

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

ELLEN CARINE NEVES VALENTE.

CONTROLE BIOLÓGICO DE *Diatraea flavipennella* Box, 1931 E *D. saccharalis*
(FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) E SELETIVIDADE DE
PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS A *Trichogramma galloi* ZUCCHI, 1988
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

Rio Largo, AL

2015

ELLEN CARINE NEVES VALENTE.

CONTROLE BIOLÓGICO DE *Diatraea flavipennella* Box, 1931 E *D. saccharalis*
(FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) E SELETIVIDADE DE
PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS A *Trichogramma galloi* ZUCCHI, 1988
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Proteção de Plantas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Forti Broglio.

Rio Largo, AL

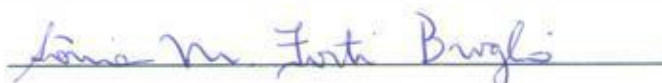
2015

Folha de Aprovação

ELLEN CARINE NEVES VALENTE.

Controle biológico de *Diatraea flavipennella* Box, 1931 e *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e seletividade de produtos fitossanitários a *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Tese submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 27 de fevereiro de 2015.



Prof. Dr^a. Sônia Maria Forti Broglio – Universidade Federal de Alagoas
(Orientadora)

BANCA AVALIADORA



Prof. Dr^a. Roseane Cristina Prêdes Trindade – Universidade Federal de Alagoas
(UFAL)



Prof. Dr^a Aldenise Alves Moreira – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
(UESB)



Prof. Dr^o Henrique Fonseca Goulart – Universidade Federal de Alagoas
(UFAL)

Aos meu pais,
José Edson Valente Costa e
Cleonilda Neves Valente.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e a espiritualidade, por serem as luzes que iluminam minha vida. Pelas bênçãos alcançadas e por toda proteção.

À Universidade Federal de Alagoas e ao Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pela concessão de bolsa de estudo.

À Central Açucareira Santo Antônio S/A, que através do Biólogo Jailton Santos Silva forneceu apoio durante as coletas de material em campo e criação dos insetos.

A Triunfo Agroindustrial LDTA pelo fornecimento dos produtos fitossanitários utilizados nos experimentos.

A FITOAGRO Controle Biológico LTDA pelo fornecimento de material biológico.

Ao Laboratório de Patologia de Insetos da UFRPE pela contribuição com material biológico.

Ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA) pelo fornecimento de cana-de-açúcar para realização dos experimentos.

À Professora Sônia M. Forti Broglio pela amizade, incentivo e exemplo e pela disponibilidade em dividir sua experiência, ajudando-me na aquisição de novos conhecimentos, que foram imprescindíveis para realização desse trabalho.

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas da UFAL pelos conhecimentos transmitidos.

Ao meu pai, pelo incentivo aos estudos e por ser um exemplo de honestidade e caráter.

À minha querida mãe, pela dedicação e apoio, sempre me ajudando a tornar um sonho em realidade.

Aos meus irmãos, Edson Valente, Bertha Carolina e Jenna Kadja, pela torcida e amizade sincera.

Aos queridos André de Souza, Juliana Casagrande, Chirlene Alexandre, Kelly Cavalcante, Marcos Humberto e demais que sempre torcem por mim.

Aos amigos, Vanessa Rodrigues, Hully Monáisy, Quitéria Cardoso, Jackeline Maria dos Santos, Simone da Silva Costa, Natanael Batista, José Rosildo Tenório, Djison Silvestre, Ronycleide Sousa, Anderson Sabino, Paulo Nogueira, Andrezo Santos, Mércia Elias, Márcia Daniela e demais colegas de curso.

À Cenira M. de Carvalho pela dedicação e apoio essencial neste trabalho.

À Cinthia Conceição Matias da Silva e Eliana Maria dos Passos, pela amizade e apoio na realização deste trabalho.

Que o Senhor traduza meus agradecimentos a todos em renovadas bênçãos de alegria e paz!

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar os agentes de controle biológico das brocas do gênero *Diatraea* spp. nos seus mais variados aspectos. A pesquisa consistiu em estudar os aspectos biológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e seu desempenho com relação as brocas *Diatraea flavipennella* Box, 1931 e *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), bem como elaboração da tabela de vida de fertilidade deste parasitoide em ambos hospedeiros. Além disso, avaliou-se a seletividade dos herbicidas dicloreto de paraquat (Gramoxone[®]), ametrina (Metrimex[®]), metribuzin (Sencor 480[®]), tebutiuron (Combine[®]); dos inseticidas imidacloprido (Evidence[®]) e fenilpirazol (Curbix[®]) e do fungo *Metarhizium anisopliae* (isolado Triunfo) sobre estágios imaturos de *T. galloi*. Com relação ao parasitoide larval *C. flavipes*, buscou-se elucidar parte dos questionamentos referentes a sua preferência pelo seu hospedeiro natal, *D. saccharalis*. Para testar a hipótese da preferência de *C. flavipes* por *D. saccharalis* foram realizados testes com olfatômetro usando os compostos orgânicos voláteis extraídos de plantas saudáveis (sem infestação) e infestadas, separadamente, com ambas as brocas. Como resultados: os testes com chance de escolha evidenciaram uma possível preferência de *T. galloi* por ovos de *D. flavipennella*. Não houve diferença significativa entre os parâmetros biológicos do parasitoide em ambas as espécies hospedeiras. A tabela de vida de fertilidade evidenciou bom desempenho de *T. galloi* em ambas as espécies estudadas. Com relação aos testes de seletividade, o herbicida dicloreto de paraquat apresentou-se seletivo a *T. galloi* em condições de laboratório. Os demais produtos testados apresentaram efeitos negativos em pelo menos dois estágios de desenvolvimento de *T. galloi* devendo ser utilizado com cautela na cultura. Com relação a resposta de *C. flavipes* aos voláteis extraídos de plantas de cana-de-açúcar infestadas com ambos hospedeiros, os resultados evidenciaram a não preferência deste parasitoide por *D. saccharalis*, sendo o mesmo capaz de localizar as duas espécies hospedeiras.

PALAVRAS-CHAVE: Cana-de-açúcar. Parasitoides. Seletividade. Voláteis.

ABSTRACT

This study investigated the biological control agents of borers of genus *Diatraea* spp. In its various aspects. The research consisted in the development of the life table and fertility as well, study the biological aspects of *T. galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and their preference regarding the borers *Diatraea flavipennella* Box, 1931 and *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Furthermore, we evaluated the selectivity of the herbicide paraquat dichloride (Gramoxone®), ametryn (Metrimex®), metribuzin (Sencor 480®), tebuthiuron (Combine®); of insecticides imidacloprid (Evidence®) and phenylpyrazol (Curbix®) and the fungus *M. anisopliae* (isolated Triunfo) on immature stages of *T. galloi*. Regarding the larval parasitoid *C. flavipes*, we sought to elucidate part of the questions regarding its preference for its native host, *D. saccharalis*. To test the hypothesis that preferably of *C. flavipes* for *D. saccharalis* olfactometer tests were performed using volatile organic compounds extracted from plants healthy (no infestation) and infested separately with both borers. As a result: the tests free choice showed a possible preference for *T. galloi* by eggs of *D. flavipennella*. There was no significant difference between the biological parameters of the parasitoid in both host species. The fertility life table showed good performance of *T. galloi* in both species. With respect to selectivity tests, the herbicide paraquat dichloride presented selective *T. galloi* under laboratory conditions. The other products tested showed negative effects in at least two developmental stages of *T. galloi* should be used with caution in culture. With respect to *C. flavipes* response to the extracted volatile sugarcane infested plants with both hosts, the results showed no preference to this parasitoid to *D. saccharalis*, being even able to locate the two host species.

KEY WORD: Sugarcane. Parasitoids. Selectivity. Volatile

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	<i>Trichogramma galloi</i> do Laboratório de Biologia de Insetos (ESALQ/USP) (A) e da BUG Agentes de Controle Biológico.....	40
Figura 2	Curva de sobrevivência de fêmeas de <i>Trichogramma galloi</i> obtidos de ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>Diatraea saccharalis</i> . 25 ± 1°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.....	50
Figura 3	Sobrevivência de fêmeas de <i>Trichogramma galloi</i> expostas a ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> tratados com produtos fitossanitários. 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.....	64
Figura 4	Plantas de cana-de-açúcar em casa de vegetação.....	80
Figura 5	Aeração das plantas de cana-de-açúcar.....	82
Figura 6	Olfatômetro de tubo Y utilizado no bioensaio de preferência com <i>Cotesia flavipes</i>	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Parasitismo, viabilidade e longevidade (Média±EP) de <i>Trichogramma galloi</i> em ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>D. saccharalis</i> em testes com chance de escolha. 25±2°C; 70±10% U.R e 12h de fotofase.....	45
Tabela 2	Parasitismo, viabilidade e longevidade (Média±EP) de <i>Trichogramma galloi</i> em ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>D. saccharalis</i> em testes sem chance de escolha. 25±2°C; 70±10% U.R e 12h de fotofase.....	45
Tabela 3	Número de adultos por ovo do hospedeiro, razão sexual e período de desenvolvimento (Média±EP) de <i>Trichogramma galloi</i> em ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>D. saccharalis</i> em testes com chance de escolha. 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.....	46
Tabela 4	Número de adultos por ovo do hospedeiro, razão sexual e período de desenvolvimento (Média±EP) de <i>Trichogramma galloi</i> em ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>D. saccharalis</i> em testes sem chance de escolha. 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.....	46
Tabela 5	Taxa de parasitismo e viabilidade (Média±EP) de <i>Trichogramma galloi</i> em ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>D. saccharalis</i> no período de 24, 48 e 72 horas após emergência da fêmea a 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.....	48
Tabela 6	Período de desenvolvimento, número de adultos por ovo do hospedeiro, razão sexual e longevidade das fêmeas (Média±EP) de <i>Trichogramma galloi</i> em ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>D. saccharalis</i> . 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.....	49
Tabela 7	Duração média de cada geração (T), taxa líquida reprodutiva (R ₀), taxa intrínseca de crescimento populacional (r _m) e taxa finita de crescimento populacional (λ) de <i>Trichogramma galloi</i> parasitando ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>D. saccharalis</i> . 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.....	51
Tabela 8	Produtos fitossanitários registrados na cultura da cana-de-açúcar (AGROFIT, 2014) e avaliados nos testes de seletividade ao parasitoide de ovos <i>Trichogramma galloi</i>	61

Tabela 9	Viabilidade média, efeito (E) de produtos fitossanitários na redução da viabilidade do parasitismo, razão sexual e número de adultos de <i>Trichogramma galloi</i> por ovo de <i>Diatraea flavipennella</i> após a imersão nas soluções em pré-parasitismo. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.....	64
Tabela 10	Viabilidade do parasitismo de <i>Trichogramma galloi</i> após a imersão de ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> contendo as fases de ovo-larva, pré-pupa e pupa do parasitoide. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.....	67
Tabela 11	Efeito de produtos fitossanitários (E) na redução da viabilidade de <i>Trichogramma galloi</i> observada após tratamento dos ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> contendo as diferentes fases de desenvolvimento do parasitoide. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.....	68
Tabela 12	Razão sexual de <i>Trichogramma galloi</i> em ovos de <i>Diatraea flavipennella</i> tratados com produtos químicos e fungo <i>Metarhizium anisopliae</i> nas fases ovo-larva, pré-pupa e pupa do parasitoide em pós-parasitismo. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.....	69
Tabela 13	Número de adultos de <i>Trichogramma galloi</i> por ovo de <i>Diatraea flavipennella</i> tratados com produtos fitossanitários nas fases ovo-larva, pré-pupa e pupa do parasitoide em pós-parasitismo. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.....	70
Tabela 14	Porcentagem de frequência da resposta olfativa de <i>Cotesia flavipes</i> , em olfatômetro de tubo Y, aos voláteis extraídos de plantas sem infestação (testemunha), plantas infestadas com <i>Diatraea flavipennella</i> , com <i>Diatraea saccharalis</i> e preferência entre os hospedeiros. 24±2°C, 70±10% U.R. e 12 horas de fotofase.....	85
Tabela 15	Tempo médio, em segundos, da primeira escolha das fêmeas de <i>Cotesia flavipes</i> aos voláteis extraídos de plantas sem infestação (testemunha), plantas infestadas com <i>Diatraea flavipennella</i> , com <i>Diatraea saccharalis</i> e entre os dois hospedeiros. 24±2°C, 70±10% U.R. e 12 horas de fotofase.....	86

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Referências bibliográficas	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	A cultura da cana-de-açúcar	17
2.2	Pragas da cana-de-açúcar	18
2.3	<i>Diatraea</i> spp.	19
2.4	Manejo de <i>Diatraea</i> spp.	20
2.5	<i>Cotesia flavipes</i>	21
2.6	<i>Trichogramma galloi</i>	22
2.7	Seletividade de produtos fitossanitários a <i>Trichogramma galloi</i>	23
2.8	Tabela de vida e fertilidade	25
2.9	Seleção hospedeira	26
2.10	Compostos orgânicos voláteis de plantas	27
2.11	Referências bibliográficas	29
3	DESEMPENHO DE <i>Trichogramma galloi</i> ZUCCHI, 1988 (HYMENOPTERA, TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE <i>Diatraea flavipennella</i> BOX, 1931 E <i>D. saccharalis</i> (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)	37
3.1	RESUMO	37
3.2	ABSTRACT	38
3.3	Introdução	39
3.4	Material e Métodos	40
3.4.1	Obtenção de <i>Trichogramma galloi</i>	40
3.4.2	Criação de <i>Diatraea</i> spp.	41
3.4.3	Desempenho de <i>Trichogramma galloi</i> sobre <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>Diatraea saccharalis</i> em testes com e sem chance de escolha	41
3.4.4	Características biológicas de <i>Trichogramma galloi</i> sobre <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>Diatraea saccharalis</i>	42
3.4.5	Tabela de Vida de Fertilidade	43
3.5	Resultados e Discussão	43
3.5.1	Desempenho de <i>Trichogramma galloi</i> sobre <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>Diatraea saccharalis</i> em testes com e sem chance de escolha	43
3.5.2	Características biológicas de <i>Trichogramma galloi</i> sobre <i>Diatraea flavipennella</i> e <i>Diatraea saccharalis</i>	47
3.5.3	Tabela de Vida de Fertilidade	50
3.6	Conclusões	52
3.7	Referência bibliográficas	53
4	SELETIVIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA ESTÁGIOS IMATUROS DE <i>Trichogramma galloi</i> Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	57
4.1	RESUMO	57
4.2	ABSTRACT	58
4.3	Introdução	59

4.4	Material e Métodos	60
4.4.1	Obtenção e criação de <i>T. galloi</i> e <i>D. flavipennella</i>	60
4.4.2	Produtos fitossanitários testados.....	61
4.4.3	Tratamento dos ovos pré-parasitismo.....	62
4.4.4	Tratamento dos ovos pós-parasitismo.....	62
4.4.5	Análise dos dados.....	63
4.5	Resultados e Discussão	63
4.6	Conclusões	63
4.7	Referências bibliográficas	72
5	RESPOSTA DE <i>Cotesia flavipes</i> (CAMERON, 1981) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) A VOLÁTEIS DE CANA-DE-AÇÚCAR INFESTADAS POR <i>Diatraea flavipennella</i> BOX, 1931E <i>D. saccharalis</i> (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)	77
5.1	RESUMO	77
5.2	ABSTRACT	78
5.3	Introdução	79
5.4	Material e Métodos	80
5.4.1	Plantio da cana-de-açúcar.....	80
5.4.2	Obtenção e criação de <i>Diatraea</i> spp. e <i>C. flavipes</i>	81
5.4.3	Coleta e extração dos compostos voláteis da cana-de-açúcar.....	81
5.4.4	Bioensaio em olfatômetro.....	82
5.4.5	Análise estatística.....	83
5.5	Resultados e Discussão	84
5.6	Conclusões	87
5.7	Referências Bibliográficas	88
6	CONCLUSÕES	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* (L.) (Poaceae), é uma das principais atividades agrícolas que movimenta a economia brasileira. As tecnologias e produtos associados à ela conferem ao Brasil a posição de destaque no cenário mundial.

Nos anos 90, o Brasil assumiu a posição de liderança nas exportações de açúcar como também, grande demanda de carros com flexibilidade no uso de combustível que vem aquecendo o mercado de etanol desde 2003. Além disso, os principais subprodutos do processamento e refino do açúcar (bagaço, torta de filtro e melaço) possuem capacidade de agregar valor à produção e passaram a ser valorizados (SEBRAE, 2005).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produtividade média da cultura foi de 74.769 kg.ha⁻¹ (safra 2013/2014). Atualmente o Estado de São Paulo responde com 51,43% da área plantada, sendo este o maior produtor do país. No Nordeste, Alagoas se destaca como maior produtor de cana-de-açúcar com uma área plantada de 401.34 hectares (4,41%) e uma produção de 23,2 milhões de tonelada de cana (CONAB, 2014).

Os canaviais ocupam grandes extensões do território brasileiro, sendo esta condição favorável à infestação de insetos-praga. A cultura está sujeita ao ataque de pragas durante todas as fases de desenvolvimento. Dentre elas destacam-se: cigarrinha-da-folha *Mahanarva posticata* (Stal, 1855) (Hemiptera: Cercopidae), cigarrinha-da-raiz *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), broca gigante *Telchin licus* (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castiniidae), broca-peluda *Hyponeuma taltula* (Schaus, 1904) (Lepidoptera: Noctuidae), cupins (Isoptera) e as brocas do gênero *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) (MENDONÇA, 1996; PINTO et al., 2009; MARQUES; LIMA; OLIVEIRA, 2009).

As brocas do gênero *Diatraea* spp., que ocorrem infestando os canaviais do Brasil, são a *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) e *D. flavipennella* Box, 1931 (Lepidoptera: Crambidae). A primeira apresenta ampla distribuição enquanto a segunda se restringe basicamente aos canaviais nordestinos (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

Em 1966 *D. saccharalis* foi considerada a única espécie que atacava a cana-de-açúcar na região Nordeste do país. No ano de 1967 há registros da coexistência dessas brocas nos canaviais alagoanos (GUAGLIUMI, 1972/73; IAA/PLANALSUCAR, 1985). No decorrer dos anos, estudos mostraram a inversão gradativa destas espécies onde, *D. flavipennella* passou a ser a espécie predominante.

O manejo das brocas do gênero *Diatraea* vem sendo realizado desde 1974, através de liberações inundativas do endoparasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cameron, 1981)

(Hymenoptera: Braconidae). Este parasitoide vem sendo criado no hospedeiro *D. saccharalis* o qual foi suprimido dos canaviais nordestinos, colocando em dúvida a sua eficiência sobre a broca *D. flavipennella*.

Além deste parasitoide larval, os produtores, principalmente do sudeste do país, tem controlado as brocas *Diatraea* spp. com o parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Seu uso é indicado nas áreas onde *C. flavipes* não é eficiente ou quando a predação de ovos é baixa, sendo esta uma forma de incrementar o controle da praga (BOTELHO et al., 1999). No Nordeste, esta prática não é adotada. Dessa forma, o estudo deste parasitoide deve ser intensificado sobre a espécie *D. flavipennella*.

Estudos sobre o desempenho de *T. galloi* sobre *D. flavipennella* são insuficientes. A elaboração de tabela de vida de fertilidade oferece informações relevantes quanto ao desenvolvimento do parasitoide sobre *D. flavipennellae* seu possível emprego no manejo desta praga. Além disso, a preocupação com o uso de produtos fitossanitários em áreas de liberação de parasitoides tem sido frequente, sendo o estudo da seletividade destes produtos aos inimigos naturais importantes dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivos estudar os aspectos biológicos de *T. galloi* e seu desempenho com relação as brocas *D. flavipennella* e *D. saccharalis*, bem como elaboração da tabela de vida de fertilidade deste parasitoide em ambos hospedeiros. Além disso, avaliou-se a seletividade de herbicidas e inseticidas, bem como do fungo *Metarhizium anisopliae* sobre estágios imaturos de *T. galloi*. Com relação ao parasitoide larval *C. flavipes*, buscou-se elucidar parte dos questionamentos referentes a sua preferência pelo seu hospedeiro natal, *D. saccharalis*.

1.1 Referências bibliográficas

BOTELHO, P.S.M. et al. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Annals of the Entomological Society**, v.28, n.3, p. 491-496, 1999.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A. et al. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): A reference study for the regulation of genetically modified cultivars. **Tropical Plant Biology**, v. 4, p. 62-89, 2011.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). 2014. Safra da cana-de-açúcar. Disponível em: < www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=> . Acesso em: 20 out. 2014.

GUAGLIUMI, P. 1972/73. **Pragas da Cana-de-açúcar (Nordeste do Brasil)**. Instituto do Açúcar e do Álcool, Rio de Janeiro, 622p.

IAA/PLANALSUCAR (Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-açúcar). Entomologia. p. 36-40. In **Relatório anual**. MIC- Instituto do açúcar e do álcool. Piracicaba, SP, 167p, 1985.

MARQUES, E.J.; LIMA, R.O.R.; OLIVEIRA, J.V. **Pragas da cana-de-açúcar: Nordeste do Brasil**. Recife, EDUFRPE, 54p, 2009.

MENDONÇA, A.F. Guia das principais pragas da cana-de-açúcar, p. 3-48. In A.F. Mendonça (Ed.), **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió, Insetos & Cia, 239p, 1996.

PINTO, A.S. et al. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 160p

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **O Novo Ciclo da Cana: Estudo sobre a Competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar e Prospecção de Novos Empreendimentos**. Brasília: IEL/NC, SEBRAE, 2005. 337p.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar, *S. officinarum* é uma planta monocotiledônea, alógama e perene. Sua provável origem são as regiões da Indonésia e Nova Guiné (JADOSKI et al., 2010). A exploração da cultura tem sido relevante para a economia brasileira desde o início do século XVI quando as primeiras plantas foram trazidas da Ilha da Madeira por volta de 1515 (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

A espécie se adaptou ao solo brasileiro onde engenhos foram construídos, principalmente no Recôncavo Baiano e em Pernambuco (BNDES; CGEE, 2008). A cana-de-açúcar é cultivada como matéria-prima para produção de açúcar e etanol. Atualmente, o comércio internacional do açúcar é suprido por quatro países liderados pelo Brasil, Tailândia, Austrália e Índia (ZAMPIERI, 2013). Além disso, o interesse econômico pela cultura aumentou significativamente nos últimos anos devido a grande demanda para produção de energia sustentável (JADOSKI et al., 2010; CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011). De acordo com Toppa et al. (2010) a cana-de-açúcar é a cultura energética mais promissora por apresentar crescimento rápido e produção de biomassa com alto rendimento na colheita.

A área cultivada estimada para a safra 2014/2015 é de 9.098,03 mil hectares, sendo esperada uma produção de 659.099 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. O Estado de Alagoas é o maior produtor do Nordeste do país respondendo com 401,34 mil hectares de área cultivada e uma produção de 23.173,8 mil toneladas (CONAB, 2014).

De acordo com a CONAB (2014), os canaviais brasileiros continuam em expansão estimando um aumento de cerca de 3,3% de área em relação à safra 2013/14. No Nordeste, a perspectiva de crescimento é de 8,9% no rendimento da cultura. Segundo a Companhia este acréscimo se deve a recuperação dos canaviais após a severa estiagem da safra anterior.

2.2 Pragas da cana-de-açúcar

Com o aumento da área de cultivo a cultura da cana-de-açúcar fica exposta ao ataque de pragas, as quais representam um dos problemas agrônômicos que alteram a dinâmica da produção do açúcar e etanol. De acordo com Oliveira et al. (2014a) os insetos-pragas causam uma perda média anual de 7,7% na produção agrícola no Brasil equivalente a uma redução de cerca 25 milhões de toneladas de alimentos, fibras e biocombustíveis.

Os insetos comumente associados à cultura da cana-de-açúcar no Brasil e que podem ou não atingir o status de pragas são, em geral: pão de galinha *Eutheola humilis* (Burmeister, 1847) (Coleoptera: Scarabaeidae), broca do rizoma *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Cerambycidae), gorgulho rajado *Metamasius hemipterus* (L., 1765) (Coleoptera: Curculionidae), pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae), cigarrinha-da-raiz *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), cigarrinha-da-folha *Mahanarva posticata* (Stal, 1855) (Hemiptera: Cercopidae), cigarrinha do cartucho *Mahanarva rubicunda indentada* (Walker, 1858) (Hemiptera: Cercopidae), cochonilhas do colmo *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell, 1895) (Hemiptera: Coccidae) e *Aclerda campinensis* (Hempel, 1934) (Hemiptera: Aclerdidae), cochonilha da raiz *Margarode scarvalhoi* (Costa Lima, 1947) (Hemiptera: Margarodidae), saúvas *Atta bisphaerica* (Hymenoptera: Formicidae), cupins de montículos *Cornitermes* e *Nasutitermes* (Termitidae: Nasutitermitinae), cupins subterrâneos *Heterotermes* (Rhinotermitidae: Heterotermitinae), *Syntermes*, *Procornitermes* e *Rhynchotermes* (Termitidae: Nasutitermitinae), *Neocapritermes* (Termitidae: Termitinae) e *Amitermes* (Termitidae: Amitermitinae). Brocas da cana-de-açúcar *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae), broca gigante *Telchin licus* (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castiniidae), Elasmopálpus *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), Lagartas desfolhadoras *Mocis latipes* (Guenée, 1852), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), broca-peluda *Hyponeuma taltula* (Schaus, 1904) (Lepidoptera: Noctuidae), gafanhotos *Rhammatocerus* spp. e *Schistocerca* spp. (Orthoptera: Acrididae) (MENDONÇA et al., 1996; ZENKER et al., 2007; MARQUES; LIMA; OLIVEIRA, 2009; PINTO et al., 2009).

No Estado de Alagoas, são consideradas pragas de elevada importância econômica as cigarrinhas *M. posticata* e *M. fimbriolata*, os cupins, a broca gigante *T. licus*, a broca-peluda *H. taltulae*, as brocas *D. saccharalis* e *D. flavipennella* (FREITAS et al., 2006; ZENKER et al., 2007; MARQUES; LIMA; OLIVEIRA, 2009).

2.3 *Diatraea* spp.

Cerca de 16 espécies de *Diatraea* foram assinaladas por Box no Brasil entre 1931 e 1959, no entanto, somente quatro foram comprovadas atacando a cana-de-açúcar no país, *D. albicrinella* Box, 1931; *D. flavipennella* Box, 1931; *D. impersonatella* (Walker, 1863) e *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (GUAGLIUMI 1972/73).

Atualmente, apenas as espécies *D. saccharalis* e *D. flavipennella* infestam os canaviais do país sendo a primeira de distribuição generalizada enquanto que a segunda restringe-se aos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e no Norte e Nordeste do Brasil (PINTO; CANO; SANTOS, 2006; CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

Esse cenário foi se modificando ao longo dos anos. Estudos conduzidos durante 1970 e 1980 no Estado de Alagoas indicaram que *D. saccharalis* prevalecia (70,12%) sobre *D. flavipennella* (29,88%). Nos anos seguintes houve uma inversão desta situação que, em algumas áreas do Estado, *D. flavipennella* (89,80%) predominou sobre *D. saccharalis* (10,20%) (RISCO et al., 1975; IAA/PLANALSUCAR, 1985). Esta inversão foi confirmada por Freitas et al. (2006) que, durante o período de 2003 e 2004, a espécie *D. flavipennella* correspondia a quase 98% dos exemplares coletados enquanto pouco mais de 2% pertencia à *D. saccharalis*.

As brocas do gênero *Diatraea* spp. são importantes pragas nos canaviais do país, uma vez que causam redução significativa da produtividade em campo, assim como da qualidade da matéria-prima (DINARDO-MIRANDA, 2008).

A espécie *D. flavipennella* apresenta distribuição restrita ao Brasil sendo uma praga importante por provocar injúrias na cana-de-açúcar semelhantes às causadas por *D. saccharalis*, a qual tem sua distribuição em todo continente americano (MENDONÇA et al., 1996; FREITAS et al., 2007).

As brocas do gênero *Diatraea* apresentam desenvolvimento holometabólico, passando pelas fases de ovo, lagarta, pupa e adulto. Os adultos de *D. flavipennella* possuem coloração palha com asas estriadas e um ponto negro no centro das asas anteriores. As fêmeas, maiores que os machos, depositam entre três e 58 ovos de coloração amarelada e dispostos de forma imbricada, em geral no limbo foliar. Os machos apresentam concentração de cerdas no terceiro par de pernas, diferenciando-se das fêmeas.

As lagartas de *D. flavipennella* apresentam coloração amarelada com manchas castanhas dispostas de forma desuniforme. A cápsula cefálica possui coloração amarelada ou marrom amarelada. A duração média do estágio larval é de 34,87 dias. A pupa, de coloração

marrom, apresenta duração média de 12,75 dias quando emerge o adulto que apresenta longevidade de 9,17 dias (MENDONÇA et al., 1996; FREITAS et al., 2007).

A fase larval de *Diatraea* spp. é a responsável pelos prejuízos à cultura. As lagartas, logo após a eclosão, migram para a região do cartucho da planta à procura de abrigo, permanecendo por um período que varia de uma a duas semanas. Em seguida, perfuram o colmo, próximo à gema, e se alojam no interior do mesmo, resultando em perda de peso na produção, morte da gema apical, encurtamento dos entrenós, quebra da cana, enraizamento aéreo e germinação das gemas laterais (BOTELHO; MACEDO 2002).

A abertura de galerias favorece a ocorrência dos fungos *Colletotrichum falcatum* (Went, 1893) e *Fusarium subglutinans* (Wollenw; Reinking, 1925) que causam a podridão vermelha do colmo e acarreta perdas industriais (BOTELHO; MACEDO 2002; PINTO et al., 2009). As perdas provocadas por *D. saccharalis* à cultura é de 0,30% de açúcar/ha para cada 1% de entrenós brocados, uma vez que atuam, principalmente, na redução da qualidade da matéria prima, por meio da inversão da sacarose (WHITE et al., 2008).

De acordo com Botelho; Macedo (2002), as canas-plantas (que não passaram por nenhum corte) sofrem ataques mais severos quando comparadas às socas (que já sofreram cortes), isto, por possuírem maior vigor vegetativo e também pelo maior período de exposição à praga. Além disso, variedades mais precoces, produtivas e ricas favorecem o estabelecimento de *Diatraea* spp. na cultura.

2.4 Manejo de *Diatraea* spp.

O manejo de *Diatraea* spp. pode ser realizado através da seleção de variedades resistentes, o uso de inseticidas químicos ou por meio do controle biológico (PINTO, 2006; DINARDO-MIRANDA et al., 2013). Em áreas infestadas, o uso de variedades resistentes tem sido preconizado a fim de reduzir os prejuízos provocados por esta praga. O controle químico de *D. saccharalis*, quando realizado, consiste na aplicação de inseticidas à base de cipermetrina, clorantroliprol ou rinaxipir (Coragen®) (GUZZO; NEGRISOLI JR., 2012). Com relação à espécie *D. flavipennella* não há inseticida registrado para o seu controle no Brasil (AGROFIT, 2014).

As fases de desenvolvimento de *Diatraea* spp. são naturalmente afetadas por diferentes inimigos naturais tais como parasitoides, predadores e entomopatógenos. As moscas nativas *Lydella minense* (Townsend, 1927) (Diptera: Tachinidae) e *Paratheresia claripalpis* (Wulp, 1896) (Diptera: Tachinidae) foram utilizadas em programa de controle

biológico na década de 70, mas com baixos índices de parasitismo sendo, em 1982, totalmente substituídas pelo inimigo natural importado *Cotesia flavipes* (Cameron, 1981) (Hymenoptera: Braconidae) (COPERSUCAR, 1982; BENEDINI, 2006).

2.5 *Cotesia flavipes*

O endoparasitoide larval *C. flavipes* apresenta hábito gregário e promove o parasitismo de brocas de colmos, tais como *Chilo* spp. e outros gêneros de Crambidae (BOTELHO; MACEDO, 2002; MAHMOUD et al., 2012). O controle biológico de *Diatraea* spp. com este parasitoide vem sendo empregado no Brasil desde julho de 1974 com a criação e liberações inundativas em canaviais infestados do Estado de Alagoas (MENDONÇA et al., 1996).

O parasitoide *C. flavipes* apresenta desenvolvimento holometabólico sendo seu ciclo de vida com duração de cerca de 20 dias, dependendo da temperatura e idade do hospedeiro. As fêmeas ovipositam diretamente no hemocele do hospedeiro sendo o número de ovos dependente da idade do mesmo (BREWER; KING, 1981). Após três a quatro dias as larvas eclodem e passam por três ínstars que duram de quatro a 12 dias. A larva de terceiro ínstar possui coloração branca leitosa e brilhante, corpo afilado nas extremidades emergindo do hospedeiro um a dois dias após este estágio (CAMPOS-FARINHA, 1996; PINHEIRO; ROSSI; CÔNSOLI, 2010). A pupa é envolvida por um casulo onde os indivíduos provenientes de um mesmo hospedeiro são agrupados formando uma massa.

O estágio de pupa dura em média cinco dias; após este período, o adulto emerge. O mesmo apresenta coloração preta com asas hialinas. O dimorfismo sexual se dá pelas antenas, sendo nas fêmeas menores quando comparadas às antenas dos machos (WIEDENMANN; SMITH JR.; DARNELL, 1992).

A localização do hospedeiro pela fêmea de *C. flavipes* é mediada por substâncias hidrossolúveis presentes nas fezes secas ou reidratadas das lagartas de *Diatraea* spp. (BOTELHO; MACEDO, 2002). O parasitoide inicia seu comportamento de busca quando entra em contato com as fezes do hospedeiro. Este comportamento é caracterizado pela redução na movimentação e tateamento das fezes com as antenas (LEERDAM et al., 1985; SILVA et al., 2012).

A produção massal de *C. flavipes* vem sendo praticada sobre o hospedeiro *D. saccharalis*. Este parasitoide é o principal inseto oferecido por grande parte das empresas brasileiras que atuam no controle biológico de pragas. Mais de 3.000.000 ha de área com cana-de-açúcar são tratadas com *C. flavipes* para o controle de *Diatraea* spp. a um custo de

R\$25,00/ha (VASCONCELOS, 2012). A liberação destas vespinhas é realizada nas situações em que o monitoramento da praga indica médias superiores a 10 lagartas/hora/homem, ou com população estimada em 2.500 lagartas/ha. As lagartas devem estar na fase adequada ao parasitismo, ou seja, no terceiro ínstar em diante, cerca de 1,5 cm de comprimento (BOTELHO; MACEDO, 2002).

O controle de *Diatraea* spp. utilizando *C. flavipes* nos canaviais do país tem alcançado grande sucesso reduzindo significativamente as populações da praga. Em levantamentos realizados na região sudeste, dez anos após a introdução de *C. flavipes*, observou-se que em 1975 o parasitismo era de 13,77% saltando para 21,19% em 1984. Nos últimos anos, o parasitismo total é superior a 80% (IAA/PLANALSUCAR 1985; BOTELHO; MACEDO 2002) o que evidencia o potencial do parasitoide no manejo da praga.

No Estado de Alagoas, o manejo da *D. flavipennella* se dá através de liberações de *C. flavipes*, mesma forma de controle utilizada para *D. saccharalis* nos canaviais do sudeste do Brasil. Embora bastante eficiente, seu controle tem sido associado com o parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) o qual incrementa o manejo integrado desta praga.

2.6 *Trichogramma galloi*

Os parasitoides de ovos também têm contribuído para redução de *Diatraea* spp. nos canaviais do país. Nas condições de campo, a predação e o parasitismo de ovos de *D. saccharalis* giram em torno de 80%, sendo este controle natural importante na regulação das populações da broca uma vez que, a fase de ovo é considerada o fator chave de crescimento populacional da praga (GUAGLIUMI, 1972/73; BOTELHO, 1985). Sendo assim, em áreas onde *C. flavipes* não é eficiente ou quando a predação de ovos é baixa os parasitoides do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são empregados para incrementar o controle da praga (BOTELHO et al., 1999).

As espécies de Trichogrammatidae são endoparasitoides primários de ovos de insetos podendo ser gregários ou solitários. O gênero *Trichogramma* parasita inúmeras espécies de lepidópteros. Apesar de ser considerado polífago, evidências indicam que as espécies possuem uma considerável preferência pelos hospedeiros e pelo habitat (HASSAN, 1997).

Segundo Parra; Cònsoli (2009), a espécie *T. galloi* é um microhimenóptero específico de ovos de *D. saccharalis* sendo considerado um importante agente no controle desta praga.

No entanto, Dias-Pini et al. (2012) registraram viabilidade superior a 80% de *T. galloi* em ovos da espécie *D. flavipennella*, demonstrando também ser esta espécie um hospedeiro adequado ao seu desenvolvimento.

As fêmeas deste parasitoide efetuam a postura nos ovos da praga onde o período de desenvolvimento dura em média 10 dias. Durante este tempo, as larvas consomem o conteúdo dos ovos do hospedeiro acarretando a morte dos embriões (GUZZO; NEGRISOLI JR., 2012). A criação deste parasitoide se dá em laboratório sobre ovos de hospedeiros alternativos ou de substituição tais como, *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae) devido a facilidade de criação destes insetos, o que reduz os custos de produção (LEWIS et al., 1976; PARRA, 1986; GOMES; PARRA, 1998).

Geralmente, os parasitoides do gênero *Trichogramma* são utilizados em liberações inundativas ou inoculativas estacionais, esperando-se um efeito imediato sobre a população da praga (PREZOTTI; PARRA, 2002).

De acordo com Dinardo-Miranda; Vasconcelos; Landell (2010) existem poucos estudos sobre a eficiência de *T. galloi* em populações de *D. flavipennella*. No Estado de Alagoas, apenas o parasitoide larval *C. flavipes* vem sendo liberado para controlar a praga.

A associação de *T. galloi* e *C. flavipes* no controle de *D. saccharalis* pode evitar perdas de R\$ 935,00 por hectare (VASCONCELOS, 2012). Apenas o uso de *C. flavipes* é capaz de reduzir a perda para R\$ 674,00 por hectare. Quando *T. galloi* é liberado na base de 200.000 parasitoides por hectare, associado a *C. flavipes*, há uma redução de 60% na intensidade de infestação (BOTELHO et al., 1999).

2.7. Seletividade de produtos fitossanitários a *Trichogramma galloi*

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) preconiza a compatibilização ou integração entre os métodos biológicos, químicos e outros. Para isso, o uso de produtos químicos seletivos que controlam a praga sem causar efeitos negativos sobre organismos benéficos é incentivado (DEGRANDE et al., 2002).

A seletividade a produtos químicos pode ser obtida de acordo com as diferenças ecológicas e fisiológicas inerentes aos organismos. A seletividade ecológica está relacionada a diferença de comportamento ou habitat entre pragas, inimigos naturais e polinizadores podendo-se obtê-la em função da tática de aplicação do produto (RIPPER et al., 1951; DEGRANDE et al., 2002). Por outro lado, a seletividade fisiológica é inerente ao produto,

sendo relacionado à maior tolerância de certo organismo, inimigo natural ou polinizador em relação à praga, quando se encontra sob a ação dele. De acordo com Pedigo (1988), essa seletividade pode ser adquirida através da redução da absorção do produto químico pelo tegumento ou, pelo aumento da degradação da substância tóxica pelo sistema enzimático do inimigo natural.

Estudos de seletividade de produtos químicos aos principais inimigos naturais devem ser realizados para o sucesso do MIP em culturas agrícolas uma vez que, as informações quanto a sua toxicidade a organismos benéficos auxiliam na tomada de decisão (DEGRANDE et al., 2002).

Embora existam informações na literatura sobre a seletividade de inseticidas, pouco se conhece a respeito da toxicidade das formulações comerciais de herbicidas e dos inseticidas voltados para o controle das cigarrinhas sobre o parasitoide de ovos de *Diatraea* spp., *T. galloi*.

A cultura da cana-de-açúcar adota o controle químico como o método mais utilizado no manejo de plantas daninhas, sendo esta a segunda cultura que mais utiliza herbicidas no Brasil (PROCÓPIO et al., 2003; CARVALHO et al., 2010; MONQUERO et al., 2011).

O manejo das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar baseia-se em aplicações de herbicidas de pré-emergência e pós-emergência inicial (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). De acordo com Norris; Kogan (2000), os herbicidas causam pouca interferência na população dos insetos sendo a alteração da vegetação espontânea a possível causa da ocorrência de espécies de pragas polífagas. No entanto, estudos apontam que os diferentes produtos utilizados no manejo de plantas daninhas podem causar efeitos adversos aos inimigos naturais tanto na fase adulta quanto na imatura, reduzindo a eficiência do controle biológico (BROGLIO-MICHELETTI; SANTOS; PEREIRA-BARROS, 2006; STEPHANELLO JUNIOR, 2008; CARMO et al., 2009; CARMO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2014b).

Dentre os métodos para avaliar a seletividade de agrotóxico a inimigos naturais Graham-Bryce (1987) cita as aplicações tópicas, exposições a superfícies tratadas, pulverizações diretas, imersões em soluções ou suspensões tóxicas, exposições a vapores e testes de alimentação.

No entanto, o Grupo de Trabalho Internacional com Organismos Benéficos e Pesticidas da International Organization of Biological Control (IOBC), seção regional do oeste paleártico (WPRS) tem padronizado os testes com seletividade considerando o parasitoide *Trichogramma* como gênero-padrão (HASSAN, 1997).

De acordo com Hassan (1997), os testes devem obedecer uma sequência particular que incluam testes de laboratório, semi-campo e campo, onde os produtos devem ser classificados em função do seu efeito. Sendo assim, os produtos testados são classificados em: 1-inócuo (mortalidade<30%), 2-levemente nocivo (30-79%), 3- moderadamente nocivo (80-99%), 4-nocivo (>99%) (HASSAN, 1994).

A seletividade de produtos fitossanitários tem sido estudada por vários autores nas culturas da soja, milho, algodão, tomate e cana-de-açúcar (BROGLIO MICHELETTI; SANTOS; PEREIRA-BARROS, 2006; SPAGNOL et al., 2007; FONSECA et al., 2008; STEFANELLO JÚNIOR et al., 2008; CARVALHO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2014b).

2.8. Tabela de Vida de Fertilidade

A elaboração de tabelas de vida e fertilidade adiciona informações relevantes sobre parâmetros reprodutivos e de mortalidade, facilitando a compreensão da dinâmica populacional de determinadas espécies de insetos ou ácaros (SILVEIRA NETO et al., 1976).

De acordo com Maia; Luiz; Campanhola (2000), os parâmetros usualmente estimados na tabela de vida e fertilidade são a taxa líquida de reprodução (R_0), a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), o tempo médio de uma geração (T) e a taxa finita de crescimento populacional (λ).

A taxa líquida de reprodução (R_0) é o número médio de descendentes fêmeas geradas por fêmeas a cada geração, ou seja, é o número de vezes que uma espécie consegue aumentar de uma geração para outra. Este parâmetro é utilizado para determinar se a população está crescendo, sendo assim quando os valores de R_0 são maiores que 1 indicam que há aumento populacional, e valores menores que 1 indicam declínio da população (ANDREWARTHA; BIRCH, 1954; BELLOWS JR; VAN DRIESCHE; ELKINTON, 1992).

A taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) descreve o potencial de crescimento de uma população. É definida como a capacidade inata de aumento da população em condições ótimas correspondendo, assim, à expressão do potencial biótico de uma população (PRICE, 1984). A variável r_m leva em consideração um conjunto de atributos biológicos como fecundidade, mortalidade, razão sexual, período de desenvolvimento e período reprodutivo (MEIRA et al., 2011).

De acordo com Rabinovich (1978) r_m é positivo quando o número de insetos que eclodem é maior que a mortalidade, configurando um crescimento populacional. Entretanto, se a mortalidade for maior que o nascimento, r_m passa a assumir valores negativos e a

população tende a desaparecer. Quando este parâmetro é igual a zero a população permanece estável, sem aumento populacional.

O tempo médio de uma geração (T) é a duração média do período entre o nascimento dos indivíduos de uma geração e da geração seguinte. A taxa finita de crescimento populacional (λ) refere-se ao fator de multiplicação da população original a cada intervalo de tempo, o mesmo indica o número de insetos fêmeas adicionados por cada fêmea ao dia, ao longo de uma geração (ANDREWARTHA; BIRCH, 1954).

Sendo assim, quanto maior este parâmetro maior o número de indivíduos adicionados à população correspondendo, assim, a taxa de crescimento diário da população. A taxa finita de crescimento populacional (λ) difere de r_m por ser uma taxa finita de aumento populacional e não instantânea. Quando λ é igual a 1, a população se mantém estável, sendo r_m igual a zero. Quando r_m é negativo, λ assume valores menores que 1, logo, a taxa de mortalidade é maior que a de nascimento e a população tende a desaparecer (ANDREWARTHA; BIRCH, 1954; SILVEIRA-NETO et al., 1976).

De maneira geral, as tabelas de vida e fertilidade são elaboradas para apresentar dados essenciais de uma população com relação à taxa de mortalidade, à sobrevivência e à esperança de vida da espécie, as quais representam informações importantes para a compreensão da dinâmica populacional de uma espécie (SILVEIRA NETO et al., 1976). Sendo assim esta ferramenta é frequentemente utilizada para avaliação do desempenho de inimigos naturais (HANSEN et al., 1999).

2.9. Seleção hospedeira

O sucesso das liberações de *Trichogramma* depende do conhecimento das características bioecológicas do parasitoide, bem como das interações com o hospedeiro alvo (BOURCHIER; SMITH, 1996). A ocorrência de mais de uma espécie hospedeira em campo pode interferir no desempenho do parasitoide em suprir o número de insetos de uma praga alvo em virtude da maior oferta de ovos (LUCK, 1984; SIQUEIRA et al., 2012).

Além disso, a criação sucessiva do parasitoide em ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* pode afetar a preferência do parasitoide prejudicando, assim, a eficiência do parasitismo (COBERT, 1985).

Em geral, o comportamento de seleção hospedeira pode ser separado pela preferência pelo hábitat e por uma série de comportamentos que levam à oviposição no hospedeiro. Esses

comportamentos, por sua vez, têm sido comumente separados pela localização do hábitat do hospedeiro e pela localização, reconhecimento e aceitação do mesmo (VINSON, 1997).

Segundo Vinson (1997) há inúmeros fatores que influenciam a intensidade da procura do parasitoide, os quais incluem a idade da fêmea, seu estado reprodutivo, o fato de estar ou não alimentada, a presença de outra fêmea e sua experiência.

Ao encontrar ovos do hospedeiro preferido, a fêmea de *Trichogramma* normalmente permanece sobre ou ao lado deles por um longo período de tempo, as mesmas examinam o ovo com movimentos da antena para, em seguida, perfurar o córion com o ovipositor colocando um ou mais ovos a depender do tamanho dele. Quando a fêmea encontra ovos de hospedeiros menos preferidos a mesma rejeita-os ou deposita poucos ovos antes de abandonar o local para procurar hospedeiros mais adequados (HASSAN, 1997).

As espécies que constituem o gênero *Trichogramma* dependem, dentre outros fatores, da qualidade do hospedeiro para o seu desenvolvimento, podendo seu ciclo de vida ser alterado em função do tipo de hospedeiro (SCHMIDT; SMITH, 1985).

De acordo com Hassan (1997), a preferência e adequação hospedeira são fatores envolvidos nas avaliações pré-introdutórias recomendadas como etapa inicial de seleção em experimentos de laboratórios.

Em geral, os métodos de avaliação para verificar a preferência hospedeira de espécies de *Trichogramma* consistem em observar o comportamento de uma única fêmea do parasitoide, liberada em uma arena contendo ovos de diferentes hospedeiros (HASSAN, 1997). Em testes de livre escolha, uma fêmea é colocada em um tubo de vidro e a ela são oferecidos ovos de cada hospedeiro em estudo, no quinto dia o parasitismo é avaliado. A avaliação do parasitismo demonstra a preferência de oviposição do parasitoide e indica sua habilidade em se desenvolver no hospedeiro (adequação hospedeira).

2.10. Compostos orgânicos voláteis de plantas

As plantas desenvolveram e aperfeiçoaram uma diversidade considerável de mecanismos de defesa contra condições ambientais adversas, tais como o ataque de macro e microorganismos antagonistas (PINTO-ZEVALLOS et al., 2013).

Estas defesas são geralmente classificadas como constitutivas ou induzidas. As defesas constitutivas são aquelas sempre presentes na planta, independente do ataque de herbívoros e incluem inibidores de alimentação, toxinas e defesas mecânicas. Por outro lado, as defesas induzidas por herbívoros apenas se manifestam após as injúrias e incluem a modificação e o

acúmulo dos metabólitos secundários da planta (LEVIN, 1973; DICKE; SABELIS, 1988; LOVATTO; SCHIEDECK; GARCIA, 2012).

De acordo com Pinto-Zevallos; Zarbin (2013) os compostos voláteis induzidos após a herbivoria, podem reduzir indiretamente o ataque mediante a atração de inimigos naturais. Quando uma planta é atacada todos os organismos presentes no meio ambiente podem responder aos voláteis induzidos. Sendo assim, além de mediar interações tritróficas e interações intraespecíficas (com plantas vizinhas), os voláteis induzidos após o ataque dos herbívoros podem afetar outros indivíduos da mesma espécie ou outras espécies herbívoras.

A procura de predadores e parasitoides por suas presas e hospedeiros é seletiva e muitas vezes guiada pelos voláteis liberados por plantas sob o ataque de herbívoros, a seleção começa na percepção desses voláteis, que são na realidade odores detectados pelas antenas de insetos carnívoros (CARPENTER; JEWETT, 2003; GOINGUENÉ et al., 2005).

Sabe-se que os voláteis induzidos são formados principalmente por aldeídos, e por álcoois C6 e seus ésteres, produzidos através da rota da enzima lipoxigenase (LOX) e terpenoides. Os compostos derivados da via LOX (rota dos octadecanoides) são conhecidos como voláteis de folhas verdes (VfVs) e são emitidos principalmente quando as folhas são danificadas mecanicamente (PINTO-ZEVALLO et al., 2013).

Há relatos de várias espécies de braconídeos do gênero *Cotesia* spp. atraídos pelos odores emitidos de plantas infestadas por brocas em milho, sorgo, cana-de-açúcar, arroz e outras culturas (NGI-SONG et al., 1996; HOBALLAH; TAMÀ; TURLINGS, 2002; HARRIS et al., 2012).

Mesquita et al. (2011) avaliaram a resposta de *C. flavipes* frente aos voláteis liberados de diferentes variedades de cana-de-açúcar sem infestação e infestadas por *D. flavipennella* e, provaram a atração do parasitoide aos voláteis das plantas que sofreram herbivoria. A atração de *C. flavipes* e *Cotesia sesamiae* Cameron por voláteis liberados de plantas de milho infestadas com as brocas *Chilo partellus* (Swinhoe) e *C. orichalcociliellus* Strand, *Sesamiacalamistis* Hampson e *Busseola fusca* (Fuller) também foram registrados por Ngi-Song et al. (1996).

2.11 Referências bibliográficas

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 16 jan. 2014.

ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. The innate capacity for increase en numbers. In: ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. (Ed.). **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago Press, 1954. p. 31-54.

BELLOWS JR, T.S.; VAN DRIESCHE, R.G.; ELKINTON, J.S. Life-table construction and Analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 37, p. 587-614, 1992.

BENEDINI, M.S. Controle biológico de pragas na cana-de-açúcar. In: MARQUES, M.O.; MUTTON, M.A.; AZANIA, A.A.P.M.; TASSO Jr, L.C.; NOGUEIRA, G.A.; VALE, D.W. (Ed.). **Tópicos em tecnologia sucroalcooleira**. Jaboticabal: Multipress, 2006. p.101-120.

BNDES e CGEE. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: BNDES,.2008. 316 p.

BOTELHO, P.S.M. et al. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Annals of the Entomological Society**, v.28, n.3, p. 491-496, 1999.

BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J.R.P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 477-494.

BOURCHIER, R. S.; SMITH, S. M. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 80, p. 461–468, 1996.

BREWER, F.D.; KING, E.G. Food consumption and utilization by sugarcane borers parasitized by *Apanteles flavipes*. **Journal Georgia Entomology**, v. 16, p. 181-185, 1981.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; SANTOS, A. D. J. N.; PEREIRA-BARROS, J. L. Ação de alguns produtos fitossanitários para adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1051-1055, 2006.

CAMPOS-FARINHA, A.E. DE C. Biologia reprodutiva de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). Rio Claro: 1996. 97p. [Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências UNESP].

CARMO, E.L. et al. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, v.39, p.2293-2300, 2009.

CARMO, E.L. et al. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, p.283-290, 2010.

CARPENTER, J.R.; JEWETT, D. K. Influence of Herbivore-Damaged Corn and Cotton in the Field Recruitment of Braconid Parasitoids from Feral Populations. **The Florida Entomologist**, v. 86, p. 233-238, 2003.

CARVALHO, F. T. et al. Controle de dez espécies daninhas em cana-de-açúcar com o herbicida mesotrione em mistura com ametryn e metribuzin. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 585-590, 2010.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A. et al. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): A reference study for the regulation of genetically modified cultivars. **Tropical Plant Biology**, v. 4, p. 62-89, 2011.

COBERT, S.A. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. **Ecological Entomology**, v.10, p.143-153, 1985.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). 2014. Safra da cana-de-açúcar. Disponível em: <www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>> . Acesso em 28 out.2014.

COPERSUCAR. 1982. Entomologia – Produção de parasitos da broca. In Resumos do 1º Seminário de Tecnologia Agrônômica, Piracicaba.

DEGRANDE, P.E. et al. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 71-93.

- DIAS-PINI, N. da S. et al. Biological characteristics of *Telenomus alecto* and *Trichogramma galloi* reared on eggs of the sugarcane borer *Diatraea flavipennella*. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, p. 515–518, 2012.
- DICKE, M.; SABELIS, M.W. How plants obtain predatory mites as bodyguards. **Journal of Zoology**, v. 38, p. 148-165, 1988.
- DINARDO-MIRANDA, L.L. et al. Reação de cultivares de cana-de-açúcar à broca do colmo. **Bragantia**, v. 72, p.29-34, 2013.
- DINARDO-MIRANDA, L.L. Pragas. In: DINARDOMIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p.349-404.
- DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2010, 882p.
- FONSECA, P.R.B. et al. Seletividade de inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes sobre o solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38,p. 304-309, 2008.
- FREITAS, M.R.T. et al. The biology of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) reared under laboratory conditions. **Florida Entomologist**, v. 90, p. 309-313, 2007.
- FREITAS, M.R.T. et al. The predominance of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in sugar cane fields in the State of Alagoas, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 89, p. 539-540, 2006.
- GOMES, S. M.; PARRA, J. R. P. The parasitization as a tool for factitious host selection for *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley. **Mitteilungen-Biologischen Bundesanstalt Fur Land Und Forstwirtschaft**, p. 13-24, 1998.
- GOINGUENE, S. et al. Antennal electrophysiological responses of three parasitic wasps to caterpillar-induced volatiles from maize (*Zea mays*), cotton (*Gossypium herbaceum*), and cowpea (*Vigna unguiculata*). **Journal of Chemical Ecology**, v. 31, p.1023-1038, 2005.
- GRAHAM-BRYCE, I.J. Chemical methods. In: BURN, A.J.; COAKER, T.H.; JEPSON, P.C. (Eds.). **Integrated Pest Management**. London: Academic Press, 1987. p. 113-159.

GUAGLIUMI, P. 1972/73. **Pragas da Cana-de-açúcar (Nordeste do Brasil)**. Instituto do Açúcar e do Álcool, Rio de Janeiro, 622p.

GUZZO, E. C.; NEGRISOLI JR., A.S. Diagnóstico dos processos tecnológicos utilizados no manejo integrado de pragas da cana-de-açúcar em El Salvador. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 31 p.

HANSEN, D.L.; BRODSGAAD, H.F.; ENKEGAARD, A. Life table characteristics of *Macrolophus caliginosus* preying upon *Tetranychus urticae*. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, v. 93, p. 269-275, 1999.

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-205.

HASSAN, S. A. Strategies to select Trichogrammas species for use in biological control. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Ed.). **Biological Control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. p.55-71.

HARRIS, C. M. et al. Host suitability affects odor association in *Cotesia marginiventris*: implications in generalist parasitoid host-finding. **Journal of Chemical Ecology**, v. 38, p. 340-7, 2012.

HOBALLAH, M.E.; TAMÒ, C.; TURLINGS, T.C. Differential attractiveness of induced odors emitted by eight maize varieties for the parasitoid *Cotesia marginiventris*: is quality or quantity important? **Journal of Chemical Ecology**, v. 28, p. 951-68, 2002.

IAA/PLANALSUCAR (Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-açúcar). Entomologia. p. 36-40. In **Relatório anual**. MIC- Instituto do açúcar e do álcool. Piracicaba, SP, 167p, 1985.

JADOSKI, C.J. et al. Fisiologia do desenvolvimento do estágio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, p. 169-176, 2010.

LEERDAM, M.B.; SMITH, J.W.; FUNCHT, T.W. Frass-mediated, host finding behavior of *C. flavipes*, a braconid parasite of *D. saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, p. 647-650, 1985.

LEVIN, D.A. The role of trichomes in plants defense. **The Quarterly Review of Biology**, v. 1, p. 3-15, 1973.

LEWIS, W. J. et al. Production and performance of *Trichogramma* reared in eggs of *Heliothis zea* and other hosts. **Environmental Entomology**, v. 5, p. 449-452, 1976.

LOVATTO, P.B.; SCHIEDECK, G.; GARCIA, F.R.M. A interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em agroecossistemas sustentáveis. **Interciência**, v. 37, p. 657-663, 2012.

LUCK, R.F. Principles of arthropod predation. p.497-528. In C.B. Huffaker & R.L. Rabb (eds.) **Ecological Entomology**. North Carolina: Wiley-Interscience, 844p, 1984.

MAHMOUD, A.M.A. et al. Development of the braconid wasp *Cotesia flavipes* in two Crambids, *Diatraea saccharalis* and *Eoreuma loftini*: Evidence of host developmental disruption. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 15, p. 63-68, 2012.

MAIA, A.H.N.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical Inference on Associated Fertility Life Table Parameters Using Jackknife Technique: Computational Aspects, **Journal of Economic Entomology**, v.93, p. 511-518, 2000.

MARQUES, E.J.; LIMA, R.O.R.; OLIVEIRA, J.V. **Pragas da cana-de-açúcar**: Nordeste do Brasil. Recife, EDUFRPE, 54p, 2009.

MEIRA, A.L. et al. Seleção de espécies de *Trichogramma* sp. em ovos da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, p. 1-8, 2011.

MENDONÇA, A.F. Guia das principais pragas da cana-de-açúcar, p. 3-48. In A.F. Mendonça (Ed.), **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió, Insetos & Cia, 239p, 1996.

MONQUERO, P.A. et al. Seletividade de herbicidas em mudas das espécies nativas *Acaciapolyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae), *Ceiba speciosa* e *Lueheadivaricata* (Malvaceae). **Planta Daninha**, v. 29, p.159-168, 2011.

MESQUITA, F.L.T. et al. Influence of *Saccharum officinarum* (Poales: Poaceae) Variety on the Reproductive Behavior of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) and on the Attraction of the Parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). **Florida Entomologist**, v. 94, p. 420-427. 2011.

NGI-SONG, A.J. et al. Volatile infochemicals used in host and host habitat location by *Cotesia flavipes* Cameron and *Cotesia sesamiae* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), larval parasitoids of stem borers on gramineae. **Journal of Chemical Ecology**, v. 22, p. 307-323, 1996.

NORRIS, R.F.; KOGAN, M. Interactions between weeds, arthropods pests, and their natural enemies in managed ecosystems. **Weed Science**, v.48, p.94-158, 2000.

OLIVEIRA, C.M. et al. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, 50-54, 2014a.

OLIVEIRA, H.N. et al. Effect of selectivity of herbicides and plant growth regulators used in sugarcane crops on immature stages of *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, v. 32, p. 125-131, 2014b.

PARRA, J. R. P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle Microbiano de Insetos**. São Paulo: Manole, 1986. p. 348-373.

PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. New York: Macmillan, 1988. 646p.

PINHEIRO, D.O.; ROSSI, G.D.; CÔNSOLI, F.L. External morphology of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) during larval development. **Zoologia**, v. 6, p. 986-992, 2010.

PINTO, A.S. et al. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 160p

PINTO, A.S. **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006. 64p.

PINTO, A.S.; CANO, M.A.V.; SANTOS, E.M. Produção de *Cotesia flavipes* para o controle da broca-da-cana. In. PINTO, A.S. **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006. 64p.

PINTO-ZEVALLOS, D.M. et al. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, v. 36, p. 1395-1405, 2013.

PINTO-ZEVALLOS, D.M.; ZARBIN, H.G. A química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. **Química Nova**, v. 36, p. 1509-1513, 2013.

PREZOTTI, L.; PARRA, J.R.P. 2002. Controle de qualidade em criações massais de parasitóides e predadores, p.295-307. In J.R.P. Parra, S.M. Botelho, B.S.C. Ferreira & J.M.S. Bento (eds), **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo, Manole, 635p.

PRICE, P.W. **Insect ecology**. 2. Ed. New York, John Wiley, 607p. 1984.

PROCÓPIO, S.O. et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana de açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150p.

RABINOVICH, J. E. **Ecologia de poblaciones animales**. Washington, DC: OEA, 114p. 1978.

RIPPER, W.E.; GREENSLADE, R.M.; HARTLEY, G.S. Selective insecticides and biological control. **Journal of Economic Entomology**, v. 44, p. 448-459, 1951.

RISCO, S.H.B. et al. Observaciones em relacion a La distribucion populacional de *Diatraea* spp em La region cañavelera Del Nordeste de Brasil. Relatório Técnico do PLANALSUCAR, Maceió, Alagoas, 35p. 1975.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2005. 592p.

SCHMIDT, J. M.; SMITH, J. J. The mechanism by which the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* responds to host clusters. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 39, p. 287-294, 1985.

SILVA, C.C.M. et al. Preference of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, p.23-27, 2012.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976.

SIQUEIRA, J.R. et al. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*, **Ciência Rural**, v.42, p.1-5, 2012.

SPAGNOL, D. et al. Toxicidade de herbicidas registrados para a cultura do milho a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em laboratório. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIÊNTIFICA: PESQUISA E RESPONSABILIDADE AMBIENTAL, 16., Pelotas. *Anais...* Pelotas, 2007.

STEFANELLO JÚNIOR, G. J. et al. Seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho a adultos de *Tri chogramma pretiosum* (Hymenotpera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, v. 26, p. 343-351, 2008.

TOPPA, E.V.B. et al. Aspectos da fisiologia de produção da cana-de-açúcar (*Saccharum Officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, p.215-221, 2010.

VASCONCELOS, Y. Inseto contra inseto. **Revista Pesquisa FAPESP**. v. 195, p. 68-73, 2012.

VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p. 67-120. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 324p. 1997.

WHITE, W.H. et al. Reevaluation of sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) bioeconomics in Louisiana. **Crop Protection**, 27: 1256– 1261, 2008.

WIEDENMANN, R.N.; SMITH JR., J.W.; DARNELL, P.O. Laboratory rearing and biology of the parasite *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) using *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) as a host. **Environmental Entomology**, v. 21, p. 1160-1167, 1992.

ZAMPIERI, D. Cana de açúcar e Sucroalcooleiro – Prognóstico. **SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento**. v. 41, p.3313-4037, 2013.

ZENKER, M.M. et al. Caracterização morfológica dos imaturos de *Hyponeuma taltula* (Schaus) (Lepidoptera, Noctuidae, Herminiinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, p. 1101–1107, 2007.

3 DESEMPENHO DE *Trichogramma galloi* ZUCCHI, 1988 (HYMENOPTERA, TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE *Diatraea flavipennella* BOX, 1931 E *D. saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

3.1 RESUMO

O sucesso em programas de controle biológico utilizando *Trichogramma* spp. se dá através de estudos em relação à espécie e seu hospedeiro alvo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) sobre ovos de *Diatraea flavipennella* Box, 1931 e *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Para isso, foram realizados testes com e sem chance de escolha e bioensaios para avaliar as características biológicas do parasitoide em ambos hospedeiros. A tabela de vida de fertilidade foi elaborada por meio do parasitismo diário das fêmeas de *T. galloi* sobre os hospedeiros. Os resultados da porcentagem de parasitismo em testes com chance de escolha mostraram uma melhor aceitação de *T. galloi* por ovos de *D. flavipennella*. Com relação aos parâmetros biológicos do parasitoide em ambas as espécies não houve diferença significativa. Resultados da tabela de vida de fertilidade evidenciaram que *D. flavipennella* e *D. saccharalis* possuem capacidade de aumento populacional para *T. galloi*, sendo adequados ao parasitismo.

Palavras-chave: Parasitoide. Chance de escolha. Broca da cana-de-açúcar. Biologia.

3.2 ABSTRACT

The success in biological control programs using *Trichogramma* spp. occurs through studies on the species and its target host. The objective of this study was to evaluate the performance of *T. galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Diatraea flavipennella* Box, 1931 and *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). For this, tests with and without choice and bioassays to evaluate the biological characteristics of parasitoid in both hosts were performed. The fertility life table was drawn through daily parasitism of females *T. galloi* on hosts. The results of parasitism in free-choice tests showed greater acceptance of *T. galloi* by eggs of *D. flavipennella*. Regarding the biological parameters of the parasitoid in both species there was no significant difference. Fertility life table results showed that *D. flavipennella* and *D. saccharalis* have population increase capacity for *T. galloi*, being suitable to parasitism.

Keywords: Parasitoid. Free choice. Sugarcane borer. Biology.

3.3 Introdução

As brocas *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) e *Diatraea flavipennella* Box, 1931 (Lepidoptera: Crambidae) são importantes pragas da cultura da cana-de-açúcar no Brasil. A primeira espécie apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil, enquanto a segunda se restringe basicamente aos canaviais nordestinos (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

O controle dessas brocas vem sendo realizado através de liberações do endoparasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae). No entanto, em áreas onde a predação de ovos é baixa, tem-se recomendado o uso do parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) (BOTELHO et al., 1999).

No Brasil, este parasitoide é produzido em escala industrial e liberado em cerca de 500 mil hectares com cana-de-açúcar (VASCONCELOS, 2012). Na região Nordeste, onde há predominância de *D. flavipennella*, estudos acerca do desempenho de *T. galloi* sobre esta espécie, que os relacionam com sua espécie similar, *D. saccharalis* são insuficientes (FREITAS et al., 2007; DINARDO-MIRANDA; VASCONCELOS; LANDELL, 2010).

De acordo com Siqueira et al. (2012), parasitoides do gênero *Trichogramma* apresentam variadas características que podem influenciar no sucesso das liberações, o qual se baseia no conhecimento das características bioecológicas do parasitoide e da sua interação com o hospedeiro alvo. Os índices médios recomendados como padrão de qualidade pela IOBC para parasitoides do gênero *Trichogramma* são: parasitismo ≥ 25 ovos/fêmea em 48 horas; emergência $\geq 80\%$; razão sexual $\geq 0,5$; longevidade ≥ 7 dias (VAN LENTEREN, 1994).

Informações acerca da preferência de parasitoides, por exemplo, são relevantes devido a ocorrência de mais de uma espécie hospedeira, situação que pode interferir no desempenho do parasitoide em suprimir o número de insetos de uma praga-alvo, em virtude da maior oferta de ovos (LUCK, 1984; SIQUEIRA et al., 2012). Para avaliar a preferência de parasitoides são utilizados testes sem chance de escolha, onde cada espécie é oferecida separadamente, e com chance de escolha, onde ambas as espécies são oferecidas simultaneamente (HASSAN, 1997).

Neste trabalho, avaliou-se o desempenho de *T. galloi* pelos hospedeiros *D. flavipennella* e *D. saccharalis*, através das porcentagens de parasitismo e de emergência, bem como as características biológicas do parasitoide nestes dois hospedeiros e elaboração da tabela de vida de fertilidade.

3.4 Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), Rio Largo, AL, a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

3.4.1 Obtenção e manutenção de *Trichogramma galloi*

O parasitoide *T. galloi* foi adquirido da criação estoque do Laboratório de Biologia de Insetos da ESALQ/USP. O mesmo foi coletado em ovos de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar no município de Santa Vitória, MG. Estes parasitoides foram cedidos também pela empresa BUG Agentes de Controle Biológico (Piracicaba, SP) na qual a criação é realizada em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) (Figura 1). No entanto, sua multiplicação no Laboratório de Entomologia Agrícola (CECA/UFAL) foi realizada em ovos de *D. saccharalis*. A criação foi mantida em tubos de fundo chato (8,5 x 2,4 cm), vedados com filme PVC contendo um orifício para aeração. Para alimentação dos adultos do parasitoide depositou-se uma gotícula de mel de abelha no interior do recipiente.

Figura 1 - *Trichogramma galloi* do Laboratório de Biologia de Insetos (ESALQ/USP) (A) e da BUG Agentes de Controle Biológico.



Fonte: Autora, 2015.

3.4.2 Criação de *Diatraea* spp.

As espécies *D. flavipennella* e *D. saccharalis* foram obtidas, no estágio de pupa, do Laboratório de Controle Biológico da Usina Santo Antônio em São Luiz do Quitunde, AL. As pupas foram acondicionadas em recipiente plástico (26 x 17 x 8cm), com o fundo forrado com papel filtro sobre uma camada de algodão umedecido, até a emergência dos adultos.

Os adultos foram mantidos em gaiolas de PVC, medindo 20 x 22 cm (diâmetro x altura) revestidas internamente com papel sulfite servindo de substrato para as posturas. No interior dessas gaiolas foi oferecida solução de mel (5%) e água como alimento aos adultos. Os ovos obtidos foram desinfestados com soluções de formol (3%) e sulfato de cobre (1%), sendo o papel contendo as posturas colocados para secar e em seguida armazenados em câmara úmida até seu escurecimento e posterior eclosão das lagartas. As posturas utilizadas nos bioensaios não passaram por este procedimento.

As lagartas recém-eclodidas foram distribuídas em tubos de vidro contendo dieta de alimentação. Este procedimento foi adotado apenas para a criação de *D. flavipennella*, uma vez que a viabilidade de ovos desta espécie é reduzida quando os mesmos são transferidos diretamente para a dieta. Na criação de *D. saccharalis* isto não ocorre, sendo as posturas diretamente “inoculadas” na dieta. Após 15 dias, as lagartas foram transferidas para placas de Petri plásticas (6,0 cm de diâmetro x 1,3 cm de altura) contendo dieta de realimentação, as quais foram revisadas, periodicamente, para retirada de pupas. A dieta artificial utilizada para alimentação de lagartas de *Diatraea* sp. é a de Hensley; Hammond (1968), modificada por Araújo et al. (1985), a qual é constituída basicamente de farelo de soja, germe de trigo, açúcar, sais de Wesson, ácido ascórbico, solução vitamínica, água e anticontaminantes.

3.4.3 Desempenho de *Trichogramma galloi* sobre *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis* em testes com e sem chance de escolha

Nos experimentos com e sem chance de escolha, foram utilizadas fêmeas de *T. galloi* com 12-24 horas de idade, provenientes de ovos de *A. kuehniella* evitando-se, assim, o condicionamento pré-imaginal (SIQUEIRA et al., 2012). Para os testes foram oferecidas posturas de 12 a 24 horas de idade de *D. flavipennella* e *D. saccharalis* às fêmeas de *T. galloi*. As posturas continham entre 15 e 20 ovos, os quais foram acondicionados em tubos de vidro de fundo chato (8,5 cm x 2,4 cm) contendo uma fêmea do parasitoide e uma gotícula de mel

para alimentação da mesma. Os tubos foram fechados com filme de PVC e mantidos em sala climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de U.R e 12 h de fotofase. Após 24 horas de parasitismo as fêmeas foram retiradas dos tubos e os ovos avaliados ao sétimo dia, observando-se a coloração enegrecida característica do parasitismo, devido a deposição de grânulos de uratos (SAAKYAN-BARANOVA, 1990). Para os testes com chance de escolha, posturas dos dois hospedeiros foram expostas ao parasitismo simultaneamente. Nos testes sem chance de escolha, os ovos foram oferecidos separadamente às fêmeas de *T. galloi*. Foram utilizadas 15 fêmeas para cada tratamento.

Os seguintes parâmetros foram avaliados: número de ovos parasitados, porcentagem de emergência, razão sexual (n° de fêmeas/ n° de fêmeas + n° de machos)) e número total de descendentes. A razão sexual foi determinada através do dimorfismo apresentado pelas antenas, as quais nas fêmeas são clavadas e nos machos plumosas (BOWEN; STERN, 1966).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, composto por dois tratamentos, no teste sem chance de escolha (*D. flavipennella* sem chance de escolha x *D. saccharalis* sem chance de escolha), e no teste com chance de escolha (*D. flavipennella* na presença de *D. saccharalis* e *D. saccharalis* na presença de *D. flavipennella*) sendo realizadas 15 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4.4 Características biológicas de *Trichogramma galloi* sobre *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis*

Fêmeas de *T. galloi* provenientes de ovos de *A. kuehniella* foram transferidas, individualmente, para tubos de vidro de fundo chato (8,5 cm x 2,4 cm) contendo uma gotícula de mel e vedados com filme PVC. Posturas de *D. saccharalis* e *D. flavipennella* foram oferecidas, individualmente, às fêmeas com 24, 48 e 72 horas de idade, por um período de 24 horas, após o qual as posturas foram retiradas e avaliadas conforme o bioensaio de preferência. Fêmeas provenientes dos ovos de ambas as espécies foram alimentadas com uma gotícula de mel para avaliação da mortalidade. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (sendo dois hospedeiros - *D. flavipennella* e *D. saccharalis* e três idades de fêmeas - 24, 48 e 72 horas), com 15 repetições. A partir dos dados obtidos pela mortalidade das fêmeas, determinou-se a sobrevivência média, sendo os dados submetidos ao teste de Log-Rank, por pares de isolado, pelo método

Kaplan-Meyer, usando o Proc Lifetest. Os demais dados obtidos nos testes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para todas as análises, utilizou-se o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 1999/2001).

3.4.5 Tabela de Vida de Fertilidade

Vinte fêmeas de *T. galloi* com 24 horas de idade, provenientes de ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella*, foram individualizadas em tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,4 cm), e alimentadas com uma gotícula de mel. Para cada fêmea foram oferecidos 15-20 ovos, de cada hospedeiro, com até 24 h de idade. Os ovos foram substituídos diariamente, procedendo-se assim até a morte da fêmea. Os tubos foram mantidos em sala climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de U.R e 12 h de fotofase. Para elaboração da tabela de vida de fertilidade a metodologia foi baseada na descrita por Silveira Neto et al. (1976) na qual, a partir dos dados de parasitismo diário durante a fase adulta, calculou-se o tempo médio de uma geração (T), a taxa líquida de reprodução (R_0), a qual indica o número de vezes que a população poderá se multiplicar por geração, a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) e a taxa finita de crescimento populacional (λ). As médias foram comparadas pelo teste t unilateral a 5% de significância seguindo procedimento descrito por Maia; Luiz; Campanhola (2000), utilizando o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 1999/2001).

3.5 Resultados e Discussão

3.5.1 Desempenho de *Trichogramma galloi* sobre *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis* em testes com e sem chance de escolha

As fêmeas de *T. galloi* avaliadas nos testes com chance de escolha entre os ovos de *D. flavipennella* e *D. saccharalis* apresentaram maior parasitismo em ovos do hospedeiro *D. flavipennella*. Com relação aos dados de viabilidade e longevidade, não houve diferença significativa entre os hospedeiros testados (Tabela 1).

Nos testes sem chance de escolha, nos quais os ovos foram oferecidos separadamente às fêmeas de *T. galloi*, não houve diferença significativa nos parâmetros parasitismo, viabilidade e longevidade (Tabela 2).

A melhor aceitação do parasitoide *T. galloi* por ovos de *D. flavipennella*, foi evidenciada pela maior taxa de parasitismo neste hospedeiro. De acordo com Pratisoli et al. (2010) as características físico-químicas do hospedeiro podem afetar a aceitação e a adaptação da espécie e/ou linhagem do parasitoide, interferindo nas características biológicas e na sua agressividade (capacidade de parasitismo), comprometendo assim a qualidade e eficiência do mesmo (PRATISSOLI et al., 2010).

Segundo Thuler et al. (2007), a preferência das fêmeas de *Trichogrammaspp.* está relacionada com a qualidade nutricional do hospedeiro escolhido para o parasitismo e daquele no qual foi multiplicado. Além disso, a diferença na porcentagem de parasitismo pode estar atrelada às características intrínsecas de cada espécie, ou até mesmo à espessura e à dureza do córion do ovo (PAK et al., 1990).

Na literatura, não há informações acerca da qualidade nutricional de ovos de espécies do gênero *Diatraea* spp., além disso, nos testes realizados, o parasitoide foi criado no hospedeiro *A. kuehniella* não sendo também o condicionamento pré-imaginal das fêmeas de *T. galloi* a causa da preferência hospedeira registrada neste estudo.

Com relação aos valores de viabilidade dos ovos parasitados nos testes com e sem chance de escolha, os resultados indicaram que ambas as espécies hospedeiras são adequadas ao parasitoide, uma vez que permitiram seu completo desenvolvimento. Os valores de longevidade apresentaram média de oito dias para ambos os hospedeiros nos dois testes estudados. Valores inferiores foram encontrados por Pereira-Barros et al. (2005) que registraram uma longevidade média de 6,36 dias quando este mesmo parasitoide foi criado em ovos de *D. saccharalis*. De acordo com Van lenteren (1994), são considerados valores satisfatórios aqueles acima de sete dias.

Segundo Molina; Fronza; Parra (2005), a capacidade de parasitismo e a longevidade são importantes parâmetros biológicos para determinação do potencial do parasitoide como agente de controle biológico. Nos testes realizados, estes parâmetros apresentaram valores adequados ao desenvolvimento de *T. galloi* sobre as espécies hospedeiras testadas.

Tabela 1 - Parasitismo, viabilidade e longevidade (Média±EP) de *Trichogramma galloi* em ovos de *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis* em testes com chance de escolha. 25±2°C; 70±10% U.R e 12h de fotofase.

Parâmetros	Com escolha		CV(%)
	<i>D. flavipennella</i>	<i>D. saccharalis</i>	
Parasitismo (%)	84,38 ± 4,30 a ¹	67,79 ± 5,14 b	16,01
Viabilidade (%)	83,64 ± 1,94 a	81,78 ± 1,88 a	11,41
Longevidade (dias)	8,14 ± 0,20 a	8,13 ± 0,17 a	6,55

Fonte: Autora, 2015.

Nota: ¹Média(±EP) seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Parasitismo, viabilidade e longevidade (Média±EP) de *Trichogramma galloi* em ovos de *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis* em testes sem chance de escolha. 25±2°C; 70±10% U.R e 12h de fotofase.

Parâmetros	Sem escolha		CV(%)
	<i>D. flavipennella</i>	<i>D. saccharalis</i>	
Parasitismo (%)	80,40 ± 4,99 a	81,88 ± 3,88 a	14,22
Viabilidade (%)	78,67 ± 1,70 a	73,22 ± 1,43 a	10,09
Longevidade (dias)	8,13 ± 0,17 a	8,07 ± 0,18 a	8,15

Fonte: Autora, 2015

Nota: ¹Média(±EP) seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O número de adultos emergidos por ovo dos hospedeiros, bem como a razão sexual e o período de desenvolvimento também não apresentaram diferenças significativas entre as duas espécies hospedeiras nos testes com e sem chance de escolha (Tabelas 3 e 4). A razão sexual dos descendentes de *T. galloi* criados em ovos de *D. flavipennella* e *D. saccharalis* atingiu o índice aceitável exigido no controle de qualidade de *Trichogramma* (NAVARRO, 1998), sendo os valores superiores a 0,5 (Tabela 3). De acordo com Vinson (1994), o sexo da progênie pode ser influenciado pela qualidade do hospedeiro.

Tabela 3 - Número de adultos por ovo do hospedeiro, razão sexual e período de desenvolvimento (Média±EP) de *Trichogramma galloi* em ovos de *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis* em testes com chance de escolha. 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.

Parâmetros	Com escolha		CV(%)
	<i>D. flavipennella</i>	<i>D. saccharalis</i>	
Nº adultos/ovo	2,26 ± 0,05 a ¹	2,20 ± 0,06 a	9,48
Razão sexual	0,84 ± 0,01 a	0,72 ± 0,06 a	13,63
Período (dias)	9,63 ± 0,14 a	10,00 ± 0,00 a	5,94

Fonte: Autora, 2015.

Nota: ¹Média(±EP) seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Número de adultos por ovo do hospedeiro, razão sexual e período de desenvolvimento (Média±EP) de *Trichogramma galloi* em ovos de *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis* em testes sem chance de escolha. 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.

Parâmetros	Sem escolha		CV(%)
	<i>D. flavipennella</i>	<i>D. saccharalis</i>	
Nº adultos/ovo	2,17 ± 0,03 a	2,21 ± 0,04 a	7,28
Razão sexual	0,76 ± 0,08 a	0,83 ± 0,03 a	10,67
Período (dias)	9,85 ± 0,19 a	9,60 ± 0,08 a	8,89

Fonte: Autora, 2015.

Nota: ¹Média(±EP) seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.5.2 Características biológicas de *Trichogramma galloi* sobre *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis*

A taxa de parasitismo decresceu em ambos os hospedeiros com o avanço na idade da fêmea de *T. galloi*. Registrou-se parasitismo superior a 80% em ovos parasitados por fêmea com até 24 horas de idade e, em ovos parasitados por fêmeas com 72 horas o parasitismo foi inferior a 30%. Com relação a viabilidade dos ovos parasitados, não houve diferença significativa entre as espécies hospedeiras e nem entre as idades da fêmea (Tabela 5), sendo estes resultados também observados por Polanczyk et al. (2007) com *T. exiguum* sobre ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae).

Em espécies de *Trichogramma*, as fêmeas quando jovens, apresentam maior taxa de oviposição a qual reduz gradativamente com a idade (PRATISSOLI et al. 2004; ZAGO et al. 2006). Tais observações também foram registradas por Pratisoli et al. (2007) que, estudando as diferentes idades de fêmeas de *T. pretiosum* sobre ovos de *P. xylostella* observaram uma redução na capacidade de parasitismo desta espécie. Assim como Zago et al. (2007) que também registraram um decréscimo no parasitismo de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zuchi sobre *A. kuehniella* e *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) em função da idade das fêmeas.

O decréscimo na taxa de parasitismo demonstra a relevância da idade do parasitoide, além do período de desenvolvimento embrionário do hospedeiro, na qualidade de *T. galloiem* uma criação massal, bem comonas liberações de campo para o controle biológico de pragas.

Com relação ao período de desenvolvimento, número de adultos por ovo do hospedeiro, razão sexual e longevidade das fêmeas, não apresentaram diferenças significativas entre os hospedeiros (Tabela 6). O número de adultos por ovo variou entre 2,18 a 2,20. Segundo Baiet al. (1992) e Greenberg; Nordlund; Wu (1998), a fecundidade de *Trichogramma* está diretamente ligada ao seu tamanho, e este irá depender do número de parasitoides por ovo e do tamanho do hospedeiro. De acordo com os resultados deste estudo, é provável que os ovos de *Diatraea* spp. contenham quantidade suficiente de nutriente para suportar o desenvolvimento de mais de um indivíduo por ovo, sem interferência na qualidade do parasitoide produzido.

Tabela 5 - Taxa de parasitismo e viabilidade (Média±EP) de *Trichogramma galloi* em ovos de *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis* no período de 24, 48 e 72 horas após emergência da fêmea a $25 \pm 2^\circ\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R e 12h de fotofase.

Hospedeiros	Período (horas)		
	24	48	72
	Taxa de Parasitismo (%)		
<i>D. flavipennella</i>	89,44 ± 4,29 aA ¹	49,96 ± 3,65 aB	24,55 ± 3,31 aC
<i>D. saccharalis</i>	84,91 ± 3,68 aA	43,32 ± 3,22 aB	28,46 ± 3,96 aC
CV (%)	15,76	14,79	14,96
	Viabilidade (%)		
<i>D. flavipennella</i>	79,24 ± 3,69 aA	74,09 ± 3,99 aA	71,13 ± 3,05 aA
<i>D. saccharalis</i>	81,16 ± 3,11 aA	78,27 ± 3,89 aA	71,47 ± 3,67 aA
CV (%)	17,45	13,14	11,13

Fonte: Autora, 2015.

Nota: ¹Média(±EP) seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A razão sexual foi de cerca de 70% de fêmeas para ambas as espécies hospedeiras evidenciando uma boa adequação dos ovos de *Diatraea* spp. ao parasitoide. Com relação a longevidade das fêmeas, as mesmas apresentaram um período de quase nove dias, sendo este valor considerado adequado. De acordo com Pratiçoli et al. (2007), parasitoides mais longevos podem apresentar maior eficiência em campo, uma vez que possuem maior tempo para procurar e parasitar ovos dos seus hospedeiros contribuindo, assim, com o aumento da sua população e da eficácia no controle de surtos posteriores de pragas (PRATIÇOLI et al., 2007).

De acordo com Lopes (1988) a idade do parasitoide pode influenciar tanto na longevidade como no parasitismo desse inimigo natural. O efeito da idade das fêmeas sobre a longevidade dos seus descendentes também foi registrado por Pratiçoli et al. (2007) que, estudando as diferentes idades de fêmeas de *T. pretiosum* sobre ovos de *P. xylostella*, observaram que estas afetam a capacidade de parasitismo e longevidade dos descendentes desta espécie de parasitoide.

Polanczyk et al. (2007) também registraram alteração na longevidade dos descendentes de *T. exiguum*, criados em ovos de *P. xylostella*, em detrimento da idade da fêmea.

Tabela 6 - Período de desenvolvimento, número de adultos por ovo do hospedeiro, razão sexual e longevidade das fêmeas (Média±EP) de *Trichogramma galloi* em ovos de *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis*. 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.

Hospedeiros	Período (dias)	Nº adultos/ovo	Razão sexual	Longevidade
<i>D. flavipennella</i>	9,82 ± 0,31 a	2,18 ± 0,08 a	0,78 ± 0,03 a	8,41 ± 0,14 a
<i>D. saccharalis</i>	9,87 ± 0,28 a	2,20 ± 0,05 a	0,79 ± 0,05 a	8,52 ± 0,16 a
C.V.(%)	6,87	9,28	9,72	10,28

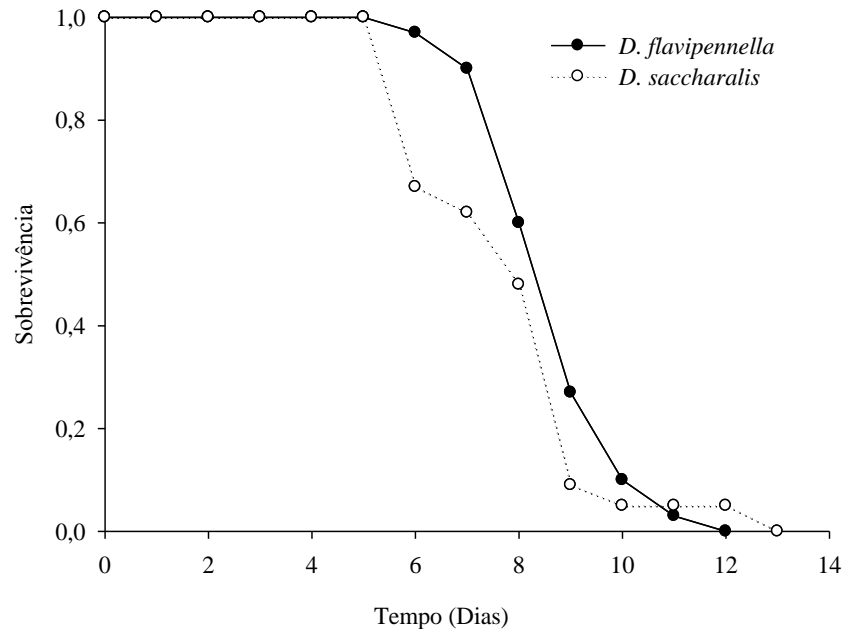
Fonte: Autora, 2015.

Nota: ¹Média(±EP) seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A adequação dos ovos de *D. flavipennella* e *D. saccharalis* ao desenvolvimento de *T. galloi* foi confirmada pelo período de desenvolvimento, número de adultos por ovo, razão sexual e longevidade das fêmeas, os quais apresentaram valores satisfatórios ao desenvolvimento do parasitoide uma vez que estão de acordo com os índices recomendados como padrão de qualidade pela IOBC (VAN LENTEREN, 1994).

Com relação à sobrevivência das fêmeas provenientes de ambas as espécies não houve diferença significativa ($P \geq 0,05$). As fêmeas de *D. flavipennella* e *D. saccharalis* apresentaram sobrevivência média de 8,87 e 8,04 dias, respectivamente (Figura 2).

Figura 2 - Curva de sobrevivência de fêmeas de *Trichogramma galloi* obtidos de ovos de *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis*. 25 ± 1°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.



Fonte: Autora, 2015.

3.5.3 Tabela de Vida de Fertilidade

Para todos os parâmetros avaliados, não houve diferença significativa entre os hospedeiros estudados. A duração média de cada geração (T), a qual compreende o período entre o nascimento dos indivíduos de uma geração e o da geração seguinte, apresentou uma média de 12 dias para ambos os hospedeiros (Tabela 7). Valores próximos a este foram registrados por Dias; Parra; Dias (2010) em ovos de *A. kuehniella* parasitados por *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 e por Meira et al. (2011) em ovos de *P. xylostella* parasitados por *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Planter, *Trichogramma exiguum* Pinto & Planter (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *T. pretiosum*.

A taxa líquida reprodutiva (R_0) variou de 23,71 a 28,34 entre os hospedeiros testados. De acordo com Oliveira et al. (2007), os valores de R_0 não são influenciados pelos fatores bióticos, sendo importante para avaliação da criação. As taxas intrínsecas de crescimento populacional (r_m), bem como a taxa finita (λ) variaram de 0,24 a 0,26 e 1,29 a 1,31, entre *D. saccharalis* e *D. flavipennella*, respectivamente.

Estudando a tabela de vida e fertilidade de *T. pretiosum* sobre ovos de *Tuta absoluta* (Merick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em diferentes temperaturas, Pratisoli et al. (2007) encontraram valores de r_m e λ próximos aos registrados neste estudo a 25°C.

A taxa finita de crescimento populacional (λ) representa o número de fêmeas adicionadas à população e está relacionada diretamente com a taxa líquida reprodutiva (R_0) e, com a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), sendo estes os principais parâmetros que influenciam no valor da λ .

Os valores encontrados na tabela de vida de fertilidade sugerem que o parasitoide *T. galloi* se adapta não apenas a espécie *D. saccharalis*, mas igualmente à *D. flavipennella* uma vez que, ambas as espécies possuem qualidade hospedeira.

Diante dos resultados apresentados, necessita-se dar prosseguimento aos estudos, para comprovação do desempenho do parasitoide *T. galloi* em condições de semi-campo e campo. Sabe-se que o desempenho do parasitoide em nível de campo depende das características fenológicas bem como da arquitetura da planta. A dinâmica da praga, condições climáticas e estratégias de liberação também são fatores a serem considerados no estudo (GINGRAS; DUTILLEUL; BOIVIN, 2002).

Tabela 7 - Duração média de cada geração (T), taxa líquida reprodutiva (R_0), taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) e taxa finita de crescimento populacional (λ) de *Trichogramma galloi* parasitando ovos de *Diatraea flavipennella* e *Diatraea saccharalis*. 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.

Hospedeiros	T (dias) ¹	R_0 (fêmeas/fêmeas) ¹	r_m (fêmea/fêmea/dia) ¹	λ (fêmea/dia) ¹
<i>D. flavipennella</i>	12,21a ¹	23,71 a	0,26 a	1,31 a
	(9,57-13,31)	(19,68-29,17)	(0,21-0,33)	(1,24-1,34)
<i>D. saccharalis</i>	12,39 a	28,34 a	0,24 a	1,29 a
	(9,43-13,23)	(23,14-32,04)	(0,17-0,28)	(1,23-1,31)

Fonte: Autora, 2015.

Nota: ¹Médias (I.C. a 95%) seguidas pela mesma letra nas colunas, não difere entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade por pares de comparações.

3.6 Conclusões

- O parasitoide *T. galloi* apresentou melhor aceitação por ovos de *D. flavipennella* em testes com chance de escolha;

- As brocas *D. flavipennella* e *D. saccharalis* são hospedeiros igualmente adequados ao parasitismo por *T. galloi*;

- Os valores da tabela de vida de fertilidade indicam grande capacidade do parasitoide *T. galloi* em adicionar indivíduos/fêmea/dia nos hospedeiros *D. flavipennella* e *D. saccharalis*.

3.7 Referências bibliográficas

ARAÚJO, J.R. et al. Nova dieta artificial para criação da *Diatraea saccharalis* (Fabr.). **Saccharum APC**, v. 36, p. 45-48, 1985.

BAI, B. et al. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 64, p. 37-48, 1992.

BOTELHO, P.S.M. et al. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Annals of the Entomological Society**, v.28, n.3, p. 491-496, 1999.

BOWEN, W.R.; STERN, V.M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifunatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.59, p.823-834, 1966.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A. et al. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): A reference study for the regulation of genetically modified cultivars. **Tropical Plant Biology**, v. 4, p. 62-89, 2011.

DIAS, N.S.; PARRA, J.R.P.; DIAS, C.T.S. Tabela de vida de fertilidade de três espécies neotropicais de Trichogrammatidae em ovos de hospedeiros alternativos como critério de seleção hospedeira. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.54, p.120–124, 2010.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2010, 882p.

FREITAS, M.R.T. et al. The biology of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) reared under laboratory conditions. **Florida Entomologist**, v. 90, p. 309-313, 2007.

GINGRAS, D.; DUTILLEUL, P.; BOIVIN, G. Modeling the impact of plant structure on host-finding behavior of parasitoids. **Oecologia**, v.130, p. 396-402, 2002.

GREENBERG, S. M.; NORDLUND, D. A.; WU, Z. Influence of rearing host on adult size and oviposition behavior of mass produced female *Trichogramma minutum* Riley and

Trichogramma pretiosum Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v.11, p.43-48, 1998.

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-205.

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

LOPES, J.R.S. **Estudos bioecológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym.: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae)**. 1988. Dissertação (Mestrado), ESALQ, USP, Piracicaba, 1988.

LUCK, R.F. Principles of arthropod predation. In: HUFFAKER, C.B.; RABB, R.L. (Eds.) **Ecological Entomology**. North Carolina: Wiley-Interscience, 1984. p.497-528.

MAIA, A.H.N.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical Inference on Associated Fertility Life Table Parameters Using Jackknife Technique: Computational Aspects, **Journal of Economic Entomology**, v.93, p. 511-518, 2000.

MEIRA, A.L. Seleção de espécies de *Trichogramma* sp. em ovos da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 1-8, 2011.

MOLINA, R.M.S.; FRONZA, V.; PARRA, J.R.P. Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolophaaaurantiana* com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.49, p.152-158, 2005.

NAVARRO, M.A. **Trichogramma spp. producción, uso y manejo em Colômbia**. Guadalajara de Buga: Impretec, 1998, 176p.

OLIVEIRA, H. N. et al. Tabela de vida de fertilidade de fertilidade de *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Idesia**, v. 25, p. 73-76, 2007.

PAK, G.A. et al. Host egg chorion structure influencing host suitability for the egg parasitoid *Trichogramma* Westwood. **Journal of Insect Physiology**, v.36, p.247-258, 1990.

PEREIRA-BARROS, J. L. et al. Aspectos biológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 714-718, 2005.

POLANCZYK, R.A. et al. Efeito da idade de *Trichogramma exiguum* e do desenvolvimento embrionário da traça-das-crucíferas sobre as características biológicas do parasitoide. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 29, p. 161-166, 2007.

PRATISSOLI, D. et al. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idesia (Chile)**, v. 28, n. 1, p. 39-42, 2010.

PRATISSOLI, D. et al. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 193-196, 2004.

PRATISSOLI, D. et al. Tabela de vida de fertilidade de cinco linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) criadas em ovos de *Tuta absoluta* (Merick) (Lep.: Gelechiidae), sob temperaturas constantes e alternadas. **Ciência Rural**, v.37, p. 618-622, 2007

SAAKYAN-BARANOVA, A.A. Morphological study of pré-imaginal stages of six species of the genus *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Entomologicheskoe Obozrenie**, v. 69, p. 257-263, 1990.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics: version 8.2. 6.Ed. Cary, 2001. 201p.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976.

SIQUEIRA, J.R. et al. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*, **Ciência Rural**, v.42, p.1-5, 2012.

THULER, R.T. et al. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, v. 33, p. 333-340, 2007.

VAN LENTEREN, J.C. Designing and implementing quality control of beneficial insects: towards more reliable biological pest control. **Sting. Newsletter on Biological Control in greenhouses**, v. 14, p.3-24, 1994.

VASCONCELOS, Y. Inseto contra inseto. **Revista Pesquisa FAPESP**. v. 195, p. 68-73, 2012.

VINSON, S.B. Physiological interactions between egg parasitoids and their hosts. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 245-271.

ZAGO, H. B. et al. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 377–381, 2006.

ZAGO, H.B. et al. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos, sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, v.36, p.84-89, 2007.

4 SELETIVIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA ESTÁGIOS IMATUROS DE *Trichogramma galloi* ZUCCHI, 1988 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

4.1 RESUMO

O parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é um importante agente biológico empregado no controle das brocas *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae). O manejo da cultura da cana-de-açúcar envolve o uso de variados produtos fitossanitários que podem comprometer o parasitismo por *T. galloi*. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar, em laboratório, a seletividade dos herbicidas dicloreto de paraquat (Gramoxone[®]), ametrina (Metrimex[®]), metribuzin (Sencor 480[®]), tebutiuram (Combine[®]); dos inseticidas imidacloprido (Evidence[®]) e fenilpirazol (Curbix[®]) e do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (isolado Triunfo) sobre estágios imaturos de *T. galloi* em pré e pós-parasitismo. Utilizou-se a máxima dosagem registrada para a cultura da cana-de-açúcar. Para avaliação dos efeitos dos produtos, posturas de *Diatraea flavipennella* Box, 1931 (Lepidoptera: Crambidae) contendo 30 ovos cada, foram imersas nas caldas durante cinco segundos antes e após o parasitismo. No ensaio pós-parasitismo, os ovos apenas foram tratados quando atingiram o período de desenvolvimento de ovo-larva (24h), pré-pupa (72h) e pupa (168h). Após a imersão, as posturas foram transferidas para tubos de ensaio contendo uma fêmea de *T. galloi* e uma gotícula de mel para sua alimentação. O delineamento foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e 20 repetições para cada produto. Avaliou-se o efeito do produto na redução da viabilidade do parasitismo (E%), razão sexual e número de adultos/ovo. A sobrevivência das fêmeas que tiveram contato com os ovos tratados em pré-parasitismo também foi avaliada. A redução na emergência de adultos, em relação à testemunha foi empregada para classificar os compostos em inócuo (<30%), levemente nocivo (30-79%), moderadamente nocivo (80-99%) e nocivo (>99%). O herbicida dicloreto de paraquat é seletivo a *T. galloi*. A redução na sobrevivência das fêmeas foi observada apenas para os inseticidas testados. Metribuzim, tebutiuram e ametrina apresentaram classificação desde inócuo a levemente nocivos as diferentes fases de desenvolvimento do parasitoide. Os inseticidas imidacloprido foi moderadamente nocivo e o fungo *M. anisopliae* foi seletivo a fase de pupa de *T. galloi*.

Palavras-chave: Parasitoide de ovos. Toxicidade. *Diatraea flavipennella*. MIP.

4.2 ABSTRACT

The egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) is an important biological agent used in the control of borer *Diatraea* spp (Lepidoptera: Crambidae). The management of the crop of sugarcane involves the use of various pesticides which can compromise the parasitism by *T.galloi*. Thus, the objective of this study was to evaluate, in the laboratory, the selectivity of the herbicide paraquat dichloride (Gramoxone[®]), ametrina (Metrimex[®]), metribuzin (Sencor 480[®]), tebuthiuron (Combine[®]); the insecticide imidacloprid (Evidence[®]) and phenylpyrazol (Curbix[®]) and the fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (isolated Triunfo) on immature stages of *T.galloi* in pre and post-parasitism. We used the maximum dose recorded for the cultivation of sugarcane. To evaluate the effects of the products, postures *Diatraea flavipennella* Box, 1931 (Lepidoptera: Crambidae) containing 30 eggs each were immersed in test solutions for five seconds before and after parasitism. In the post-test riding the eggs were only treated when they reached the period of development of egg-larva (24h), pre-pupa (72h) and pupa (168h). After soaking, the eggs were transferred to test tubes containing a female *T.galloi* and a honey drop for their food. The design was completely randomized with eight treatments and 20 repetitions for each product. We evaluated the effect of the product in reducing the viability of parasites (E%), sex ratio and the number of adults/egg. The survival of the females who had contact with the pre-treated egg parasitism was also evaluated. The reduction in adult emergence compared to the control was used to rank the compounds into harmless (<30%), slightly harmful (30-79%), moderately harmful (80-99%) and harmful (>99%). The herbicide paraquat dichloride is selective *T.galloi*. The reduction in survival of females was observed only for the insecticides tested. Metribuzin, tebuthiuron and ametrina were classified from harmless to slightly harmful the different phases of development of the parasitoid. The insecticides imidacloprid were moderately toxic and the fungus *M. anisopliae* was selective phase of pupa of *T.galloi*.

Keywords: Egg parasitoid. Toxicity. *Diatraea flavipennella*. MIP.

4.3 Introdução

As brocas *Diatraea flavipennella* Box, 1931 e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) compõem um dos principais problemas fitossanitários nos canaviais do Brasil. Seu controle é realizado através do endoparasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae). No entanto, em algumas áreas, liberações do parasitoide de ovos *T. galloi* são efetivadas visando complementar o manejo integrado deste complexo de brocas (BOTELHO et al., 1999).

Os parasitoides do gênero *Trichogramma* agem em inúmeras espécies de pragas da ordem Lepidoptera (PINTO, 1997). São agentes amplamente utilizados em programas de manejo integrado devido a sua agressividade no controle de ovos da praga e facilidade de criação em hospedeiros alternativos (LEWIS et al., 1976; PARRA, 1986; GOMES; PARRA, 1998).

De acordo com Degrande et al. (2002), ao se estabelecerem programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), deve-se considerar a compatibilização ou integração entre métodos biológicos, químicos e outros. Para alcançar este objetivo, o uso de produtos seletivos que controlem as pragas sem causar efeito negativo sobre organismos benéficos é incentivado.

O manejo da cultura da cana-de-açúcar envolve produtos químicos e biológicos, destacando-se o uso de inseticidas, herbicidas e o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, os quais podem interferir no parasitismo de *T. galloi* (BROGLIO-MICHELETTI; SANTOS; PEREIRA-BARROS, 2006).

Os inseticidas Evidence[®] (imidacloprido) e Curbix[®] (Fenilpirazol) e o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* são usados no controle das cigarrinha-das-folhas, *Mahanarva posticata* (Stal, 1855) e das raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cercopidae). Os herbicidas Gramoxone[®] (dicloreto de paraquat), Metrimex[®] (ametrina), Sencor 480[®] (metribuzim) e Combine[®] (tebutiuron) são utilizados na cultura da cana-de-açúcar em pré e pós-emergência no manejo das plantas daninhas (AGROFIT, 2014).

Os herbicidas são agroquímicos utilizados para controle das plantas daninhas, porém seu efeito se estende aos insetos e outros invertebrados (MARTINS, 2013). Portanto, estudos de seletividade de produtos fitossanitários aos principais inimigos naturais devem ser realizados para o sucesso do MIP nas culturas agrícolas uma vez que, as informações poderão ser utilizadas nas tomadas de decisão com relação ao produto a ser aplicado (HASSAN, 1997;

DEGRANDE et al., 2002). Dessa forma, os produtos só podem ser associados a outras táticas de manejo se apresentar algum grau de seletividade (SANTOS; BUENO; BUENO, 2006).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, em laboratório, a seletividade dos herbicidas dicloreto de paraquat (Gramoxone[®]), ametrina (Metrimex[®]), metribuzin (Sencor 480[®]), tebutiurrom (Combine[®]); dos inseticidas imidacloprido (Evidence[®]) e fenilpirazol (Curbix[®]) e do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (isolado Triunfo) sobre estágios imaturos de *T. galloi* em pré e pós-parasitismo.

4.4 Material e Métodos

Os efeitos dos produtos fitossanitários e do fungo entomopatogênico foram avaliados no Laboratório de Entomologia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), Rio Largo, AL, seguindo metodologia sugerida pela International Organization for Biological Control and Integrated Control of Noxious Animals and Plants - IOBC/WPRS (STERK et al., 1999; HASSAN et al., 2000; HASSAN; ABDELGADER, 2001). Os herbicidas, inseticidas e o isolado Triunfo do fungo *M. anisopliae* testados foram cedidos pela Usina Triunfo Agroindustrial Ltda, Boca da Mata, AL.

4.4.1 Obtenção e criação de *Trichogramma galloi* e *Diatraea flavipennella*

O parasitoide *T. galloi* foi adquirido da empresa BUG Agentes de Controle Biológico (Piracicaba, SP), o qual foi criado em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). No entanto, sua multiplicação se deu em ovos de *D. saccharalis*. A criação foi mantida em tubos de fundo chato (8,5 cm x 2,4 cm), vedados com filme PVC contendo um orifício para aeração. Para alimentação dos adultos do parasitoide depositou-se uma gotícula de mel no interior do recipiente.

A broca *D. flavipennella* foi obtida do Laboratório da Usina Santo Antônio, localizado em São Luiz do Quitunde, AL. As mesmas foram alimentadas com dieta artificial de Hensley; Hammond (1968), modificada por Araújo et al.(1985). Os adultos foram mantidos em gaiolas de PVC, medindo 20 x 22 cm (diâmetro e altura) revestidas internamente com papel sulfite servindo de substrato para oviposição. No interior da gaiola foi oferecida solução de mel (5%) e água como alimento aos adultos. Foi feita a assepsia dos ovos com soluções de formol (3%) e sulfato de cobre (1%), colocados para secar e em seguida armazenados em câmara úmida

até seu escurecimento e posterior eclosão das lagartas. As posturas utilizadas nos bioensaios não passaram por este procedimento.

4.4.2 Produtos fitossanitários testados

Foram testadas a seletividade dos seguintes produtos: herbicidas - dicloreto de paraquat (Gramoxone[®]), ametrina (Metrimex[®]), metribuzin(Sencor 480[®]) e tebutiurum (Combine[®]). Inseticidas - imidacloprido (Evidence[®]) e fenilpirazol (Curbix[®]). Fungo entomopatogênico - *M. anisopliae* (isolado Triunfo) (Tabela 8). O grupo controle constituiu-se de água destilada (químicos) e água destilada e esterilizada mais espalhante adesivo Tween[®] 80 a 0,01% (ADE + E) (fungo). Todos os produtos empregados nos testes foram escolhidos por serem atualmente utilizados no manejo de pragas e plantas daninhas da cultura da cana-de-açúcar.

Tabela 8 - Produtos fitossanitários registrados na cultura da cana-de-açúcar (AGROFIT, 2014) e avaliados nos testes de seletividade ao parasitoide de ovos *Trichogramma galloi*.

Produto comercial (p.c.)	Formulação	Ingrediente ativo (i.a.)	Grupo químico	(g) i.a./200L H ₂ O	p.c./200L H ₂ O
<i>herbicidas</i>					
Gramoxone [®]	200 CS	Dicloreto de paraquat	Bipiridílio	400	2,0L
Sencor [®]	480 SC	Metribuzim	Triazinona	1920	4,0 L
Combine [®]	500 SC	Tebutiurum	Ureia	1200	2,4 L
Metrimex [®]	500 SC	Ametrina	Triazinas	2500	5,0 L
<i>inseticidas</i>					
Evidence [®]	700 WG	Imidacloprido	Neonicotinoide	280	0,4g
Curbix [®]	200 SC	Fipronil	Fenilpirazol	600	3,0 L

Fonte: Autora, 2015

A seletividade dos produtos químicos foi avaliada utilizando-se a máxima dose registrada para a cultura da cana-de-açúcar (AGROFIT, 2014), seguindo metodologia recomendada pela IOBC/WPRS (STERK et al., 1999). Considerou-se um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Para o ensaio com o fungo *M. anisopliae* preparou-se uma suspensão fúngica mediante a adição de 10 mL de água destilada e esterilizada mais espalhante adesivo Tween[®] 80 a 0,01% (ADE + E), em placas contendo meio de cultura e o fungo, as quais foram aferidas mediante quantificação em câmara de Neubauer com o auxílio de um microscópio óptico, sendo posteriormente ajustada a concentração 10⁹ conídios mL⁻¹. Determinou-se a viabilidade do isolado através da contagem dos conídios germinados e não germinados, em microscópio óptico de luz, 24 horas após o plaqueamento de 0,1mL da suspensão em BDA + A, como descrito por Alves; Moraes (1998). Com as soluções e suspensão previamente prontas foram realizados os bioensaios. No primeiro, os ovos foram tratados antes do parasitismo (pré-parasitismo) e no segundo os ovos foram tratados após o parasitismo (pós-parasitismo).

4.4.3 Tratamento dos ovos pré-parasitismo

Posturas de *D. flavipennella* com aproximadamente 30 ovos cada e com até 24 horas de idade foram imersas durante cinco segundos nas soluções dos tratamentos e em água destilada (testemunha). Após este período, as mesmas foram dispostas em folhas de papel toalha para secagem por cerca de uma hora. Em seguida, as posturas foram distribuídas individualmente em tubos de vidro (8,5 cm x 2,4 cm) contendo uma fêmea de *T. galloi* com 24 horas de idade. As fêmeas foram alimentadas com uma gotícula de mel de abelha depositada na parede dos tubos. Os mesmos foram acondicionados em sala climatizada a 25±2°C, UR de 60±10% e fotofase de 12 horas. Após o período de 24 horas de parasitismo, as posturas foram transferidas para outro tubo e a sobrevivência das fêmeas que estiveram em contato com os ovos tratados foi avaliada.

4.4.4 Tratamento dos ovos pós-parasitismo

Vinte posturas, contendo cerca de 30 ovos de *D. flavipennella* cada, foram oferecidas a fêmeas de *T. galloi*, individualmente, por um período de 24 horas. Posteriormente foram retiradas e os ovos mantidos em sala climatizada nas mesmas condições do ensaio anterior. Ao atingirem o período de desenvolvimento de ovo-larva (24h), pré-pupa (72h) e pupa (168h)

(CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999), as posturas foram imersas nos tratamentos durante cinco segundos e, em seguida colocadas para secar em papel absorvente e acondicionadas em tubos para observação da emergência dos parasitoides. Em ambos os testes, foi determinada a porcentagem de emergência, contabilizando o número de adultos emergidos no tubo pelo número de ovos parasitados. As contagens foram realizadas com auxílio de um microscópio estereoscópico (aumento de 40x), sendo a confirmação do parasitismo constatada pela coloração escura dos ovos.

4.4.5 Análise dos dados

Avaliou-se a emergência de adultos de *T. galloi* em relação à testemunha sendo os efeitos dos produtos calculados pela fórmula: $E (\%) = (1 - V_t/V_c) \times 100$, onde: $E (\%)$ é a porcentagem de redução da viabilidade do parasitismo; V_t é a viabilidade do parasitismo médio para o tratamento testado e V_c é a viabilidade do parasitismo médio observado para o tratamento testemunha (MANZONI et al., 2007). Os resultados foram empregados para classificar os produtos químicos segundo a IOBC/WPRS em 1-inócuo (<30%), 2- levemente nocivo (30-79%), 3-moderadamente nocivo (80-99%) e 4- nocivo (>99%). Além disso, foram avaliadas a razão sexual, o número de adultos/ovo e a sobrevivência das fêmeas expostas aos produtos. No ensaio, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições onde, cada uma delas foi constituída por uma fêmea e uma postura contendo aproximadamente 30 ovos.

4.5 Resultados e Discussão

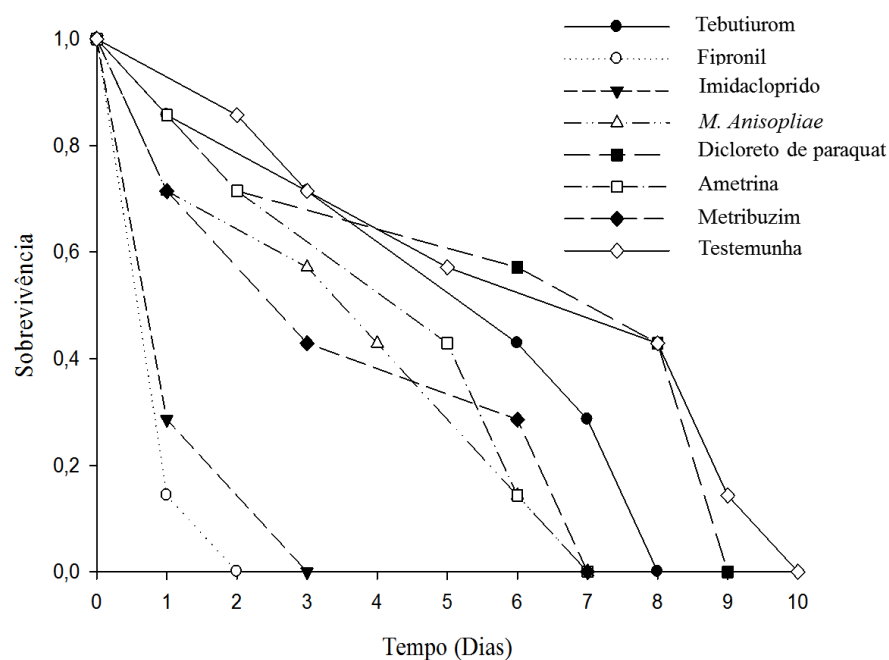
Nos ovos tratados em pré-parasitismo, apenas o herbicida dicloreto de paraquat apresentou viabilidade semelhante a observada na testemunha, sendo classificado como inócuo (classe 1) a *T. galloi*. Os demais produtos testados foram classificados como levemente nocivos, uma vez que reduziram significativamente a viabilidade do parasitismo (Tabela 9). A sobrevivência das fêmeas que tiveram contato com os ovos tratados em pré-parasitismo foi menor nos tratamentos com os inseticidas fipronil e imidacloprido, não sendo prejudicada pelos herbicidas testados ($\chi^2 = 38,19^{<0,0001}$) (Figura 3).

Tabela 9 - Viabilidade média, efeito (E) de produtos fitossanitários na redução da viabilidade do parasitismo, razão sexual e número de adultos de *Trichogramma galloi* por ovo de *Diatraea flavipennella* após a imersão nas soluções em pré-parasitismo. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.

Tratamento	Viabilidade (%) ¹	E (%) ²	Classe ³	Razão sexual ¹	Adultos/ovo ¹
Dicloreto de paraquat	85,11 ± 6,36 a	8,89	1	0,64 ± 0,01 a	1,73 ± 0,26 ab
Metribuzim	54,41 ± 3,64 b	41,75	2	0,62 ± 0,06 a	1,77 ± 0,27 ab
Tebutiurum	57,14 ± 4,59 b	38,83	2	0,55 ± 0,13 a	1,55 ± 0,34 ab
Ametrina	57,49 ± 4,12 b	38,45	2	0,68 ± 0,03 a	1,19 ± 0,18 ab
Imidacloprido	26,19 ± 3,27 c	71,96	2	0,53 ± 0,18 a	0,88 ± 0,40 b
Fipronil	24,17 ± 3,13 c	74,12	2	0,69 ± 0,12 a	1,64 ± 0,36 ab
<i>M. anisopliae</i>	49,30 ± 4,11 b	44,71	2	0,71 ± 0,19 a	1,95 ± 0,39 a
Testemunha (água+ Tween®)	89,17 ± 4,41 a	-	-	0,79 ± 0,05 a	2,03 ± 0,50 a
Testemunha (água)	93,41 ± 4,33 a	-	-	0,73 ± 0,01 a	2,13 ± 0,25 a
C.V. (%)	29,11	-	-	18,09	11,35

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05); ²E (%) = $(1 - Vt/Vc) \times 100$ (MANZONI et al., 2007); ³Classe 1 - inócuo (E < 30%), classe 2 - levemente nocivo (30% ≤ E ≤ 79%), classe 3 - moderadamente nocivo (80 % ≤ E ≤ 90 %) e classe 4 - nocivo (E > 99%) (HASSAN, 1992; MANZONI et al., 2007). Fonte: autora, 2015.

Figura 3 - Sobrevivência de fêmeas de *Trichogramma galloi* expostas a ovos de *Diatraea flavipennella* tratados com produtos fitossanitários. 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R e 12h de fotofase.



Fonte: Autora, 2015

De acordo com Belden; Lydy (2000), o uso de herbicidas pode exercer efeitos nocivos sobre a entomofauna. O dicloreto de paraquat é um herbicida de contato, do grupo dos bupiridílios o qual é amplamente utilizado na agricultura. Trata-se de um sal solúvel em água que, em contato com o tecido verde, desseca rapidamente a planta (PERON et al., 2003; MARTINS, 2013).

Em testes realizados com paraquat alguns autores relataram alta mortalidade de adultos de *Trichogramma*, demonstrando ser este herbicida nocivo, uma vez que ocasiona a redução do parasitismo (MARTINS, 2013). Stefanello Jr et al. (2008) classificaram o dicloreto de paraquat nocivo (classe 4) a adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) quando estes foram expostos à película seca do herbicida.

Por outro lado, o mesmo foi classificado como inócuo a adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) (CASTILHOS et al., 2011) e a *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) (CARMO et al., 2009), bem como para *T. galloi* que, no presente trabalho não se registrou redução na viabilidade e nem na sobrevivência das fêmeas.

Com relação a sobrevivência das fêmeas, Hassan (1992) destaca que a fase adulta do parasitoide é, normalmente, mais sensível à ação de agrotóxicos em comparação com as fases que se desenvolvem dentro do ovo do hospedeiro.

Em testes realizados por Antigo et al. (2013) ficou evidenciada a morte rápida de fêmeas de *T. galloi* que entraram em contato com ovos tratados com o inseticida fipronil. Oliveira et al. (2013) registram 100% de mortalidade das fêmeas de *T. galloi* que entraram em contato com ovos de *D. saccharalis* tratados com este inseticida, sendo classificado como nocivo (classe 4) a este parasitoide. A aplicação do mesmo em plantações de algodoeiro também causou uma acentuada redução no parasitismo de ovos de *Helicoverpa* spp. Por *Trichogramma* spp. (DAVIES; PUFKE; ZALUCKI, 2009).

O inseticida fipronil pertence a classe dos fenilpirazóis e age no sistema nervoso central do inseto inibindo o receptor do ácido gama aminobutírico (GABA) acarretando a morte rápida do inseto (COUTINHO et al., 2005), fato este que pode explicar a redução na sobrevivência das fêmeas.

O inseticida imidacloprido também apresentou efeito negativo à *T. galloi*, uma vez que causou redução na viabilidade dos ovos, bem como na sobrevivência dos adultos. Moura;

Carvalho; Rigitano (2004) relataram redução na longevidade de fêmeas de *T. pretiosum* expostas a ovos tratados com este inseticida.

Dentre os herbicidas testados o tebutiurum, classificado neste estudo como levemente nocivo à *T. galloi*, apresentou redução de 38,83% na viabilidade do parasitismo. Não há registro de estudos sobre a seletividade deste herbicida a qualquer grupo de parasitoide. No entanto, outros herbicidas do mesmo grupo químico, ao qual este produto pertence (uréia) têm sido relatados como seletivo a *T. remus* e *T. pretiosum* na cultura da soja (CARMO et al., 2009; CARMO et al., 2010).

Tebutiurum é um herbicida seletivo, de ação sistêmica e amplamente utilizado na cultura da cana-de-açúcar (GOMES et al., 2006; AGROFIT, 2014). O mesmo pertence ao grupo químico uréia e age inibindo o fotossistema II, atuando no transporte de elétrons o que acarreta clorose e necrose foliar (KERBAUY, 2004; RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

O herbicida ametrina, pertencente ao grupo das triazinas, apresentou redução de 38,45% na viabilidade do parasitismo, sendo classificado como levemente nocivo (classe 2) ao parasitoide. Em estudos com outros produtos do mesmo grupo químico também mostraram toxicidade leve ao parasitoide *T. pretiosum* e inocuidade à *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (HASSAN et al., 1987; STEFANELO Jr et al., 2008).

Apesar da inocuidade do fungo *M. anisopliae* ter sido relatada para os parasitoides *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) (AGÜERO; NEVES, 2014), *T. cacoeciae* (HASSAN et al., 1987), *T. pretiosum* (POTRICH et al., 2009) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (POLANCZYK et al., 2010), Potrich et al. (2009) e Broglio-Micheletti; Santos; Pereira-Barros (2006) registraram redução na viabilidade do parasitismo de *T. pretiosum* e *T. galloi*, respectivamente.

A razão sexual dos adultos de *T. galloi* emergidos de ovos de *D. flavipennella* não foi alterada quando os ovos do hospedeiro foram tratados no pré-parasitismo, variando entre 0,53 e 0,79. No entanto, houve diferença no número de adultos emergidos por ovo do hospedeiro, sendo o inseticida imidacloprido o que apresentou menor média de adultos/ovo (0,88 adultos/ovo) (Tabela 9). De acordo com Smaniotto et al. (2013), a razão sexual entre 0,5 e 0,8 é considerada satisfatória, uma vez que valores maiores ou menores que estes comprometem o controle biológico. Com relação a proporção do número de adultos/ovo Dias-Pini et al. (2012), estudando a biologia deste parasitoide, registraram média de 2,4 adultos/ovo de *D. flavipennella*.

Com relação aos dados de viabilidade dos ovos tratados após o parasitismo, observou-se que o período de ovo-larva do parasitoide apresentou menor média para o inseticida imidacloprido, com 29,09% de emergência do parasitoide, não diferindo do fipronil (38,36%) e metribuzim (37,42%) (Tabela 10). O efeito do herbicida metribuzim quando pulverizado sobre ovos de *D. saccharalis* antes do parasitismo por *T. galloi* foi avaliado por Broglio-Micheletti; Santos; Pereira-Barros (2006) que também observaram redução na emergência do parasitoide.

No período de pré-pupa do parasitoide o inseticida imidacloprido foi o que mais afetou a emergência, apresentando 24,39% de viabilidade do parasitismo e diferindo dos demais tratamentos. Os ovos tratados no período de pupa obtiveram viabilidade máxima de 77,86% para dicloreto de paraquat, sendo a menor taxa de 50,03% de viabilidade ocasionada pelo herbicida tebutiurum (Tabela 10).

Tabela 10 - Viabilidade do parasitismo de *Trichogramma galloi* após a imersão de ovos de *Diatraea flavipennella* contendo as fases de ovo-larva, pré-pupa e pupa do parasitoide. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.

Tratamento	Viabilidade (%)		
	Ovo-larva	Pré-pupa	Pupa
Dicloreto de paraquat	41,11 ± 2,76 a	51,14 ± 3,71 a	77,86 ± 1,49 a
Metribuzim	37,42 ± 4,07 ab	46,51 ± 4,16 a	62,26 ± 3,26 ab
Tebutiurum	45,09 ± 3,76 a	48,01 ± 4,18 a	50,03 ± 7,41 ab
Ametrina	41,56 ± 7,29 a	47,53 ± 3,51 a	67,71 ± 7,41 ab
Imidacloprido	29,09 ± 5,26 b	24,39 ± 6,05 c	58,41 ± 6,51 b
Fipronil	38,36 ± 7,20 ab	46,32 ± 7,76 a	63,95 ± 4,79 ab
<i>M. anisopliae</i>	41,13 ± 7,20 a	49,12 ± 5,17 a	68,19 ± 4,29 ab
Testemunha (água+ Tween [®])	70,89 ± 6,30 c	73,34 ± 5,90 b	78,11 ± 4,13 a
Testemunha (água)	75,23 ± 4,76 c	72,23 ± 3,26 b	79,03 ± 4,01 a
C.V. (%)	23,12	21,04	19,79

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). Fonte: Autora, 2015.

Todos os produtos fitossanitários testados na fase de ovo-larva do parasitoide foram classificados como levemente nocivos (classe 2), com exceção do inseticida imidacloprido o qual foi moderadamente nocivo (classe 3) para esta fase do desenvolvimento. Apenas o herbicida dicloreto de paraquat foi classificado como inócuo (classe 1) na fase de pré-pupa.

Na fase seguinte, todos os produtos testados foram inócuos ao parasitoide *T. galloi* (Tabela 11).

O inseticida imidacloprido tem sido reportado por alguns autores como sendo nocivo a *Trichogramma chilonis* Ishii, *T. cacoeciae* March. e *T. brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (PREETHA et al., 2010; SABER, 2011). Em estudos desenvolvidos por Moura; Carvalho; Rigitano (2005) este inseticida promoveu a redução da emergência de adultos de *T. pretiosum* quando ovos de *A. kuehniella* foram tratados em suas diversas fases imaturas.

Por outro lado, a inocuidade de imidacloprido foi observada por alguns autores, como Carvalho et al. (2010) que avaliaram o efeito residual e subletal de imidacloprido e classificaram-no como inócuo a *T. pretiosum* e Wang et al. (2013) que consideraram imidacloprido seguro à *Trichogramma confusum* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Segundo Takahashi et al. (1998), os inseticidas do grupo dos neonicotinoides apresentam toxicidade variável de acordo com o grupo ou espécie de inseto. Em geral, notou-se que a fase de ovo-larva do parasitoide é a mais suscetível à toxicidade dos produtos fitossanitários testados, sendo a fase de pupa a menos afetada. De acordo CÔNSOLI; Botelho; Parra (2001) a redução da toxicidade do produto aos estágios finais de desenvolvimento (pré-pupa e pupa) pode está relacionada à menor sensibilidade destas etapas a esses produtos químicos.

Tabela 11 - Efeito de produtos fitossanitários (E) na redução da viabilidade de *Trichogramma galloi* observada após tratamentodos ovos de *Diatraea flavipennella* contendo as diferentes fases de desenvolvimento do parasitoide. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.

Tratamento	Ovo-larva		Pré-pupa		Pupa	
	E (%) ¹	Classe ²	E (%)	Classe	E (%)	Classe
Dicloreto de paraquat	45,35	2	29,20	1	1,48	1
Metribuzim	50,26	2	35,61	2	21,22	1
Tebutiurum	40,09	2	33,53	2	24,04	1
Ametrina	44,75	2	34,20	2	14,32	1
Imidacloprido	61,33	3	66,23	2	26,09	1
Fipronil	49,01	2	35,87	2	19,08	1
<i>M. anisopliae</i>	41,98	2	33,02	2	12,70	1

¹E (%) = (1-Vt/Vc) x 100 (MANZONI et al., 2007); ²Classe 1 - inócuo (E < 30%), classe 2 - levemente nocivo (30%≤E≤79%), classe 3 - moderadamente nocivo (80 %≤E≤90 %) e classe 4 - nocivo (E > 99%) (HASSAN, 1992; MANZONI et al., 2007).
Fonte: Autora, 2015

A razão sexual dos adultos provenientes de ovos tratados na fase de ovo-larva diferiu da testemunha, com exceção do dicloreto de paraquat. O inseticida imidacloprido afetou a razão sexual quando as posturas foram tratadas nas diferentes fases de desenvolvimento do parasitoide, sendo que os demais não causaram maiores efeitos quando tratados nas fases de pré-pupa e pupa (Tabela 12).

Tabela 12 - Razão sexual de *Trichogramma galloiei* em ovos de *Diatraea flavipennella* tratados com produtos químicos e fungo *Metarhizium anisopliae* nas fases ovo-larva, pré-pupa e pupa do parasitoide em pós-parasitismo. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.

Tratamento (i.a.) gramas há ⁻¹	Razão sexual		
	Ovo-larva	Pré-pupa	Pupa
Dicloreto de paraquat	0,80 ± 0,03 a	0,78 ± 0,13 a	0,64 ± 0,09 a
Metribuzim	0,72 ± 0,08 b	0,84 ± 0,05 a	0,61 ± 0,18 a
Tebutirom	0,78 ± 0,04 b	0,86 ± 0,07 a	0,80 ± 0,03 a
Ametrina	0,77 ± 0,02 b	0,70 ± 0,04 a	0,62 ± 0,19 a
Imidacloprido	0,33 ± 0,16 b	0,26 ± 0,17 b	0,40 ± 0,17 b
Fipronil	0,66 ± 0,17 b	0,88 ± 0,07 a	0,78 ± 0,16 a
<i>M. anisopliae</i>	0,73 ± 0,03 b	0,72 ± 0,02 a	0,76 ± 0,07 a
Testemunha (água+ Tween®)	0,81 ± 0,04 a	0,71 ± 0,03 a	0,78 ± 0,04 a
Testemunha (água)	0,82 ± 0,02 a	0,78 ± 0,04 a	0,76 ± 0,04 a
C.V. (%)	7,13	8,40	11,03

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). Fonte: Autora, 2015.

Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2003) ao observarem uma menor proporção de fêmeas para a geração F1 de *T. pretiosum* parasitando ovos de *A. kuehniella* tratados com imidacloprido, os mesmos obtiveram razão sexual de 0,55 para a fase de ovo-larva, 0,54 para pré-pupa e 0,55 para pupa.

Por outro lado, Moura; Carvalho; Rigitano (2005) registraram valores para a razão sexual de *T. pretiosum*, tratados com o mesmo inseticida, de 0,7 a 0,8. De modo geral, valores superiores a 0,5 para razão sexual representa um índice aceitável exigido no controle de qualidade de *Trichogramma* (NAVARRO, 1998). O número de adultos de *T. galloiei* emergidos por ovo de *D. flavipennella* no tratamento em pós-parasitismo foram menores para os inseticidas testados. Os herbicidas, em nenhuma fase de desenvolvimento causaram redução no número de adultos/ovo (Tabela 13).

Tabela 13 - Número de adultos de *Trichogramma galloi* por ovo de *Diatraea flavipennella* tratados com produtos fitossanitários nas fases ovo-larva, pré-pupa e pupa do parasitoide em pós-parasitismo. 25±2°C; 70±10% U.R. e 12h de fotofase.

Tratamento (i.a.) gramas há ⁻¹	Nº adulto/ovo		
	Ovo-larva	Pré-pupa	Pupa
Dicloreto de paraquat	1,95 ± 0,24 a	2,59 ± 0,56 a	2,71 ± 0,15 a
Metribuzim	1,73 ± 0,25 ab	2,79 ± 0,53 a	1,55 ± 0,41 ab
Tebutiurum	2,42 ± 0,42 a	2,25 ± 0,35 a	1,94 ± 0,14 ab
Ametrina	1,81 ± 0,21 ab	2,42 ± 0,45 a	1,48 ± 0,48 ab
Imidacloprido	0,24 ± 0,09 c	1,17 ± 0,44 a	0,61 ± 0,26 b
Fipronil	0,79 ± 0,20 bc	1,82 ± 0,18 a	1,36 ± 0,37 ab
<i>M. anisopliae</i>	2,20 ± 0,10 a	1,87 ± 0,25 a	2,07 ± 0,19 a
Testemunha (água+ Tween [®])	1,97 ± 0,30 a	2,17 ± 0,29 a	2,20 ± 0,14 a
Testemunha (água)	2,4 ± 0,33 a	2,07 ± 0,38 a	2,21 ± 0,26 a
C.V. (%)	15,69	23,06	22,61

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). Fonte: Autora, 2015

As diferenças da seletividade dos produtos fitossanitários para os mais diversos agentes de controle biológico confirmam a importância do estudo, uma vez que a ação desses produtos pode ser distinta para cada espécie (CARMO et al., 2009). Com relação a utilização do fungo *M. anisopliae* no controle das cigarrinhas *Mahanarva* spp. na cultura da cana-de-açúcar deverá ser realizada com critérios, uma vez que este produto poderá interferir, embora em menor proporção que os produtos químicos, no desempenho do parasitoide *T. galloi* quando na sua liberação para o controle da broca *D. flavipennella*. De modo geral, as informações fornecidas neste trabalho são úteis para a seleção de produtos fitossanitários os quais devem ser compatíveis ao inimigo natural *T. galloi*.

4.6 Conclusões

Nas condições em que este estudo foi realizado, conclui-se que:

- O herbicida dicloreto de paraquat é seletivo a *T. galloi* em condições de laboratório;
- Os produtos fitossanitários testados, com exceção do dicloreto de paraquat (classe 1), foram levemente nocivos (classe 2) à *T. galloi* quando ovos de *D. flavipennella* foram tratados antes do parasitismo;
- Os inseticidas imidacloprido e fipronil causaram redução na sobrevivência das fêmeas de *T. galloi* que entraram em contato com ovos tratados com estes produtos;
- Imidacloprido foi classificado como moderadamente nocivo à fase de ovo-larva de *T. galloi*;
- Dicloreto de paraquat é seletivo a fase de pré-pupa e pupa do parasitoide *T. galloi*;
- Os produtos metribuzim, tebutiuram, ametrina, imidacloprido e fipronil apresentaram efeitos negativos em pelo menos dois estágios de desenvolvimento de *T. galloi* devendo ser utilizado com cautela na cultura.

4.7 Referências bibliográficas

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 16 jan.2014.

AGÜERO, M.A.F.; NEVES, P.M.O.J. Seletividade de *Metarhizium anisopliae* a *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Investigacion Agraria**, v. 16, p. 21-28, 2014.

ALVES, S.B.; MORAES, S.A. Quantificação de inóculo de patógenos de insetos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle Microbiano de Insetos**. Piracicaba: FEALQ, p.765-777, 1998.

ANTIGO, M.R.et al. Repelência de produtos fitossanitários usados na cana-de-açúcar e seus efeitos na emergência de *Trichogramma galloi*. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, p. 910-916, 2013.

ARAÚJO, J.R. et al. Nova dieta artificial para criação da *Diatraea saccharalis* (Fabr.). **Saccharum APC**, v. 36, p. 45-48, 1985.

BELDEN, J.B; LYDY, M.J. Impact of atrazine on organophosphate insecticide toxicity. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 19, p. 2266–2274, 2000.

BOTELHO, P.S.M. et al. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Annalsofthe Entomological Society**,v.28, p. 491-496, 1999.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; SANTOS, A. D. J. N.; PEREIRA-BARROS, J. L. Ação de alguns produtos fitossanitários para adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hyenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1051-1055, 2006.

CARMO, E.L. et al. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, v.39, p.2293-2300, 2009.

CARMO, E.L. et al. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, p.283-290, 2010.

CARVALHO, F. T. et al. Controle de dez espécies daninhas em cana-de-açúcar com o herbicida mesotrione em mistura com ametryn e metribuzin. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 585-590, 2010.

CARVALHO, G. A. et al. Avaliação da seletividade de inseticidas utilizados na tomaticultura a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecossistema**, v. 28, p. 23-30, 2003.

CASTILHOS, R.V. et al. Seletividade de agrotóxicos utilizados em pomares de pêssigo a adultos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 73-80, 2011.

CÔNSOLI, F.L., ROSSI, M.M.; PARRA, J.R.P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, p. 271-275, 1999.

CÔNSOLI, F.L.; BOTELHO, P.S.M; PARRA, J.R.P. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, 125, 37-43, 2001.

COUTINHO, C.F.B. et al. Pesticidas: mecanismo de ação, degradação e toxidez. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.15, p. 65-72, 2005.

DAVIES, A. P.; PUFKE, U. S.; ZALUCKI, M. P. *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ecology in a tropical Bt transgenic cotton cropping system: sampling to improve seasonal pest impact estimates in the Ord River irrigation area, Australia. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, p. 1018-1031, 2009.

DEGRANDE, P.E. et al. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 71-93.

DIAS-PINI, N. da S. et al. Biological characteristics of *Telenomus alecto* and *Trichogramma galloi* reared on eggs of the sugarcane borer *Diatraea flavipennella*. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, p. 515-518, 2012.

GOMES, M. A. F. et al. Movimento do herbicida tebuthiuron em dois solos representativos das áreas de recarga do aquífero Guarani. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p. 479-483, 2006.

GOMES, S. M.; PARRA, J. R. P. **The parasitization as a tool for factitious host selection for *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley.** Berlin: Mitteilungen-Biologischen Bundesanstalt Fur Land-Und Forstwirtschaft, 1998, p. 13-24.

HASSAN, S. A. et al. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M. P. et al. (Ed.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods.** Reinheim: IOBC/WPRS, 2000. p. 107-119.

HASSAN, S. A.; ABDELGADER, H. A sequential testing program to assess the effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae) Pesticides and Beneficial Organisms. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 24, p. 71-81, 2001.

HASSAN, S.A. et al. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS – Working Group. "Pesticides and Beneficial Organisms". **Zeitschrift für angewandte Entomologie**, v.103, p. 92-107, 1987.

HASSAN, S.A. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*. In: HASSAN, S.A. **Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms:** description of test methods. IOBC/WPRS Bulletin, Montfavet, v.15, p.18-39, 1992.

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico.*** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-205.

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

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.

LEWIS, W.J. et al. Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothis zea* and other hosts. **Environmental Entomology**, v. 5, p. 449-452, 1976.

MANZONI, C. G. et al. Seletividade de Agroquímicos utilizados na produção integrada de maçã aos parasitoides *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatan & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **BioAssay**, v.2, p. 1-11, 2007.

MARTINS, T. Herbicida Paraquat: conceitos, modo de ação e doenças relacionadas **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 34, p. 175-186, 2013.

MOURA, A.; CARVALHO, G.; RIGITANO R. Efeito residual de novos inseticidas utilizados no tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera) Trichogrammatidae. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.6, p. 231-237, 2004.

MOURA, A.P.; CARVALHO, G.A.; RIGITANO, R.L.O. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do tomateiroa *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.40, p.203-210, 2005.

NAVARRO, M.A. *Trichogramma spp. proccción, uso y manejo em Colombia*. Guadalajara de Buga: Imprectec,1998. 176p.

OLIVEIRA, H.N. et al. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera:Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1267-1274, 2013.

PARRA, J. R. P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S.B. (Ed.). Controle Microbiano de Insetos. São Paulo: Manole, 1986. p. 348-373.

PERON, A. P. et al. Ação tóxica do herbicida paraquat sobre o homem. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, v. 7, 2003.

PINTO, J.D. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. In: PARRA, J.R.P; ZUCCHI, R.A. (eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 13-39.

POLANCZYK, R. A.et al. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin nos parâmetros biológicosde *Trichogramma atopovirilia*Oatman&Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 1412-1416, 2010.

POTRICH, M. et al. Seletividade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 822-826, 2009.

PREETHA, G. et al. Impact of chloronicotinyl insecticide, imidacloprid on egg, egg-larval and larval parasitoids under laboratory conditons.**Journal of plant protection research**, v. 50, 2010.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de Herbicidas**. Londrina: Grafmarke, 2005. 592 p.

SABER, M. Acute and population level toxicity of imidacloprid and fenpyroximate on an important egg parasitoid, *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecotoxicology**, v.20, p.1476-1484, 2011.

SANTOS, A.C.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F. Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais. In: PINTO, A.S. et al. (Ed.). **Controle biológico de pragas na prática**.Piracicaba: CP2, 2006. p.221-227.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics: version 8.2. 6.Ed. Cary, 2001. 201p.

SMANIOTTO, L.F. et al. Seletividade de produtos alternativos a *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34,p. 3295-3306, 2013.

STEFANELLO Jr, G.J. et al. Seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho a adultos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **PlantaDaninha**, v. 26, p. 343-351, 2008.

STERK, G. et al. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Bio Control**, v. 44, p. 99-117, 1999.

TAKAHASHI, H. et al. Development of a new insecticide, acetamiprid. **Journal of Pesticide Science**, v.23, p.193-200, 1998.

WANG, Y. et al. Susceptibility to Selected Insecticides and Risk Assessment in the Insect Egg Parasitoid *Trichogramma confusum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) **Journal of Economic Entomology**,v. 106, p. 142-149, 2013.

5 RESPOSTA DE *Cotesia flavipes* (CAMERON, 1981) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) A VOLÁTEIS DE CANA-DE-AÇÚCAR INFESTADAS POR *Diatraea flavipennella* BOX, 1931 E *D. saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

5.1 RESUMO

A herbivoria induz a emissão de compostos voláteis orgânicos e envolve o recrutamento de inimigos naturais. Fêmeas de *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) localizam plantas infestadas pelo seu hospedeiro *Diatraea* spp. através de estímulos olfativos. Os voláteis induzidos após o ataque dos herbívoros dependem da planta, do herbívoro e do seu estágio de desenvolvimento. O objetivo deste estudo foi investigar as respostas de *C. flavipes* aos voláteis de plantas de cana-de-açúcar saudáveis e atacadas por *Diatraea flavipennella* Box, 1931 e *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e, elucidar uma possível preferência do parasitoide pelos voláteis liberados pelo ataque do seu hospedeiro natal, *D. saccharalis*. Para o bioensaio de comportamento, utilizou-se o olfatômetro de tubo Y para avaliar os compostos voláteis orgânicos coletados de plantas de cana-de-açúcar atacada, separadamente, por ambas as espécies. Os resultados mostraram que *C. flavipes* não teve preferência pelos compostos voláteis emitidos da infestação da broca *D. saccharalis* em plantas de cana-de-açúcar. O tempo gasto na procura pelos odores confirmaram a não preferência, sendo este semelhante para a escolha de voláteis de ambas espécies pelo parasitoide.

Palavras-chaves: Semioquímicos. Olfatômetro. Preferência. Brocas da cana-de-açúcar.

5.2 ABSTRACT

The herbivory induces the emission of volatile organic compounds and involves the recruitment of natural enemies. Females of *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) located plants infested by its host *Diatraea* spp. By olfactory stimuli. Induced volatiles after herbivore attack depend on the plant, herbivore and its stage of development. The objective of this study was to investigate the responses of *C. flavipes* volatile healthy sugarcane plants and attacked by *Diatraea flavipennella* Box, 1931 and *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) and elucidate a possible preference of the parasitoid by volatiles released by the attack of his native host, *D. saccharalis*. To conduct the bioassay used to Y-tube olfactometer to evaluate the volatile organic compounds collected from plant sugarcane attacked separately by both species. The results showed that *C. flavipes* has no preference for volatile compounds emitted from borer infestation *D. saccharalis* in sugarcane plants. The timespent searching for the confirmed non-preference odor, which is similar to the choice of volatile species from both the parasitoid.

Keywords: Semiochemicals. Olfactometer. Preference. Sugarcane borer

5.3 Introdução

As plantas desenvolveram uma variedade de mecanismos de defesa para resistir aos danos e estresse causados por patógenos e herbívoros, bem como por fatores abióticos (BIRKETT et al., 2000). Dentre estes mecanismos, a defesa induzida por herbívoros se manifesta após as injúrias e pode ser desencadeada por atividade alimentar ou de oviposição (DICKE; SABELIS, 1988).

A defesa induzida pode afetar diretamente o herbívoro através da produção de compostos químicos do metabolismo secundário ou, indiretamente, por meio da produção de compostos voláteis que atuam como indicadores aos inimigos naturais na localização das plantas com seu hospedeiro (DICKE et al., 1998; AGRAWAL et al., 2002; TURLINGS; WÄCKERS, 2004; DICKE; BALDWIN, 2010).

As brocas da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) e *Diatraea flavipennella* Box, 1931 (Lepidoptera: Crambidae) são importantes pragas dos canaviais do Brasil. A primeira espécie apresenta distribuição generalizada em todos os Estados produtores, enquanto a segunda passou a restringir-se aos canaviais da região Nordeste (MENDONÇA et al., 1996; PINTO; CANO; SANTOS, 2006).

O controle dessas brocas é realizado por meio de liberações do endoparasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cameron, 1981) (Hymenoptera: Braconidae), o qual vem sendo produzido e liberado desde 1974 em todo país (BOTELHO; MACEDO, 2002).

Nos últimos anos foi registrado o deslocamento gradativo da broca *D. saccharalis* pela broca *D. flavipennella*, no Nordeste do Brasil (FREITAS et al., 2006). As razões que expliquem o motivo deste deslocamento são ainda desconhecidas.

Situação similar tem ocorrido com outras brocas que infestam plantas da família Poaceae. No México, *Diatraea magnifactella* Dyar tornou-se a broca mais abundante na cultura da cana-de-açúcar deslocando as brocas *D. saccharalis* e *Eoreuma loftini* (Dyar) (Lepidoptera: Crambidae) (RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE et al., 2011).

Na cultura do milho, Rodríguez-del-Bosque; Reyes-Méndez (2013) registraram o deslocamento de *Diatraea lineolata* (Walker) e *D. saccharalis* pela broca *E. loftini* no México. Tal fenômeno foi atribuído, em parte, ao sucesso da liberação e estabelecimento de *C. flavipes* sobre *D. saccharalis*.

Sabe-se que as fêmeas de *C. flavipes* localizam as plantas infestadas pelo hospedeiro por meio de estímulos olfativos (VET; DICKE, 1992). De acordo com Potting; Vet; Dicke

(1995), a maior fonte de voláteis do complexo planta-hospedeiro é o colmo atacado pela lagarta e as fezes produzidas.

Os voláteis induzidos após o ataque dos herbívoros apresentam grande variabilidade e dependem da espécie da planta, do herbívoro e do seu estágio de desenvolvimento (DE MORAES et al., 1998; VAN DEN BOOM et al., 2004; YONEYA; KUGIMIYA; TAKABAYASHI, 2009).

Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar as respostas de *C. flavipes* aos voláteis emitidos de plantas de cana-de-açúcar quando atacadas por *D. flavipennella* e *D. saccharalis*. Com isso, pretende-se elucidar se há preferência do parasitoide por *D. saccharalis*, uma vez que esta foi suprimida dos canaviais do Nordeste brasileiro.

5.4 Material e Métodos

5.4.1 Plantio da cana-de-açúcar

Colmos da variedade SP791011 e o substrato para plantio foram cedidos pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA), localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL. O plantio foi realizado quinzenalmente em copos plásticos (500 mL), os quais foram mantidos em casa de vegetação com condições de temperatura (28 ± 2 °C), umidade ($70\pm 5\%$), luz e rega adequadas (Figura 4). Ao atingirem os 30 dias de plantio, as mudas que se desenvolveram adequadamente foram utilizadas no experimento.

Figura 4 - Plantas de cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* L. em casa de vegetação.



Fonte: Autora, 2015.

5.4.2 Obtenção e criação de *Diatraea* spp. e *C. flavipes*

As espécies de *D. flavipennella* e de *D. saccharalis* foram obtidas do Laboratório da Usina Santo Antônio, São Luiz do Quitunde, AL e, o parasitoide *C. flavipes* foi cedido pela Fitoagro controle biológico LDTA. A criação de *Diatraea* spp. se deu no Laboratório de Entomologia Agrícola do CECA, em que as lagartas foram alimentadas com dieta artificial de Hensley; Hammond (1968), modificada por Araújo et al. (1985). Lagartas e pupas foram mantidas a $27\pm 2^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$ de U.R e 12 horas de fotofase. Os adultos foram colocados em gaiolas de PVC, medindo 20 cm x 22 cm (diâmetro e altura) revestidas internamente com papel sulfite servindo de substrato para oviposição. No interior da gaiola foi oferecida solução de mel (5%) e água como alimento aos adultos. Os ovos obtidos foram desinfestados com soluções de formol (3%) e sulfato de cobre (1%), colocados para secar, e em seguida armazenados em câmara úmida até seu escurecimento e posterior eclosão das lagartas. As condições de acondicionamento dos adultos foide $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$ de U.R e 12 horas de fotofase.

5.4.3 Coleta e extração dos compostos voláteis da cana-de-açúcar

Para coleta dos compostos voláteis, três grupos de plantas de mesma idade fenológica foram separados. O primeiro grupo foi infestado com lagartas de *D. flavipennella*, o segundo com *D. saccharalis* e o terceiro grupo sem infestação. Foram utilizadas três lagartas por planta, estando estas no 3º ínstar de desenvolvimento larval e sem alimentação por um período de 24 horas.

Após a infestação foi realizada a aeração das plantas em que a parte aérea das mesmas foi envolvida em saco plástico de poliéster (Figura 5) (STEWART-JONES; POPPY, 2006), nos quais foi conectado um filtro com carvão ativado para limpeza do ar que entra no saco, e um filtro de resina com Porapak Q (80/100 mesh, 0,05 g, Supelco) onde os compostos orgânicos voláteis ficaram adsorvidos.

A aeração foi realizada com auxílio de um compressor, que injeta 500mL/min/planta, e uma bomba de sucção que recolhe o ar numa taxa de fluxo de 400mL/min/planta. As plantas foram aeradas por 24 horas. Após este período os traps contendo o Porapak com os voláteis aderidos foram eluídos com 1 mL de hexanoe coletados em tubos de vidro francke-vials sendo em seguida armazenados em freezer a -20°C .

Figura 5 - Aeração das plantas de cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* L.



Fonte: Autora, 2015.

5.4.4 Bioensaio em olfatômetro

Neste bioensaio, foi avaliada a resposta olfativa de *C. flavipes* aos voláteis extraídos de plantas atacadas por *D. flavipennella*, *D. saccharalis* e plantas sem ataque utilizando olfatômetro de tubo Y. Os testes foram realizados no Laboratório de Produtos Naturais do Instituto de Química e Biotecnologia (IQB) da UFAL a $24\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ U.R. e 12 horas de fotofase seguindo metodologia descrita por Mesquita et al. (2011).

Utilizou-se um olfatômetro de tubo Y, o qual consiste em um tubo de vidro em forma de Y com fluxo de ar constante ao longo do instrumento (Figura 6). Alíquotas da coleção de voláteis ($10\mu\text{L}$) foram absorvidas em discos de papel de filtro e imediatamente introduzidas na câmara. Na câmara de inseto, foram liberados os parasitoides e observados o movimento dos mesmos na direção dos odores sendo o tempo em que o inseto atingiu a fonte de odor registrado. Um fluxo de ar induzido por uma bomba de aquário foi introduzido na câmara deixando passar um fluxo constante de $250\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ por um período de 10min.

Foram realizados os seguintes testes: 1. Voláteis de plantas infestadas com *D. flavipennella* x hexano puro; 2. Voláteis de plantas infestadas com *D. saccharalis* x hexano puro; 3. voláteis de plantas saudáveis x hexano puro e 4. Voláteis de plantas infestadas com *D. flavipennella* x Voláteis de plantas infestadas com *D. saccharalis*.

Figura 6 - Olfatômetro de tubo Y utilizado no bioensaio de preferência com *Cotesia flavipes*.



Fonte: Autora, 2015.

Nos ensaios, as posições das amostras foram invertidas para evitar efeito de habituação. No intervalo entre os testes, o olfatômetro foi lavado com detergente neutro e etanol e, em seguida, aquecido a 100°C durante uma hora para evitar contaminação cruzada dos materiais de teste. Foram realizadas 20 repetições para cada amostra sendo empregada uma fêmea de *C. flavipes* por repetição, totalizando 200 fêmeas por teste.

5.4.5 Análise estatística

Os dados obtidos nos testes com olfatômetro foram comparados empregando-se a hipótese de ausência de escolha através do PROC FREQ do SAS (SAS Institute 1999-2001) e interpretado pelo teste de χ^2 a 5% de significância. O tempo médio gasto pelas fêmeas na escolha pelos odores foi submetido à análise de variância e suas médias comparadas através da ANOVA do SAS (SAS Institute 1999-2001).

5.5 Resultados e Discussão

Os dados de frequência demonstraram a atração de fêmeas do parasitoide *C. flavipes* por voláteis de plantas de cana-de-açúcar saudáveis, ou seja, sem infestação em relação ao controle (hexano) ($\chi^2 = 0,0020$). Com relação aos voláteis das plantas infestadas pelas brocas *D. flavipennella* e *D. saccharalis* estes também foram atrativos para o parasitoide em comparação ao controle (hexano), registrando uma frequência de resposta do parasitoide de 77 e 70%, respectivamente (Tabela 14). Estes resultados evidenciaram que, as plantas que foram danificadas por herbívoros são claramente mais atrativas para o parasitoide que as plantas não danificadas.

Assim como os resultados encontrados neste trabalho, Mesquita et al. (2011) e Obonyo et al. (2008) também constataram maior atração de *C. flavipes* por plantas de cana-de-açúcar de diferentes variedades e infestadas pela broca do que pelas plantas saudáveis ou pelo controle. Outros autores como Ngi-Song et al. (1996) e Potting et al. (1995) também observaram este comportamento.

Os resultados indicaram uma não preferência do parasitoide pelos voláteis liberados de plantas infestadas com *D. flavipennella* ou *D. saccharalis* ($\chi^2 = 0,7773$) (Tabela 14). Sendo a hipótese de que o parasitoide poderia ter um comportamento de preferência pelo seu hospedeiro natal *D. saccharalis*, rejeitada, confirmando assim os resultados encontrados por Silva et al. (2012), que testaram a preferência de fêmeas de *C. flavipes* utilizando pistas olfativas das formas larvais das brocas *D. flavipennella* e *D. saccharalis*.

Geervliet; Vet; Dicke (1996) estudaram a preferência das espécies *Cotesia glomerata* (L.) e *Cotesia rubecula* (Marshall) (Hymenoptera: Braconidae) a espécies do gênero *Pieris*, e observaram que ambos parasitoides preferiram plantas danificadas por herbívoros a plantas sem danos. Observaram também que, nem *C. rubecula* e nem *C. glomerata* discriminaram entre plantas infestadas por diferentes espécies de lagartas nem mesmo entre plantas infestadas por espécies hospedeira ou não hospedeira.

Por outro lado, comparando este estudo com outro sistema tritrófico que envolve o repolho, o hospedeiro do gênero *Pieris* e o parasitoide do gênero *Cotesia* Wiskerke; Vet (1994) mostraram que *C. rubecula* discrimina entre plantas infestadas por *Pieris brassicae* (Lepidoptera: Pieridae) e plantas infestadas por *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae), pousando mais frequentemente no último. Este estudo demonstrou uma preferência do parasitoide pelo hospedeiro *P. rapae*.

Em geral, os dados demonstram que *C. flavipes* preferiu os compostos orgânicos voláteis extraídos das plantas, infestadas ou não, do que o controle (hexano). Estes resultados confirmam o fato de que fêmeas do parasitoide são mediadas por estímulos olfativos para localização de seus hospedeiros e que não há preferência pelos voláteis emitidos por ambos hospedeiros estudados.

Tabela 14 - Porcentagem de frequência da resposta olfativa de *Cotesia flavipes*, em olfatômetro de tubo Y, aos voláteis extraídos de plantas sem infestação (testemunha), plantas infestadas com *Diatraea flavipennella*, com *Diatraea saccharalis* e preferência entre os hospedeiros. 24±2°C, 70±10% U.R. e 12 horas de fotofase.

Fonte de odor	Tratamento	Frequência (%)	χ^2
Testemunha	Testemunha	66,11	0,0020
x Hexano	Hexano	33,89	
<i>D. flavipennella</i>	<i>D. flavipennella</i>	77,00	<0,0001
x Hexano	Hexano	23,00	
<i>D. saccharalis</i>	<i>D. saccharalis</i>	70,00	0,0003
x Hexano	Hexano	30,00	
<i>D. flavipennella</i>	<i>D. flavipennella</i>	52,00	0,7773
x <i>D. saccharalis</i>	<i>D. saccharalis</i>	48,00	

Fonte: Autora, 2015.

Observou-se que o tempo gasto para as fêmeas de *C. flavipes* realizarem a primeira escolha foi menor para os voláteis de plantas infestadas ou não infestadas do que para o controle, representado pelo hexano (Tabela 15).

O tempo para o parasitoide atingir os voláteis das plantas não infestadas não diferiu do controle ($p=0,4748$), assim como o tempo de escolha entre os voláteis de plantas infestadas com as espécies *D. flavipennella* e *D. saccharalis* também não diferiram ($p=0,7101$). Silva et al. (2012) demonstraram que, independente das fêmeas serem criadas em lagartas de *D. saccharalis* e *D. flavipennella* levaram o mesmo tempo para escolher entre os dois hospedeiros.

As plantas infestadas com os respectivos hospedeiros apresentaram diferença significativa quando comparada ao controle (hexano).

O tempo gasto para o parasitoide escolher entre os hospedeiros *D. flavipennella* e *D. saccharalis* foi de 128,23” e 121,13”, respectivamente. Estes valores confirmam a não preferência do parasitoide por seu hospedeiro natal, sendo o mesmo atraído igualmente para ambos tratamentos.

Tabela 15 - Tempo médio, em segundos, da primeira escolha das fêmeas de *Cotesia flavipes* aos voláteis extraídos de plantas sem infestação (testemunha), plantas infestadas com *Diatraea flavipennella*, com *Diatraea saccharalis* e entre os dois hospedeiros. 24±2°C, 70±10% U.R. e 12 horas de fotofase.

Fonte de odor	Tratamento	Tempo médio (s)	Valor p
Testemunha	Testemunha	131,6 ± 8,59	0,4748
x Hexano	Hexano	141,64 ± 11,06	
<i>D. flavipennella</i>	<i>D. flavipennella</i>	75,92 ± 5,86	<0,0001
x Hexano	Hexano	152,43 ± 13,41	
<i>D. saccharalis</i>	<i>D. saccharalis</i>	110,56 ± 9,88	0,0112
x Hexano	Hexano	166,21 ± 18,98	
<i>D. flavipennella</i>	<i>D. flavipennella</i>	128,23 ± 13,16	0,7101
x <i>D. saccharalis</i>	<i>D. saccharalis</i>	121,13 ± 13,79	

Fonte: Autora, 2015.

5.6 Conclusões

Nas condições em que este estudo foi realizado, conclui-se que:

- Os voláteis liberados por plantas de cana-de-açúcar infestadas por *D. flavipennella* e *D. saccharalis* são atraentes para o parasitoide *C. flavipes*;
- Plantas infestadas pelas brocas são claramente mais atrativas ao parasitoide do que aquelas não infestadas;
- Fêmeas do parasitoide *C. flavipes* não tiveram preferência pelo seu hospedeiro natal, *D. saccharalis*;
- *C. flavipes* possui capacidade de localizar ambos hospedeiros estudados.

5.7 Referências bibliográficas

AGRAWAL, A.A. et al. An ecological cost of plant defence: attractiveness of bitter cucumber plants to natural enemies of herbivores. **Ecology Letters**, v. 5, 377-385, 2002.

ARAÚJO, J.R. et al. Nova dieta artificial para criação da *Diatraea saccharalis* (Fabr.). **Saccharum APC**, v. 36, p. 45-48, 1985.

BIRKETT, M.A. et al. New roles for cis-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, p. 9329-9334, 2000.

BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J.R.P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 477-494.

DE MORAES, C. M.; LEWIS, W. J.; PARÉ, P. W.; ALBORN, H. T.; TUMLINSON, J. H. Herbivore-infested plants selectively attract parasitoids. **Nature**, v. 393, p. 570-573, 1998.

DICKE, M. et al. Plant-Phytoseiid Interactions Mediated by Herbivore-Induced Plant Volatiles: Variation in Production of Cues and in Responses of Predatory Mites. **Experimental and Applied Acarology**, v. 22, 311-333, 1998.

DICKE, M.; BALDWIN, I.T. The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles: beyond the 'cry for help'. **Trends Plant Science**, v.15, p.167-175, 2010.

DICKE, M; SABELIS, M.W. 1988. How plants obtain predatory mites as bodyguards. **Netherlands Journal Zoology**, v.38, p. 148-165, 1988.

FREITAS, M.R.T. et al. The predominance of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in sugar cane fields in the State of Alagoas, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 89, p. 539-540, 2006.

GEERVLIT, J.B.F.; VET, L.E.M.; DICKE, M. Innate responses of the parasitoids *Cotesia glomerata* and *C. rubecula* (Hymenoptera: Braconidae) to volatiles from different plant-herbivore complexes. **Journal of Insect Behavior**, v.9, p. 525-538, 1996.

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

MENDONÇA, A.F. et al. As brocas da cana-de-açúcar, *Diatraea* spp. (Lep., Pyralidae). In: MENDONÇA, A.F. (Ed.). **Guia das principais pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insetos & Cia, 1996. p. 3-48.

MESQUITA, F.L.T. et al. Influence of *Saccharum officinarum* (Poales: Poaceae) Variety on the Reproductive Behavior of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) and on the Attraction of the Parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). **Florida Entomologist**, v. 94, p. 420-427. 2011.

NGI-SONG, A.J. et al. Volatile infochemicals used in host and host habitat location by *Cotesia flavipes* Cameron and *Cotesia sesamiae* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), larval parasitoids of stem borers on Graminae. **Journal Chemical Ecology**, v. 22, p. 307–323, 1996.

OBONYO, M. et al. Location, acceptance and suitability of lepidopteran stem borers feeding on a cultivated and wild host-plant to the endoparasitoid *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v. 45, p. 36–47, 2008.

PINTO, A.S.; CANO, M.A.V.; SANTOS, E.M. **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006, 64p.

POTTING, R.P.J.; VET, L.E.M.; DICKE, M. Host microhabitat location location by stem borer parasitoid *Cotesia flavipes*: the role of herbivore volatiles and locally and systemically induced plant volatiles. **Journal Chemical Ecology**, v. 21, p. 525-539, 1995.

RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE, L. A.; REYES-MÉNDEZ, C. A. *Eoreuma loftini* Displaced *Diatraea lineolata* and *D. saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) as the Main Corn Stalkborer in Northern Tamaulipas, México. **Southwestern Entomologist**, v. 38, n. 1, p. 75-78, 2013.

RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE, L.A. et al. Competitive displacement among sugarcane stalk borers (Lepidoptera: Crambidae) in southern Tamaulipas, México. **Southwestern Entomologists**, v. 36, p. 467-469, 2011.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics: version 8.2. 6.Ed. Cary, 2001. 201p.

SILVA, C.C.M. et al. Preference of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, p. 23-27, 2012.

STEWART-JONES, A.; POPPY, G. M. Comparison of glass vessels and plastic bags for enclosing living plant parts for headspace analysis. **Journal of Chemical Ecology**, v. 32, p.845-864, 2006.

TURLINGS, T. C.; WÄCKERS. Recruitment of predators and parasitoids by herbivore-injured plants. **Advances in Insect Chemical Ecology**, v. 2, p.21-75, 2004.

VAN DEN BOOM, C.E.M. et al. Qualitative and quantitative variation among volatile profiles induced by *Tetranychusurticae* feeding on plants from various families. **Journal of Chemical Ecology**, v.30, 69–89, 2004.

VET, L.; DICKE, M. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, v.37, p.141-172, 1992.

WISKERKE, J.S.C.; VET, L.E.M. Foraging for solitarily and gregariously feeding caterpillars: A comparison of two related parasitoid species (Hymenoptera: Braconidae). **Journal Insect Behavior**, v.7, p. 585-603, 1994.

YONEYA, K.; KUGIMIYA, S.; TAKABAYASHI, J. Can herbivore-induced plant volatiles inform predatory insect about the most suitable stage of its prey? **Physiological Entomology**, v. 34, p. 379–386, 2009.

6 CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi realizado, conclui-se que:

- O parasitoide *T. galloi* apresenta uma possível preferência por ovos de *D. flavipennella* em testes com chance de escolha;
- *D. flavipennella* e *D. saccharalis* são hospedeiros igualmente adequados ao parasitismo por *T. galloi*;
- Os valores da tabela de vida de fertilidade indicam grande capacidade do parasitoide *T. galloi* em adicionar indivíduos/fêmea/dia nos hospedeiros *D. flavipennella* e *D. saccharalis*.
- O herbicida dicloreto de paraquat é seletivo a *T. galloi* em condições de laboratório;
- Todos os produtos fitossanitários testados, com exceção do dicloreto de paraquat (classe 1), foram levemente nocivo (classe 2) à *T. galloi* quando ovos de *D. flavipennella* foram tratados antes do parasitismo;
- Apenas os inseticidas imidacloprido e fipronil causaram redução na sobrevivência das fêmeas que entraram em contato com ovos tratados com estes produtos;
- Imidacloprido foi classificado como moderadamente nocivo à fase de ovo-larva;
- Dicloreto de paraquat é seletivo a fase de pré-pupa e pupa do parasitoide podendo ser utilizado dentro do MIP da cana-de-açúcar;
- Os demais produtos testados apresentaram efeitos negativos em pelo menos dois estágios de desenvolvimento de *T. galloi* devendo ser utilizado com cautela na cultura.
- Os voláteis liberados por plantas de cana-de-açúcar infestadas por *D. flavipennella* e *D. saccharalis* são atraentes para o parasitoide *C. flavipes*;
- Plantas infestadas pelas brocas são claramente mais atrativas ao parasitoide do que aquelas não infestadas;
- Fêmeas do parasitoide *C. flavipes* não tiveram preferência pelo seu hospedeiro natal, *D. saccharalis*;
- *C. flavipes* possui capacidade de localizar ambos hospedeiros estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAWAL, A.A. et al. An ecological cost of plant defence: attractiveness of bitter cucumber plants to natural enemies of herbivores. **Ecology Letters**, v. 5, 377-385, 2002.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 16 jan. 2014.
- AGÜERO, M.A.F.; NEVES, P.M.O.J. Seletividade de *Metarhizium anisopliae* a *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Investigacion Agraria**, v. 16, p. 21-28, 2014.
- ALVES, S.B.; MORAES, S.A. Quantificação de inóculo de patógenos de insetos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle Microbiano de Insetos**. Piracicaba: FEALQ, p.765-777, 1998.
- ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. The innate capacity for increase in numbers. In: ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. (Ed.). **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago Press, 1954. p. 31-54.
- ANTIGO, M.R. et al. 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.
- ARAÚJO, J.R. et al. Nova dieta artificial para criação da *Diatraea saccharalis* (Fabr.). **Saccharum APC**, v. 36, p. 45-48, 1985.
- BAI, B. et al. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 64, p. 37-48, 1992.
- BELDEN, J.B.; LYDY, M.J. Impact of atrazine on organophosphate insecticide toxicity. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 19, p. 2266-2274, 2000.
- BELLOWS JR, T.S.; VAN DRIESCHE, R.G.; ELKINTON, J.S. Life-table construction and Analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 37, p. 587-614, 1992.
- BENEDINI, M.S. Controle biológico de pragas na cana-de-açúcar. In: MARQUES, M.O.; MUTTON, M.A.; AZANIA, A.A.P.M.; TASSO Jr, L.C.; NOGUEIRA, G.A.; VALE, D.W. (Ed.). **Tópicos em tecnologia sucroalcooleira**. Jaboticabal: Multipress, 2006. p.101-120.

BIRKETT, M.A. et al. New roles for cis-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, p.9329–9334, 2000.

BNDES e CGEE. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: BNDES, 2008. 316 p.

BOTELHO, P.S.M. et al. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Annals of the Entomological Society**, v.28, p. 491-496, 1999.

BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J.R.P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 477-494.

BOURCHIER, R. S.; SMITH, S. M. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 80, p. 461–468, 1996.

BOWEN, W.R.; STERN, V.M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifunatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.59, p.823-834, 1966.

BREWER, F.D.; KING, E.G. Food consumption and utilization by sugarcane borers parasitized by *Apanteles flavipes*. **Journal Georgia Entomology**, v. 16, p. 181-185, 1981.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; SANTOS, A. D. J. N.; PEREIRA-BARROS, J. L. Ação de alguns produtos fitossanitários para adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1051-1055, 2006.

CAMPOS-FARINHA, A.E. DE C. Biologia reprodutiva de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). Rio Claro: 1996. 97p. [Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências UNESP].

CARMO, E.L. et al. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitóide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, v.39, p.2293-2300, 2009.

CARMO, E.L. et al. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da

soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, p.283-290, 2010.

CARPENTER, J.R.; JEWETT, D. K. Influence of Herbivore-Damaged Corn and Cotton in the Field Recruitment of Braconid Parasitoids from Feral Populations. **The Florida Entomologist**, v. 86, p. 233-238, 2003.

CARVALHO, F. T. et al. Controle de dez espécies daninhas em cana-de-açúcar com o herbicida mesotrione em mistura com ametryn e metribuzin. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 585-590, 2010.

CARVALHO, G. A. et al. Avaliação da seletividade de inseticidas utilizados na tomaticultura a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecossistema**, v.28, p.23-30, 2003.

CASTILHOS, R.V. et al. Seletividade de agrotóxicos utilizados em pomares de pêsego a adultos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 73-80, 2011.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A. et al. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): A reference study for the regulation of genetically modified cultivars. **Tropical Plant Biology**, v. 4, p. 62-89, 2011.

COBERT, S.A. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. **Ecological Entomology**, v.10, p.143-153, 1985.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). 2014. Safra da cana-de-açúcar. Disponível em: < www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>. Acesso em: 20 out. 2014.

CÔNSOLI, F.L., ROSSI, M.M; PARRA, J.R.P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, p. 271-275, 1999.

CÔNSOLI, F.L.; BOTELHO, P.S.M; PARRA, J.R.P. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, 125, 37-43, 2001.

COPERSUCAR. 1982. Entomologia – Produção de parasitos da broca. In Resumos do 1º Seminário de Tecnologia Agrônômica, Piracicaba.

COUTINHO, C.F.B. et al. Pesticidas: mecanismo de ação, degradação e toxidez. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.15, p. 65-72, 2005.

DAVIES, A. P.; PUFKE, U. S.; ZALUCKI, M. P. *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ecology in a tropical Bt transgenic cotton cropping system: sampling to improve seasonal pest impact estimates in the Ord River irrigation area, Australia. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, p. 1018-1031, 2009.

DE MORAES, C. M.; LEWIS, W. J.; PARÉ, P. W.; ALBORN, H. T.; TUMLINSON, J. H. Herbivore-infested plants selectively attract parasitoids. **Nature**, v. 393, p. 570-573, 1998.

DEGRANDE, P.E. et al. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 71-93.

DIAS, N.S.; PARRA, J.R.P.; DIAS, C.T.S. Tabela de vida de fertilidade de três espécies neotropicais de Trichogrammatidae em ovos de hospedeiros alternativos como critério de seleção hospedeira. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.54, p.120–124, 2010.

DIAS-PINI, N. da S. et al. Biological characteristics of *Telenomus alecto* and *Trichogramma galloi* reared on eggs of the sugarcane borer *Diatraea flavipennella*. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, p. 515–518, 2012.

DICKE, M. et al. Plant-Phytoseiid Interactions Mediated by Herbivore-Induced Plant Volatiles: Variation in Production of Cues and in Responses of Predatory Mites. **Experimental and Applied Acarology**, v. 22, 311-333, 1998.

DICKE, M.; BALDWIN, I.T. The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles: beyond the ‘cry for help’. **Trends Plant Science**, v.15, p.167-175, 2010.

DICKE, M.; SABELIS, M.W. How plants obtain predatory mites as bodyguards. **Journal of Zoology**, v. 38, p. 148-165, 1988.

DINARDO-MIRANDA, L.L. et al. Reação de cultivares de cana-de-açúcar à broca do colmo. **Bragantia**, v. 72, p.29-34, 2013.

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

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2010, 882p.

FONSECA, P.R.B. et al. Seletividade de inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes sobre o solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, p. 304-309, 2008.

FREITAS, M.R.T. et al. The biology of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) reared under laboratory conditions. **Florida Entomologist**, v. 90, p. 309-313, 2007.

FREITAS, M.R.T. et al. The predominance of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in sugar cane fields in the State of Alagoas, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 89, p. 539-540, 2006.

GEERVLIET, J.B.F.; VET, L.E.M.; DICKE, M. Innate responses of the parasitoids *Cotesia glomerata* and *C. rubecula* (Hymenoptera: Braconidae) to volatiles from different plant-herbivore complexes. **Journal of Insect Behavior**, v.9, p. 525-538, 1996.

GINGRAS, D.; DUTILLEUL, P.; BOIVIN, G. Modeling the impact of plant structure on host-finding behavior of parasitoids. **Oecologia**, v.130, p. 396-402, 2002.

GOMES, M. A. F. et al. Movimento do herbicida tebuthiuron em dois solos representativos das áreas de recarga do aquífero Guarani. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p. 479-483, 2006.

GOMES, S. M.; PARRA, J. R. P. The parasitization as a tool for factitious host selection for *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley. **Mitteilungen-Biologischen Bundesanstalt Fur Land Und Forstwirtschaft**, p. 13-24, 1998.

GOINGUENE, S. et al. Antennal electrophysiological responses of three parasitic wasps to caterpillar-induced volatiles from maize (*Zea mays*), cotton (*Gossypium herbaceum*), and cowpea (*Vigna unguiculata*). **Journal of Chemical Ecology**, v. 31, p. 1023-1038, 2005.

GRAHAM-BRYCE, I.J. Chemical methods. In: BURN, A.J.; COAKER, T.H.; JEPSON, P.C. (Eds.). **Integrated Pest Management**. London: Academic Press, 1987. p. 113-159.

GREENBERG, S. M.; NORDLUND, D. A.; WU, Z. Influence of rearing host on adult size and oviposition behavior of mass produced female *Trichogramma minutum* Riley and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v.11, p.43-48, 1998.

GUAGLIUMI, P. 1972/73. **Pragas da Cana-de-açúcar (Nordeste do Brasil)**. Instituto do Açúcar e do Álcool, Rio de Janeiro, 622p.

GUZZO, E. C.; NEGRISOLI JR., A.S. Diagnóstico dos processos tecnológicos utilizados no manejo integrado de pragas da cana-de-açúcar em El Salvador. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 31 p.

HANSEN, D.L.; BRODSGAAD, H.F.; ENKEGAARD, A. Life table characteristics of *Macrolophus caliginosus* preying upon *Tetranychus urticae*. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, v. 93, p. 269-275, 1999.

HARRIS, C. M. et al. Host suitability affects odor association in *Cotesia marginiventris*: implications in generalist parasitoid host-finding. **Journal of Chemical Ecology**, v. 38, p. 340-7, 2012.

HASSAN, S. A. et al. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M. P. et al. (Ed.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. Reinheim: IOBC/WPRS, 2000. p. 107-119.

HASSAN, S. A. Strategies to select *Trichogrammas* species for use in biological control. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Ed.). **Biological Control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. p.55-71.

HASSAN, S. A.; ABDELGADER, H. A sequential testing program to assess the effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae) Pesticides and Beneficial Organisms. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 24, p. 71-81, 2001.

HASSAN, S.A. et al. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS – Working Group. "Pesticides and Beneficial Organisms". **Zeitschrift für angewandte Entomologie**, v.103, p. 92-107, 1987.

HASSAN, S.A. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*. In: HASSAN, S.A. **Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms**: description of test methods. IOBC/WPRS Bulletin, Montfavet, v.15, p.18-39, 1992.

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-205.

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico***. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-205.

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico***. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-205.

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

HOBALLAH, M.E.; TAMÒ, C.; TURLINGS, T.C. Differential attractiveness of induced odors emitted by eight maize varieties for the parasitoid *Cotesia marginiventris*: is quality or quantity important? **Journal of Chemical Ecology**, v. 28, p. 951-68, 2002.

IAA/PLANALSUCAR (Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-açúcar). Entomologia. p. 36-40. In **Relatório anual**. MIC- Instituto do açúcar e do álcool. Piracicaba, SP, 167p, 1985.

JADOSKI, C.J. et al. Fisiologia do desenvolvimento do estágio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, p. 169-176, 2010.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.

LEERDAM, M.B.; SMITH, J.W.; FUNCHT, T.W. Frass-mediated, host finding behavior of *C. flavipes*, a braconid parasite of *D. saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, p. 647-650, 1985.

LEVIN, D.A. The role of trichomes in plants defense. **The Quarterly Review of Biology**, v. 1, p. 3-15, 1973.

LEWIS, W.J. et al. Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothiszea* and other hosts. **Environmental Entomology**, v. 5, p. 449-452, 1976.

LOPES, J.R.S. **Estudos bioecológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym.: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae)**. 1988. Dissertação (Mestrado), ESALQ, USP, Piracicaba, 1988.

LOVATTO, P.B.; SCHIEDECK, G.; GARCIA, F.R.M. A interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em agroecossistemas sustentáveis. **Interciência**, v. 37, p. 657-663, 2012.

LUCK, R.F. Principles of arthropod predation. In: HUFFAKER, C.B.; RABB, R.L. (Eds.) **Ecological Entomology**. North Carolina: Wiley-Interscience, 1984. p. 497-528.

MAHMOUD, A.M.A. et al. Development of the braconid wasp *Cotesia flavipes* in two Crambids, *Diatraea saccharalis* and *Eoreuma loftini*: Evidence of host developmental disruption. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 15, p. 63–68, 2012.

MAIA, A.H.N.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical Inference on Associated Fertility Life Table Parameters Using Jackknife Technique: Computational Aspects, **Journal of Economic Entomology**, v.93, p. 511-518, 2000.

MANZONI, C. G. et al. Seletividade de Agroquímicos utilizados na produção integrada de maçã aos parasitoides *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatan&Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **BioAssay**, v.2, p. 1-11, 2007.

MARQUES, E.J.; LIMA, R.O.R.; OLIVEIRA, J.V. **Pragas da cana-de-açúcar**: Nordeste do Brasil. Recife, EDUFRPE, 54p, 2009.

MARTINS, T. Herbicida Paraquat: conceitos, modo de ação e doenças relacionadas **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 34, p. 175-186, 2013.

MEIRA, A.L. Seleção de espécies de *Trichogramma* sp. em ovos da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 1-8, 2011.

MENDONÇA, A.F. et al. As brocas da cana-de-açúcar, *Diatraea* spp. (Lep., Pyralidae). In: MENDONÇA, A.F. (Ed.). **Guia das principais pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insetos & Cia, 1996. p. 3-48.

MENDONÇA, A.F. Guia das principais pragas da cana-de-açúcar, p. 3-48. In A.F. Mendonça (Ed.), **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió, Insetos & Cia, 239p, 1996.

MESQUITA, F.L.T. et al. Influence of *Saccharum officinarum* (Poales: Poaceae) Variety on the Reproductive Behavior of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) and on the Attraction of the Parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). **Florida Entomologist**, v. 94, p. 420-427. 2011.

MOLINA, R.M.S.; FRONZA, V.; PARRA, J.R.P. Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolophaaurantiana* com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.49, p.152-158, 2005.

MONQUERO, P.A. et al. Seletividade de herbicidas em mudas das espécies nativas *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae), *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata* (Malvaceae). **Planta Daninha**, v. 29, p.159-168, 2011.

MOURA, A.; CARVALHO, G.; RIGITANO R. Efeito residual de novos inseticidas utilizados no tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera) Trichogrammatidae. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.6, p. 231-237, 2004.

MOURA, A.P.; CARVALHO, G.A.; RIGITANO, R.L.O. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do tomateiroa *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.40, p.203-210, 2005.

NAVARRO, M.A. **Trichogramma spp. producción, uso y manejo em Colômbia**. Guadalajara de Buga: Impretec, 1998, 176p.

NGI-SONG, A.J. et al. Volatile infochemicals used in host and host habitat location by *Cotesia flavipes* Cameron and *Cotesia sesamiae* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), larval parasitoids of stemborers on graminiae. **Journal of Chemical Ecology**, v. 22, p. 307-323, 1996.

NORRIS, R.F.; KOGAN, M. Interactions between weeds, arthropods pests, and their natural enemies in managed ecosystems. **Weed Science**, v.48, p.94-158, 2000.

OBONYO, M. et al. Location, acceptance and suitability of lepidopteran stemborers feeding on a cultivated and wild host-plant to the endoparasitoide *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v.45, p. 36-47, 2008.

OLIVEIRA, C.M. et al. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, 50-54, 2014a.

OLIVEIRA, H. N. et al. Tabela de vida de fertilidade de fertilidade de *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Idesia**, v. 25, p. 73-76, 2007.

OLIVEIRA, H.N. et al. Effect of selectivity of herbicides and plant growth regulators used in sugarcane crops on immature stages of *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, v. 32, p. 125-131, 2014b.

OLIVEIRA, H.N. et al. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera:Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1267-1274, 2013.

PAK, G.A. et al. Host egg chorion structure influencing host suitability for the egg parasitoid *Trichogramma* Westwood.**Journal of Insect Physiology**, v.36, p.247-258, 1990.

PARRA, J. R. P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle Microbiano de Insetos**. São Paulo: Manole, 1986. p. 348-373.

PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. New York: Macmillan, 1988. 646p.

PEREIRA-BARROS, J. L. et al. Aspectos biológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 714-718, 2005.

PERON, A. P. et al. Ação tóxica do herbicida paraquat sobre o homem. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, v. 7, 2003.

PINHEIRO, D.O.; ROSSI, G.D.; CÔNSOLI, F.L. External morphology of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) during larval development. **Zoologia**, v. 6, p. 986-992, 2010.

PINTO, A.S. **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006. 64p.

PINTO, A.S. et al. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 160p

PINTO, A.S.; CANO, M.A.V.; SANTOS, E.M. Produção de *Cotesia flavipes* para o controle da broca-da-cana. In. PINTO, A.S. **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006. 64p.

PINTO, J.D. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. In: PARRA, J.R.P; ZUCCHI, R.A. (eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 13-39.

PINTO-ZEVALLOS, D.M. et al. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros.**Química Nova**, v. 36, p. 1395-1405, 2013.

PINTO-ZEVALLOS, D.M.; ZARBIN, H.G. A química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. **Química Nova**, v. 36, p. 1509-1513, 2013.

POLANCZYK, R. A. et al. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin nos parâmetros biológicos de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 1412-1416, 2010.

POLANCZYK, R.A. et al. Efeito da idade de *Trichogramma exiguum* e do desenvolvimento embrionário da traça-das-crucíferas sobre as características biológicas do parasitoide. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 29, p. 161-166, 2007.

POTRICH, M. et al. Seletividade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 822-826, 2009.

POTTING, R.P.J.; VET, L.E.M.; DICKE, M. Host microhabitat location location by stem borer parasitoid *Cotesia flavipes*: the role of herbivore volatiles and locally and systemically induced plant volatiles. **Journal Chemical Ecology**, v. 21, p. 525-539, 1995.

PRATISOLI, D. et al. Tabela de vida de fertilidade de cinco linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) criadas em ovos de *Tuta absoluta* (Merick) (Lep.: Gelechiidae), sob temperaturas constantes e alternadas. **Ciência Rural**, v.37, p. 618-622, 2007

PRATISSOLI, D. et al. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 193-196, 2004.

PRATISSOLI, D. et al. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idesia (Chile)**, v. 28, n. 1, p. 39-42, 2010.

PREETHA, G. et al. Impact of chloronicotinyl insecticide, imidacloprid on egg, egg-larval and larval parasitoids under laboratory conditions. **Journal of plant protection research**, v. 50, 2010.

PREZOTTI, L.; PARRA, J.R.P. 2002. Controle de qualidade em criações massais de parasitóides e predadores, p.295-307. In J.R.P. Parra, S.M. Botelho, B.S.C. Ferreira & J.M.S. Bento (eds), **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo, Manole, 635p.

PRICE, P.W. **Insect ecology**. 2. Ed. New York, John Wiley, 607p. 1984.

PROCÓPIO, S.O. et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana de açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150p.

RABINOVICH, J. E. **Ecologia de poblaciones animales**. Washington, DC: OEA, 114p. 1978.

RIPPER, W.E.; GREENSLADE, R.M.; HARTLEY, G.S. Selective insecticides and biological control. **Journal of Economic Entomology**, v. 44, p. 448-459, 1951.

RISCO, S.H.B. et al. Observaciones em relacion a La distribucion populacional de *Diatraea* spp em La region cañavelera Del Nordeste de Brasil. Relatório Técnico do PLANALSUCAR, Maceió, Alagoas, 35p. 1975.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de Herbicidas**. Londrina: Grafmarke, 2005. 592 p.

RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE, L. A.; REYES-MÉNDEZ, C. A. *Eoreuma loftini* Displaced *Diatraea lineolata* and *D. saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) as the Main Corn Stalkborer in Northern Tamaulipas, México. **Southwestern Entomologist**, v. 38, n. 1, p. 75-78, 2013.

RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE, L.A. et al. Competitive displacement among sugarcane stalkborers (Lepidoptera: Crambidae) in southern Tamaulipas, México. **Southwestern Entomologists**, v. 36, p. 467-469, 2011.

SAAKYAN-BARANOVA, A.A. Morphological study of pré-imaginal stages of six species of the genus *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Entomologicheskoe Obozrenie**, v. 69, p. 257-263, 1990.

SABER, M. Acute and population level toxicity of imidacloprid and fenpyroximate on an important egg parasitoid, *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecotoxicology**, v.20, p.1476-1484, 2011.

SANTOS, A.C.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F. Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais. In: PINTO, A.S. et al. (Ed.). **Controle biológico de pragas na prática**.Piracicaba: CP2, 2006. p.221-227.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics: version 8.2. 6.Ed. Cary, 2001. 201p.

SCHMIDT, J. M.; SMITH, J. J. The mechanism by which the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* responds to host clusters. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 39, p. 287-294, 1985.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **O Novo Ciclo da Cana: Estudo sobre a Competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar e Prospecção de Novos Empreendimentos**. Brasília: IEL/NC, SEBRAE, 2005. 337p.

SILVA, C.C.M. et al. Preference of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, p. 23-27, 2012.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976.

SIQUEIRA, J.R. et al. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*, **Ciência Rural**, v.42, p.1-5, 2012.

SMANIOTTO, L.F. et al. Seletividade de produtos alternativos a *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 3295-3306, 2013.

SPAGNOL, D. et al. Toxicidade de herbicidas registrados para a cultura do milho a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em laboratório. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIÊNTIFICA: PESQUISA E RESPONSABILIDADE AMBIENTAL, 16., Pelotas. *Anais...* Pelotas, 2007.

STEFANELLO Jr, G.J. et al. Seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho a adultos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, v. 26, p. 343-351, 2008.

STEFANELLO JÚNIOR, G. J. et al. Seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho a adultos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, v. 26, p. 343-351, 2008.

STERK, G. et al. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Bio Control**, v. 44, p. 99-117, 1999.

STEWART-JONES, A.; POPPY, G. M. Comparison of glass vessels and plastic bags for enclosing living plant parts for headspace analysis. **Journal of Chemical Ecology**, v. 32, p.845-864, 2006.

TAKAHASHI, H. et al. Development of a new insecticide, acetamiprid. **Journal of Pesticide Science**, v.23, p.193-200, 1998.

THULER, R.T. et al. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westood. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, v. 33, p. 333-340, 2007.

TOPPA, E.V.B. et al. Aspectos da fisiologia de produção da cana-de-açúcar (*Saccharum Officinarum*L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, p.215-221, 2010.

TURLINGS, T. C.; WÄCKERS. Recruitment of predators and parasitoids by herbivore-injured plants. **Advances in Insect Chemical Ecology**, v. 2, p.21-75, 2004.

VAN DEN BOOM, C.E.M. et al. Qualitative and quantitative variation among volatile profiles induced by *Tetranychusurticae* feeding on plants from various families. **Journal of Chemical Ecology**, v.30, 69–89, 2004.

VAN LENTEREN, J.C. Designing and implementing quality control of beneficial insects: towards more reliable biological pest control. **Sting. Newsletter on Biological Control in greenhouses**, v. 14, p.3-24, 1994.

VASCONCELOS, Y. Inseto contra inseto. **Revista Pesquisa FAPESP**. v. 195, p. 68-73, 2012.

VET, L.; DICKE, M. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, v.37, p.141-172, 1992.

VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p. 67-120. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 324p. 1997.

VINSON, S.B. Physiological interactions between egg parasitoids and their hosts. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 245-271.

WANG, Y. et al. Susceptibility to Selected Insecticides and Risk Assessment in the Insect Egg Parasitoid *Trichogramma confusum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) **Journal of Economic Entomology**, v. 106, p. 142-149, 2013.

WHITE, W.H. et al. Reevaluation of sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) bioeconomics in Louisiana. **Crop Protection**, 27: 1256– 1261, 2008.

WIEDENMANN, R.N.; SMITH JR., J.W.; DARNELL, P.O. Laboratory rearing and biology of the parasite *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) using *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) as a host. **Environmental Entomology**, v. 21, p. 1160-1167, 1992.

WISKERKE, J.S.C.; VET, L.E.M. Foraging for solitarily and gregariously feeding caterpillars: A comparison of two related parasitoid species (Hymenoptera: Braconidae). **Journal Insect Behavior**, v.7, p. 585-603, 1994.

YONEYA, K.; KUGIMIYA, S.; TAKABAYASHI, J. Can herbivore-induced plant volatiles inform predatory insect about the most suitable stage of its prey? **Physiological Entomology**, v. 34, p. 379–386, 2009.

ZAGO, H. B. et al. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 377–381, 2006.

ZAGO, H.B. et al. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos, sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, v.36, p.84-89, 2007.

ZAMPIERI, D. Cana de açúcar e Sucroalcooleiro – Prognóstico. **SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento**. v. 41, p.3313-4037, 2013.

ZENKER, M.M. et al. Caracterização morfológica dos imaturos de *Hyponomeuta taltula* (Schaus) (Lepidoptera, Noctuidae, Herminiinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, p. 1101–1107, 2007.