38 (92,00) ab	NA
CTC9002	15,00% (38,50) cdefg	3,13 (55,00) abcdef	NA
IM76228	10,00% (29,63) efg	3,38 (59,00) abcdef	Presente
RB047016	47,89% (79,38) abcd	4,00 (82,00) abcd	Ausente
RB047055	21,25% (46,88) bcdefg	2,38 (29,63) ef	Presente
RB047201	22,00% (50,25) bcdefg	3,63 (66,50) abcdef	Presente
RB047212	42,76% (77,63) abcd	4,13 (84,13) abcd	Presente
RB047226	8,75% (26,38) fg	2,38 (28,00) ef	Presente
RB057231	40,66% (75,25) abcd	3,88 (77,25) abcd	Ausente
RB057249	51,70% (87,63) ab	3,63 (70,38) abcde	Ausente
RB08791	63,19% (103,00) a	3,88 (79,50) abcd	NA
RB097217	30,92% (65,38) abcdef	4,00 (82,63) abcd	NA
RB127825	49,80% (74,38) abcd	3,38 (60,00) abcdef	NA
RB147529	32,50% (61,38) abcdef	3,13 (52,50) abcdef	Presente
RB147530	38,68% (72,38) abcde	4,25 (93,38) a	NA
RB147531	25,46% (55,63) bcdefg	3,38 (60,00) abcdef	Presente
RB147532	13,36% (35,50) defg	2,88 (40,13) def	Presente
RB147533	5,26% (22,00) fg	4,13 (87,00) abc	Presente
RB147587	34,47% (64,75) abcdef	3,50 (63,75) abcdef	Presente
RB147588	0,00% (11,50) g	2,38 (24,50) f	Presente
RB147589	50,23% (85,88) ab	2,88 (49,13) abcdef	Presente
RB147590	42,83% (75,13) abcd	2,88 (41,75) def	Presente
RB147591	21,78% (49,38) bcdefg	3,13 (48,00) bcdef	Presente
RB147592	40,95% (80,13) abc	4,00 (81,00) abcd	Presente
RB928064	33,09% (60,88) abcdef	3,13 (49,88) abcdef	NA
RB935744	44,58% (75,50) abcd	3,00 (44,50) cdef	NA
RB985523	27,20% (63,00) abcdef	3,38 (59,63) abcdef	NA
RB987917	41,97% (73,63) abcde	3,00 (46,13) cdef	NA
SP803280	32,50% (62,63) abcdef	3,88 (79,50) abcd	NA

Valores na vertical seguidos da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$). Entre parênteses estão os valores da soma dos rankings do teste estatístico.

No experimento 4 (Tabela 10), onde todos os genótipos utilizados no estudo foram avaliados ao mesmo tempo, podemos destacar o IM76228, RB047226, RB147533 e o RB147588, pois apresentaram as menores média de sobrevivência (inferior ou igual a 10%).

Além dos bons resultados observados no experimento 4, esses 4 genótipos também se destacaram positivamente nos outros experimentos. Logo, os genótipos IM76228, RB047226, RB147533 e o RB147588 apresentaram em geral os melhores resultados em relação a resistência as neonatas da broca-da-cana, principalmente em relação a menor sobrevivência das larvas. Outro ponto importante, é que todos estes genótipos apresentam friedelina na composição da cera epicuticular.

Por outro lado, entre os piores resultados, podemos destacar os genótipos RB047016, RB057231 e RB057249, onde ocasionaram principalmente alta média de sobrevivência (maior que 40%), além da nota média de injúria (maior que 3,60) no experimento 4. Estatisticamente também obtiveram maiores valores de sobrevivência que os genótipos IM76228, RB047226, RB147533 e RB147588. Além disso, apresentaram a primeira ou a segunda maior média de sobrevivência nos outros experimentos.

Na Tabela 11, estão apresentados os resultados estatísticos e as respectivas médias gerais da sobrevivência e nota de injúria na planta de cada genótipo avaliado neste estudo, ou seja, os dados de todos os quatro experimentos juntos, assim como a classificação em relação a friedelina.

Tabela 11. Médias e resultados estatísticos gerais da sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* e da nota de injúria causada nas plantas, assim como a classificação em relação a friedelina, em cada genótipo estudado

Todos os experimentos			
Genótipo	Sobrevivência	Nota de injúria	Friedelina
RB147533	8,13% (53,50) k	3,17 (132,56) defghijk	Presente
RB147588	10,56% (60,78) jk	2,17 (58,89) l	Presente
RB047226	11,67% (67,33) ijk	2,56 (81,28) jkl	Presente
RB047201	13,67% (76,11) hijk	3,06 (109,56) ghijkl	Presente
IM76-228	15,18% (82,83) ghijk	3,94 (179,11) abcde	Presente
RB985523	16,63% (91,17) ghijk	2,78 (103,61) ghijkl	NA
CTC9002	18,89% (94,83) ghijk	2,78 (94,83) hijkl	NA
RB147532	21,94% (107,28) fghijk	3,28 (125,78) efghijk	Presente
RB935744	24,88% (110,78) efghijk	2,28 (68,22) kl	NA
RB147529	28,27% (128,39) cdefghij	3,67 (159,61) cdefgh	Presente
CTC17	29,06% (124,38) defghij	3,44 (146,94) defghij	NA
RB147589	31,77% (135,50) cdefgh	2,56 (85,94) ijkl	Presente
RB987917	33,86% (143,78) cdefg	3,17 (116,44) efghijkl	NA
RB867515	34,28% (145,63) cdefg	2,97 (111,37) ghijkl	Presente
RB097217	34,85% (143,78) cdefg	3,83 (171,44) abcdef	NA
RB147587	34,94% (145,78) bcdefg	2,94 (111,67) fghijkl	Presente
RB147592	35,42% (148,00) bcdefg	3,67 (156,06) defgh	Presente
RB147591	38,66% (162,67) abcdef	3,72 (161,00) bcdefg	Presente
RB057249	40,50% (164,44) abcdef	3,28 (125,78) efghijk	Ausente
SP803280	41,96% (167,06) abcdef	3,94 (178,67) abcde	NA
RB057231	42,19% (169,33) abcdef	3,61 (151,78) defghi	Ausente
RB147531	42,99% (172,39) abcdef	3,78 (166,17) abcdefg	Presente
RB047055	44,59% (173,72) abcdef	3,72 (168,11) abcdef	Presente
RB147590	45,22% (174,78) abcde	3,22 (122,06) efghijkl	Presente
RB08791	46,49% (185,28) abcd	3,33 (133,17) defghijk	NA
RB928064	48,58% (185,28) abcd	4,17 (196,44) abcd	NA
RB127825	48,80% (178,17) abcd	3,56 (149,83) defghi	NA
RB147530	53,18% (193,22) abc	4,50 (223,56) abc	NA
RB047016	59,79% (204,72) ab	4,56 (226,94) ab	Ausente
RB047212	60,83% (217,44) a	4,61 (230,55) a	Presente

Valores na vertical seguidos da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$). Entre parênteses estão os valores da soma dos rankings do teste estatístico. Observação: Os resultados são referentes a junção dos dados dos 4 experimentos.

De acordo com os resultados da Tabela 11, os genótipos RB147588 e o RB044226 ocasionaram a segunda e a terceira maior média de mortalidade das

larvas, e a primeira e quarta menor injúria nas plantas, respectivamente. Dessa forma, quando comparados os genótipos de forma geral, esses dois genótipos se destacam em relação à resistência à broca-da-cana.

Analisando apenas a sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* nos genótipos, os 5 que se destacam por apresentarem as menores médias são: RB147533, RB147588, RB047226, RB047201 e IM76228. A menor média de sobrevivência das larvas pode estar associada à presença de friedelina, visto que o composto apresenta poder larvicida, e está presente nesses 5 genótipos.

Logo, esses genótipos podem ser interessantes no melhoramento genético da cana-de-açúcar em relação a redução da sobrevivência de neotatas de *D. saccharalis*, assim como a redução da injúria em plantas jovens.

Em estudos realizados por Silva (2021) foi observado que os genótipos classificados como resistentes geralmente apresentam altas médias para a espessura da epiderme. Por outro lado, o genótipo IM76228 não possui essa característica, apesar de ser considerado resistente e apresentar baixa preferência para oviposição, alta mortalidade de neonatas e poucos danos em folhas e colmos (PIMENTEL et al., 2017). Com isso, a resistência desse genótipo se deve a outros fatores, podendo ser decorrente do alto teor de friedelina.

Wartha et al. (2022) encontraram compostos químicos relacionados à resistência à *Diatraea saccharalis* na cera desse genótipo. Entre eles, a friedelina. Dessa forma, a friedelina tem um forte indício de ser um dos componentes de resistência a *D. saccharalis* nesse genótipo, visto que o composto apresenta característica antibiótica a neonatas da praga, como observado por Diniz, (2023). Além disso, como já citado neste trabalho, o genótipo IM76228 apresenta alta concentração do composto, podendo chegar a mais de 25% do teor na cera epicuticular da cana-de-açúcar, como encontrado por (DINIZ, 2023).

4.2. Sobrevivência e desenvolvimento das larvas em dietas

4.2.1. Sobrevivência das larvas em dieta contendo cera

Na Tabela 12 estão apresentados os dados de sobrevivência da *D. saccharalis* em dieta com diferentes concentrações de cera proveniente dos genótipos IM76228 e RB047016 e as prováveis concentrações de friedelina na dieta. As concentrações de

friedelina na dieta foram estimadas de acordo com o estudo de Diniz, (2023), onde foi encontrado uma quantidade máxima de 25,19% de friedelina na cera do genótipo IM76228 e 0% no RB047016.

Tabela 12. Médias de sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* em diferentes concentrações de cera, concentrações estimadas de friedelina e entre os genótipos IM76228 e RB047016 no 14º dia após a inoculação

Tratamento	Genótipo	Concentração de cera na dieta	Concentração de friedelina na dieta	Sobrevivência das larvas (%)
1	Controle	0,0000 g/ml	0	100,0 a
2	IM76228	0,0013 g/ml	0,000327 g/ml	97,5 a
3	IM76228	0,0020 g/ml	0,000504 g/ml	100,0 a
4	IM76228	0,0026 g/ml	0,000655 g/ml	100,0 a
5	IM76228	0,0039 g/ml	0,000982 g/ml	92,5 a
6	RB047016	0,0016 g/ml	0	97,5 a
7	RB047016	0,0024 g/ml	0	95,0 a
8	RB047016	0,0032 g/ml	0	95,0 a
9	RB047016	0,0048 g/ml	0	100,0 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem do controle pelo teste de Dunnett ($p > 0,05$). Observação: as concentrações de friedelina na dieta foram estimadas de acordo com as quantidades máximas de friedelina encontradas na cera dos genótipos IM76228 (25,19%) e RB047016 (0%), por Diniz, (2023).

De acordo com a Tabela 12, é possível observar que não houve diferença significativa entre os genótipos e as diferentes concentrações utilizadas. Isso ocorreu porque as concentrações de cera, ou ainda da friedelina presente na cera do genótipo IM76228, foram muito baixas, não afetando a mortalidade das larvas, ou seja, não foi o suficiente para causar uma mortalidade significativa das larvas.

Ma et al. (2023) observaram que a cera da cana-de-açúcar afeta negativamente o comportamento alimentar e o crescimento dos bichos-da-seda, inseto da mesma ordem da broca-da-cana. Com isso, para melhores estudos com a cera da cana-de-açúcar, é necessário montar experimentos com maiores concentrações em dieta, possibilitando observar os efeitos da cera epicuticular e da sua composição, na sobrevivência e desenvolvimento de neonatas de *D. saccharalis*.

4.2.2. Sobrevivência e desenvolvimento das larvas em dieta contendo friedelina

Os resultados da sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* em dietas com diferentes concentrações de friedelina estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Médias de sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* em dietas com diferentes concentrações de friedelina no 14^o dia após inoculação

Tratamento	Concentração de friedelina na dieta	Sobrevivência das larvas (%)
1	0,000 g/ml	97,5 a
2	0,025 g/ml	95,0 ab
3	0,050 g/ml	72,5 abc
4	0,100 g/ml	67,5 bc
5	0,125 g/ml	50,0 c

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 13, observa-se que a presença de friedelina na dieta teve efeito significativo na sobrevivência das larvas, de modo que maiores concentrações acarretam menor sobrevivência, chegando a 50% na maior concentração testada (0,125 g/ml). A sobrevivência das larvas em dieta sem friedelina, com concentração de friedelina 0,025 g/ml e com concentração de 0,050 g/ml não foram significativamente diferentes.

Para as concentrações de 0,050 e 0,100 g/ml obteve-se sobrevivência de 72,5% e 67,5%, respectivamente. Em comparação à ausência de friedelina a concentração de 0,050 g/ml reduziu em 25,0% a sobrevivência das neonatas, sendo essa uma redução considerável, visto que acarretaria uma menor população de larvas no campo e conseqüentemente uma redução nos danos e mortalidade de plantas de cana-de-açúcar, possibilitando assim, uma maior produção da cultura.

Na Figura 9 está a relação entre sobrevivência das larvas da *D. saccharalis* e as diferentes concentrações de friedelina na dieta no 14^o dia após a inoculação.

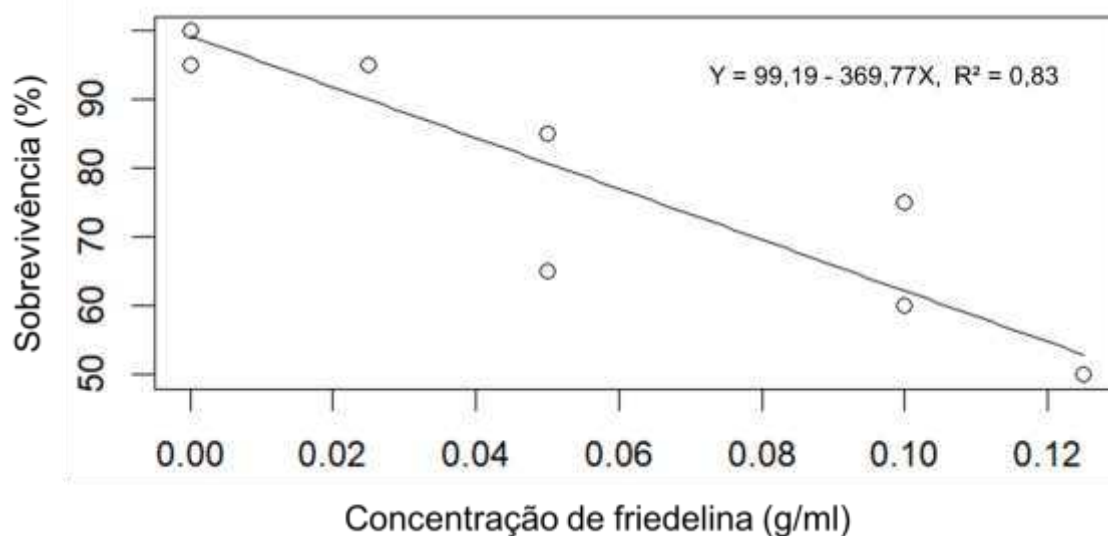


Figura 9. Relação entre sobrevivência das larvas da *D. saccharalis* e a concentração de friedelina na dieta no 14º dia após a inoculação.

Pode-se observar na Figura 9 que a friedelina na dieta afetou de forma linear e negativamente a sobrevivência das larvas neonatas da broca, ou seja, quanto maior a concentração da substância na dieta, menor a sobrevivência das larvas.

Os resultados obtidos no experimento mostram a capacidade larvicida do composto friedelina, que reduziu significativamente a sobrevivência de larvas neonatas, principalmente em maiores concentrações. Esses dados corroboram estudos anteriores que já classificaram a substância como tóxica para neonatas de *D. saccharalis*, assim como para larvas da mesma classe (DINIZ, 2023; MOITEIRO et al., 2006; BASKAR et al., 2014).

A sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* em dietas contendo diferentes concentrações de friedelina, ao longo do tempo, está representada na Figura 10.

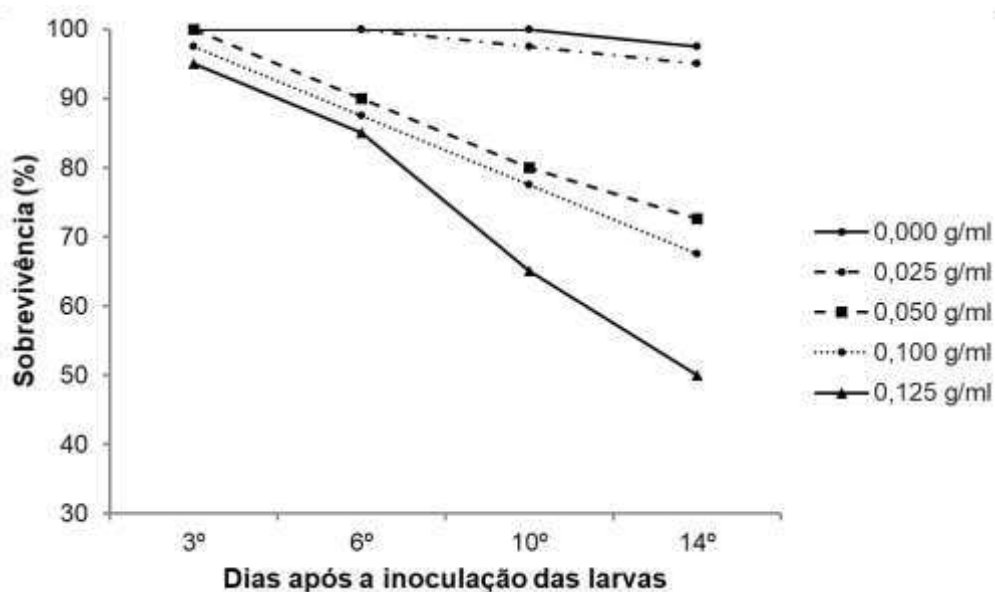


Figura 10. Médias de sobrevivência das larvas de *D. saccharalis* em dietas com diferentes concentrações de friedelina, ao longo do tempo.

Pode-se notar na Figura 10 que a concentração de 0,025 g/ml e a dieta sem a friedelina, não reduziu significativamente a sobrevivência das larvas ao longo do tempo. Já as concentrações de 0,050 g/ml, 0,100 g/ml e 0,125 g/ml acarretaram redução na sobrevivência das larvas ao longo dos dias, principalmente para a concentração mais alta de friedelina.

No estudo de Diniz (2023), as larvas foram monitoradas durante um período de sete dias e a maior taxa de mortalidade observada foi de 62,5% (em uma concentração de 0,1907 g/ml). Ademais, foi observado um déficit de desenvolvimento nas larvas que ingeriram dieta contendo friedelina. De acordo com essa autora, a friedelina faz parte do mecanismo de resistência de genótipos de cana-de-açúcar, embora possa não ser o único.

Na Figura 11 estão representados os tamanhos e quantidades de larvas de *D. saccharalis* vivas em cada concentração de friedelina, ao final do experimento (14º dia após a inoculação).

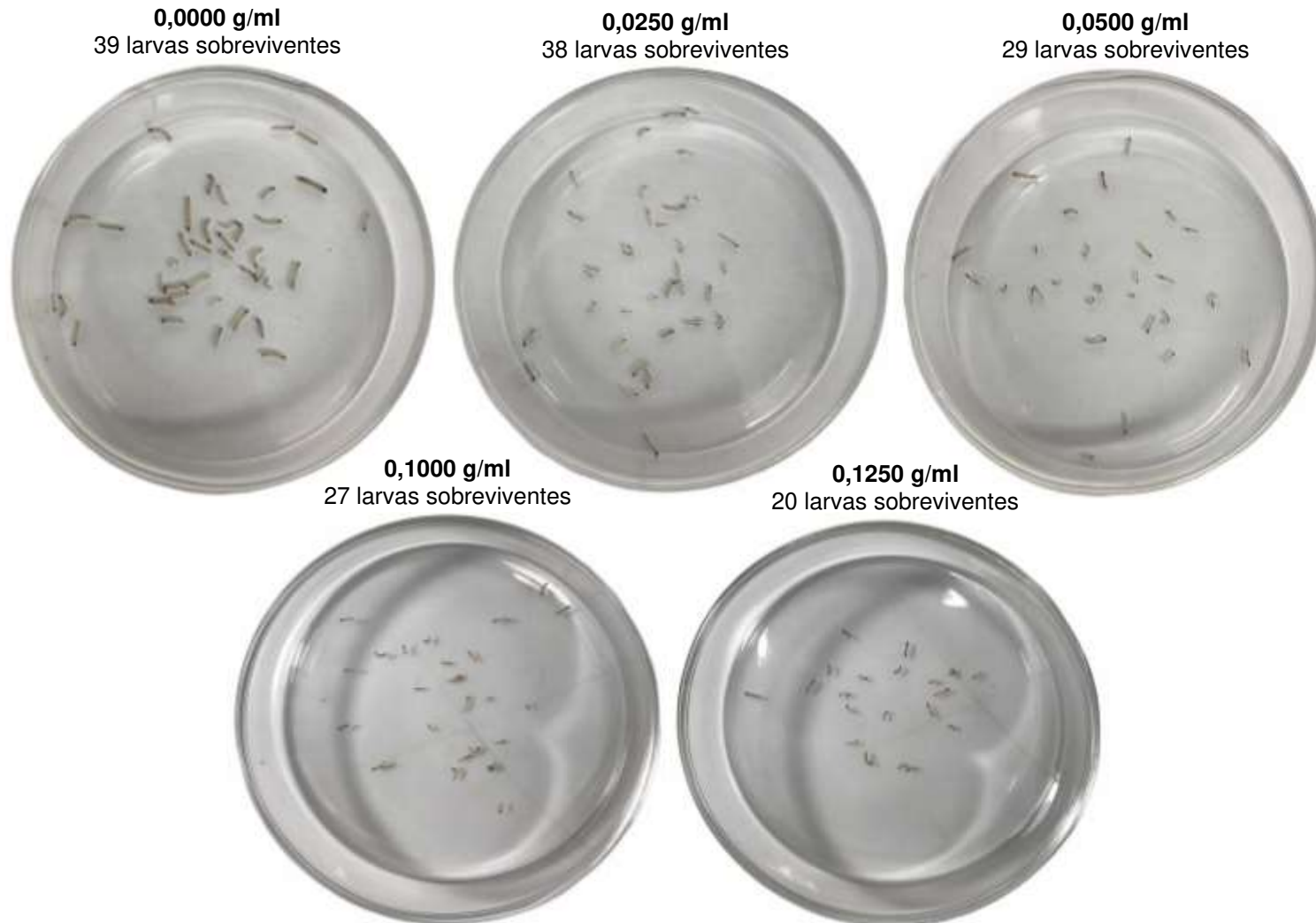


Figura 11. Tamanho e quantidade de larvas de *D. saccharalis* em cada concentração de friedelina na dieta, ao final do experimento. Observação: As larvas sobreviventes das duas repetições foram transferidas para uma mesma placa para contagem.

De acordo com a figura 11, é possível observar as diferenças na quantidade e tamanhos das larvas ao final do experimento em cada concentração de friedelina utilizada na dieta. Observa-se que nas maiores concentrações, o tamanho e quantidade de larvas é menor, principalmente quando comparado ao controle. Na concentração de 0,025 g/ml, a quantidade de larvas sobreviventes não foi muito diferente do controle. No entanto, é possível observar que essa menor concentração de friedelina foi responsável em reduzir os tamanhos das larvas. Além do tamanho, foi observado que dietas suplementadas com friedelina causaram uma redução na mobilidade das neonatas, onde, quanto maior a concentração de friedelina maior o efeito negativo. Dessa forma, mesmo na menor concentração testada, a friedelina afetou negativamente o desenvolvimento das larvas da broca da cana.

Com isso, os resultados desse estudo mostram a capacidade do composto friedelina em reduzir a sobrevivência, crescimento e mobilidade de larvas neonatas de *D. saccharalis*.

Logo, a friedelina é um composto que aparentemente está ligado à resistência da cana-de-açúcar a neonatas da *D. saccharalis* e deve ser mais estudada e compreendida. Com isso, novos trabalhos devem ser desenvolvidos, principalmente com utilização de genótipos com alto teor do composto na cera epicuticular. Esses estudos podem ser de extrema importância no melhoramento genético da cana-de-açúcar, pensando no controle da praga broca-da-cana.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que:

- Não houve diferença na sobrevivência das larvas neonatas em plantas de genótipos classificados a campo como resistente e suscetível.
- Plantas de genótipos classificados a campo como resistente, apresentaram menor injúria decorrente do ataque de larvas da *D. saccharalis*.
- Plantas de genótipos que apresentam friedelina na composição da cera epicuticular, apresentaram menor sobrevivência das larvas.
- Plantas de genótipos que apresentam friedelina na composição da cera epicuticular, apresentaram menor injúria decorrente do ataque das larvas.
- Dietas suplementadas com diferentes concentrações de cera dos genótipos IM76228 e RB047016 não influenciaram na sobrevivência das larvas neonatas.

- Dietas suplementadas com diferentes concentrações de friedelina ocasionaram redução na sobrevivência, no crescimento e na mobilidade das larvas, de modo que quanto maior a concentração do composto, maior foi seu efeito.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T. B.; SOUZA-MOREIRA, T. M.; VALENTINI, S. R.; ZANELLI, C. E.; FURLAN, M. Friedelina em *Maytenus ilicifolia* é produzida pelas isoformas da friedelina sintase. **Molecules**, v. 23, n. 3, p. 700, 2018.

ARAÚJO, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; ARAÚJO, S. M. S. S.; ALMEIDA, L. C.; DEGASPARI, N. Nova dieta artificial para criação de *Diatraea saccharalis* (Fabr.). **Saccharum**, v. 36, p. 45-48, 1985.

BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S.; BARBOSA, G. V. S.; OLIVEIRA, R. A.; PETERNELLI, L. A.; DAROS, E. Genetic improvement of sugar cane for bioenergy: the brazilian experience in network research with RIDESA. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 12, p. 87-98, 2012.

BASKAR, K.; DURAI PANDIYAN, V.; IGNACIMUTHU, S. Bioefficacy of the triterpenoid friedelin against *Helicoverpa armigera* (Hub.) and *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pest Management Science**, v. 70, n. 12, p. 1877-1883, 2014.

BASTOS, C. S.; RIBEIRO, A. V.; SUINAGA, F. A.; BRITO, S. M.; OLIVEIRA, A. A. S.; BARBOSA, T. M.; SANTOS, P. de J. dos; OLIVEIRA, D. V. V.; TELCHMANN, Y. S. K. Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: VISOTTO, L. E.; FERNADES, F. L.; CARVALHO FILHO, A.; LOPES, E. A.; AQUINO, L. A. de.; GOD, P. I. V. G.; RUAS, R. A. A.; SOUSA JUNIOR, J. M. de. (ed.). **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal**. Viçosa: UFV, 2015. p. 32-72.

BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; CHAGAS NETO, J. F.; OLIVEIRA, C. P. B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 491-496, 1999.

COLEY, P. D. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. **Ecological Monographs**, v. 53, n. 2, p. 209-233, 1983.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. **CONAB: Segundo Levantamento - Safra 2022/23**. Brasília: CONAB, 2023.

DINARDO-MIRANDA L. L. PRAGAS. In: DINARDO-MIRANDA; L. L.; VASCONSELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. (ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. p. 349-404.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; ANJOS, I. A. D.; COSTA, V. P. D.; FRACASSO, J. V. Resistance of sugarcane cultivars to *Diatraea saccharalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1-7, 2012.

DINIZ, M. B. T. **Avaliação da resistência da cana-de-açúcar frente à praga broca da cana (*Diatraea saccharalis*) utilizando análises cromatográfica e modelos quimiométricos de classificação a partir de dados espectroscópicos**. 2023. Tese (Doutorado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2023.

DRAGOTA, S.; RIEDERER, M. Epicuticular wax crystals of *Wollemia nobilis*: morphology and chemical composition. **Annals of Botany**, v. 100, p. 225-231, 2007.

EIGENBRODE, S. D.; ESPELIE, K. E. Effects of plant epicuticular lipids on insect herbivores. **Annual Review of Entomology**, v. 40, p. 171-194, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesquisa pretende selecionar microrganismos que combatam a broca-podridão da cana-de-açúcar**. Brasília: EMBRAPA, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/50702178/pesquisa-pretende-selecionar-microrganismos-que-combatam-a-broca-podridao-da-cana-de-acucar>. Acesso em: 06 mar. 2024.

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

GONCALVES, M. T. V.; BARBOSA, M. H. P.; BRASILEIRO, B. P.; COUTINHO, A. E.; ARAÚJO, G. A. M. Parâmetros genéticos e seleção de clones de cana-de-açúcar para resistência à broca-da-cana. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil 10., 2016, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: STAB, 2016, p. 207-210.

GUARENCHI, M. M.; GAROFALO, D. F. T.; SEABRA, J. E. A; MOREIRA, M. M. R.; NOVAES, R. M. L.; RAMOS, N. P.; NOGUEIRA, S. F.; ANDRADE. C. A. Land use change net removals associated with sugarcane in Brazil. **Land**, v. 22, n. 3, 26 p., 2023.

HARBONE, J. B. **Introduction to ecological biochemistry**. 4. ed. Londres: Academic Press, 1988. 318 p.

HENSLEY, S. D.; HAMMOND, A. M. Laboratory techniques for rearing the sugarcane borer on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, p. 1742-1743, 1968.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cana-de-acucar/br>. Acesso em: 08 mar. 2024.

KEEPING, M. G.; RUTHERFORD, R. S. Resistance mechanisms of South African sugarcane to the stalk borer *Eldana saccharina* (Lepidoptera: Pyralidae): a review. **South African Sugar Technologists' Association**, v. 78, p. 307-311, 2004.

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, n. 70, p. 1-3, 1995.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. **Journal of the American Statistical Association**, v. 47, n. 260, p. 583–621, 1952.

KUNST, L.; SAMUELS, L. Plant cuticles shine: advances in wax biosynthesis and export. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 12, p. 721-727, 2009.

LAMBERTON, J.; REDCLIFFE, A. The chemistry of sugar-cane wax. I. The nature of sugar-cane wax. **Australian Journal of Chemistry**, v. 13, p. 261, 1960.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas aos insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone. 1991. 336 p.

MA, L.; DUAN, M.; HE, Z.; ZHANG, Y.; CHEN, Y.; LI, B.; RAO, J. M.; HU, L.; WANG, L. Sugarcane wax metabolites and their toxicity to silkworms. **Life**, v. 13, n. 2, p. 286, 2023.

MACEDO, N.; MACEDO, D.; CAMPOS, M. B. S.; NOVARETTI, W. R. T.; FERRAZ, L. C. C. B. Manejo de pragas e nematoides. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (ed.). *Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e etanol*. Viçosa: UFV, 2012. p. 119-159.

MANN, H. B.; WHITNEY, D. R. On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. **The Annals of Mathematical Statistics, Institute of Mathematical Statistics**, v. 18, n. 1, p. 50–60, 1947.

MATHES, R.; CHARPENTIER, L. J. Varietal resistance in sugar cane to stalk moth borers. In: WILLIAMS, J. R.; METCALFE, J. R.; MUNGOMERY, R. W.; MATHES, R. (ed.). **Pests of Sugar Cane**. Amsterdã: Elsevier Publishing Co, 1969. p 175-188.

MEAGHER, R. L. JR.; IRVINE, J. E.; BREENE, R. G.; PFANNENSTIEL, R. S.; GALLO, M. Resistance mechanisms of sugarcane to mexican rice borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 89, p. 749-760, 1996.

MITHÖFER, A.; BOLAND, G. Defesa das plantas contra herbívoros: aspectos químicos. **Revisão Anual de Biologia Vegetal**, v. 63, p. 431-450, 2012.

MOITEIRO, C; CURTO, M. J. M.; MOHAMED, N.; BAILÉN, M.; DÍAZ-MARTÍNEZ, R.; GONZÁLEZ-COLOMA, A. Biovalorization of friedelane triterpenes derived from cork processing industry byproducts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 3566-3571, 2006.

OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, M. S.; FRIZZAS, M. R. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, p. 50-54, 2014.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. Nova Iorque: Macmillan, 1951. p. 481.

PIMENTEL, G. V.; TOMAZ, A. C.; BRASILEIRO, B. P.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M. H. P. Oviposition preference and larval performance of sugarcane borer in eight sugarcane genotypes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, p. 439-446, 2017.

PURCELL, D. E.; LEONARD, G. J.; O'SHEA, M. G.; KOKOT, S. A chemometrics investigation of sugarcane plant properties based on the molecular composition of epicuticular wax. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 6, p.135-147, 2005.

R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing_. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em 08 mar. 2024.

RHODES, M. J. C. Physiological roles for secondary metabolites in plants: some process, many outstanding problems. **Plant Molecular Biology**, v. 24, p. 1-20, 1994.

RUTHERFORD, R. S. Mechanisms of resistance to pests and pathogens in sugarcane and related crop species. In: MOORE, P. H.; BOLTHA, F. C. (ed.). **Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology**. Nova Jersey: John Wiley & Sons Ltd, 2013. p. 435-482.

SALGADO, L. D.; WILSON, B. E.; VILLEGAS, J. M.; RICHARD, R. T.; PENN, H. J. Resistance to the sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) in Louisiana sugarcane cultivars. **Environmental Entomology**, v. 51, n. 1, p. 196-203, 2022.

SANTIAGO, R.; BARROS-RIOS, J.; MALVAR, R. A. Impact of cell wall composition on maize resistance to pests and diseases. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, p. 6960-6980, 2013.

SANTOS, F. A.; QUEIRÓZ, J. H.; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V. M.; REZENDE, S. T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, v. 35, p. 1004-1010, 2012.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE M. **Insect-Plant Biology**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. 421 p.

SILVA, M. E. J. **Discriminação de genótipos de cana-de-açúcar resistentes e suscetíveis à *Diatraea saccharalis* baseada em caracteres anatômicos**. 2021. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2021.

SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Dordrecht: Springer, 2005. 423 p.

STOUT, M. J. Reevaluating the conceptual framework for applied research on host-plant resistance. **Insect Science**, v. 20, n. 3, p. 263-272, 2013.

TOMAZ, A. C.; GONÇALVES, M. T. V.; RESENDE, M. D. V.; BRASILEIRO, B. P.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M. H. P. Genetic parameters and selection of

sugarcane for borer resistance in the advanced selection stage. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, 2020.

TOMAZ, A. C.; COUTINHO, A. E.; SOARES, B. O.; PETERNELLI, L. A.; PEREIRA, E. J. G.; BARBOSA, M. H. P. Assessing resistance of sugarcane varieties to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* Fab. (Lepidoptera: Crambidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 108, n. 4, p. 547-555, 2018.

TOMAZ, A. C.; WARTHA, C. A.; RESENDE, M. D. V.; BRASILEIRO, B. P.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M. H. P. Genetic parameters and selection of sugarcane in early selection stages for resistance to sugarcane borer *Diatraea saccharalis*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, p. 208-216, 2019.

TOMAZ, A. C. **Genetic parameters and strategies for selecting sugarcane genotypes for borer resistance**. 2018. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

WARTHA, C. A. **Resistance mechanism of sugarcane genotypes to the sugarcane borer**. 2018. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

WARTHA, C. A.; POROT, N. A.; TOMAZ, A. S. D.; ROQUE, J. V.; DINIZ, M. B. T.; QUEIROZ, M. E. L. R.; TEÓFILO, R. F.; BARBOSA, M. H. P. Classification of sugarcane genotypes susceptible and resistant to the initial attack of sugarcane borer *Diatraea saccharalis* using epicuticular wax composition. **Phytochemistry**, v. 199, p. 113175, 2022.

WEI, J.; ZOU, L.; RONGPING, K.; LIPING, H. Influence of leaf tissue structure on host feeding selection by Pea leaf miner *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). **Zoological Studies**, v. 39, n. 4, p. 295-300, 2000.

WHITE, W. H. Movement and establishment of sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) larvae on resistant and susceptible sugarcane. **Florida Entomologist**, v. 76, n. 3, p. 465-473, 1993.

APÊNDICE

Tabela 14. Médias de ovos não eclodidos (%) da *D. saccharalis*, com respectivos valores máximo, mínimo e desvio padrão.

Experimentos	Média de ovos não eclodidos (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
Experimento 1	5,36 (5,12)	15	0
Experimento 2	1,00 (2,41)	10	0
Experimento 3	2,00 (3,54)	15	0
Experimento 4	2,54 (3,68)	15	0

Valores entre parênteses representam o desvio padrão.