

**ABUNDÂNCIA E MANEJO DE *DIATRAEA SACCHARALIS* EM CANA-DE-AÇÚCAR NO
MATO GROSSO DO SUL**

por

LUCAS DE LIMA SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

DEZEMBRO – 2023

**ABUNDÂNCIA E MANEJO DE *DIATRAEA SACCHARALIS* EM CANA-DE-AÇÚCAR NO
MATO GROSSO DO SUL**

por

LUCAS DE LIMA SANTOS

Orientação:

Orientador: Prof. Dr. Tavvs Micael Alves – IF Goiano – Campus Rio Verde

Coorientador: Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira - IF Goiano – Campus Rio Verde

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SSA237 Santos, Lucas
a ABUNDÂNCIA E MANEJO DE DIATRAEA SACCHARALIS EM
CANA-DE-AÇÚCAR NO MATO GROSSO DO SUL / Lucas Santos;
orientador Dr. Tavvs Micael Alves; co-orientador Dr. Jardel
Lopes Pereira . -- Rio Verde, 2023.
32 p.

Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Bioenergias e Grãos) -
- Instituto Federal Goiano, Campus Rio
Verde, 2023.

1. Broca da cana-de-açúcar. 2. Variedades. 3. Flutuação
populacional. I. Micael Alves, Dr. Tavvs, orient. II. Lopes
Pereira, Dr. Jardel, co-orient.
III. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local / /
Data

Lucas Lima

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Digitally signed by Dr. Tavvs Alves
DN: cn=Dr. Tavvs Alves, c=BR,
ou=IF Goiano - Campus Rio Verde,
email=tavvs.alves@ifgoiano.edu.br
Date: 2024.02.17 15:28:56 -03'00'

**Dr. Tavvs
Alves**

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Ata nº 115/2023 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA Nº 72 (SETENTA E DOIS)
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos quatorze dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e três, às 15h00min (Quinze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada de forma virtual, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **LUCAS DE LIMA SANTOS**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Tavvs Micael Alves, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação que, em 30 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos resultados em revista científica de circulação nacional, após a implementação das modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Tavvs Micael Alves	IF Goiano – Campus Rio Verde	Presidente
Jardel Lopes Pereira	IF Goiano – Campus Rio Verde	Membro interno
Jacqueline Nascimento-Odenheimer	Wichita Public Schools	Membro externo
Elmo Pontes de Melo	Instituto Federal do Mato Grosso do SUL	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Tawvs Micael Alves, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/12/2023 17:32:24.
- Jardel Lopes Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/12/2023 18:58:46.
- Jacqueline Nascimento Odenheimer, Jacqueline Nascimento-Odenheimer - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1), em 18/12/2023 15:52:13.
- Elmo Pontes de Melo, Elmo Pontes de Melo - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (1), em 19/12/2023 10:56:03.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 12/12/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 557089
Código de Autenticação: 19d3f58464



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, a meus pais e minha namorada pela força e contribuição para que eu pudesse desempenhar meu papel e concluir o mestrado. Também ao Programa de Pós- Graduação em Bioenergia e Grãos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Tavvs Micael Alves, pelo grande ensinamento e apoio para conclusão do mestrado. Ao coorientador Dr. Jardel Lopes Pereira, pela disponibilidade e grande esforço para concluirmos essa dissertação. Aos meus gestores da empresa, por apoiar e incentivar, fornecendo a área e os materiais para realização do trabalho. Ao Dr Ítalo Marcossi, pelo trabalho que realizamos e pela grande disponibilidade em me ajudar. A todos que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse finalizar esse trabalho com êxito.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Canaviais existentes em 2013 e usinas em atividade no Mato Grosso do Sul em 2019. Fonte: SAMPAIO, 2021.....10
- Figura 2.** Média (\pm EP) de indivíduos adultos de *D. saccharalis* entre novembro/2021 – outubro/2022, nas diferentes variedades utilizadas no estudo. Asteriscos indicam diferença significativa entre as variedades dentro de cada mês avaliado ($p \leq 0,05$).....20
- Figura 3.** Média (\pm EP) de indivíduos adultos de *D. saccharalis* entre novembro/2021 – outubro/2022, nas fazendas 1 e 2. Nome das fazenda seguido por letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos (contrastes através da simplificação do modelo após LME; $p \leq 0,05$).....21
- Figura 4.** Média (\pm EP) de indivíduos adultos de *D. saccharalis* entre novembro/2021 – outubro/2022, na Fazenda 1 . Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha traceja indica a quantidade de insetos capturados necessários para alguma tomada de decisão.....22
- Figura 5.** Média (\pm EP) de indivíduos adultos de *D. saccharalis* entre novembro/2021 – outubro/2022, na Fazenda 2 . Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha traceja indica a quantidade de insetos capturados necessários para alguma tomada de decisão.....23
- Figura 6.** Média (\pm EP) de indivíduos adultos de *D. saccharalis* entre novembro/2021 – outubro/2022, na fazenda 3. Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha traceja indica a quantidade de insetos capturados necessários para alguma tomada de decisão.....24
- Figura 7.** Média (\pm EP) de indivíduos adultos de *D. saccharalis* entre novembro/2021 – outubro/2022, na fazenda 4. Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha traceja indica a quantidade de insetos capturados necessários para alguma tomada de decisão.....25
- Figura 8.** Média (\pm EP) de indivíduos adultos de *D. saccharalis* entre novembro/2021 – outubro/2022, na Fazenda 5. Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha traceja indica a quantidade de insetos capturados necessários para alguma tomada de decisão.....26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 <i>A cultura da cana-de-açúcar</i>	12
2.2 <i>Biologia e comportamento da broca-da-cana</i>	13
2.3 <i>Danos e métodos de controle da broca-da-cana</i>	14
2.4 <i>Uso de variedades melhoradas</i>	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

SANTOS, LUCAS. **ABUNDÂNCIA E MANEJO DE *DIATRAEA SACCHARALIS* EM CANA-DE-AÇÚCAR NO MATO GROSSO DO SUL**. Rio Verde: IF Goiano, 2023. Dissertação (Mestrado em Bioenergia de Grãos).

RESUMO

O Brasil destaca-se como líder global na produção de cana-de-açúcar, uma cultura de significativa importância econômica. Entretanto, a produtividade e qualidade dessa cultura são ameaçadas por diversos fatores, tais como a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis*, um inseto cuja presença é registrada em todas as regiões produtoras do país. O objetivo deste estudo foi avaliar a abundância da broca-da-cana em áreas de cultivo de cana-de-açúcar, visando contribuir para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo integrado de pragas. As avaliações foram realizadas em cinco propriedades rurais situadas no município de Nova Andradina, na região do Vale do Ivinhema. As armadilhas foram instaladas a distância de até 2 metros das bordaduras dos talhões, preferencialmente próximas aos caminhos utilizados pelos tratores, e fixadas nas folhas da cana-de-açúcar de modo a evitar a exposição direta à luz solar e garantir a não interferência no fluxo do vento e na dispersão do feromônio. O monitoramento dos adultos da broca-da-cana foi realizado ao longo de um ano, de novembro de 2021 a outubro de 2022, com coletas mensais. A captura dos machos foi efetuada utilizando armadilhas de fêmeas virgens, sendo os indivíduos posteriormente quantificados para a determinação dos níveis de infestação. A análise dos dados envolveu a aplicação de análise de variância para avaliar o efeito das variáveis 'fazenda', 'manejo' e 'densidade da broca' sobre a abundância da praga. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey. Os resultados indicaram que a infestação pela broca-da-cana foi mais intensa no período de novembro a abril, observando diminuição significativa de maio a outubro. Ademais, constatou-se variação nas populações entre as diferentes áreas estudadas. Este estudo ressalta a importância do monitoramento contínuo da broca-da-cana em plantações de cana-de-açúcar, especialmente durante os períodos de maior atividade da praga. Além disso, enfatiza a necessidade de adoção de práticas de manejo integrado, incluindo o uso de variedades resistentes, estratégias de controle biológico e práticas culturais, como ferramentas chave para mitigar os impactos dessa praga na produção de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Flutuação populacional; Biotecnologia; Fitossanidade; Sustentabilidade.

SANTOS, LUCAS. **ABUNDANCE AND MANAGEMENT OF *DIATRAEA SACCHARALIS* IN SUGARCANE IN MATO GROSSO DO SUL**. Rio Verde: IF Goiano, 2023. Dissertation (Masters in Bioenergy and Grains)

ABSTRACT

Brazil stands out as a global leader in sugarcane production, a crop of significant economic importance. However, the productivity and quality of this crop are threatened by various factors, such as the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*, an insect whose presence is recorded in all producing regions of the country. The objective of this study was to evaluate the sugarcane borer abundance in sugarcane cultivation areas, aiming to contribute to the development of effective integrated pest management strategies. The evaluations were conducted on five rural properties located in the municipality of Nova Andradina, in the Vale do Ivinhema region. The traps were installed at up to 2 meters from the edges of the plots, preferably close to the paths used by tractors, and fixed on the sugarcane leaves in a way to avoid direct exposure to sunlight and ensure no interference with wind flow and pheromone dispersion. The monitoring of adult borers was carried out over a year, from November 2021 to October 2022, with monthly collections. The capture of males was performed using traps of virgin females, with the individuals subsequently quantified to determine the levels of infestation. The data analysis involved the application of analysis of variance to assess the effect of the variables 'farm', 'management', and 'borer density' on the abundance of the pest. The averages were compared by the Tukey test. The results indicated that the infestation by the sugarcane borer was more intense in the period from November to April, with a significant decrease observed from May to October. Furthermore, variation in populations among the different areas studied was noted. This study highlights the importance of continuous monitoring of the sugarcane borer in sugarcane plantations, especially during periods of higher pest activity. Moreover, it emphasizes the need for the adoption of integrated management practices, including the use of resistant varieties, biological control strategies, and cultural practices, as key tools to mitigate the impacts of this pest on sugarcane production.

Keywords: Biocontrol; Genetics; Sustainability; IPM; Pest management.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). Na safra 2022/23 a produção brasileira atingiu 610,1 milhões de toneladas, produzidas em 8,6 milhões de hectares (CONAB, 2023). As maiores áreas de cultivo estão concentradas no sudeste do país com 5,1 milhões de hectares plantadas, com destaque para o estado de São Paulo que corresponde a aproximadamente 51,5% da área total nacional (CONAB, 2023). Apesar da produção nacional de cana-de-açúcar ser concentrada no estado de São Paulo, o cultivo tem se expandido para outras regiões do Brasil, incluindo o estado do Mato Grosso do Sul (MS). Em 2020, cerca de 19 agroindústrias sucroenergéticas estavam em operação no MS, lastreadas por gigantescas empresas do agronegócio globalizado, tais como Louis Dreyfus, Bunge, Adecoagro, Odebrecht e Raízen (CONAB, 2023). Usinas com custo de implantação de R\$ 1 bilhão, que demandaram a amortização rápida do investimento e a recuperação do capital imobilizado, gerando consumo crescente de matéria-prima no processo agroindustrial canavieiro do estado (CONAB, 2023).

Uma região do estado de MS com destaque na produção canavieira é o Vale do Ivinhema. Com condições fisiográficas adequadas (clima, solo, reservas hídricas, declividade do relevo), presença seletiva de infraestruturas (rodovias, ferrovias, hidrovias, armazéns, energia, portos, cidades), normativas legais favoráveis (zoneamentos agroecológicos, guerra fiscal e isenções tributárias, acesso prioritário à crédito e financiamentos públicos) e custo relativamente baixo, o Vale do Ivinhema é importante canavieira brasileira (CASTILLO; FREDERICO, 2010).

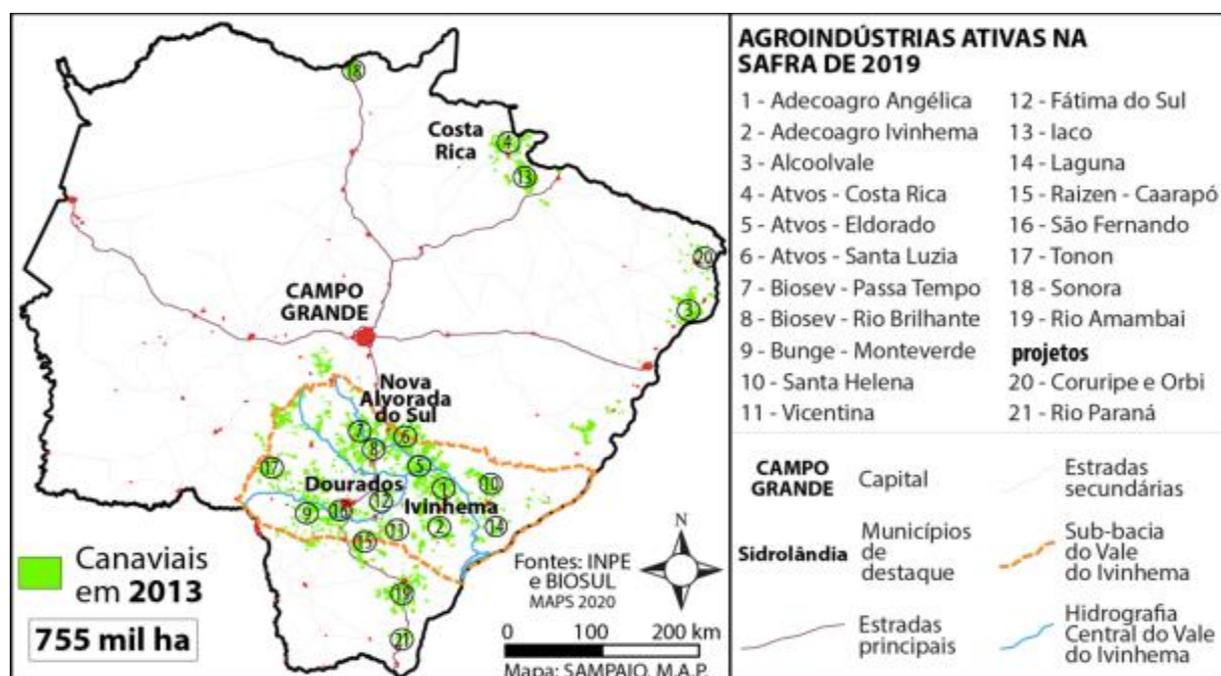


Figura 1. Canaviais existentes em 2013 e usinas em atividade no Mato Grosso do Sul em 2019. Fonte: SAMPAIO, 2021.

Nas regiões mais recentes de cultivo de cana-de-açúcar, como o Vale do Ivinhema, já são observadas consideráveis perdas na produtividade e na qualidade do produto, pela infestação da broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera: Crambidae). Esta praga está presente durante todo o ano, com picos populacionais nos meses mais quentes (MACEDO & MACEDO, 2004). Apesar dos danos causados, há escassez de estudos que avaliem a resistência e os efeitos nos parâmetros tecnológicos de variedades de cana-de-açúcar infestadas por *D. saccharalis*. Esta situação pode ser agravada quando considerado os danos indiretos causados pela broca, capaz de aumentar sua susceptibilidade a outras pragas, a exemplo do *Metamasius hemipterus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), que aproveita os orifícios deixados pelas lagartas para penetrar nos colmos, intensificando perdas à produtividade e à qualidade da matéria-prima. Além disto, estes danos mecânicos servem de porta de entrada para diversos micro-organismos, especialmente os fungos *Fusarium moniliforme* e *Colletotrichum falcatum*, agentes da podridão vermelha, gerando diminuição da pureza do caldo, contaminação do processo de fermentação alcoólica e aumentando consequentemente as perdas industriais (PLANALSUCAR, 1982).

Para controle de áreas infestadas, o parasitoide larval *Cotesia flavipes* (C.) (Hymenoptera: Braconidae) tem sido a principal ferramenta de manejo. No entanto, durante a primavera e verão, quando as populações da broca crescem rapidamente e atingem níveis elevados em várias regiões, a quantidade de parasitoides disponíveis, muitas vezes não é suficiente para suprir a demanda. Por este motivo, o controle químico tem sido utilizado para manejo dos níveis populacionais de *D. saccharalis*., evitando que a frequência gere dano econômico. A indicação é que seu uso seja realizado nos primeiros instares larval para evitar que a lagarta perfure o colmo (SILVA, FUNICHELLO & SOUZA, 2020).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a abundância da broca-da-cana em diferentes áreas de produção de cana-de-açúcar na região do Vale do Ivinhema - MS. Os objetivos específicos incluíram o amplo levantamento de *Diatraea saccharalis* em diversas áreas de cultivo, com identificação e quantificação da praga em cada local. Além disso, buscou-se analisar a ocorrência da broca ao longo do tempo, identificando tendências sazonais e variações temporais significativas na população. Comparou-se também a densidade populacional da broca-da-cana entre as diferentes áreas de produção, investigando fatores locais que pudessem influenciar essa densidade, como práticas de manejo, variedades de cana-de-açúcar e condições de cultivo. Avaliou-se o impacto da incidência da broca nas plantações de cana-de-açúcar, incluindo perdas de produtividade e a necessidade de medidas de controle, como aplicações de inseticidas. Por fim, foram fornecidas recomendações para o manejo integrado da broca-da-cana, buscando reduzir o impacto da praga em cana-de-açúcar.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da cana de açúcar

A cana-de-açúcar, uma planta típica de zonas tropicais, tem o cultivo estabelecido em ambos os hemisférios. Sua relevância remonta a tempos antigos, sendo utilizada historicamente como fonte alimentar. Essa cultura tem acompanhado o surgimento de várias nações (CESNIK & MIOCQUEL, 2004). As variedades comerciais de cana-de-açúcar são híbridos complexos de várias espécies dentro do gênero *Saccharum*, família Poaceae, resultantes de cruzamentos interespecíficos realizados no início do século XX. A espécie mais conhecida é *Saccharum officinarum* (MOZAMBANI, 2006), descrita por Linneu em 1753, em que "saccharum" faz referência ao açúcar, uma substância naturalmente doce, e "officinarum" remete a uma oficina, fábrica ou laboratório.

Em condições tropicais, devido ao seu metabolismo C4, a planta exibe elevadas taxas fotossintéticas, sendo altamente eficiente na conversão de energia luminosa em energia química. No seu desenvolvimento inicial, a planta produz muitos perfilhos, cada um com vários nós separados por entrenós, responsáveis pelo armazenamento da sacarose nas células do parênquima e tecido vascular, sendo o colmo o principal órgão de armazenamento de fotoassimilados, a sacarose (OLIVEIRA, 2004).

A cana-de-açúcar é uma gramínea com haste fibrosa espessa, crescendo até 6 m de altura. Em termos gerais, a planta é composta por um sistema radicular, colmos, e a sacarose é predominantemente estocada, folhas dispostas ao redor do colmo, nos nódulos intercolmos e na parte superior da planta, em que se localiza a gema apical (MANTELATTO, 2005). O diâmetro dos colmos pode variar entre 1 e 5 cm (TAUPIER & RODRIGUES, 1999). O número de colmos por unidade de área é um dos componentes que mais afetam a produtividade da cana (MACHADO, 1982). A composição química dos colmos é extremamente variável por diversos fatores, como a variedade da cultura, a idade fisiológica, as condições climáticas durante o desenvolvimento e maturação, as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, tipo de cultivo, entre outros (MARQUES *et al.*, 2001). O sistema radicular pode atingir até 5 metros de profundidade, porém, em áreas irrigadas, costuma concentrar entre 1,2 e 2 metros de profundidade. A distribuição desse sistema radicular revela que cerca de 50% (em peso) das raízes encontram-se nos primeiros 20 cm de profundidade do solo, enquanto aproximadamente 85% delas estão presentes até os 60 cm de profundidade (BLACKBURN, 1984). A inflorescência é uma panícula terminal, muito ramificada, de forma piramidal, com 50-80 cm de comprimento, denominada pendão (MONTE, 2004). O florescimento é considerado um "defeito" da cultivar, pois reduz a produção, devido à inflorescência possuir um tecido que seca gradativamente e consome os açúcares durante esse processo

(MOZAMBANI *et al.*, 2006).

A cana-de-açúcar desenvolve-se melhor em climas caracterizados por duas estações bem diferenciadas: uma de altas temperaturas e umidade, que permite a evolução germinativa, o perfilhamento e o desenvolvimento vegetativo; e outra fria e seca, necessária para promover a maturação e, conseqüentemente, a concentração de sacarose nos colmos. As regiões tropicais oferecem os melhores recursos para o desenvolvimento de tal espécie, pela necessidade de luz solar para seu crescimento (CAMPOS & MACEDO, 2004).

Os solos apropriados para o cultivo desta planta são solos profundos e bem estruturados. Por ser considerada uma planta rústica, a cana-de-açúcar desenvolve-se de forma satisfatória em solos arenosos e com menor fertilidade, obtendo bons resultados em solos de cerrado. Do seu processo de industrialização, resultam produtos como açúcar em diversas formas e tipos, álcool (anidro e hidratado), vinhaça e bagaço. Também apresentando outras utilidades, sendo empregada no estado natural como pasto consumido pelo gado, ou na forma de ingrediente em alimentos como rapadura, melado, aguardente, entre outros produtos (OLIVEIRA, 2004).

2.2 Biologia e comportamento da broca-da-cana

A infestação da broca-da-cana, *Diatraea saccharalis*, é generalizada em todas as regiões de cultivo de cana-de-açúcar. Embora a broca-da-cana possa gerar problemas econômicos em outras plantas hospedeiras, como milho, sorgo, arroz e em plantas selvagens com caules mais robustos, a cana-de-açúcar é sua principal hospedeira (ROE *et al.*, 1981; ZUCCHI *et al.*, 1993). A broca-da-cana está presente durante todo o ano, com picos populacionais nos meses mais quentes (MACEDO & MACEDO, 2004). Sintomas de ataque são caracterizados por colmo perfurados, resultando na redução do rendimento de açúcar e álcool (PINTO *et al.*, 2009).

As fêmeas depositam ovos na face abaxial e adaxial do limbo foliar, ocasionalmente na bainha das folhas, em grupos imbricados. Em condições naturais, o número de ovos por massa varia, sendo, em média, 12 ovos por massa, com período de incubação de 6 a 9 dias (LIMA FILHO & LIMA, 2001). As lagartas, ao eclodirem, dirigem-se para o cartucho da planta, alimentando-se e raspando a folha ou casca do entrenó, permanecendo nesta região por uma a duas semanas antes de iniciar a perfuração do colmo, possuem coloração amarelada com pontuações marrons (pináculos) e cápsula cefálica marrom escura. Durante o período larval, as lagartas sofrem ecdises, e após atingirem o completo desenvolvimento larval, medindo 22 a 25 mm de comprimento, abrem um orifício no colmo para pupar, esta fase dura em média 40 dias. (GALLO *et al.*, 2002; SOSA-GÓMEZ ET AL., 2014; ÁVILA & MILANEZ, 2020)

A pupa, de cor marrom, forma dentro da galeria aberta pela lagarta, levando de 9 a 14 dias

para emergência do adulto. O adulto por sua vez possui 25 mm de envergadura, asas estriadas com pequenos pontos marrons formando uma linha diagonal em forma de “V” invertido no terço apical. As asas anteriores das fêmeas são mais claras do que as dos machos e as asas posteriores são esbranquiçadas em ambos os sexos. Existem outras diferenças entre os sexos, sendo a fêmea maior, normalmente apresentando abdômen mais volumoso do que o do macho. Estes por sua vez, apresentam a presença de uma concentração de cerdas no último par de pernas, que é ausente nas fêmeas (PINHEIRO *et al.* 2020). O ciclo biológico completo leva de 53 a 60 dias (BOTELHO & MACEDO, 2002; PINTO *et al.*, 2006).

Modelos matemáticos indicam que são necessários 954 graus-dia para que a broca-da-cana complete uma geração, sugerindo a existência de 3,8 gerações por ano em Piracicaba, SP (SGRILLO, 1979). Atualmente, essa praga pode atingir até cinco gerações anuais em algumas regiões do Brasil (PINTO *et al.*, 2009). Os adultos, noturnos e fototrópicos positivos, são coletados por armadilhas luminosas, revelando picos populacionais em outubro-novembro e um secundário em abril (SILVEIRA NETO, 1972). A fêmea sintetiza e libera feromônio sexual após a emergência, sendo mais atrativa nos primeiros três dias da fase adulta. A postura pode atingir cerca de 300 ovos, com longevidade adulta de até sete dias. Na fase pupal, *Diatraea saccharalis* pode entrar em diapausa por 100 a 150 dias (ZUCCHI *et al.*, 1993).

2.3 Danos e métodos de controle da broca-da-cana

A broca-da-cana pode afetar todos os órgãos vegetais da cana-de-açúcar. A extensão dos prejuízos quantitativos e qualitativos depende de diversos fatores, incluindo espécie e densidade populacional da praga, estágio de desenvolvimento e estrutura da planta, bem como a duração do ataque. Assim, torna-se crucial estudar pragas que afetam as plantações de cana-de-açúcar para garantir boa sanidade e conseqüentemente alta produtividade (PINTO, 2006).

As lagartas alimentam-se inicialmente de tecidos foliares, penetrando em seguida nos colmos (GUAGLIUMI, 1972; GALLO *et al.*, 1988). A broca-da-cana provoca danos tanto diretos quanto indiretos, seus danos diretos decorrem das galerias que escavam, provocando perda de massa e tombamento da planta devido ao vento, entre outros fatores. Indiretamente, também causam danos consideráveis, as galerias e outros orifícios causados pela broca facilitam a entrada de fungos, como *Colletotrichum falcatum* Went e *Fusarium verticiloides* Sacc. Nirenberg, causadores de podridão vermelha. Esses fungos degradam a sacarose, diminuindo a pureza e a qualidade do caldo, resultando em menor rendimento de álcool e açúcar (PARRA *et al.*, 2004).

Os danos diretos são evidentes em qualquer estágio do desenvolvimento da planta. Em fases iniciais da cultura (até quatro meses de idade), a praga pode causar lesões à região meristemática

(gema apical), resultando no sintoma conhecido como "coração morto". A abertura de galerias no interior do colmo reduz o fluxo de seiva, tornando a planta mais propensa a tombar pela ação do vento e das chuvas (GALLO, 2002). Em plantas adultas, os danos incluem brotações laterais, enraizamento aéreo, perda de massa, afinamento e quebra do colmo, atrofia de entrenós e até mesmo a morte da planta, levando a notável redução na produção (PARRA, 1993).

O monitoramento da população da broca-da-cana, conduzido por meio da contagem de lagartas, desempenha papel fundamental na identificação do momento oportuno para a aplicação de medidas de controle (PINTO, 2006). Esse monitoramento é conduzido durante a fase vegetativa da cultura até a maturação. A avaliação dos danos ocorre na colheita, na frente de corte, ou na chegada da cana à usina, identificando áreas problemáticas a serem monitoradas na safra seguinte (NAKANO *et al.*, 2002).

Os danos consideráveis causados pela broca tornam o controle uma necessidade crucial. Contudo, uma vez que a praga esteja dentro do colmo, o uso de inseticidas torna-se ineficaz podendo até mesmo acelerar a evolução do problema (BORTOLI *et al.*, 2004). Nesse contexto, é essencial priorizar métodos alternativos de controle, como a utilização de inimigos naturais. A redução da infestação da broca-da-cana após o estabelecimento da mosca cubana *Lixophaga diatraeae* Townsend e da vespa *Cotesia flavipes* Cameron, demonstram o potencial efetivo no controle da broca (MACEDO, 2000; RICKLEFS, 2003).

Um programa de controle para essa praga foi iniciado em 1973 pelo Instituto do Açúcar e do Alcool/Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (MACEDO *et al.*, 1983). Ao longo de 15 anos de pesquisa, destacou-se como os principais parasitoides larvais, *Metagonistylum minense* Townsend, *Parathesia claripalpis* Wulp e *Cotesia flavipes* (BOTELHO, 1992). *Cotesia flavipes* é um dos parasitoides mais eficazes de *D.saccharalis*. Para o controle, as liberações podem ser realizadas de forma total ou parcelada, com média de 6.000 adultos (fêmeas + machos) /ha/ano, mantendo a população entre 2.500 e 10.000 indivíduos/ha. As vespas são liberadas de modo a cobrir toda a área infestada, transferindo posteriormente o controle para outra região (MARUCCI, 2006). Outros parasitoides também são testados para o controle da broca. Estudos demonstram o sucesso do *Trichogramma galloi* Zucchi no controle da broca-da-cana (BROGLIO-MICHELETTI *et al.*, 2007).

O uso de inimigos naturais no controle dessa praga não se limita aos parasitoides. Uma outra classe de agentes notáveis são os fungos entomopatogênicos. Cerca de 80% das doenças de insetos têm como agentes etiológicos os fungos, que foram os primeiros patógenos de insetos utilizados no controle microbiano (ALVES, 1998). Em condições de campo, *Beauveria bassiana* pode causar taxas de mortalidade de até 78,6% (LORENCETTI *et al.*, 2011). Esse tipo de fungo pode ser mantido em freezer com alta viabilidade (MARQUES *et al.*, 2001). Além disso, por apresentar seletividade

a *Cotesia flavipes*, a aplicação conjunta com *Metarhizium anisopliae* torna-se mais eficiente contra a broca do que a aplicação do fungo isoladamente (FOLEGATTI, 1985).

2.4 Uso de variedades melhoradas

Como medida adicional para o manejo da broca, o controle varietal através do plantio de variedades de cana-de-açúcar resistentes ou tolerantes e a eliminação de plantas hospedeiras nas proximidades mostram-se eficazes (SEGATO et al., 2006). O uso de cultivares resistentes às pragas é umas das estratégias mais efetivas, econômica e ecologicamente (PEDIGO, 2002). Táticas culturais também são comumente adotadas, como rotação de culturas, aração do solo, época de plantio e colheita, e a destruição de restos de cultura, baseados nos conhecimentos ecológicos e biológicos das pragas (ROSSETTO & SANTIAGO, 2007).

O melhoramento genético é reconhecido como um dos principais fatores agronômicos capazes de contribuir positivamente para o aumento da produtividade. Isso permite o desenvolvimento de variedades que se adaptem de maneira mais eficiente às condições adversas de solo, clima, incidência de pragas e doenças, além de se ajustarem ao sistema de colheita. No entanto, não é apenas a seleção de variedades que é crucial para atingir máxima produtividade na cana-de-açúcar; um planejamento adequado de plantio e o manejo correto das variedades, que atendam às demandas tanto no campo quanto na indústria, são igualmente essenciais para maximizar os lucros (EMBRAPA, 2015).

As variedades tornam-se importantes componentes dentro do sistema de produção, elevando a eficiência produtiva e conseqüentemente melhorando a qualidade de produtos e subprodutos da cana-de-açúcar (BATISTA, 2013). São desenvolvidas através de programas de melhoramento genético em centros ou órgãos de tecnologia. A exemplo da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucreenergético (Ridesa) e Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) responsáveis por produzir respectivamente as variedades de prefixo RB e CTC (RIDESA, 2018; CTC, 2018).

A variedade RB867515 é uma das mais cultivadas no Brasil, demonstra bom desempenho podendo ser cultivada em áreas de solos com baixa fertilidade, de textura arenosa e com restrições hídricas, alta produtividade de sacarose, médio teor de fibra, boa sanidade e tolerância a seca. RB92579 apresenta alta produtividade nos quatro primeiros anos do ciclo, eficiente no uso da água e dos principais nutrientes, alto teor de açúcares totais recuperáveis, média maturação e teor de fibras. A variedade RB966928 caracteriza-se por apresentar maturação precoce a média, com longo período útil de industrialização, sendo ótima alternativa para obtenção de produtividade elevada de colmos e teor de sacarose no período entre abril e julho na região Centro-Oeste do Brasil, apresenta também elevada sanidade vegetal. RB975033 demonstra ótimo crescimento, excelente brotação, alta

produtividade, alto teor de sacarose e tolerância a seca (OLIVEIRA, 2021).

A variedade CTC 4 apresenta como característica a alta produtividade, média maturação e exigência de fertilizantes, boa sanidade, perfilhamento elevado e adaptabilidade ao plantio mecanizado. A CTC 9002 destaca-se por sua rusticidade e tolerância a seca, longo período de utilização industrial, porte ereto, elevado teor de sacarose e maturação tardia. A variedade CTC 9004 demonstra boa longevidade, rusticidade, alta produtividade e adaptabilidade a mecanização (CTC, 2018). A resistência de variedades de cana-de-açúcar à broca inclui a não atratividade da planta hospedeira para a oviposição, características desfavoráveis da planta ao estabelecimento de brocas em seu interior, atributos da planta que inibem ou retardam o desenvolvimento da broca, e a tolerância ou habilidade da planta em produzir bem, mesmo em situações de alta infestação (MATHER & CHARPENTIER, 1962). A resistência de plantas pode resultar na morte de imaturos, afetar o crescimento e desenvolvimento, excepcionalmente na redução da fecundidade, diminuição do tempo de vida, surgimento de indivíduos deformados e com comportamento anormal (PEDIGO, 2002)

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Região do Vale do Ivinhema (MAPA, 2015). A região possui clima tropical com estações bem definidas, caracterizada por verões quentes e chuvosos e inverno clima pouco frio e seco (BREXÓ; MATTOS & SUSZEK, 2023). Os ensaios foram conduzidos nas seguintes localidades: fazenda 1 localizada no município de Nova Andradina (21°53'02"S; 53°39'20"W); fazenda 2 localizada no município de Nova Andradina (21°56'59"S; 53°25'12"W); fazenda 3 localizada no município de Nova Andradina (22°04'24"S; 53°36'07"W); fazenda 4 localizada no município de Nova Andradina (22°01'08"S; 53°29'11"W); fazenda 5 localizada no município de Nova Andradina (22°04'31"S; 53°39'47"W). As variedades cultivadas nessas fazendas foram CTC 4, CTC 9002, CTC 9004, RB867515, RB92579, RB966928, RB975033, respectivamente.

O monitoramento de adultos da broca-da-cana foi realizado durante o período de novembro de 2021 a outubro de 2022. As coletas foram realizadas mensalmente, utilizando armadilha do modelo Delta. As armadilhas foram instaladas com até 2 metros da bordadura de cada talhão, preferencialmente próximas aos caminhos utilizados pelos tratores. As armadilhas foram dispostas entre as folhas de cana-de-açúcar, que as protegem de insolação, em locais que permitiam o fluxo do vento, para dispersão do feromônio. Os machos de *Diatraea saccharalis* foram capturados na armadilha de fêmeas virgens para serem separados através do dimorfismo sexual e posteriormente contados. O nível de controle (NC) foi de 6 machos capturados em 30% das armadilhas (PINTO, 1999). Esse NC foi adotado com intuito de prevenir que a infestação atingisse mais do que 0,5% do índice de intensidade de infestação na colheita.

Para comparar o efeito das variedades genéticas na densidade da broca-da-cana nas cinco fazendas do Vale do Ivinhema ao longo de doze meses, foi realizada a análise da variância dos dados (R CORE TEAM 2023). Um termo para as armadilhas foi utilizado como fator aleatório para corrigir medidas repetidas. Para as fazendas que utilizaram a mesma cultivar de cana-de-açúcar, foi avaliado o efeito dessas fazendas, como o manejo na densidade da broca-da-cana. Os dados foram transformados em $\log(x + 1)$ antes da análise e comparados com LME com tempo e tratamento (fazenda) e sua interação como fatores fixos e réplicas (armadilhas) como fator aleatório. As médias foram avaliadas pelo teste Tukey (pacote emmeans; LENTH, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da variedade na densidade da broca-da-cana ao longo do tempo (Fig. 1; LME: interação do tratamento (variedade) com o tempo: L.R = 34,45; g. l. = 6; $P < 0,001$). Com exceção dos meses junho e julho, todos os demais meses apresentaram diferenças estaticamente significativas na densidade da broca da cana-de-açúcar entre as variedades.

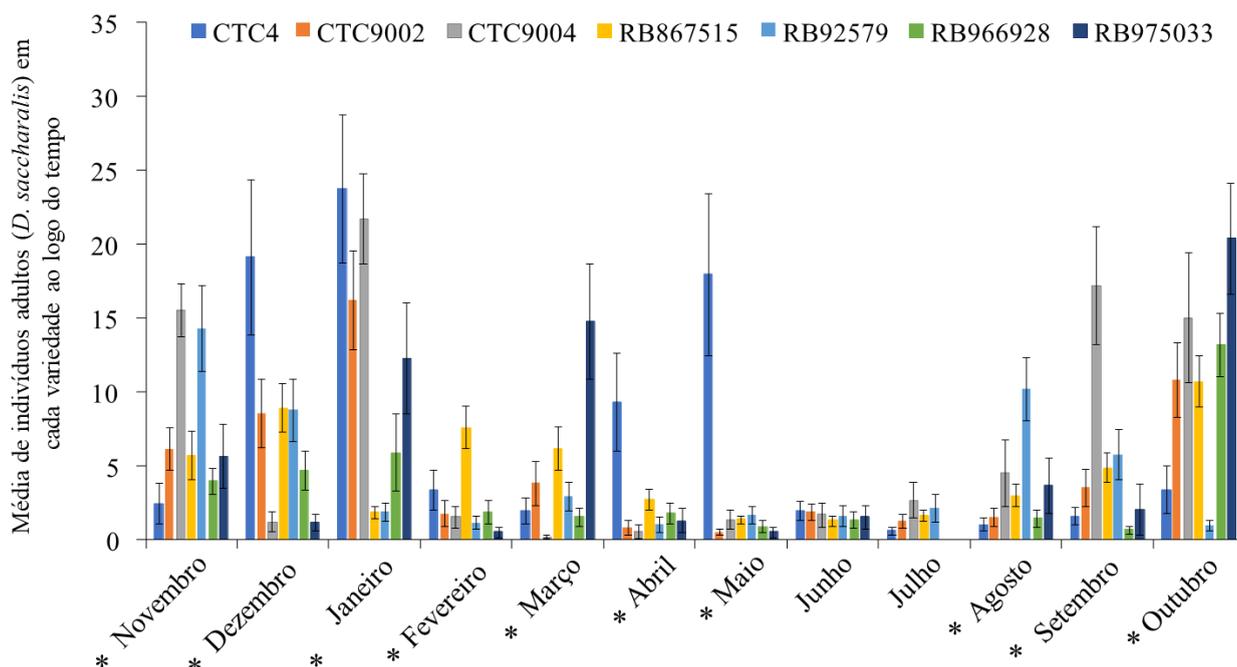


Figura 2. Média (\pm erro padrão) de indivíduos adultos de *Diatraea saccharalis* entre novembro de 2021 a outubro de 2022 em áreas cultivadas com variedades. Asteriscos indicam diferença significativa entre as variedades dentro de cada mês avaliado ($P \leq 0,05$).

Observou que a infestação por *D. saccharalis* foi mais intensa nos meses de setembro, outubro, dezembro, janeiro e maio. A baixa ocorrência da espécie nos meses de junho e julho, pode ser justificada pelas condições de baixas temperaturas menos favoráveis para o desenvolvimento, com cerca de 15 graus Celsius. Em várias regiões do mundo, as lagartas passam por estágio de quiescência ou diapausa, quando submetidas a baixas temperaturas (ZUCCHI *et al.*, 1993).

A captura de mariposas durante 12 meses de avaliação em variedades de cana-de-açúcar revelou que, em geral, as variedades CTC4 e CTC9004 demonstraram níveis de infestação mais elevadas. Esses picos de coletas de adultos, podem estar relacionadas a características específicas como altura da planta, espessura do colmo, composição química da planta, densidade foliar, e condições relativas ao meio a exemplo de altas temperaturas e umidade relativa que tornam o ambiente mais favorável para a sobrevivência, alimentação e reprodução da praga, resultando em maior incidência e impacto sobre a cultura (ALVES & CARVALHO, 2014). Sendo a precipitação e amplitude térmica os fatores mais determinantes para flutuação populacional da broca (BOTELHO

et al., 1978). A variabilidade de comportamento entre as variedades não pode ser justificada por apenas um fator, mas sim pelo agrupamento de variáveis relativas aquela propriedade. Um fator que apresenta correlação significativa em uma região pode ser irrelevante para outra, desta forma, a dinâmica populacional tem especificidade com o local que ocorre, podendo a frequência de sua presença ser diferente entre áreas (PORTELA et al., 2010).

Diferentes cultivares de cana-de-açúcar exercem influência nas populações de *D. saccharalis*, que demonstra preferência por determinadas variedades, adequando sua capacidade reprodutiva de acordo com a cultivar utilizada. Variedades com maior teor de fibra tendem a ser mais resistentes à penetração de pragas como *D. saccharalis* e menos suscetíveis ao tombamento. Segundo Parra (2004), a melhor estratégia de controle é o trabalho que integre harmonicamente os diferentes métodos. Recomendações para o manejo incluem a escolha de variedades menos suscetíveis, o manejo integrado de pragas, monitoramento durante períodos críticos e a aplicação controlada de medidas químicas conforme orientações técnicas. Esses resultados são cruciais para a gestão da praga, permitindo a implementação de estratégias de controle mais eficazes e ressaltando a importância do monitoramento intensivo durante os períodos críticos para evitar danos à cultura da cana-de-açúcar. Esta variabilidade da dinâmica populacional pode ser observada mais adiante quando avaliado o efeito da fazenda na densidade de adultos, entre propriedades que utilizaram a mesma cultivar (Figura 3).

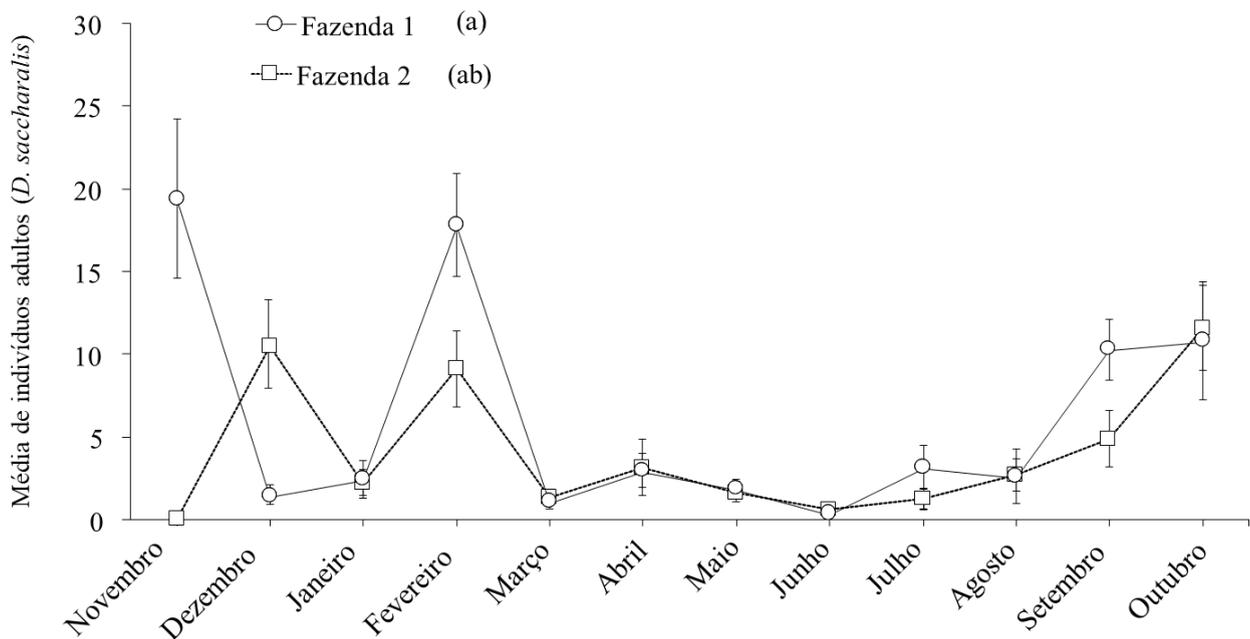


Figura 3. Média (\pm erro padrão) de indivíduos adultos de *Diatraea saccharalis* entre novembro de 2021 a outubro/2022, nas fazendas 1 e 2. Nome da fazenda seguida por letras diferentes indicam diferenças significativas no número de indivíduos (LME; $P \leq 0,05$).

Foi observado efeito significativo da fazenda na infestação da broca-da-cana. A Fazenda 1 apresentou as maiores médias de broca da cana, com picos populacionais nos meses de novembro e fevereiro. A comparação entre as localidades indica que a fazenda 1 mostra mais suscetível à infestação, possivelmente pelos fatores ambientais ou relacionados à cultura da cana-de-açúcar como as práticas de manejo, idade do canavial e da planta, sua condição nutrição ou características locais da propriedade (PORTELA *et al.*, 2010).

Observando os gráficos separadamente, tendo para Fazenda 1 (Figura 4) picos significativos nos meses de novembro de 2021 e fevereiro, setembro e agosto de 2022. Logo após a entrada de medidas de controle tem-se o decréscimo da população. Assim, depois da alta de novembro, tem-se baixas em dezembro e janeiro. Necessitando de uma nova aplicação em fevereiro que resultou em longo período (6 meses) da presença da praga em níveis abaixo do controle. Essa fase de baixa incidência, coincide com a presença de meses de baixas temperaturas, nas quais os insetos estão fora de sua condição ótima de crescimento e desenvolvimento (PORTELA *et al.*, 2010).

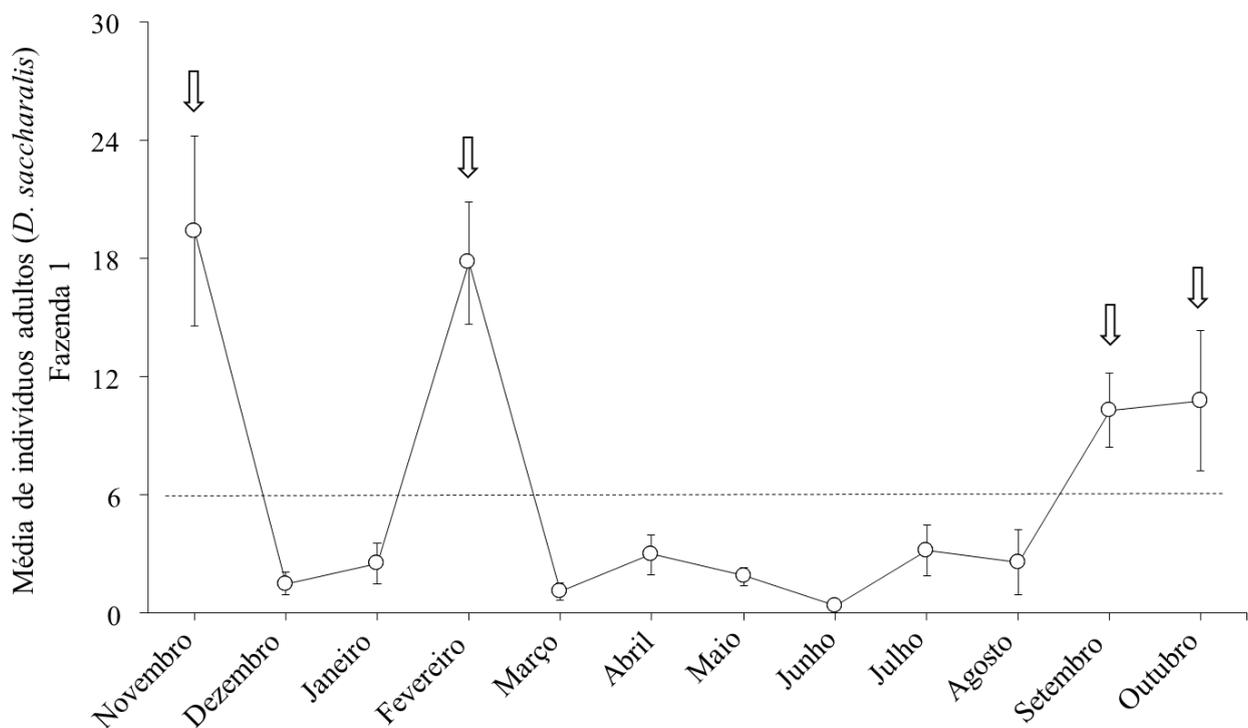


Figura 4. Média (\pm erro padrão) de indivíduos adultos de *Diatraea saccharalis* entre novembro de 2021 – outubro de 2022, na Fazenda 1. Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha tracejada indica a quantidade de insetos capturados necessários para tomada de decisão sobre controle.

Na Fazenda 2, foi observado aumento significativo na média de adultos de *D. saccharalis* no período dezembro de 2021 e fevereiro e outubro de 2022 (Figura 5). Em novembro de 2021, a média era de dois indivíduos adultos por mês, em dezembro houve pico de 10 indivíduos, sendo neste mês

realizada a entrada de medidas de controle. Logo em fevereiro houve novo pico com nova entrada de medida, que resultou em 7 meses de baixa na infestação da broca-da-cana. Em outubro de 2022, a média já estava oito vezes maior que fevereiro. Seguindo um padrão próximo do que ocorreu na fazenda 1. Dentre os diversos fatores que afetam a frequência da presença da praga, pode-se citar a disponibilidade de alimento e abrigo, a ausência de predadores e fatores relativos a condições de manejo das fazendas e condição nutricional da planta que consequentemente afeta sua possibilidade de defesa contra herbivoria (PANIZZI & PARRA, 2009).

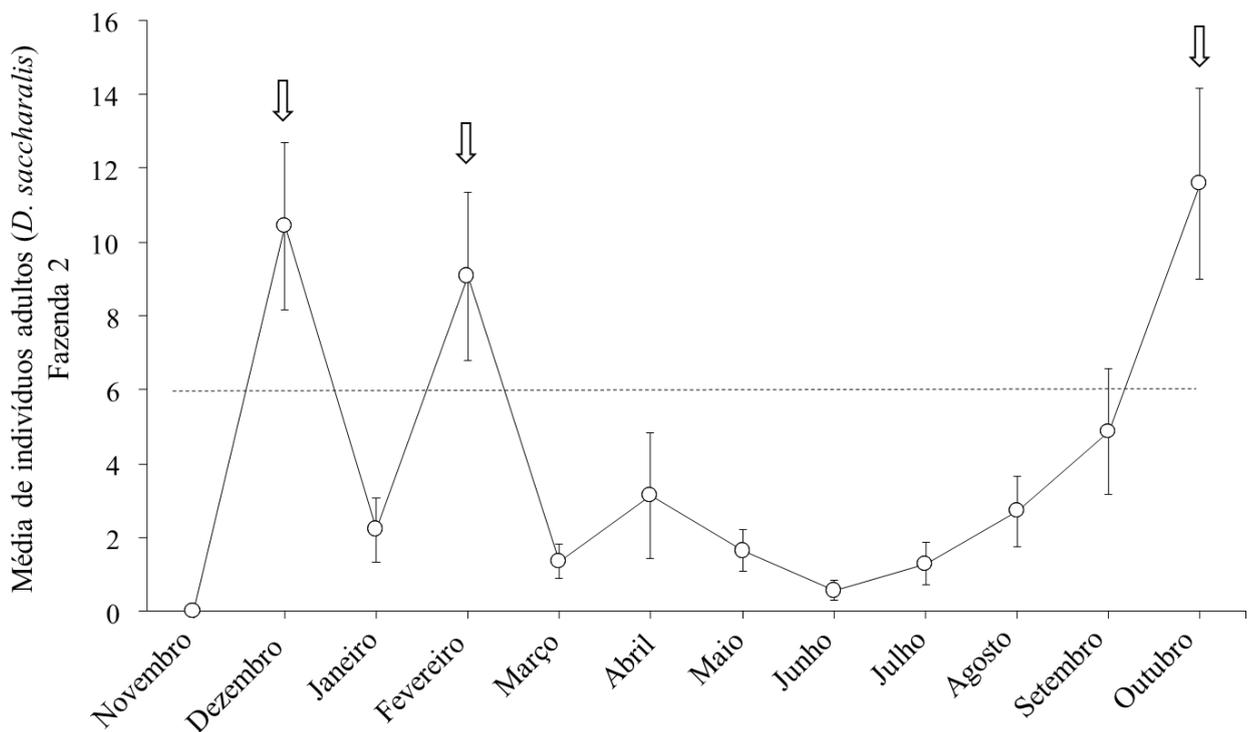


Figura 5. Média (\pm erro padrão) de indivíduos adultos de *Diatraea saccharalis* entre novembro de 2021 a outubro de 2022 na Fazenda 2. Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha tracejada indica a quantidade de insetos capturados necessários para tomada de decisão sobre controle.

Na Fazenda 3, a média de indivíduos adultos de *D. saccharalis* foi de 4,3 indivíduos por mês (Figura 6). O pico de indivíduos adultos capturado nessa fazenda foi em novembro de 2021 com média superior a 13 indivíduos capturados. Como a quantidade de indivíduos capturados em novembro de 2021 foi o dobro necessário para a entrada de alguma medida de controle, foi utilizado o controle químico com Triflumurom, um inseticida regulador do crescimento de insetos, inibidor

da síntese de quitina (IRIGARAY et al., 2003). Entretanto, na avaliação seguinte, dezembro, a população ainda estava acima de seis indivíduos, sendo necessário mais uma entrada com inseticida. O produto utilizado foi à base de Clorantraniliprole uma molécula que age no sistema nervoso dos insetos, causando paralisia muscular. O fato de duas entradas em sequência para o controle de *D. saccharalis*, poderia indicar algum nível de resistência ao produto utilizado.

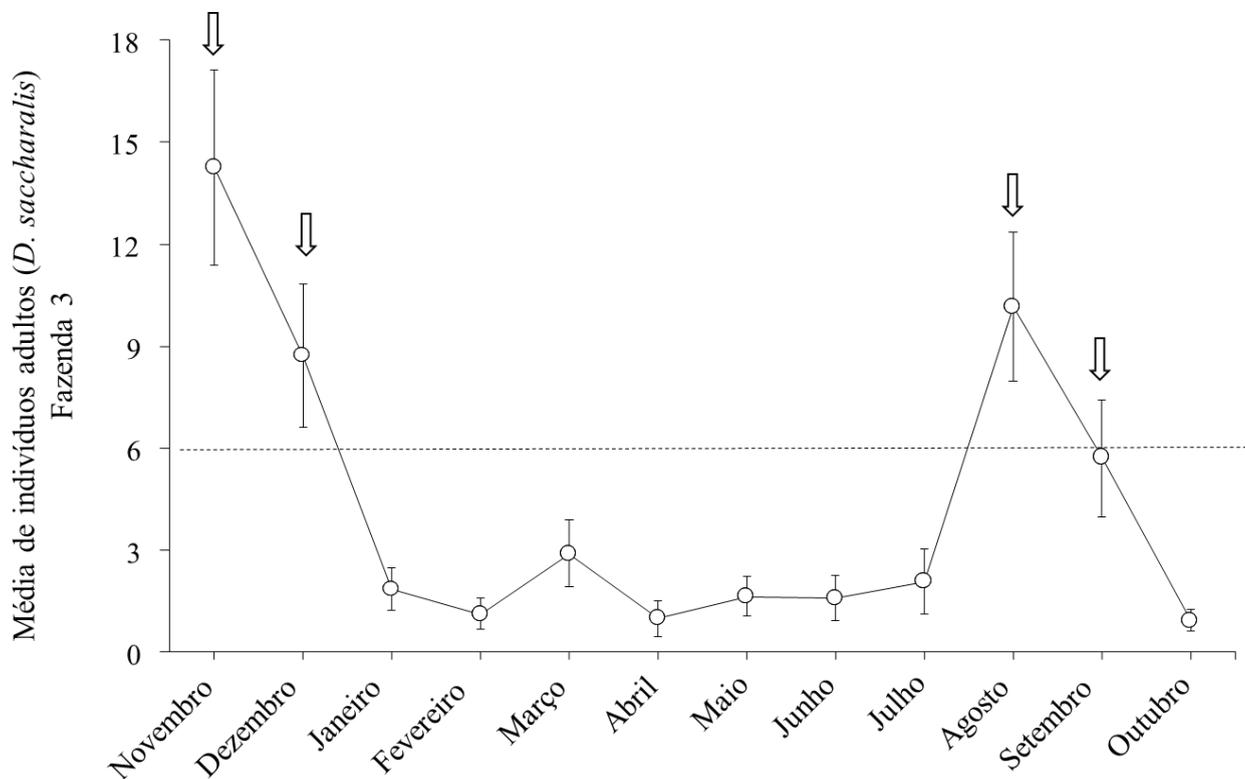


Figura 6. Média (\pm erro padrão) de indivíduos adultos de *Diatraea saccharalis* entre novembro de 2021 a outubro de 2022, na fazenda 3. Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha tracejada indica a quantidade de insetos capturados necessários para tomada de decisão sobre controle.

Além dos fatores climáticos, outras variáveis também podem contribuir para a oscilação na abundância de *D. saccharalis* ao longo do ano. Por exemplo, a quantidade e variabilidade de predadores de *D. saccharalis* ocorrentes no período do verão, podendo resultar na redução dos níveis populacionais de tal espécie.

Na fazenda 4, maiores populações foram observadas em janeiro e outubro de 2022 (Figura 7). Os meses com menor média de indivíduos adultos foram abril e maio de 2022, com 0,8 e 0,45 indivíduos/armadilha respectivamente. Nesta propriedade, as três entradas de medida de controle foram feitas com nível acima do controle (6 indivíduos/armadilha). Os produtos utilizados foram

flubendiamida e clorantraniliprole.

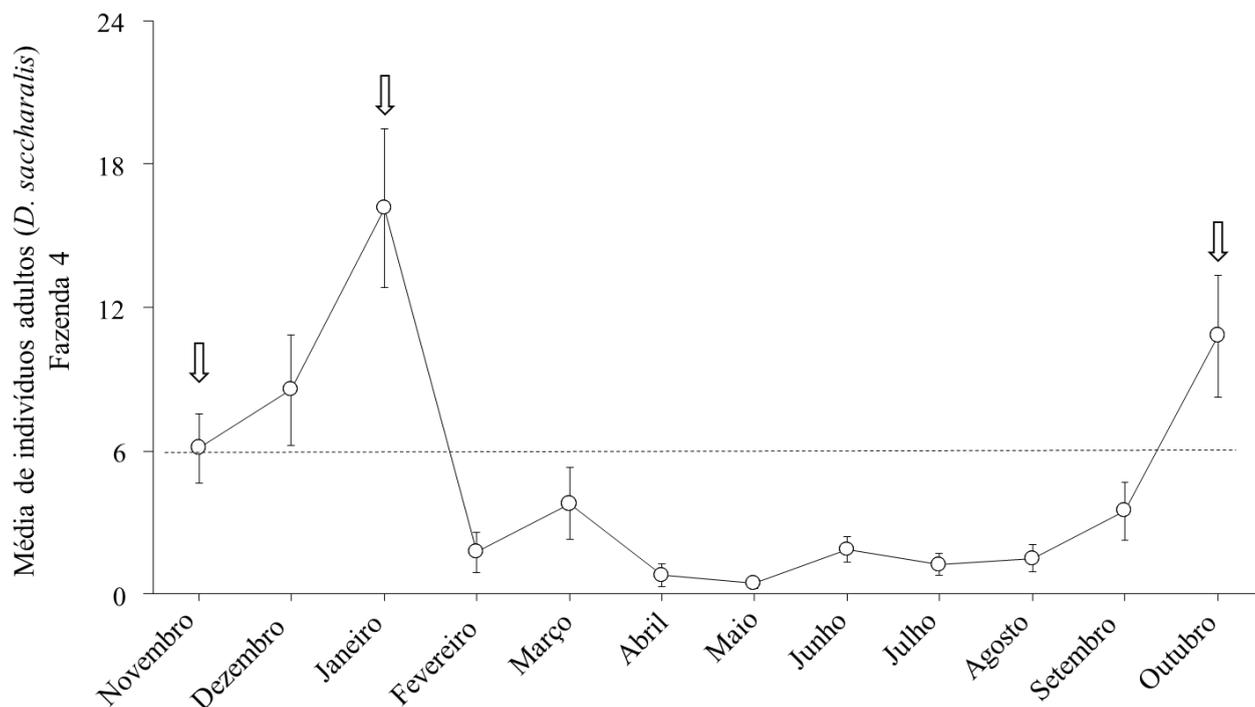


Figura 7. Média (\pm erro padrão) de indivíduos adultos de *Diatraea saccharalis* entre novembro de 2021 e outubro de 2022, na fazenda 4. Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha tracejada indica a quantidade de insetos capturados necessários para tomada de decisão sobre controle.

A média mensal de indivíduos adultos na Fazenda 5 foi menor em todos os meses avaliados que nas outras fazendas (Figura 8), com exceção do mês de outubro de 2022, que apresentou média superior a 13 indivíduos. Este aumento na população de *D. saccharalis* pode ocorrer pelas condições climáticas favoráveis que predominam no Mato Grosso do Sul, caracterizadas por um clima quente e úmido ao longo do ano, proporcionando um ambiente propício para o desenvolvimento. Entretanto, é importante destacar que mesmo nos meses com captura abaixo de 6 indivíduos, houve aplicações de pesticidas sintéticos nessa propriedade. Os produtos utilizados foram à base de Clorantraniliprole, Triflumurom em novembro e janeiro, respectivamente. A compreensão desses fatores é crucial para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficientes, visando mitigar o impacto negativo da presença crescente de *D. saccharalis* na produção de cana-de-açúcar nessa região específica.

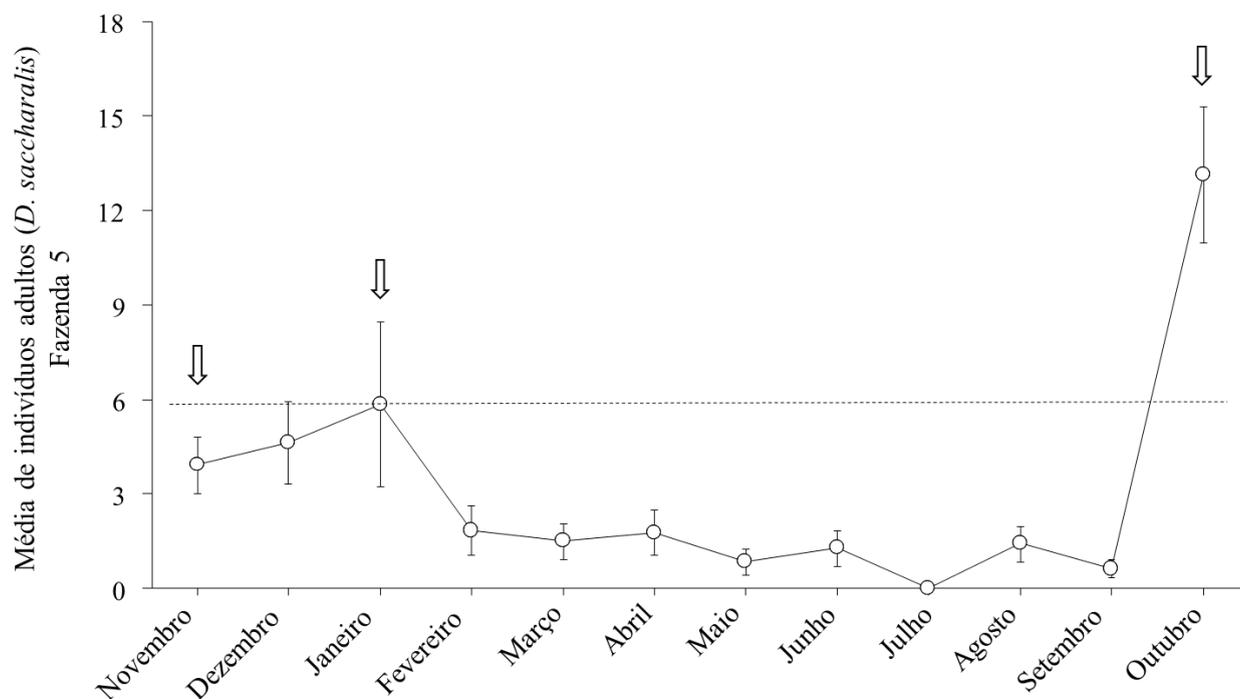


Figura 8. Média (\pm erro padrão) de indivíduos adultos de *Diatraea saccharalis* entre novembro de 2021 e outubro de 2022, na Fazenda 5. Setas verticais indicam meses com entrada de medidas de controle, químico ou biológico. A linha tracejada indica a quantidade de insetos capturados necessários para tomada de decisão sobre controle.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo destacou a importância da adoção de um plano de manejo, do qual envolva controle varietal, através da escolha e uso de variedades menos suscetíveis à broca-da-cana, do controle biológico e químico quando necessário, além de enfatizar a necessidade de monitoramento intensivo durante o período crítico. É evidente que as pesquisas sobre a flutuação populacional de uma praga e a relação com diferentes localidades revelam resultados muito variados. A análise da captura de mariposas de *D. saccharalis* durante 12 meses em variedades de cana-de-açúcar destaca, em linhas gerais, que CTC4 e CTC9004 foram mais suscetíveis à infestação. E, em linhas gerais, as maiores taxas de captura de *D. saccharalis*, ocorreram nos meses mais quentes do ano. Ressaltando a sazonalidade de ocorrência desta praga. Esses e demais fatores reforçam a necessidade de abordagens personalizadas e adaptáveis para o manejo da praga, levando em conta as especificidades de cada localidade.

As informações obtidas podem direcionar estratégias de manejo mais eficientes contra a praga. A identificação de variedades menos suscetíveis pode orientar a escolha de medidas de controle mais adequadas, como a adoção de variedades resistentes. É crucial intensificar o monitoramento durante os períodos quentes e chuvosos para proteger as plantações de cana-de-açúcar, utilizando armadilhas para capturar os insetos adultos. A oscilação na população de *D. saccharalis* geralmente é relevante localmente, variando significativamente entre diferentes locais, sendo influenciada por fatores climáticos, edáficos, inerente as plantas e suas condições.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. T.; CARVALHO, G. S. Primeiro registro das espécies de cigarrinhas-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva spectabilis* (Distant) e *Mahanarva liturata* (Le Peletier & Serville) atacando canaviais na região de Goianésia (GO), Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, p. 83-85, 2014.

ALVES, SB.; MOINO, JR A.; ALMEIDA, JEM. Controle microbiano de insetos: produtos fitossanitários e entomopatógenos. [s.l]: 1998. 21 p.

ÁVILA, C. J.; MILANEZ, J. M. Larva-alfinete. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. (ed.). **Pragas de solo no Brasil**. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2020. p. 443-475.

BATISTA, L. M. T. Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em [Nome do Programa]) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

BLACKBURN, F. Sugarcane. New York: **Longman**, 1984. 414p.

BORTOLI, S.A.; DORIA, H.Q.S.; ALBERGARIA, N.M.M.S.; BOTTI, M.V. Biological aspects and damage of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in sorghum, under different doses of nitrogen and potassium. **Ciência e Agrotecnologia**, Viçosa, v. 29, p. 267-273, 2004.

BOTELHO, P. S. M. Quinze anos de controle biológico da *Diatraea saccharalis* utilizando parasitóides. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. s/n, p. 255-262, 1992.

BOTELHO, P. S. M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores, 409-425. 2002.

BOTELHO, P. S. M.; MENDES, A. C.; MACEDO, N.; SILVEIRA NETO, S. Influences of climatic factors on the population fluctuations of the sugarcane moth borer, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae). In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., 1978, São Paulo. Proceedings... São Paulo: **ISSCT**, 1978. p. 643-655.

BREXÓ, E. A., MATTOS, L. M., & SUSZEK, G. (2023). Caracterização de uso e ocupação do solo na região do vale do Ivinhema-MS utilizando a plataforma Google Earth Engine: Characterization of land use and occupation in the vale do Ivinhema-MS region using the Google Earth Engine platform. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 6(1), 251-263.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. et al. Efeito do número de adultos de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberados em semanas sucessivas, para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 53-58, 2007.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N. Cana-de-açúcar – Ampliando campo de ataque. **Cultivar**; Grandes Culturas, Pelotas, v. 6, n. 68, p. 23-26, 2004.

CASTILLO, R; FREDERICO, S. Espaço geográfico, produção e movimento: uma reflexão sobre o conceito de circuito espacial produtivo. In: **Sociedade e Natureza**. Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 461-474, dez, 2010.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. Melhoria da cana-de-açúcar. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2004. 307p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. NOTA TÉCNICA: Surtos de mosca-dos-estábulo em propriedades sucroalcooleiras e de produção pecuária. Campo Grande, MS: **EMBRAPA**, 2015. Disponível em: <http://migre.me/pvKdY>. Acesso em: 07 mar. 2015.

FOLEGATTI, M.E.G. Interação entre o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., 1883 e os principais parasitóides da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1794). 1985. 102f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 902 p.

GUAGLIUMI, P. Pragas da cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1972/73. 622p.

HOLLOWAY, T. E.; HEINRICH, C.; LOFTIN, U. C. The sugar-cane moth borer in the United States. U.S. Dept. of **Agriculture Technical Bulletin**, Washington, D.C., 1928.

IRIGARAY, F. J. S. D. C.; MARCO-MANCEBÓN, V.; PÉREZ-MORENO, I. The entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and its compatibility with triflumuron: effects on the twospotted spider mite *Tetranychus urticae*. **Biological Control**, v. 26, n. 2, p. 168-173, 2003.

LENTH R. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.4.3. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>. Acesso em: 04 Jan. 2021.

LIMA FILHO, M.; LIMA, J.O.G. Massa de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae) em cana de açúcar: número de ovos e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de campo. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 483-487, 2001.

LORENCETTI, G. A. T. et al. Análise do potencial de *Beauveria bassiana* Vuill (Ascomycetes: Clavicipitaceae) para o controle de *Thaumascocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae). In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, 1., 2011, Dois Vizinhos. Anais... [s. l.: s. n.], 2011.

MACEDO, N. Método de criação do parasitóide *Cotesia flavipes* (Cameron, 1981). In: BUENO, V. H. P. (Ed.). Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, 2000. p. 161-166.

MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M.; DEGASPARI, N.; ALMEIDA, L.C.; ARAÚJO, J.R.; MAGRINI, E.A. Controle biológico da broca da cana-de-açúcar: **Manual de Instrução**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. 22 p.

MACEDO, N.; MACEDO, D. As pragas de maior incidência nos canaviais e seus controles. **Visão agrícola**, v. 1.1, p. 38-46, 2004.

MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHL, J.I.; ARRUDA, H.V.; CIONE, J. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 17, n. 9, p. 1323-1329, 1982.

MANTELATTO, P. E. Estudo da cinética da cristalização de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar por resfriamento. São Carlos: Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, 24 out. 2005.

MAPA [Ministério da agricultura Pecuária e Abastecimento] Perfil Territorial: Vale do Ivinhema - MS, 2015.

MARQUES, M. O.; MARQUES, T. A.; TASSO JÚNIOR, L. C. Tecnologia do açúcar. Produção e industrialização da cana-de-açúcar. Jaboticabal-SP: Funep, 2001.

MARUCCI, R. Controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar. Disponível em: <http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=1247>. Acesso em: 20 jun. 2022.

MATHER. R.; CHARPENTIER, L. J. Some techniques and observations in studying the resistance of sugarcane varieties to the sugar cane borer in Louisiana In: Congress of the international society of sugar cane technologists, 11., 1962, Mauritius. Proceedings.

MONTE, A. J.; Produtor de cana-de-açúcar. 2. Ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2004. 64 p. Caderno Tecnológico.

MOZAMBANI, A.E.; PINTO, A.S.; SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M. História e Morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. Atualização em Produção de Cana-de-açúcar. Piracicaba, SP, 2006. 415p.

NAKANO et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920p.

OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; ZAMBOM, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; ZUFFELLATORIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D. K. T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no Estado do Paraná. **Scientia agraria**, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, 2004.

OLIVEIRA, Ricardo Augusto de et al. 50 anos de variedades RB de cana-de-açúcar: 30 anos de RIDESA. Edelclaiton Daros, Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa (Orgs.). Curitiba: UFPR. **RIDESA**, 2021

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **A bioecologia e a nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas**. 2009.

PARRA, J. R. P. O controle biológico aplicado e o manejo integrado de pragas. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 1., Campinas, 1993. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1993. p. 116-139.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* no Brasil: viabilidade de uso após vinte anos de pesquisa. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 271-282, 2004.

PEDIGO, L. P. (Ed.). Entomology and Pest Management. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 742 p.

PINHEIRO, J.; BATES, D. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>. Acesso em: 6 de novembro de 2020. Pacote R versão 3.1-150, 2020.

PINTO, A. de S. Comparação de técnicas de liberação e atuação de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 em infestações artificiais de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) prejudiciais à cana-de-açúcar.

1999. 83 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 1999.

PINTO, A. de S. Controle de pragas da cana-de-açúcar. Sertãozinho: Biocontrol, 2006. 64 p. (**Boletim Técnico Biocontrol**, n. 1).

PINTO, A. de S.; BOTELHO, P. S. M.; OLIVEIRA, H. N. de. Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar. Piracicaba: CP 2, 2009. 160 p.

PLANALSUCAR, São Paulo, SP. Variedades RB para o Centro-Sul do Brasil. Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar. Piracicaba, SP, 1982.

PORTELA, G. L.; PÁDUA, L. E. D. M.; BRANCO, R. T.; BARBOSA, O. D. A.; SILVA, P. R. Flutuação populacional de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera-Crambidae) em cana-de-açúcar no Município de União-PI. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, União, v. 5, n. 3, p. 303-307, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 04 Jan. 2023.

RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. 5. ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2003. p. 211-213, 305-306.

RIDESA. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético. 2018.

ROE, R. M. et al. Bibliography of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Fabricius), 1887-1980. New Orleans: U.S.D.A./Agricultural Research Service, 1981. 101 p.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. Pragas. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_53_711200516718.html. Acesso em: 03 fev. 2023.

SAMPAIO, M. A. P. Mato Grosso do Sul e suas zonas canavieiras: uma região de fronteira (1931-2020). Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2021. – Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Eds.). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: ESALQ, 2006. p. 19-36.

SGRILLO, R. B. Development of a mathematical model for sugar cane borer population, *Diatrea sacharalis* (Fabr., 1794) and simulation of the Sterile Insect Technique (SIT). 1979.

SILVA, M. F. D., FUNICHELLO, M., & SOUZA, D. M. D. (2020). Performance of insecticides in control of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane. *Arquivos do Instituto Biológico*, 87.

SILVEIRA NETO, S. Levantamento de insetos e flutuação da população de pragas da Ordem Lepidoptera, com o uso de armadilhas luminosas, em diversas regiões do Estado de São Paulo. 1972. 182 f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 100 p. (Embrapa Soja, Documentos, 269).

TAUPIER, L. O. G.; RODRIGUES, G. A. A cana-de-açúcar. In: INSTITUTO CUBANO DE PESQUISA DOS DERIVADOS DA CANA-DE-AÇÚCAR (ICIDCA). Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia. Brasília: ABIPTI, 1999. cap. 2.1, p. 21-27.

CTC. Regional Piracicaba. **Variedades CTC**. Piracicaba, n. 2, 2018.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. Guia de identificação de pragas agrícolas. Piracicaba: Fealq, 1993. 139 p.