

APRIMORAMENTO DA LIBERAÇÃO DE *Cotesia flavipes* (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatrea Sccharalis* (LIPIDOPTERA:
CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

por

NEYTON LOPES PINTO

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.

Nova Andradina - MS

Outubro - 2024

APRIMORAMENTO DA LIBERAÇÃO DE *Cotesia flavipes* (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatrea Sccharalis* (LIPIDOPTERA:
CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

por

NEYTON LOPES PINTO

Comitê de Orientação:

Orientador: Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira, IF Goiano - Campus Rio Verde

Orientador: Prof. Dr. Gutierres Nelson Silva , IFMS – Campus Nova Andradina

Coorientador: Prof. Dr. Samir Oliveira Kassab – Legado Pesquisa e Consultoria Agronômica

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

P659a Pinto. Neyton Lopes
 Aprimoramento da liberação de *cotesia*
 flavipes (hymenoptera: braconidae) para o controle
 de *diatrea sccharalis* (lipidoptera: crambidae) em
 cana-de-açúcar / Neyton Lopes Pinto ; orientador
 Jardel Lopes Pereira. -- Rio Verde, 2025.
 34 f.

 Dissertação (Mestrado em Bioenergia e Grãos) --
 Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2025.

 1. Broca da cana-de-açúcar. 2. *Saccharum officinarum*.
 3. Parasitoides. 4. Inimigos naturais. I. Pereira,
 Jardel Lopes, orient. II. 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) | ☐ Artigo científico |
| ☒ Dissertação (mestrado) | ☐ Capítulo de livro |
| ☐ Monografia (especialização) | ☐ Livro |
| ☐ TCC (graduação) | ☐ Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

NEYTON LOPES PINTO

Matrícula:

2022102331540023

Título do trabalho:

APRIMORAMENTO DA LIBERAÇÃO DE *Cotesia flavipes* (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatrea Secharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 20 / 12 / 2024

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.

Ivinhema - MS

Local

19 / 12 / 2024

Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais



Documento assinado digitalmente

JARDEL LOPES PEREIRA

Data: 19/12/2024 15:05:36-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 85/2024 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

APRIMORAMENTO DA LIBERAÇÃO DE *Cotesia flavipes* (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PARA O
CONTROLE DE *Diatrea Sccharalis* (LIPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

Autor: Neyton Lopes Pinto
Orientadores: Jardel Lopes Pereira
Gutierrez Nelson Silva

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADA em 07 de novembro de 2024.

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Samir Oliveira Kassab
Avaliador externo - Legado Pesquisa e
Consultoria Agronômica

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto
Avaliador interno - IF Goiano Campus Rio
Verde

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Gutierrez Nelson Silva
Avaliador externo - IFMS Campus Nova
Andradina

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira
Presidente da Banca - IF Goiano Campus
Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- Jardel Lopes Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 19/12/2024 14:10:12.
- Aurelio Rubio Neto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 19/12/2024 14:17:08.
- Samir Oliveira Kassab, Samir Oliveira Kassab - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1), em 19/12/2024 14:48:45.
- Gutierrez Nelson Silva, Gutierrez Nelson Silva - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (1), em 19/12/2024 16:55:29.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 29/11/2024. 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: 656374
Código de Autenticação: c434b904a4



DEDICATÓRIA

A minha esposa Dannithiély C. Gonçalves Lopes e filho Nicolas Gonçalves Lopes, por todo apoio e companheirismo durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde, cuidado e proteção em todos os momentos.

À minha família por toda confiança depositada, todo apoio, amor e paciência.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Bioenergia e Grãos, tanto do IF Goiano – Campus Rio Verde, quanto IFMS – Campus de Nova Andradina, por todo conhecimento transmitido, orientação e empenho para que o programa acontecesse.

A empresa Adecoagro, pela oportunidade em realizar o mestrado profissional e suporte para a instalação dos ensaios referente aos experimentos.

A empresa Legado Pesquisa e Consultoria Agrônômica pelo apoio na condução dos trabalhos em campo e laboratório e a todos que de alguma forma colaboraram para concretização desse trabalho.

Muito Obrigado!

Sumário

1.	1. INTRODUÇÃO	3
2.	2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
	2.1 Cana-de-açúcar	5
	2.2 Densidade ideal de fêmeas de <i>C. flavipes</i> por lagarta de <i>D. saccharalis</i> em cana-de-açúcar.	6
	2.3 Dispersão e parasitismo de fêmeas de <i>C. flavipes</i> em lagarta de <i>D. saccharalis</i> em cana-de-açúcar	7
3.	3. MATERIAL E MÉTODOS	8
	3.1 Obtenção dos insetos (Hospedeiro <i>D. saccharalis</i> e parasitoides <i>C. flavipes</i>) utilizados do experimento.....	8
	3.2 Bioensaio de estimativa do número ideal de parasitoide/lagarta e delineamento experimental.....	8
	3.3 Dispersão e parasitismo de fêmeas de <i>C. flavipes</i> (Hymenoptera: Braconidae) em lagarta de <i>D. saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar	10
4.	4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	12
5.	5. RESULTADOS	13
	5.1 Estimativa do número ideal de fêmeas de <i>C. flavipes</i> (Hymenoptera: Braconidae) por lagarta de <i>D. saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae)	13
	5.2 Capacidade de dispersão de <i>C. flavipes</i> (Hymenoptera: Braconidae) na cultura da cana-de-açúcar	14
6.	6. DISCUSSÃO	16
7.	7. CONCLUSÃO	19
8.	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

APRIMORAMENTO DA LIBERAÇÃO DE *Cotesia flavipes* (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatraea Sccharalis* (LIPIDOPTERA:
CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

por

NEYTON LOPES PINTO

Sob orientação do Professor Dr. Jardel Lopes Pereira, IF Goiano - Campus Rio
Verde e do
Professor Dr. Gutierrez Nelson Silva, IFMS – Campus Nova Andradina

RESUMO

Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Crambidae), broca da cana-de-açúcar, causa prejuízos expressivos neste cultivo e o uso de inseticidas para o controle desse inseto, torna-se desafiador devido ao custo e a eficiência. Esses fatores vêm motivando a busca por métodos alternativos de controle, como a utilização de inimigos naturais. Nesse sentido, o parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) é considerado importante no manejo de *D. saccharalis* pela eficiência. Objetivou-se com este trabalho estimar o número ideal de fêmeas de *C. flavipes* por lagarta de *D. saccharalis*, bem como averiguar a capacidade de dispersão e de parasitismo de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar. Os experimentos foram realizados no laboratório da Legado Pesquisa e Consultoria Agrônômica e em canaviais da Usina Adecoagro Vale do Ivinhema S/A, localizadas em Dourados (MS) e Angélica (MS) respectivamente. Foram avaliadas as densidades de 1:1, 3:1, 6:1, 9:1 e 12:1 fêmeas de *C. flavipes* por lagarta de *D. saccharalis*, respectivamente. As densidades de 9:1 e 12:1 foram as que apresentaram as maiores taxas de parasitismo 50 e 55%, respectivamente. No segundo experimento foi averiguado a dispersão e o parasitismo de fêmeas de *C. flavipes* em cana-de-açúcar, a média observada da dispersão foi de 12,6 metros e as maiores taxas de parasitismo 56%, 40% e 36% em 5, 10 e 15 metros, respectivamente. Portanto, os resultados evidenciam que a densidade de 9 ou 12 fêmeas de *C. flavipes* por lagarta de *D. saccharalis* é adequada para o controle de *D. saccharalis* em cana de açúcar, por outro lado, a dispersão de *C. flavipes* está perto de 12,6 metros e quanto mais próximo do ponto de liberação dos parasitoides, maior será a taxa de parasitismo, variando de 56% a 20% entre 5m e 25m, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Broca da cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum*, Parasitoides, Inimigos naturais.

IMPROVEMENT OF THE RELEASE OF *COTESIA flavipes* (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) FOR CONTROL OF *Diatrea Sccharalis* (LIPIDOPTERA: CRAMBIDAE)
IN SUGARCANE

put

NEYTON LOPES PINTO

Under the guidance of Professor Dr. Jardel Lopes Pereira, IF Goiano - Campus Rio
Verde and

Professor Dr. Gutierrez Nelson Silva, IFMS – Nova Andradina Campus

ABSTRACT

Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Crambidae), the sugarcane borer, causes significant damage to this crop, and the use of insecticides to control this pest is challenging due to cost and efficiency issues. These factors have motivated the search for alternative control methods, such as the use of natural enemies. In this context, the parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) is considered important in the management of *D. saccharalis* due to its efficiency. This study aimed to estimate the ideal number of *C. flavipes* females per *D. saccharalis* larva, as well as to investigate the dispersal and parasitism capacity of *D. saccharalis* in sugarcane. The experiments were carried out at the Legado Research and Agronomic Consulting Laboratory and in the sugarcane fields of Usina Adecoagro Vale do Ivinhema S/A, located in Dourados (MS) and Angélica (MS), respectively. The densities of 1:1, 3:1, 6:1, 9:1, and 12:1 *C. flavipes* females per *D. saccharalis* larva were evaluated. The densities of 9:1 and 12:1 showed the highest parasitism rates of 50% and 55%, respectively. In the second experiment, the dispersal and parasitism of *C. flavipes* females in sugarcane were investigated. The average observed dispersal was 12.6 meters, with the highest parasitism rates of 56%, 40%, and 36% at 5, 10, and 15 meters, respectively. Therefore, the results indicate that a density of 9 or 12 *C. flavipes* females per *D. saccharalis* larva is adequate for controlling *D. saccharalis* in sugarcane. Moreover, the dispersal of *C. flavipes* is around 12.6 meters, and the closer to the parasitoid release point, the higher the parasitism rate, ranging from 56% to 20% between 5m and 25m, respectively.

KEYWORDS: Sugarcane borer, *Saccharum officinarum* , Parasitoids, Natural enemies.

1. INTRODUÇÃO

O aumento significativo na produção de etanol, açúcar e bioeletricidade levou a expansão do cultivo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) no Brasil, com estimativa de 8,673 milhões de hectares projetados para colheita na safra 2024/25 (Conab, 2024), particularmente em Mato Grosso do Sul (MS). Atualmente, a produção de cana-de-açúcar atinge 43 milhões de toneladas, atendendo a diversas finalidades, e ocupa cerca de 869 mil hectares em 42 municípios do Mato Grosso do Sul (FAMASUL 2023). Essa extensa área de cultivo enfrenta desafios, especialmente no que diz respeito a infestações de pragas.

Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) é a principal praga que afeta a cana-de-açúcar, mas também atinge outras culturas economicamente significativas, como milho, sorgo e arroz (PINTO et al., 2006). Danos diretos de *D. saccharalis* podem resultar em perda de biomassa e morte das gemas apicais da planta devido à formação de galerias, levando à diminuição do peso da cana (MACEDO e BOTELHO, 1988; GALLO et al., 2002; DINARDO-MIRANDA et al., 2011; 2012). Os danos indiretos decorrem da redução da produção de açúcar e álcool causada por microrganismos que invertem a sacarose ou contaminam o caldo extraído dos colmos infestados (MACEDO e BOTELHO, 1988; GALLO et al., 2002; SIMÕES et al., 2012; ROSSATO et al., 2013). Para cada 1% na infestação, os danos reduzem 0,25% na produção de açúcar, diminuição de 0,20% no rendimento de álcool e queda de 0,77% na biomassa por hectare de cana-de-açúcar (GALLO et al., 2002).

Os inseticidas químicos servem como ferramentas de manejo de pragas para reduzir os níveis de infestação; no entanto, não são particularmente eficazes contra *D. saccharalis*, pois as larvas de primeiro ínstar migram para dentro dos colmos da cana-de-açúcar, protegendo-se dos tratamentos (CIRELLI e PENTEADO DIAS, 2003; ANTIGO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014). O uso de parasitoides para controle biológico faz parte do manejo integrado de pragas (MIP) e tem estimulado esforços para aumentar a liberação pelo baixo custo e eficiência quando comparado a inseticidas químicos para o manejo da broca, além disso, não estão associados a contaminações ambientais.

Cotesia flavipes é um parasitoide que reconhece o hospedeiro pela identificação de uma substância hidrosolúvel presentes das fezes da lagarta e é utilizada de forma inundativa em canaviais brasileiros, o número de parasitoides liberados por hectare (ha) pode variar de acordo com a quantidade de lagartas de *D. saccharalis* amostradas (ARAUJO et al., 1984). Normalmente, são estabelecidos quatro pontos de liberação por hectare, e a frequência das liberações pode depender das infestações de *D. saccharalis* (BOTELHO e MACEDO, 2002;

DINARDO-MIRANDA et al., 2014). No entanto, há relatos frequentes de que *C. flavipes* é ineficaz no controle de populações de brocas, apesar das repetidas liberações desse inimigo natural (SILVA et al., 2012; DINARDO-MIRANDA et al., 2014) no cultivo de cana-de-açúcar.

Os parasitoides desempenham papel crucial no MIP, mantendo e reduzindo rapidamente as populações de pragas para atingir o equilíbrio e minimizar os danos econômicos, ao mesmo tempo em que mitigam os impactos ambientais (ABREU et al., 2015). Acredita-se que a ineficácia de *C. flavipes* no manejo da população da broca da cana-de-açúcar pode estar relacionada à proporção de parasitoides para insetos hospedeiros, podendo impactar negativamente a eficiência biológica em condições de campo, particularmente no que diz respeito à capacidade de busca, dispersão e parasitismo.

Objetivou-se com este estudo estabelecer o número ideal de fêmeas de *C. flavipes* por lagarta de *D. saccharalis* e avaliar a capacidade de dispersão e parasitismo em áreas produtivas de cana-de-açúcar.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cana-de-açúcar

Logo após o descobrimento do Brasil o cultivo da cana-de-açúcar foi introduzido no país. No entanto, sua importância econômica cresceu a partir da segunda metade do século XVI, inicialmente centrada na produção de açúcar, a cana-de-açúcar evoluiu para uma das culturas mais vitais do país, com uso crescente de etanol como combustível renovável (MEDEIROS, 2024).

Ao longo dos anos pode-se observar o crescimento em área colhida e produtividade no período de 2000 a 2021 (Figura 1). A produção mais que dobrou, ultrapassando 700 milhões de toneladas a partir de 2010. A área cultivada também aumentou significativamente, passando de 4,8 milhões de hectares para 9,9 milhões de hectares (IBGE, 2022).

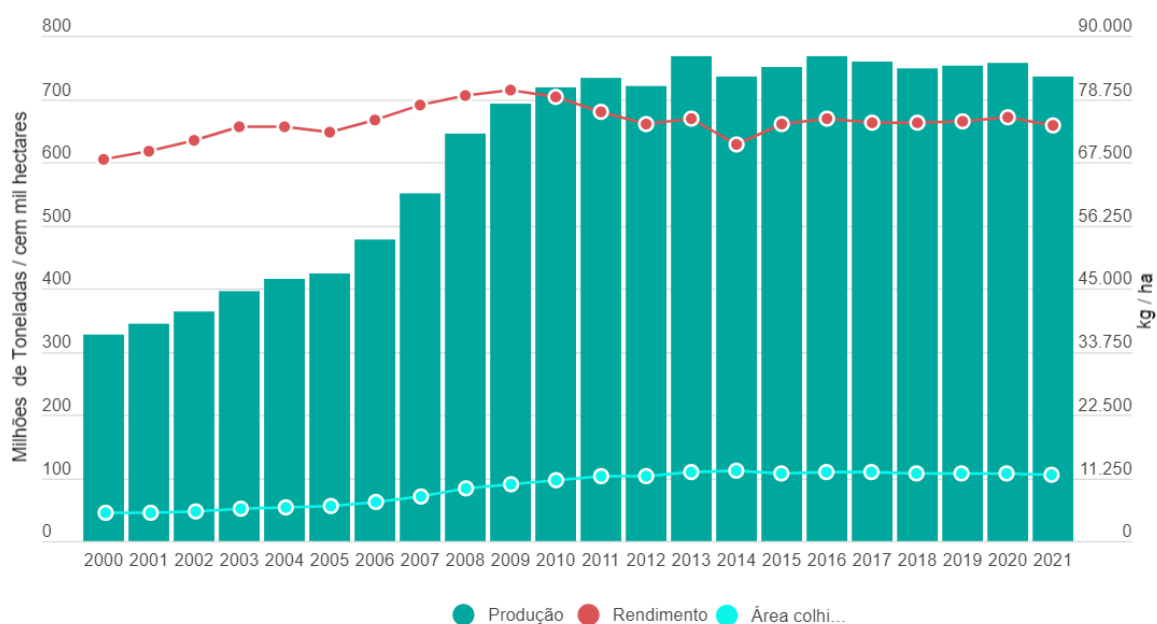


Figura 1. Dados de produção de acordo com o IBGE (2022c, 2022d).

Segundo a CONAB (2024), a safra 24/25 na primeira estimativa indica redução de 3,8% comparada ao ciclo anterior, atingindo a cerca de 685,86 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. Alguns dos fatores que influenciam nessa queda são aos baixos índices pluviométricos, aliados as altas temperaturas registradas, principalmente na região centro sul, obtendo baixas produtividades comparada a safra anterior que foi favorecida pelas boas condições climáticas. O estado de Mato Grosso do Sul apresenta clima predominantemente tropical, além disso,

possui duas estações bem definidas: a estação chuvosa, que ocorre no verão (de novembro a março), e a estação seca, durante o inverno (de maio a setembro). A precipitação média anual varia entre 1.200 e 1.500 mm, sendo mais abundante na região sul e sudeste do estado. As temperaturas médias anuais oscilam entre 20°C e 24°C, com picos de calor que podem superar os 35°C durante o verão (INMET, 2023). Essas condições climáticas são favoráveis para a agricultura, e a Usina Adecoagro, situada no Vale do Ivinhema, beneficia-se dessas condições ao manter a produção eficiente e sustentável de biocombustíveis e açúcar, gerando milhares de empregos, impulsionando a economia local, e a produção commodities agrícolas nacional.

2.2 Densidade ideal de fêmeas de *C. flavipes* por lagarta de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar.

O sucesso de programas de controle biológico depende da avaliação do parasitismo dos inimigos naturais em seus hospedeiros nas condições de campo (PASTORI et al., 2008ab; 2013). Por isto, o conhecimento do número de fêmeas parasitoides por hospedeiro é fundamental para a utilização desses inimigos naturais (PRATISSOLI et al., 2005 ab; PEREIRA et al., 2010; FREITAS-BUENO et al., 2011; ZAPPALA et al., 2012).

A densidade de fêmeas de parasitoides por hospedeiro pode influenciar diversos aspectos, como o nível de parasitismo (SAMPAIO et al., 2001), a quantidade de progênie (FOERSTER et al., 2001; CHONG e OETTING, 2006), a proporção de machos e fêmeas da progênie (CHOI et al., 2001), duração do ciclo de vida (ovo ao adulto) (BARBOSA et al., 2008; 2010), longevidade de adultos (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003), bem como a eficiência de busca e a dispersão de parasitoides em agroecossistemas (BARBOSA, 2014).

Dessa forma, o desenvolvimento deste trabalho visa obter o número ideal de fêmeas parasitoides de *C. flavipes* por lagartas de *D. saccharalis* em função da estimativa de parasitoide/hospedeiro. Assim, o número de parasitoides liberados por hectare (ha) poderá variar em função do número de lagartas (maior que 1 cm) amostradas no campo (Tabela 01) (Araujo, 1984), ou seja, a quantidade de fêmeas de *C. flavipes* liberadas será igual ao número de lagartas de *D. saccharalis* (amostradas) multiplicado pela estimativa do número de fêmeas do parasitoide por hospedeiro.

Tabela 01. Número de parasitoides de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) a ser liberado em função do número de lagartas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).

Brocas (> 1cm)	<i>Cotesia flavipes</i>
800 a 3.000	6.000 vespas
3.000 a 10.000	2 vespas por lagarta
10.000 a 15.000	3 vespas por lagarta
> 15.000	4 vespas por lagarta

Araújo, 1984

Apesar de trabalhos comprovarem a eficiência de *C. flavipes* em controlar lagartas de *D. saccharalis* em cultivos de cana-de-açúcar, são poucas as pesquisas de campo relacionadas à estimativa do número ideal de fêmeas de braconídeo por lagarta do principal lepidóptero-praga da cana-de-açúcar no Brasil.

2.3 Dispersão e parasitismo de fêmeas de *C. flavipes* em lagarta de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar

A eficácia de um agente de controle biológico é fundamental para o sucesso e a implementação de um programa de controle biológico. Resultados abaixo das expectativas, causados pela baixa qualidade dos inimigos naturais, podem gerar percepção negativa desse método e comprometer um programa que foi desenvolvido ao longo de muitos anos de pesquisa (PREZOTTI e PARRA, 2002).

O parasitoide *C. flavipes* é importante agente de controle biológico de *D. saccharalis* em condições de campo (DINARDO-MIRANDA, 2008). No entanto, relatos de altas populações da broca-da-cana têm sido frequentes, mesmo após as liberações sucessivas de *C. flavipes* para o seu controle. Acredita-se que uma das principais razões para este crescimento populacional da broca é uso de novos cultivares lançados no mercado, os quais são mais suscetíveis ao ataque da praga (PREZOTTI e PARRA, 2002). Além disso, a multiplicação sucessiva das populações de *C. flavipes* em laboratório pode interferir negativamente nas características biológicas do inimigo natural influenciando no controle das populações de *D. saccharalis* em campo (PREZOTTI e PARRA, 2002). No entanto, DINARDO-MIRANDA et al., (2014) sugerem que a menor eficiência de controle de *D. saccharalis* por *C. flavipes* pode ter relação com a capacidade de dispersão no campo e pode ser influenciado pelo número inadequado de fêmeas do braconídeo liberadas para controlar lagartas da broca.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório de controle biológico de insetos da empresa Legado Pesquisa e Consultoria Agrônômica, em Dourados (MS), e na Usina Adecoagro Vale do Ivinhema, situada na Fazenda Takuare – BR127 KM 14, zona rural, da cidade de Angélica (MS), em que foram realizados os experimentos de campo com as seguintes etapas:

3.1 Obtenção dos insetos (Hospedeiro *D. saccharalis* e parasitoides *C. flavipes*) utilizados do experimento

Os insetos foram obtidos diretamente dos laboratórios que fornecem os materiais biológicos à Usina Adecoagro Vale do Ivinhema S/A (Figura 1). A dieta artificial da broca foi enviada juntamente com os materiais biológicos. Todo o material recebido foi desinfestado (externamente) com álcool 70%, antes do acondicionamento e envio do material.



Imagem 1. *Cotesia. flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) utilizada no experimento.

Foto: Neyton Lopes Pinto.

3.2 Bioensaio de estimativa do número ideal de parasitoide/lagarta e delineamento experimental

O delineamento utilizado no experimento foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (1, 3, 6, 9 e 12 fêmeas de parasitoides/lagarta) com quatro repetições, totalizando 20 parcelas (unidades experimentais). O experimento foi conduzido em área de cana-de-açúcar em maio de 2024. Cada parcela, touceira de cana-de-açúcar, foi recoberta com tecido e recebeu uma unidade de parasitismo fixada na própria touceira (altura aproximada de 120 cm) (Figura 2).



Imagem 2. Delineamento experimental. Foto: Neyton Lopes Pinto

Para a confecção de cada unidade de parasitismo foram utilizadas duas lagartas de *D. saccharalis* (3º instar), sendo introduzidas em internódios de cana-de-açúcar (18-22 cm de comprimento e 3-4 cm de diâmetro) e esses aprisionados, com elásticos de látex, nas extremidades dos colmos cortados para fixar os internódios. Após a distribuição das unidades de parasitismo, as fêmeas de *C. flavipes* (com 24 horas de idade) foram liberadas (Figura 3).



Imagem 3. Cana utilizada para as unidades de parasitismos distribuídas no campo.
Foto: Neyton Lopes Pinto.

O período de parasitismo de *C. flavipes* para o experimento foi de 72 horas. Posteriormente, as lagartas de *D. saccharalis* foram levadas para o Laboratório, cuidadosamente retiradas dos internódios de cana-de-açúcar e individualizadas em placas de Petri descartáveis (6,5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura) contendo, uma porção de dieta de realimentação das mesmas. As placas de Petri com as lagartas de *D. saccharalis* foram acondicionadas em sala climatizada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotoperíodo até emergência dos insetos (Figura 4).



Imagem 4. Individualização das lagartas em dieta artificial para envio ao laboratório.
Foto: Neyton Lopes Pinto.

3.3 Dispersão e parasitismo de fêmeas de *C. flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em lagarta de *D. saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar

Para o segundo experimento foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com cinco pontos de coleta/liberação e quatro repetições desenvolvido na Usina Adecoagro Vale do Ivinhema S/A em junho de 2024. Os tratamentos tiveram distância mínima de 80 metros entre cada um e com raios de 05, 10, 15, 20 e 25 metros (distância entre os pontos). Foram marcados e o mesmo número de unidades de parasitismo distribuído no perímetro de cada um deles. Fêmeas de *C. flavipes* (até 24 horas de idade) foram liberadas no ponto central dos círculos (na melhor densidade com base no experimento I) no período da tarde, após as 16 horas (Figura 5).



Imagem 5. Delineamento experimental de blocos ao acaso, distribuição das unidades de parasitismo e liberação dos parasitoides. Foto: Neyton Lopes Pinto.

O período de parasitismo de *C. flavipes* para o experimento foi de 24 horas no campo e as lagartas de *D. saccharalis*, após esse período, foram retiradas cuidadosamente dos internódios de cana-de-açúcar, individualizadas e colocadas no interior de placas de Petri contendo dieta artificial, permanecendo em condições controladas de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e 14 horas de fotoperíodo até a formação das pupas ou emergência dos parasitoides. A porcentagem de parasitismo foi calculada pelo número de lagartas parasitadas x 100/número total de lagartas recuperadas.



Imagem 6. Coleta das unidades de parasitismo e individualização das lagartas em dieta artificial para envio ao laboratório.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

No experimento 01, a taxa de parasitismo (%) foi submetida a testes de normalidade (Shapiro-Wilk W: normal test) e homogeneidade de variância (Bartlett's test), após foram transformados em arco seno ($x/100$) 0,5 a fim de atender aos pré-requisitos da análise. Foi realizada análise de regressão e a seleção do modelo de melhor ajuste realizada mediante coeficientes significativos com 5% de probabilidade, bem como maior coeficiente de determinação e representatividade biológica, utilizando-se do programa estatístico (SAS Institute, 2001). Além disso, a comparação de médias da taxa de parasitismo, do número de descendentes produzidos e da razão sexual ($RS = n^\circ \text{ de fêmeas} / n^\circ \text{ de adultos}$) foram concluídas por meio da comparação aos pares das médias a fim de aceitar H_0 ou H_1 pelo teste do X^2 (SAS Institute, 2001).

No experimento 02, os dados foram avaliados mediante análise de regressão, após a verificação dos pressupostos. Além disso, utilizou-se, de forma complementar, comparações de igualdade (50%:50%) através do ProcFreq do SAS (SAS Institute, 2002), interpretadas pelo teste de qui-quadrado ($\alpha = 0,05$) para contrastar a porcentagem de parasitismo com as diferentes distâncias.

5. RESULTADOS

5.1 Estimativa do número ideal de fêmeas de *C. flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) por lagarta de *D. saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

A curva de regressão que descreve o comportamento da taxa de parasitismo em função das diferentes densidades de parasitoide, é apresentada na Figura 1. Nota-se aumento significativo na taxa de parasitismo a medida que se eleva a densidade do parasitoide sobre a lagarta. Assim, a taxa de parasitismo (%) diferiu nos tratamentos das respectivas densidades testadas de 1, 3, 6, 9 e 12 parasitoides por lagarta ($F_{1,3} = 86,30$; $P = 0,0026$) (Figura 01). Da mesma forma, o número de descendentes ($X^2 = 16,08$; GL = 3 ; $P = 0,0008$), assim como a razão sexual ($X^2 = 10,02$; GL = 3 ; $P = 0,01$) (Tabela 01).

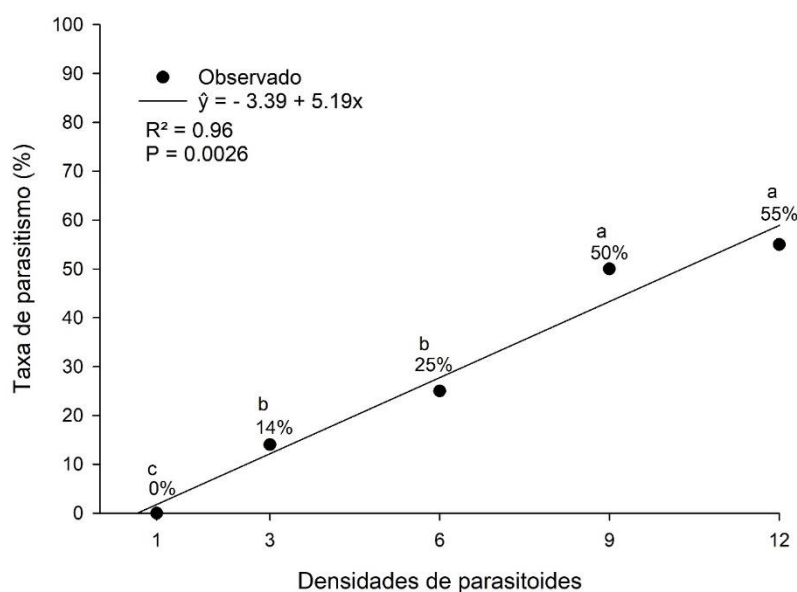


Figura 1. Parasitismo de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em lagartas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em função de diferentes densidades em uma plantação comercial de cana-de-açúcar em Angélica, Mato Grosso do Sul, Brasil.

A emergência de *C. flavipes* ocorreu em 100% nos tratamentos em que houve parasitismo, apresentando variação no número de indivíduos entre 15 e 60 parasitoides, razão sexual com variação de 0,35 a 0,72 nas respectivas densidades de 3 a 12 parasitoides por lagarta (Tabela 02).

Tabela 02. Emergência, número de descendentes e razão sexual de *Cotesia flavipes* em lagartas de *Diatraea saccharalis*, após 24 horas de parasitismo em campo, Angélica, MS, 2024.

Tratamentos	Densidades	Emergência (%)	Número de descendentes	Razão sexual
1	0	-	-	-
2	1	-	-	-
3	3	100	15b	0,35b
4	6	100	35a	0,40b
5	9	100	50a	0,68a
6	12	100	60a	0,72a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo contraste aos pares por meio do teste de χ^2 .

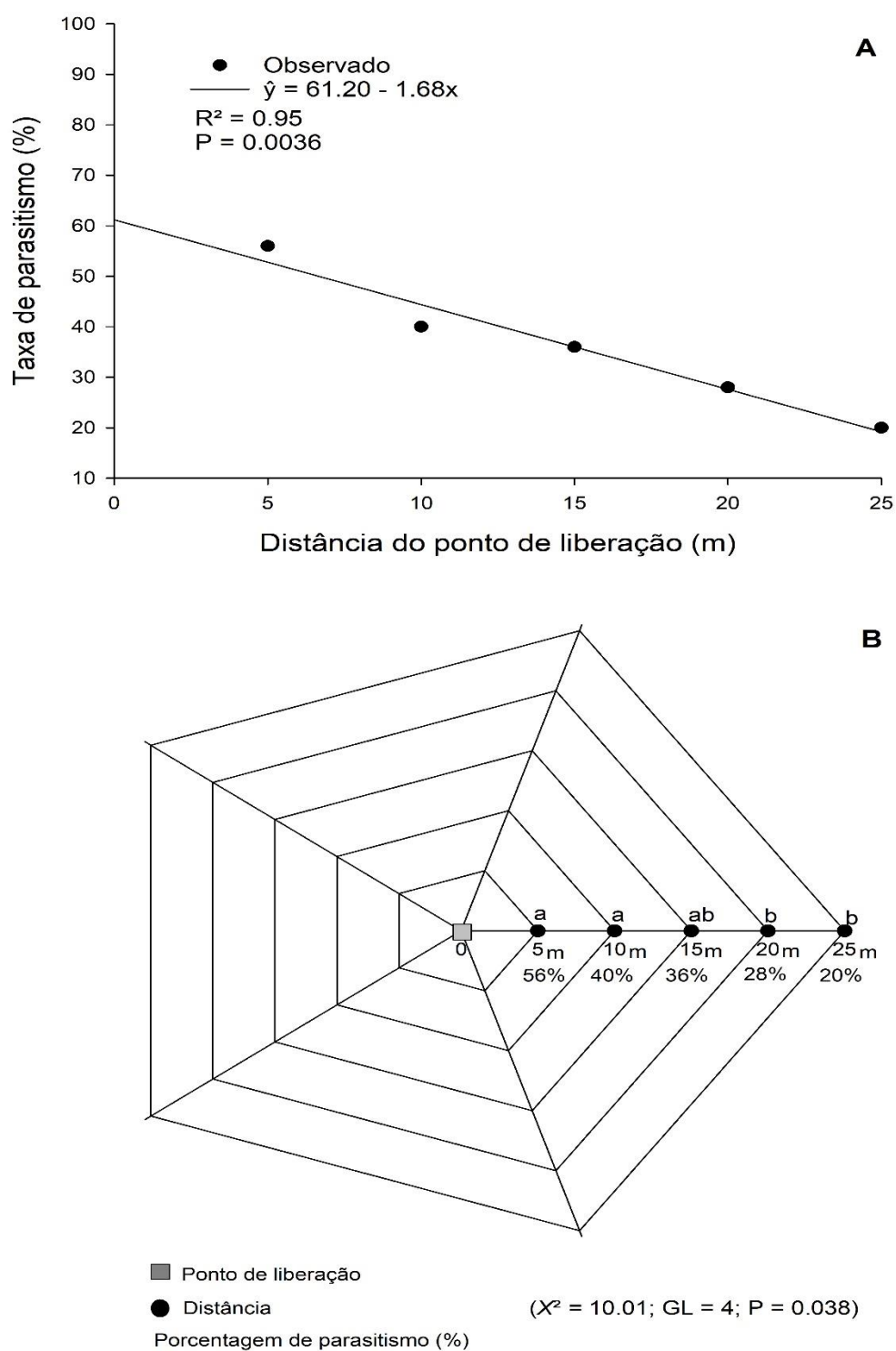
5.2 Capacidade de dispersão de *C. flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) na cultura da cana-de-açúcar

No geral, foram recuperadas 100% das lagartas dispostas nas sentinelas (n = 100). Contudo, os maiores índices (taxa de parasitismo) de lagartas recuperadas parasitadas ocorreram mais próximos do ponto de liberação, e diminuíram significativamente conforme a distância aumentou ($P < 0,005$) (Figura 2A).

A Figura 2B é complementar, de forma esquemática, e em 5 m, verificou-se a taxa de parasitismo de 56%, 40% em 10 m, 36% em 15 m, 28% em 20 m e 20% em 25 m. Considerando a frequência observada vs. frequência esperada, verificou-se variação significativa na taxa de parasitismo quando contrastada com as diferentes distâncias ($P < 0,05$) (Figura 3). Com base nesses resultados, pode-se inferir que a *C. flavipes* teve capacidade de dispersão confirmada até 25 metros, visto que o evento parasitismo foi utilizado como referência.

A média geral da capacidade de dispersão de *C. flavipes*, considerando as condições deste experimento, é aproximadamente 12,67 metros. No entanto, a amplitude considerada nesta pesquisa foi de 0 a 25 metros, tornando limitada a média geral real da dispersão de *C. flavipes*, pois a análise atual não abrangeu todo o potencial de dispersão do parasitoide. Para uma conclusão mais precisa, é necessário ampliar o alcance das distâncias das sentinelas testadas, abrindo espaço para novas hipóteses de dispersão superiores. Nesse contexto, estudos futuros devem considerar distâncias maiores para melhor avaliar a capacidade de dispersão de *C. flavipes*. Além disso, podem utilizar estes resultados como ponto inicial.

433



434

435 **Figura 2 A e B.** Dispersão de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em função de
 436 diferentes distâncias de sentinelas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em uma
 437 plantação comercial de cana-de-açúcar em Angélica, Mato Grosso do Sul, Brasil (A).
 438 Representação esquemática da distância percorrida por *Cotesia flavipes* (Hymenoptera:
 439 Braconidae) e a respectiva porcentagem de parasitismo (B).

440

6. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciam a tendência de aumento na taxa de parasitismo quando aumenta a densidade de parasitoides. Especificamente, a taxa de parasitismo variou de 0% a 55% para as densidades de 1 a 12 parasitoides por lagarta, respectivamente. Estes dados indicam que a densidade de parasitoide está diretamente ligada ao sucesso do controle biológico, como mencionado (SILVA-TORRES et al., 2010; KASSAB et al., 2020).

A ausência de parasitismo observada na menor densidade (1 parasitoide por lagarta) sugere que uma densidade muito baixa de *C. flavipes* não é suficiente para garantir o controle eficaz de *D. saccharalis*. À medida que a densidade de parasitoides aumenta, há incremento significativo na taxa de parasitismo, atingindo 55% na maior densidade testada (12 parasitoides por lagarta). Este comportamento pode ser explicado pela maior probabilidade de encontro entre parasitoides e lagartas em condições de alta densidade, aumentando a taxa de parasitismo.

Estudos anteriores, como os realizados por Pereira et al., (2022), também relatam aumento na eficácia do parasitismo na traça-das-crucíferas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) com a elevação da densidade de parasitoides *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae), corroborando com estes achados. O sucesso das fêmeas de *C. flavipes* parasitando *D. saccharalis* confirma que há um número ideal de parasitoides para superar a defesa imunológica do hospedeiro, como relatado por Rodrigues et al., (2021), quando estudou o inimigo natural *T. howardi* parasitando lagartas de *D. saccharalis*. Neste trabalho, os resultados indicam que para controlar 50% da população de *D. saccharalis* está próximo de 9 fêmeas de *C. flavipes* por lagarta de *D. saccharalis*. Pois, é provável que o conjunto de toxinas liberadas durante o parasitismo pelas fêmeas de *C. flavipes* sobressaia à defesa imune de *D. saccharalis*, visto que nessas condições, a defesa imune do hospedeiro torna-se insuficiente de encapsular e fagocitar o desenvolvimento do parasitoide.

Portanto, em densidades menores de parasitoides, o hospedeiro por meio de defesas celulares pode encapsular e melanizar ovos de endoparasitoides, como mencionado por Pennacchio e Strand (2006). Além disso, o parasitismo por várias fêmeas pode aumentar a sobrevivência de parasitoides imaturos ao superar a resposta imune do hospedeiro (HOOD et al. 2012 ; MAHMOUD et al. 2012).

Por outro lado, os resultados indicam que a capacidade de dispersão de *C. flavipes* é inversamente proporcional entre a distância do ponto de liberação dos parasitoides e a taxa de parasitismo de *D. saccharalis*, visto que na menor distância (5m) obteve-se 56%, em contrapartida na maior (25m) 20% de parasitismo. Esta tendência sugere que a eficiência da *C. flavipes* como agente de controle biológico diminui com o aumento da distância do ponto de liberação. A média de 12,6 metros, distância percorrida por *C. flavipes*, indica o limiar significativo de declínio na taxa de parasitismo após essa distância. Estudos desenvolvidos por Chowdhury et al., (2015), com o inimigo natural *Trichogramma chilonis* evidenciaram que as taxas de parasitismo diminuem com o aumento da distância de liberação por causa da maior dispersão, gasto energético do parasitoide e menor eficiência na localização dos hospedeiros, fato que pode explicar também os achados nesta pesquisa. Dessa forma, destaca-se que a escala espacial deve ser considerada em programas de controle biológico com relação a esses agentes.

O número de descendente e a razão sexual foi maior nas densidades superiores, não havendo diferenças entre as densidades de 6 a 12. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira et al., (2010) quando estudaram o desempenho de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). Porém, vale ressaltar que a relação não é diretamente proporcional, maior número de fêmeas com maior número de descendentes, existe um limiar, dependendo de cada espécie, em que quantidades excessivas de fêmeas parasitando um único hospedeiro tem como consequência competição por alimento, afetando a biologia da progênie após a emergência, como no tamanho, no parasitismo e na dispersão (KASSAB et al., 2020).

Em áreas de produção de cana-de-açúcar, a quantidade recomendada de *C. flavipes* a ser liberada no campo pode variar dependendo da população da praga. Normalmente, 6.000 parasitoides (machos e fêmeas) são distribuídos manualmente em quatro pontos por hectare, com 30 massas e 1500 indivíduos em cada copo (BOTELHO & MACEDO, 2002; DINARADO-MIRANDA et al., 2014). No entanto, com o uso de drones, a abordagem foi ajustada para oito pontos de liberação com 15 massas em cada tubete. Assumindo a proporção sexual de 50% dos parasitoides nos tubetes as liberações em escala comercial equivaleriam a um parasitoide por lagarta, ou seja, uma fêmea de *C. flavipes* por lagarta *D. saccharalis*. Pode-se observar com o primeiro ensaio que aumentar o número de fêmeas leva a maior eficácia no parasitismo de campo.

Segundo Dinarado-Miranda et al. (2014), *C. flavipes* tem capacidade de dispersão limitada, mesmo quando liberado em quantidades que excedem os níveis recomendados, necessitando de redução do raio de liberação e aumento do número de pontos de liberação. Nas liberações atuais, os planos de voo utilizam a faixa de liberação de 40 metros, com aproximadamente 30 metros entre os pontos. O segundo ensaio revelou que um raio menor entre o ponto de liberação e o hospedeiro correlaciona com a porcentagem maior de parasitismo, enfatizando a necessidade de um raio reduzido e um número maior de pontos de liberação por hectare.

Conforme a média de mercado, o preço do tubete custa próximo de R\$4,40, incluindo os oito pontos de liberação, totalizando R\$35,20 por hectare. Para equiparar com os resultados dos ensaios e atingir a densidade de 9 fêmeas do parasitoide por lagarta, seria necessário a liberação de 18 tubetes por hectare, o que resultaria o custo de R\$79,20 por hectare. Observa-se que o tratamento apresenta um valor relativamente mais alto, porém garantindo uma porcentagem maior de parasitismo no campo.

7. CONCLUSÃO

Conclui-se que, no primeiro ensaio o número ideal de fêmeas de *C. flavipes* por lagarta de *D. saccharalis* foi de 9 e 12 unidades de parasitoide por hospedeiro, sendo necessário realizar a análise econômica para ser recomendada a dose com melhor custo/benefício.

Para o segundo ensaio, utilizaram a densidade de 9 unidades parasitoide por hospedeiro e constataram que a capacidade de busca e dispersão em área produtiva de cana-de-açúcar obteve sucesso em todos os tratamentos analisados, o parasitismo foi constatado até o raio de 25 metros, e maior porcentagem de parasitismo (56%) na distância de 5 metros, referente ao ponto de liberação.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J.A.; ROVIDA, A. F.S.; CONTE, H.; Controle biológico por insetos parasitoides em cultura agrícolas no Brasil: Revisão de Literatura. **Revista UNINGÁ Review**. V.22, n.2, p.22-25, 2015.

ARAÚJO, J.R.; BOTELHO, P.S.M.; CAMPOS, H.; ALMEIDA, L.C.; DEGASPARI, N. Influência do número de *Apanteles flavipes* liberados, na eficiência de controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis*. **Caderno Planalsucar**, p. 12-21, 1984.

ANTIGO, M.R.; OLIVEIRA, H.N.; CARVALHO, G.A.; PEREIRA, F.F. Repelência de produtos fitossanitários usados na cana-de-açúcar e seus efeitos na emergência de *Trichogramma galloi*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 910-916, 2013.

BARBOSA, L.S.; COURI, M.S.; COELHO, V.M.A. Desenvolvimento de *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoridae), utilizando diferentes densidades do parasitoide. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 49-54, 2008.

BARBOSA, L.S.; COURI, M.S.; COELHO, V.M.A. Desempenho do parasitoide *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) utilizando como hospedeiro *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae), sob diferentes tempos de exposição. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p.125-129, 2010.

BARBOSA, R.H. Capacidade de dispersão e parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados. 52 p. 2014.

BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREA FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São

Paulo: Editora Manole, p. 409-425, 2002.

CHOI, W.I.; YOON, T.J.; RYOO, M.I. Host-size dependent feeding behaviour and progeny sex ratio of *Anisopteromalus calandrae* (Hym.: Pteromalidae). **Journal Applied Entomology**, v. 125, p. 71-77, 2001.

CHONG, J.H.; OETTING, R.D. Functional response and progeny production of the Madeira mealybug parasitoid, *Anagyrus* sp. nov. nr. sinope: The effects of host and parasitoid densities. **Biological Control**, v. 39, p. 320-328, 2006.

CHOWDHURY, Z.J.; ALAM, S.N.; DASH, C.K.; MALEQUE, M.A, AKHTER, A. **Determinação da eficácia do parasitismo e desenvolvimento de técnica de liberação de campo eficaz para *Trichogramma* spp.** (Trichogrammatidae: Hymenoptera), 2015.

CIRELLI, K.R.N; PENTEADO-DIAS, A.M. Análise da riqueza da fauna de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em remanescentes naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 89-98, 2003.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira de Cana-de-açúcar. Brasília, DF v.12, – Safra 2024/25, n.1 , Abril 2024.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 349-404, 2008.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V.; PERECIN, D. Variabilidade espacial de populações de *Diatraea saccharalis* em canaviais e sugestão de método de amostragem. **Bragantia**, v. 70, p. 577-585, 2011.

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

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V.; COSTA, V.P.; LOPES, D.O.T. Dispersal of *Cotesia flavipes* in sugarcane field and implications for parasitoid releases. **Bragantia**, v. 73, p.163-170, 2014.

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Cana-de-açúcar / Trajetória / Desempenho Recente Do Agro Nacional. Disponíveis em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/trajetoria-do-agro/desempenho-recente-do-agro/cana-de-acucar>. Acesso em 23 de outubro de 2024.

FAMASUL, **Federação da Agricultura e Pecuária Mato Grosso do Sul**. Boletim Casa Rural, Sucrenergético. Ed. n.4 , 2023.

FOERSTER, L.A.; DOETZER, A.K.; AVANCI, M.R.F. Parasitoides larvais de *Mythimna (Pseudaletia) sequax* Franclemont e capacidade de parasitismo de *Glyptapanteles muesebecki* (Blanchard) em relação ao tempo de exposição, temperatura e densidade de hospedeiros. **Acta Biologica Paranaense**, v. 30, p. 139-149. 2001.

FREITAS-BUENO, R.C.O.; PARRA, J.R.P.; FREITAS-BUENO, A. *Trichogramma pretiosum* parasitism and dispersal capacity: a basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. **Bulletin of Entomological Research**, v. 102, p. 1-8, 2011.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; FILHO, E.B.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 920 p. 2002.

HOOD, GR.; EGAN, S.P.; FEDER, J.L. Competição interespecífica e especiação em endoparasitoides. **Evolutionary Biology**, 39 , 219-230, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Características climáticas de Mato Grosso do Sul**. 2023. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/caracteristicasClimaticas>. Acesso em: 15 dez. 2024.

KASSAB, S. O.; BARBOSA, M. S.; PEREIRA, F. F.; ROSSONI, C.; PASTORI, P. L.; LUCCHETTA, J. T.; ZANUNCIO, J. C. Reproductive potential and biological characteristics of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) in *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) depending on parasitoid-host ratio. **Florida Entomologist**, v.103, n.3, p.316-320, 2020.

MAHMOUD, A.M.A.; LUNA-SANTILLANA, E.J.; GUO, X.; REYES-VILLANUEVA F.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, M.A. Desenvolvimento da vespa braconídeo *Cotesia flavipes* em dois Crambids, *Diatraea saccharalis* e *Eoreuma loftini*: evidência de interrupção do desenvolvimento do hospedeiro. **Jornal de Entomologia da Ásia-Pacífico** 15: 63–68, 2012.

MACEDO, N.; P.S.M. BOTELHO. Controle integrado da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae). **Brasil Açucareiro**, v. 160, p. 2-14, 1988.

MEDEIROS, J.K; Cana-de-açúcar no Brasil. **Revista de Educação a Distância do IFSC**. v.1, n.1, p.89-103, 2024.

OLIVEIRA, H.N.; ANTIGO, M.R.; CARVALHO, G.A.; GLAESER, D.F. Seletividade de herbicidas e reguladores de crescimento de plantas utilizados na cultura da cana-de-açúcar para imaturos de *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha (Impresso)**, v. 32, p. 125-135, 2014.

PASTORI, P.L.; MONTEIRO, L.B.; BOTTON, M. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em pomar adulto de macieira. **Boletín Sanidad Vegetal Plagas**, v. 34, p. 239-245, 2008a.

PASTORI, P.L.; MONTEIRO, L.B.; BOTTON, M.; SOUZA, A.; POLTRONIERI, A.S.; SCHUBER, J.M. Parasitismo de ovos da lagarta-enroladeira-da-maçã em função do número de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberado. **Scientia Agraria**, v. 9, p. 497-504, 2008b.

PASTORI, P.L.; PEREIRA, F.F.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; OLIVEIRA, F.A.L.; ZAIDAN, U.R. Dispersão de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) em plantio de cana-de-açúcar. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, p. 85-89, 2013.

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, T.V.; PRATISSOLI D.; PASTORI, P.L. The density of females of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) affects their reproductive performance on pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, p. 323-331, 2010.

Pereira, H. C.; Pereira, F. F.; Fernandes, W. C.; Carneiro, Z. F.; Lucchetta, J. T.; Andrade, G. S.; Zanuncio, J. C. Parasitism rate of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) larvae in greenhouse by *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) females at different densities. **Brazilian Journal of Biology**, v.82, e263443.

PENNACCHIO F.; STRAND, M.R. Evolução de estratégias de desenvolvimento em Hymenoptera parasitas. **Review of Entomology Annual**, v.51, p.233–258, 2006.

PINTO, A.S.; CANO, M.A.V.; SANTOS, E.M. A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* In: PINTO, A.S. **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, p. 15-20, 2006.

PRATISSOLI, D.; THULER, R.T.; ANDRADE, G.S.; ZANOTTI, L. C.M.Z.; SILVA, A.F. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v. 40, p. 715-718, 2005a.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; ZAGO, H.B.; PASTORI, P.L. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v. 40, p. 613-616, 2005b.

PREZOTTI, L.; PARRA, J.R.P. Controle de qualidade em criações massais de parasitoides e predadores. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, B.S.M.; FERREIRA,

B.S.C.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Editora Manole, p. 295-307, 2002.

ROSSATO, J.A.S.; COSTA, G.H.G.; MADALENO, L.L.; MUTTON, M.J.R.; HIGLEY, L.G.; FERNANDES, A. Characterization and impact of the sugarcane borer on sugarcane yield and quality. **Agronomy Journal**, v. 105, p. 643-648, 2013.

RODRIGUES, A., PEREIRA, F. F., BARBOSA, P. R., SILVA-TORRES, C. S., & TORRES, J. B. Parasitism behavior of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on larvae and pupae of sugarcane borers. **Journal of Insect Behavior**, v.34, n.3, p.71-81, 2021.

SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P.; PÉREZ-MALUF, R. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 81-87, 2001.

SILVA-TORRES, C.S.A. da.; MATTHEWS, R.W. Development of *Melittobia australica* Girault and *M. digitata* Dahms (Parker) (Hymenoptera: Eulophidae) parasiting *Neobellieria bullata* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) puparia. **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 645-651, 2003.

SILVA-TORRES, C. S. A. D.; TORRES, J. B.; BARROS, R.; PALLINI, Â. Parasitismo de traça-das-crucíferas por *Oomyzus sokolowskii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45, 638-645, 2010.

SILVA, C.C.M.; MARQUES, E.J.; OLIVEIRA, J.V.; VALENTE, E.C.N. Preference of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, p. 23-27, 2012.

SIMÕES, R.A.; LETÍCIA, R.G.; BENTO, J.M.S.; SOLTER, L.F.; DELALIBERA Jr., I. Biological and behavioral parameters of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) are altered by the pathogen *Nosema* sp. (Microsporidia: Nosematidae). **Biological Control**, v. 63, p. 164-171, 2012.

759 ZAPPALA, L.; CAMPOLO, O.; GRANDE, S.B.; SARACENO, F.; BIONDI, A.;
760 SISCARO, G.; PALMERI, V. Dispersal of *Aphytis melinus* (Hymenoptera:
761 Aphelinidae) after augmentative releases in citrus orchards. **European Journal of**
762 **Entomology**, v. 109, p. 561-568, 2012
763