



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISSERTAÇÃO

**SUBSÍDIOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DO COMPLEXO DE
BROCAS DA CANA-DE-AÇÚCAR**

VINÍCIUS DE OLIVEIRA BARBOSA

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**SUBSÍDIOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DO COMPLEXO DE
BROCAS DA CANA-DE-AÇÚCAR**

VINÍCIUS DE OLIVEIRA BARBOSA

Sob a Orientação do Professor

Carlos Henrique de Brito

Dissertação submetida como
registro para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia, no
Programa de Pós-graduação em
Agronomia.

Areia, PB

Fevereiro de 2016

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

B238s Barbosa, Vinícius de Oliveira.
Subsídios para o controle biológico do complexo de brocas da cana-de-
açúcar / Vinícius de Oliveira Barbosa. - Areia: UFPB/CCA, 2016.
xi, 42 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Carlos Henrique de Brito.

1. Pragas de planta 2. Controle biológico 3. Parasitos de plantas I. Brito,
Carlos Henrique de (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 632.9(043.3)

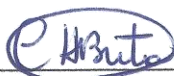
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**SUBSÍDIOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DO COMPLEXO DE
BROCAS DA CANA-DE-AÇÚCAR**

AUTOR: VINÍCIUS DE OLIVEIRA BARBOSA

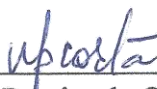
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA
(Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



Dr. Carlos Henrique de Brito – CCA/UFPB
Orientador



Dr. Leonardo Dantas da Silva – CCHSA/UFPB



Dr.ª Nivânia Pereira da Costa – CCHSA/UFPB

Data da realização: 25 de Fevereiro de 2016.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Carlos Henrique de Brito
Orientador

Ao meu mais importante presente de Deus:
Vanessa, minha querida e amada irmã.

À mulher que muito me ensinou
sobre a disciplina e o valor do trabalho:
Zeneide, minha mãe.

Ao homem que muito me ensinou
sobre paciência e sabedoria com seu exemplo de vida:
Vicente, meu pai.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela paciência e sabedoria em todos os momentos de minha vida;

Aos meus pais, Zeneide de Oliveira Barbosa e Vicente Barbosa da Silva, que são exemplos de força e perseverança. À minha irmã por todo carinho, amizade e apoio: Vanessa de Oliveira Barbosa. Pela confiança e pelo amor que me fortalecem todos os dias.

Ao professor Dr. Carlos Henrique de Brito, pela orientação;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pelo apoio institucional e ao CNPq, pela concessão da bolsa;

A banca examinadora, pelas considerações para melhoria deste trabalho, Prof. Dr. Leonardo Dantas da Silva e a Prof^a. Dr^a. Nivânia Pereira da Costa.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e consequentemente para minha formação profissional;

A Kaline, Maíra, Mileny e Robério pela ajuda em todos os momentos. A Enoque, Felipe e Lânia que em diversas ocasiões me ouviram e me aconselharam. A Adelaido, Alberlânia, Jakellyne, Júlio, Ricardo e Rosângela que foram de grande ajuda em vários âmbitos ao longo desses dois anos.

A minha família, em especial a Ana Flávia, Gal, Kellvya, Kellssya, Kleanto, Maria e Maria Auxiliadora que sempre me acolheram e me encorajaram a seguir em frente;

Aos amigos, estagiários, bolsistas e mestres dos Laboratórios de Zoologia e Entomologia: Anderson, Diana, Fernanda, Gemerson, Gilmar, Izabela, Janderson, Joálisson, Kennedy, Luana, Mário, Matheus Borba, Matheus Larges e Thaís.

Aos técnicos dos Laboratórios de Zoologia e Entomologia: Rubervânia, Damásio e Severino (Seu Nino);

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desse trabalho.

BARBOSA, V. O. **Subsídios para o controle biológico do complexo de brocas da cana-de-açúcar.** Areia-PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Fev. 2016, 42p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito.

Resumo Geral: O Brasil se destaca como um dos maiores produtores de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) no mundo. Dentre as pragas de importância econômica, na cultura as espécies *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae), se destacam devido a disseminação ao longo do país, entretanto a segunda é restrita, principalmente, a alguns estados do Nordeste. Devido sua eficiência em localizar as lagartas, além de sua especificidade o uso do parasitoide *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), tem sido o método mais eficiente de controle das brocas, sendo este considerado o maior programa de controle biológico do mundo. Objetivou-se analisar subsídios que forneçam informações sobre o potencial de controle desses insetos-praga no Estado da Paraíba. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Zoologia dos Invertebrados, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba (LABZOO/CCA/UFPB), Areia/PB, sendo dividida em dois artigos. **No artigo I** estudou-se a biologia e o comportamento de preferência das populações selvagem e de laboratório de *C. flavipes* entre as espécies de *Diatraea*, bem como estabelecer uma relação entre características físicas e parasitismo entre as espécies hospedeiras. Constatou-se que a população selvagem de *C. flavipes* exibe preferência e melhor desempenho no parasitismo de *D. flavipennella*. O cruzamento entre as populações selvagem e de laboratório de *C. flavipes* é necessário para que a liberação massal de parasitoides no campo seja eficiente. **No artigo II** identificou-se o complexo de brocas-podridão presentes na cultura da cana-de-açúcar em área de Brejo paraibano, sua flutuação populacional e a atratividade desses insetos em diferentes variedades de cana-de-açúcar. O levantamento foi realizado na Fazenda Engenho Macaíba da Companhia AGRO INDUSTRIAL MACAÍBA LTDA, pertencente ao município de Alagoa Nova – PB. Constatou-se que houve correlação entre a flutuação populacional da espécie *D. flavipennella* e do gênero *Telchin* sp. com os elementos meteorológicos: temperatura média e precipitação. Áreas irrigadas com vinhaça são mais atrativas e apresentam maior densidade do complexo de brocas, quando comparadas a áreas não irrigadas.

Palavras-chave: Biologia, controle biológico, parasitismo.

BARBOSA, O. V. **Subsidies for the biological control of the complex of sugarcane borers.** Areia-PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Feb., 2016, 42p. Dissertation (Masters of Science in Agronomy). Post-Graduate program in Agronomy. Advisor: Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito.

General Abstract: Brazil stands out as one of the largest producers of sugarcane (*Saccharum* spp.) in the world. Among pests of economic importance for the culture, the species *Diatraea saccharalis* and *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae), stand out due to the wide spread throughout the country, although the latter is restricted mainly to some states in the Northeast. Because of its efficiency in locating the larvae, as well as their specific use of parasitoid *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), it has been the most efficient method for borer control, which is considered the largest biological control program in the world. This study aimed to analyze subsidies that provide information about the potential of these control insect pests in the state of Paraíba. The experiments were conducted in the Invertebrate Zoology Laboratory, Department of Biological Sciences, Universidade Federal da Paraíba (LABZOO/CCA/UFPB), Areia/PB, it is divided into two papers. **In the Paper 1:** aimed to evaluate the biology and the preference behavior of wild and lab populations of *C. flavipes* between species of *Diatraea*, as well as establish a relationship between physical characteristics and host species parasitism. The wild population of *C. flavipes* presents preference and better performance in parasitize *D. flavipennella*. The cross between the wild and lab populations of *C. flavipes* is necessary for the mass release of parasitoids in the field is efficient. **In the Paper 2:** aimed the rot-borer complex present in the sugarcane culture from Brejo Paraibano microregion, its population fluctuation and to evaluate the attractiveness of these insects for different varieties of sugarcane. The survey was conducted at Fazenda Engenho Macaíba of the Company AGRO INDUSTRIAL MACAÍBA LTDA, in the municipality of Alagoa Nova - PB. There was a correlation between the population fluctuation of the species *D. flavipennella* and the genus *Telchin* sp. with meteorological elements average temperature and precipitation. Irrigated areas with vinasse are more attractive and present higher density of borer complex when compared with non-irrigated areas.

Keywords: biological control, biology, parasitism.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I. ASPECTOS BIOLÓGICOS E PREFERÊNCIA DE POPULAÇÕES DE *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) SOBRE *Diatraea saccharalis* E *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae).

Tabela 1.	Índice de Parasitismo (%) de <i>Cotesia flavipes</i> sobre larvas de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Diatraea flavipennella</i> em teste com chance de escolha. Temperatura $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase 12 h.....	14
Tabela 2.	Índice de Parasitismo (%) de <i>Cotesia flavipes</i> sobre larvas de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Diatraea flavipennella</i> em teste sem chance de escolha. Temperatura $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase 12 h	14
Tabela 3.	Duração média (dias \pm EP) das fases larvais e de pupa de <i>Cotesia flavipes</i> oriundas de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Diatraea flavipennella</i> . Areia, PB, 2016.....	15
Tabela 4.	Número total de larvas, de pupas e de adultos (\pm EP) de <i>Cotesia flavipes</i> oriundas de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Diatraea flavipennella</i> . Areia, PB, 2016.....	17
Tabela 5.	Peso de massa de pupas (mg \pm EP) de <i>Cotesia flavipes</i> oriundas de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Diatraea flavipennella</i> . Areia, PB, 2016.....	18
Tabela 6.	Viabilidade larval e pupal de <i>Cotesia flavipes</i> oriundas de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Diatraea flavipennella</i> . Areia, PB, 2016.....	19
Tabela 7.	Número total de machos e fêmeas (\pm EP) de <i>Cotesia flavipes</i> oriundas de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Diatraea flavipennella</i> . Areia, PB, 2016.....	20
Tabela 8.	Longevidade machos e fêmeas (dias \pm EP) de <i>Cotesia flavipes</i> oriundas de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Diatraea flavipennella</i> . Areia, PB, 2016.....	21

ARTIGO II. LEVANTAMENTO E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO COMPLEXO DE BROCAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR (Magnoliophyta; Poaceae), NO MUNICÍPIO DE ALAGOA NOVA (PB).

Tabela 1.	Densidade de brocas coletadas por área de cana-de-açúcar, em Alagoa Nova, Paraíba.....	36
Tabela 2.	Parasitismo de <i>Diatraea flavipennella</i> por <i>Cotesia flavipes</i> em diferentes variedades de cana-de-açúcar.....	37

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I - ASPECTOS BIOLÓGICOS E PREFERÊNCIA DE POPULAÇÕES DE *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) SOBRE *Diatraea saccharalis* Fabricius E *Diatraea flavipennella* Box (Lepidoptera: Crambidae).

- Figura 1.** Representação esquemática do Comprimento total (Ct) de *Diatraea saccharalis* com o seu parasitismo por *Cotesia flavipes*..... 22

ARTIGO II - LEVANTAMENTO E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO COMPLEXO DE BROCAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR (Magnoliophyta; Poaceae), NO MUNICÍPIO DE ALAGOA NOVA (PB).

- Figura 1.** Flutuação populacional de espécies de brocas coletadas em talhões de cana-de-açúcar, em Alagoa Nova, Paraíba, no período de Setembro de 2014 a Agosto de 2015..... 35
- Figura 2.** Parasitismo, com chance de escolha, de *Cotesia flavipes* sobre *Diatraea flavipennella* em diferentes variedades de cana-de-açúcar..... 37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERÊNCIAS.....	4
ARTIGO I.....	6
ASPECTOS BIOLÓGICOS E PREFERÊNCIA DE POPULAÇÕES DE <i>Cotesia flavipes</i> (Hymenoptera: Braconidae) SOBRE <i>Diatraea saccharalis</i> E <i>Diatraea flavipennella</i> (Lepidoptera: Crambidae).....	6
Resumo.....	7
Abstract.....	8
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	10
<i>Local de estudo</i>	10
<i>Obtenção e Criação dos hospedeiros D. saccharalis e D. flavipennella</i>	10
<i>Obtenção e Criação das populações de C. flavipes</i>	11
<i>Instalação, condução, delineamento e análise estatística do experimento</i>	11
Resultados e Discussão.....	13
Conclusões.....	23
Agradecimentos.....	23
Referências.....	23
ARTIGO II.....	29
LEVANTAMENTO E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO COMPLEXO DE BROCAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR (Magnoliophyta; Poaceae), NO MUNICÍPIO DE ALAGOA NOVA (PB).....	29
Resumo.....	30
Abstract.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos.....	32
<i>Local de estudo</i>	32
<i>Condução do experimento e análise estatística</i>	33
Resultados e Discussão.....	34
Conclusões.....	38
Agradecimentos.....	38
Referências.....	38
3 CONCLUSÕES GERAIS.....	42

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) no mundo, com uma área cultivada e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2014/15 de aproximadamente 9.130,1 milhões de hectares, distribuídas em todos os Estados produtores, sendo São Paulo o maior produtor com 51,7% (4.696,3 mil hectares) da área plantada (CONAB, 2014). No Nordeste, o crescimento no rendimento da cultura, apontado em 6,3% em relação à safra 2013/14, é uma recuperação da produtividade dos canaviais que foram severamente castigados por uma das maiores secas da região (CONAB 2014).

Com uma produção estimada em cerca de 6 milhões de toneladas de cana a cada safra, produzida numa área de cerca de 130 mil hectares, o setor canavieiro paraibano é de fundamental importância para a economia do Estado, ao ponto inclusive de estar entre os três maiores produtores de cana do Nordeste, ficando atrás dos Estados de Alagoas e Pernambuco, que são tradicionalmente os maiores produtores da região (ASPLAN, 2014). Esta posição de destaque é reflexo da importância dada pela população aos produtos e subprodutos gerados pela cultura, como: o açúcar, o álcool, a vinhaça, o melaço, a cachaça e o bagaço, que representam importantes fontes de recurso alimentício e financeiro (LOPES et al., 2011).

São vários os problemas que acometem a cultura da cana-de-açúcar durante o seu crescimento, dentre eles a presença de insetos-praga. No Brasil, predominam as espécies *Diatraea saccharalis* Fabricius e *Diatraea flavipennella* Box (Lepidoptera: Crambidae) infestando a cana-de-açúcar, sendo a primeira espécie difundida ao longo do país, enquanto a segunda é restrita, principalmente, aos estados de Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (MENDONÇA, 1996).

A broca da cana-de-açúcar, *D. saccharalis* é a mais importante praga dessa cultura no Brasil, devido sua ampla distribuição e diversidade de hospedeiros, uma vez que ataca não somente a cana-de-açúcar como também o milho, o sorgo, o arroz e algumas plantas selvagens (PINTO et al., 2006; ERLER; NAKANO, 2011).

Os danos causados pelas lagartas de *D. saccharalis*, resultam do modo como as mesmas se alimentam, pois penetram no colmo e escavam galerias a medida que o consomem. Quando atacam colmos jovens podem causar a morte da gema apical e, conseqüentemente, a morte do perfilho, resultando no sintoma conhecido como “coração morto”. Em canaviais mais velhos, além do sintoma mencionado, pode ocorrer brotação

lateral, enraizamento aéreo, canas quebradas e entrenós atrofiados, com redução acentuada na produtividade (TERÁN et al., 1985; MENDONÇA, 1996).

Além dos danos diretos, existem os causados por microrganismos, principalmente pelos fungos das espécies *Fusarium moniliforme* Sheldon e *Colletotrichum falcatum* Went que, ao penetrarem pelos orifícios deixados pelas lagartas, causam a podridão-vermelha, responsável pela inversão da sacarose, diminuição da pureza do caldo e aumentando contaminação do processo de fermentação alcoólica (PLANALSUCAR, 1982).

A broca *D. flavipennella*, comumente denominada broca da cabeça amarela da cana-de-açúcar, faz parte do complexo de brocas pertencentes ao gênero *Diatraea*, representa um dos principais problemas entomológicos da cana-de-açúcar, já que causa danos semelhantes a *D. saccharalis*. *D. flavipennella* tem características biológicas semelhantes a *D. saccharalis* em algumas fases, porém, pode ser facilmente distinguida na fase de lagarta que apresenta seu corpo coberto por pontuações escuras e sua cápsula cefálica amarelada, enquanto que as lagartas de *D. saccharalis* apresentam pontuações marrons e sua cápsula cefálica é marrom-escura (MENDONÇA, 1996).

Em função das duas espécies de *Diatraea* ficarem alojadas no interior dos colmos das plantas de cana-de-açúcar, a ação de medidas de controle através de inseticidas químicos não é muito eficiente, elevando-se os custos de produção (ERLER; NAKANO, 2011). Além disso, a maior conscientização da população, no que diz respeito ao uso indiscriminado dos agroquímicos e suas consequências à saúde humana e dos ecossistemas, tem gerado a busca cada vez mais acentuada por métodos de controle de pragas que utilize o mínimo de produtos químicos.

O manejo integrado de *D. saccharalis* vem sendo realizado utilizando-se, principalmente, o controle biológico com parasitoides multiplicados em laboratório que posteriormente são liberados no campo, devido sua eficiência em localizar as lagartas, além de sua especificidade no modo de atuação (BOTELHO; MACEDO, 2002; PINTO et al., 2006). Dentre os parasitoides larvais da broca da cana-de-açúcar, destaca-se a espécie *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), que tem sido o método mais eficiente, sendo este considerado o maior programa de controle biológico do mundo (BOTELHO; MACEDO, 2002; CONCEIÇÃO; SILVA, 2011).

No período de 1973 a 1986, levantamentos populacionais de espécies do gênero *Diatraea* mostraram que, apesar da *D. saccharalis* predominar no Estado de Pernambuco, estava ocorrendo um aumento gradativo da incidência de *D. flavipennella* em várias regiões

produtoras de cana-de-açúcar deste Estado. Em levantamentos populacionais mais recentes de espécies de *Diatraea* realizados em Pernambuco entre os anos de 2011 e 2012, constatou-se que a espécie *D. flavipennella* apresenta uma predominância superior a 99% em relação à *D. saccharalis* (FREITAS et al., 2007; SILVA, 2013).

Considerando a presença constante do complexo de brocas, bem como a predominância de *D. flavipennella* nos canaviais nordestinos, torna-se de extrema importância o conhecimento de subsídios que forneçam informações sobre o potencial de controle desses insetos-praga no Estado da Paraíba.

2. REFERÊNCIAS

ASPLAN. **ASPLANOTÍCIAS Informativo da Associação de Plantadores de Cana da PB.** Ano X – nº 62 – João Pessoa, Março/Abril – 2014.

BOTELHO, P.S.M.; N. MACEDO. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*, p. 477-494. In J.R. P Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira; J.M.S. Bento, (eds.), **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores.** São Paulo, Manole, 635p. 2002.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar.** – v. 1 – Brasília : Conab, 2014- v. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>

CONCEIÇÃO, L. L.; SILVA, C. M. O Controle Biológico e suas aplicações na cultura de Cana-de-açúcar. **Campo Digital**, v. 6, n. 1, 2011.

ERLER, G.; NAKANO, O. Cana-de-açúcar: fase ideal. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 142, p. 34-36, 2011.

FREITAS, M.R.T., E.L. SILVA, A.L.MENDONÇA, C.E. SILVA, A.P.P. FONSECA, A.L. MENDONÇA, J. S. SANTOS, R. R. NASCIMENTO; A.E.G. SANT'ANA. The biology of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) reared under laboratory conditions. **Florida Entomologista**. Lutz, v.90, n. 2, p. 309-313, 2007.

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

LOPES, D. O. P.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; BUSOLI, A. C. Atualidades em pragas da cultura da cana-de-açúcar: Sudeste e Nordeste do Brasil. In: BUSOLI, A. C; FRAGA, D. F.; SANTOS, L. C.; ALENCAR, J. R. C. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; JANINI, J. C.; SOUZA, L. A.; VIANA, M. A.; FUNICHELLO, M. **Tópicos em entomologia agrícola – IV.** Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, 2011. 250 p.

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

PINTO, A.S.; GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M. 2006. Controle biológico de pragas da cana-de-açúcar, p. 65-74. In PINTO, A.S; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Org.). **Controle biológico de pragas: na prática**. Piracicaba, FEALQ, 2006. 287p.

PLANALSUCAR. **Guia das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba, 1982. 28p.

SILVA, C. C. M.. **Associação de *Cotesia flavipes* (Cam.) com *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill no controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea flavipennella* (Box)(Lepidoptera: Crambidae)** 2013. 51f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

TERÁN, F. O.; SANCHEZ, A. G.; PRECETTI, A. A. C. M. Estudos sobre resistência da cana à broca em telado – II. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, v. 33, p. 57-64, 1985.

ARTIGO I

ASPECTOS BIOLÓGICOS E PREFERÊNCIA DE POPULAÇÕES DE *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) SOBRE *Diatraea saccharalis* E *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae)

Aspectos biológicos e Preferência de populações de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) sobre *Diatraea Saccharalis* e *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae)

Biological aspects and populational preference of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea saccharalis* and *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae)

Resumo - O Brasil ocupa no mundo o primeiro lugar na produção de açúcar e etanol, tornando a cana uma cultura importante, tanto no âmbito social, como econômico. Um dos fatores limitantes a produção da cana-de-açúcar é a ocorrência de pragas, dentre elas as que mais afetam a produtividade na cultura, são as brocas *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella*. Como método mais eficiente de controle utilizado no mundo para essas pragas, o uso de *Cotesia flavipes* tem se destacado no Brasil. Objetivou-se avaliar os aspectos biológicos das populações de *C. flavipes* em função do comportamento de parasitismo em *D. saccharalis* e *D. flavipennella*. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Zoologia dos Invertebrados, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba (LABZOO/CCA/UFPB), Areia/PB, com temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$ com fotoperíodo de 12h. Em cada tratamento foram utilizadas arenas com colmos infestados, ocorrendo posteriormente a liberação do parasitoide, com e sem chance de escolha e com tempo de busca de 6h. Após esse período os colmos foram abertos e as lagartas individualizadas e alimentadas até a formação da crisálida ou da massa de pupas. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2. A população selvagem de *C. flavipes* exibe preferência e melhor desempenho no parasitismo de *D. flavipennella*. O cruzamento entre as populações selvagem e de laboratório de *C. flavipes* é necessário para que a liberação massal de parasitoides no campo seja eficiente.

Palavras-chave: Biótipos, controle biológico, parasitismo.

Abstract - Brazil is the world's first place in the production of sugar and ethanol, making the sugarcane an important crop, both in the social and economic scopes. One of the limiting factor of sugarcane the production is the occurrence of pests, among them that most affect productivity in culture are *Diatraea saccharalis* and *Diatraea flavipennella*. As the most

efficient method of control used against these pests in the world, the use of *Cotesia flavipes* stands out in Brazil. This study aimed to evaluate the biological aspects of *C. flavipes* populations on the basis of parasitism behavior *D. saccharalis* and *D. flavipennella*. The experiments were conducted in the Invertebrate Zoology Laboratory, Department of Biological Sciences, Universidade Federal da Paraíba (LABZOO/CCA /UFPB), Areia/PB, with temperature of 26 ± 2 °C, relative moisture of $70 \pm 10\%$ and a photoperiod of 12h. In each treatment were used cages with infested stems, which occurs after release of the parasitoid, with and without chance of choice and with 6h of search time. After this period the culms were opened, the larvae were individualized and fed until the chrysalis or pupa mass formation. We used a completely randomized design in a 2x2 factorial arrangement. The wild population of *C. flavipes* presents preference and better performance in parasitize *D. flavipennella*. The cross between the wild and lab populations of *C. flavipes* is necessary for the mass release of parasitoids in the field is efficient.

Keywords: biological control, biotypes, parasitism.

Introdução

O Brasil se destaca não apenas por ser o maior produtor de cana-de-açúcar da atualidade, mas também o primeiro do mundo na produção de açúcar e etanol, tornando a cana uma cultura importante, tanto no âmbito social, como econômico (GUIMARÃES et al., 2014; MAPA, 2016). Os maiores produtores nacionais são os Estados do Centro-Sul, enquanto que no Nordeste onde se destacam os Estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Bahia.

Um dos fatores limitantes da produtividade da cana-de-açúcar, desde o início do cultivo, é a ocorrência de pragas, que causam prejuízos, ou pela perda da cana disponível para moagem, ou pela diminuição no teor de açúcar por tonelada de cana. Entre as diversas pragas que mais afetam a produtividade na cultura, as brocas da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* Fabricius e *Diatraea flavipennella* Box (Lepidoptera: Crambidae) são consideradas as principais nas Américas e nos canaviais nordestinos brasileiros, respectivamente (MAZZONETTO et al., 2013; VALENTE et al., 2014). Os danos diretos à cultura da cana, são ocasionados pelas larvas das brocas que constroem galerias nos colmos enquanto se alimentam, provocando perda de peso da planta podendo causar a morte da gema central,

sintoma também conhecido como “coração morto”. Os prejuízos indiretos são ocasionados por microrganismos que, ao penetrarem pelos orifícios abertos pelas lagartas, promovem a inversão do açúcar ou contaminam o caldo, resultando em perdas à produção de etanol e açúcar (MACEDO; BOTELHO, 1988).

Como método mais utilizado e viável de manejo destas importantes pragas, destaca-se o controle biológico com uso do parasitoide larval *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), que é considerado eficiente desde sua introdução nos agroecossistemas (SILVA et al., 2014). Estudos mostram que as fezes da lagarta, o material regurgitado e o sistema de galerias no colmo da planta hospedeira são usados na localização do hospedeiro por *C. flavipes* (POTTING et al., 1995). Sendo assim, após ter localizado a abertura da galeria da broca, onde as fezes são acumuladas, a fêmea do parasitoide penetra na galeria e parasita a lagarta. Segundo Potting et al. (1997), esse mecanismo remete ao sucesso do controle de brocas por *C. flavipes*. No controle de *D. saccharalis*, o uso de *C. flavipes* tem sua eficiência comprovada por meio de ensaios utilizando pistas olfativas e visuais (SILVA et al., 2012), por sua capacidade de busca em diferentes idades do parasitoide (SANTOS e MIHSFELDT, 2014), seletividade (ROSSONI et al., 2014) gerando maior suscetibilidade à ação de Bt (MAHMOUD et al., 2011). Entretanto este braconídeo não tem sido suficiente para o controle de *D. flavipennella*, sendo a utilização conjunta de fungos entomopatogênicos necessária para incrementar o manejo desta praga (VALENTE et al., 2014).

Para que ocorra o sucesso dos programas de controle biológico, a identificação e biossistemática, tanto dos inimigos naturais como das pragas-alvo, precisam ser feitas corretamente, uma vez que insetos criados em laboratório podem apresentar uma resposta diferente e não ser tão eficiente sobre a praga-alvo quanto às populações presentes naturalmente no campo (FERNANDEZ-TRIANA et al., 2015). Logo, questões taxonômicas como a definição de espécies crípticas e avaliação da diversidade genética dentro das espécies é fundamental para o sucesso dos programas de controle biológico uma vez que essas diferenças muitas vezes representam variação fenotípica, no comportamento, na ecologia e fisiologia, como por exemplo, a adaptação climática, especificidade de hospedeiro e gama de hospedeiros (MUIRHEAD et al., 2012).

Desta forma, objetivou-se avaliar os aspectos biológicos das populações de *C. flavipes* em função do comportamento de parasitismo em *D. saccharalis* e *D. flavipennella*.

Material e Métodos

Local de estudo

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Zoologia dos Invertebrados, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba (LABZOO/CCA/UFPB), Areia/PB, com temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$ com fotoperíodo de 12h.

*Obtenção e Criação dos hospedeiros *D. saccharalis* e *D. flavipennella**

Fases imaturas de *D. saccharalis* foram doadas pela Estação Experimental de Camaratuba – PB, onde existe a biofábrica do referido inseto, com o intuito de realizar a criação massal. As lagartas foram criadas em dieta artificial de Hansley e Hammond (1968), modificada por Araújo et al., (1985), sendo que a metodologia de criação das larvas de *D. saccharalis* foi a mesma utilizada na Estação. Neste caso, as dietas de alimentação e realimentação consistiram, basicamente, de farelo de soja, germe de trigo, açúcar, solução vitamínica, sais de Wesson, ácido ascórbico, antibacteriano, antifúngico e água. A dieta de alimentação foi vertida em tubos de vidro (8,0 x 2,0 cm), em que foram inoculadas lagartas recém-eclodidas. Após 15 dias da inoculação, as lagartas foram transferidas para placas de Petri (15 x 02 cm) contendo a dieta artificial de realimentação na densidade de 3 larvas por placa e aí permaneceram até a fase de pupa. Ao atingirem o estágio de pupa, as mesmas foram transferidas para recipientes plásticos (17cm diâmetro x 08cm de altura), contendo no fundo papel filtro mais algodão umedecido, até a emergência dos adultos. Estes foram confinados em gaiolas de PVC (20 x 22cm), cujo interior foi revestido com papel sulfite, como substrato para a postura, e adicionada solução de mel a 5% para alimentação dos adultos.

Os ovos coletados foram esterilizados com hipoclorito (0,5%), formol (4%) e sulfato de cobre (1%), e posteriormente armazenados em placas de Petri forrada com papel filtro, por aproximadamente cinco dias, quando então foram distribuídos sobre a dieta de alimentação.

Para a criação das larvas de *D. flavipennella*, as fases imaturas foram doadas pelo Laboratório de Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde existe a criação massal do referido inseto. O processo de criação foi o mesmo citado anteriormente, entretanto, neste caso, as dietas de alimentação e realimentação consistiram, basicamente, de

farelo de soja, germe de trigo, colmo de cana-de-açúcar triturado, açúcar, solução vitamínica, sais de Wesson, ácido ascórbico, antibacteriano, antifúngico e água. Da inoculação até atingirem o estágio de pupa, o processo também foi mesmo anteriormente mencionado. Os ovos coletados foram esterilizados com formol (3%) e sulfato de cobre (1%) e, posteriormente, armazenados em placas de Petri (15 x 02 cm) forrada com papel filtro, por aproximadamente cinco dias, quando então foram distribuídos sobre a dieta de alimentação.

Obtenção e Criação das populações de C. flavipes

A população do parasitoide selvagem foi obtida em coletas de campo, na Fazenda Engenho Macaíba da Companhia AGRO INDUSTRIAL MACAÍBA LTDA, localizado ao município de Alagoa Nova – PB, onde não se faz a liberação de parasitoides criados em laboratório. Os insetos da população domesticada foi obtida na Estação Experimental de Camaratuba – PB, onde já existe a sua criação massal. A criação de ambas as populações de *C. flavipes*, selvagem e domesticada, foi realizada utilizando-se como hospedeiro padrão lagartas de *D. saccharalis*.

Para realização do parasitismo, adultos com 24 h de idade foram confinados em gaiolas de inoculação (recipientes plásticos 5 x 7cm), contendo um orifício na tampa por onde saíam os adultos de *C. flavipes*. Em seguida as lagartas foram colocadas próximas ao orifício para que o parasitoide depositasse seus ovos no interior do corpo das mesmas (MACEDO et al., 1983). Após serem submetidas ao parasitismo, as lagartas foram transferidas para placas de Petri, contendo dieta artificial de realimentação onde permaneceram até a formação das pupas de *C. flavipes*.

As massas de casulos (pupas) foram retiradas das placas de Petri e transferidas novamente para gaiola de inoculação, onde permaneceram até a emergência dos adultos.

Instalação, condução, delineamento e análise estatística do experimento

Para a avaliação da preferência de *C. flavipes* entre as duas espécies de *Diatraea*, utilizou-se fêmeas, tanto da população domesticada quanto da selvagem, com aproximadamente 24h de idade, acasaladas e inexperientes, ou seja, sem contato anterior com os hospedeiros. O experimento foi constituído pelos tratamentos: *C. flavipes* selvagens, com chance de escolha entre lagartas das duas espécies *D. saccharalis* e *D. flavipennella*; e *C. flavipes* criadas em laboratório, com chance entre as duas espécies de *Diatraea*.

As lagartas foram submetidas ao teste de preferência, em arenas cilíndricas de cloreto de polivinila – PVC (20 cm de diâmetro x 25 cm de altura). Em cada arena, dois fragmentos de colmos de cana-de-açúcar com 23 cm de altura, variedade RB 579 foi infestado com uma larva de cada espécie do hospedeiro, 24h antes da liberação de *C. flavipes*, de modo a garantir as condições físicas mais próximas possíveis das encontradas no campo e a máxima capacidade de parasitismo (SANTOS; MIHSFELDT, 2014). Cada tratamento foi constituído por 10 repetições, sendo cada uma representada por uma gaiola e esta vedada nas extremidades após a liberação de uma fêmea do parasitoide. O tempo de busca foi de 6h e o horário de liberação foi nas primeiras horas da manhã, seguindo o proposto por Viel (2012). Após esse período os colmos foram abertos longitudinalmente e as lagartas individualizadas em placas de Petri, onde foi ofertada dieta artificial de realimentação, com o intuito de garantir o desenvolvimento da larva até a formação da pupa ou da massa de pupas, caso o parasitismo tivesse ocorrido.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2 (parasitoide selvagem e domesticado x *D. saccharalis* e *D. flavipennella*). Os dados referentes a porcentagem de parasitismo foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de significância, através do programa ASSISTAT 7.7 BETA® (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Para o teste sem chance de escolha utilizou-se a mesma metodologia descrita anteriormente, porém em cada arena, apenas um fragmento de colmo foi infestado com uma espécie de lagarta. Cada tratamento foi constituído de 10 repetições, sendo cada uma representada por uma arena e esta vedada nas extremidades após a liberação de uma fêmea de cada parasitoide, totalizando 20 lagartas por população de *C. flavipes*.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os dados referentes a porcentagem de parasitismo foram comparadas e submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de significância, através do programa ASSISTAT 7.7 BETA® (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Para avaliação das características biológicas de *C. flavipes*, após a saída das larvas do parasitoide do corpo da lagarta e sua pupação, as massas de pupas foram retiradas e acondicionadas em placas de Petri (5x2 cm) onde permaneceram até a emergência e morte dos adultos, sendo observado o número de indivíduos total (obtido pelo somatório das larvas internas e externas do hospedeiro), número de pupas, número de insetos emergidos, número de machos e fêmeas, período larval e o pupal, razão sexual, viabilidade pupal e longevidade dos adultos.

Além da observação das características biológicas do parasitoide, também foram realizadas medições de dois em dois dias em todas as lagartas (parasitadas e não parasitadas), por tratamento quanto à largura do tórax, largura anterior, largura posterior e comprimento total da lagarta. Entretanto os dados utilizados para análise foram referentes apenas ao 10º dia após o início do experimento, em virtude da formação de pupas tanto do parasitoide, quanto dos hospedeiros.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de regressão logística binomial (LOGISTIC procedure, SAS 9.4)

Resultados e Discussão

Por meio dos resultados do parasitismo das populações de *C. flavipes* sobre os dois hospedeiros, com chance de escolha, observa-se diferenças estatísticas na população domesticada com variação de 0% à 80%, na população selvagem não houve diferença entre as espécies de hospedeiros (Tabela 1). Ao analisar as duas populações do parasitoide no mesmo hospedeiro, não foi observada diferença significativa quando o hospedeiro foi a espécie *D. saccharalis*, entretanto houve diferença quando o hospedeiro foi *D. flavipennella*, onde o maior parasitismo ocorreu pela população selvagem de *C. flavipes*, 40% (Tabela 1).

No teste sem chance de escolha não houve diferença estatística nas duas populações de parasitoides, quando tiveram *D. saccharalis* e *D. flavipennella* como hospedeiros, o fato dos voláteis estarem concentrados na arena principalmente na área onde a concentração de fezes do hospedeiro é alta, afetou o comportamento do parasitoide, atraindo-o de maneira mais eficiente. De acordo com as percentagens evidenciadas na Tabela 2, o parasitismo de *C. flavipes* domesticada sobre *D. flavipennella* ocorre, mesmo que em situações de confinamento, em virtude da pressão exercida sobre o parasitoide em dar continuidade à espécie.

Tabela 1. Índice de Parasitismo (%) de *Cotesia flavipes* sobre larvas de *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella* em teste com chance de escolha. Temperatura $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase 12 h.

Hospedeiros	<i>Cotesia flavipes</i>	
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	50,0 aA	80,0 aA
<i>D. flavipennella</i>	40,0 aA	0,0 bB
CV (%)	99,98	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P=0,05$).

Tabela 2. Índice de Parasitismo (%) de *Cotesia flavipes* sobre larvas de *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella* em teste sem chance de escolha. Temperatura $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase 12 h.

Hospedeiros	<i>Cotesia flavipes</i>	
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	80,0 a	80,0 a
<i>D. flavipennella</i>	90,0 a	50,0 a
CV (%)	73,42	43,84

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Segundo Godfray (1994), assim como o comportamento, novas estratégias e adaptações exclusivas são desenvolvidas pelo parasitoide para poder explorar seu hospedeiro, permitindo assim que a fêmea consiga localizar e parasitá-lo. Por meio das observações feitas em laboratório é possível afirmar que as larvas de *D. flavipennella* possuem um comportamento mais agressivo, quando comparada a *D. saccharalis* e atrelado a isso a presença de uma cutícula mais espessa, exigindo do parasitoide adaptações presentes apenas na população selvagem de *C. flavipes* e que não estão presente ou foram perdidas pela população criada em laboratório, como maior esforço e velocidade de parasitismo. Ainda com relação ao comportamento de *C. flavipes*, foi observado por Silva (2009), parasitando lagartas de *D. saccharalis* e *D. flavipennella*, em testes com chance de escolha que fêmeas de *C. flavipes* apresentaram capacidade de reconhecer os voláteis dos hospedeiros, demonstrando preferência pelo hospedeiro em que foi criado.

Os resultados observados para as características biológicas de *C. flavipes*, domesticada, mostram que o período larval diferiu, sendo o maior quando o hospedeiro foi *D. flavipennella* 16,9 dias. Para a população selvagem de *C. flavipes* o maior período larval

também foi observado no hospedeiro *D. flavipennella* 14,4 dias. Quando analisado o mesmo hospedeiro, *D. saccharalis*, foi observado diferença significativa entre as populações de *C. flavipes*, 10,60 e 11,70 dias para a população domesticada e selvagem, respectivamente. Entretanto, quando as populações de *C. flavipes* foram criadas sobre *D. flavipennella* o maior período larval observado foi da população domesticada 16,9 dias, comparado a selvagem 14,4 dias (Tabela 3).

Para os dados de duração pupal não houve variação, onde todas as pupas apresentaram duração de 5 dias. Trevisan (2014) ao avaliar o efeito da endogamia em *C. flavipes* criada em *D. saccharalis*, encontrou resultados diferentes, onde o maior período pupal para foi de 6,2 dias. Esses dados corroboram com os encontrados por Fonseca et al., (2015) que verificaram um período ovo-adulto de *C. flavipes* em *D. flavipennella* de 19,8 dias, enquanto Silva et al., (2014), que encontraram um período ovo-adulto de pouco mais de 20 dias.

Tabela 3. Duração média (dias \pm EP)¹ das fases larval e de pupa de *Cotesia flavipes* oriundas de *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella*. Areia, PB, 2016.

Hospedeiros	<i>Cotesia flavipes</i>	
	Fase Larval	
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	11,70 \pm 0,3 bA	10,60 \pm 0,3 bB
<i>D. flavipennella</i>	14,40 \pm 0,3 aB	16,90 \pm 0,3 aA
CV (%)	10,40	
	Fase de Pupa	
<i>D. saccharalis</i>	5,0 \pm 0,0	5,0 \pm 0,0
<i>D. flavipennella</i>	5,0 \pm 0,0	5,2 \pm 0,1

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05); ¹EP: erro padrão da média.

De acordo com Sampaio et al., (2001), uma série de sinais dos hospedeiros são avaliados pelo parasitoide antes da decisão de oviposição ser tomada, podendo resultar na preferência por uma das espécies encontradas. Segundo Mackauer et al., (1996), outras características gustativas do hospedeiro só são detectadas durante a prova com o ovipositor pelo parasitoide (toque curto), que é o mecanismo de avaliação final realizado através dos quimiosensílios encontrados no ápice do ovipositor. Em laboratório foi possível observar essa avaliação do parasitoide, principalmente na população de parasitoide selvagem, que, em laboratório, selecionaram larvas bem desenvolvidas e nutridas para oviposição. Esse

comportamento não foi observado em *C. flavipes* da população domesticada, no qual o ato de parasitismo, foi quase automático, impossibilitando a visualização de qualquer mecanismo de avaliação do hospedeiro.

Ambas as populações de *C. flavipes* domesticada e selvagem, apresentaram o maior número de indivíduos quando *D. saccharalis* foi o hospedeiro (61,5 e 51,6 larvas, respectivamente) tendo a população domesticada se destacado em relação à selvagem (Tabela 4). Entretanto, quando o hospedeiro analisado foi *D. flavipennella*, o maior número de larvas do parasitoide, foi registrada na população selvagem (42,05) quando comparados à população domesticada (17,10 larvas).

O número de pupas observado entre as populações de parasitoide não diferiu quando o hospedeiro foi *D. saccharalis*, contudo foi superior o número de pupas deste hospedeiro em comparação as pupas oriundas de *D. flavipennella* (Tabela 4). Em relação as pupas geradas tendo *D. flavipennella* como hospedeiro, foi observada diferença estatística entre as populações do parasitoide, sendo maior o número de pupas de *C. flavipes* selvagem.

O número de adultos do parasitoide emergido, estatisticamente, foi igual quando oriundos de *D. saccharalis*, sendo 45,65 adultos para parasitoides selvagens e 52,40 para domesticados (Tabela 4). Quando comparados com as *C. flavipes* oriunda de *D. flavipennella*, observou-se diferenças significativas, uma vez que para a população selvagem de *C. flavipes*, foi encontrado um maior número de indivíduos 34,60 em relação a população de *C. flavipes* domesticada (8,80 adultos).

Entre as hipóteses que justificam esses valores, Muirhead et al., (2012) observaram a relação entre os diferentes grupos de *C. flavipes* parasitando *Diatraea* sp. e a resposta-imune dos hospedeiros, com base desse estudo é possível inferir que o sistema imune de *D. flavipennella* pode não estar sendo inibido totalmente pelo parasitoide domesticado, influenciando na alimentação do parasitoide e causando mortalidade das larvas, consequentemente gerando menor número de pupas e menor emergência. Além disso, através das observações do comportamento de *C. flavipes* parasitando *D. saccharalis* e *D. flavipennella*, foi constatada a capacidade do parasitoide de reconhecer os voláteis dos hospedeiros, demonstrando preferência, ou não, quando criadas no seu hospedeiro de origem (SILVA, 2009).

Tabela 4. Número total de larvas, de pupas e de adultos (\pm EP)¹ de *Cotesia flavipes* oriundas de *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella*. Areia, PB, 2016.

Hospedeiros	<i>Cotesia flavipes</i>	
	Larvas	
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	51,60 \pm 2,3 aB	61,50 \pm 2,3 aA
<i>D. flavipennella</i>	42,05 \pm 2,3 bA	17,10 \pm 2,3 bB
CV (%)	24,35	
Hospedeiros	Pupas	
	Selvagem	Domesticada
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	46,50 \pm 2,9 aA	53,70 \pm 2,9 aA
<i>D. flavipennella</i>	36,70 \pm 2,9 bA	11,60 \pm 2,9 bB
CV (%)	39,94	
Hospedeiros	Adultos	
	Selvagem	Domesticada
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	45,65 \pm 3,1 aA	52,40 \pm 3,1 aA
<i>D. flavipennella</i>	34,60 \pm 3,1 bA	8,80 \pm 3,1 bB
CV (%)	39,26	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P=0,05$); ¹EP: erro padrão da média.

O peso médio das massas de pupas, observado na Tabela 5, diferiu na população domesticada, onde o peso de pupas foi maior, quando estas tiveram *D. saccharalis* como hospedeiro (39,0 mg). Na população selvagem não houve diferença estatística, sendo o peso de massas (37,0 mg) e (35 mg), para as massas oriundas de *D. saccharalis* e *D. flavipennella*, respectivamente. Ao se comparar as duas populações de *C. flavipes*, não foi observada diferença estatística quando *D. saccharalis* foi o hospedeiro, entretanto em *D. flavipennella*, observou-se o maior peso das massas da população selvagem (35,0 mg), quando comparada a população domesticada (5,0 mg).

Em estudos com *D. flavipennella*, Fonseca et al., (2015) encontraram um peso de 41,10 mg de massa de pupas de *C. flavipes*, enquanto De Bortoli et al., (2015) 56,0 e 51,0 mg para massa de pupas F1 e F2 respectivamente, quando seu hospedeiro foi *D. saccharalis*. Vacari et al., (2012) concluíram que a qualidade das criações massais de *C. flavipes* é melhor quando as massas de pupas são de tamanho grande. De acordo com Parra (2002), um dos parâmetros para se determinar a qualidade do parasitoide *C. flavipes* é o vigor e aspecto da massa de pupas. Dentre as características observadas, um grande número de larvas oriundas de *D. flavipennella* quando parasitadas pela população domesticada não conseguiram realizar

a formação correta da pupa, onde os indivíduos ficaram dispersos e assim ficando desprotegidas, não formando a massa, uma vez que a seda que envolve a pupa não foi devidamente produzida.

Para o parâmetro viabilidade larval e pupal de *C. flavipes*, observa-se que as maiores porcentagens foram observadas quando o hospedeiro foi *D. saccharalis* tanto para população selvagem quanto para população domesticada do parasitoide (Tabela 6). Diferentemente dos valores encontrados nesse trabalho, Boiça Jr et al., (1997) encontraram viabilidades larvais de 72 e 77% para *C. flavipes* em *D. saccharalis* em duas variedades de cana SP – 71 1081 e SP – 71 3146, respectivamente. Valores para viabilidades baixas são obtidas quando nutricionalmente o hospedeiro não é capaz de fornecer proteína e carboidrato suficientes ao parasitoide, afetando o desenvolvimento do inseto (DE BORTOLI et al., 2015).

Estudos feitos por Vacari et al., (2012) encontraram viabilidade pupal de *C. flavipes* oriundas de larvas de *D. saccharalis* em torno de 94%. Outros estudos avaliaram essa viabilidade entre 70 e 80% (TREVISAN, 2014) e 91,6% (DE BORTOLI et al., 2015).

Durante as avaliações observou-se menor quantidade da massa de pupas do parasitoide criado em laboratório, oriunda de *D. flavipennella*. Essas pupas individualmente eram má formadas e dispersas, não possuindo seda deixando-o totalmente exposto, fator esse que eventualmente causou a diminuição da viabilidade.

Tabela 5. Peso de massa de pupas (mg \pm EP)¹ de *Cotesia flavipes* oriundas de *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella*. Areia, PB, 2016.

Hospedeiros	<i>Cotesia flavipes</i>	
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	37,0 \pm 1,2 aA	39,0 \pm 1,2 aA
<i>D. flavipennella</i>	35,0 \pm 1,2 aA	5,0 \pm 1,2 bB
CV (%)	46,28	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05); ¹EP: erro padrão da média.

Tabela 6. Viabilidade larval e pupal de *Cotesia flavipes* oriundas de *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella*. Areia, PB, 2016.

Hospedeiros	<i>Cotesia flavipes</i>	
	Viabilidade Larval (%)	
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	89,5	85,9
<i>D. flavipennella</i>	86,7	71,8
Hospedeiros	Viabilidade Pupal (%)	
	Selvagem	Domesticada
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	96,1	96,6
<i>D. flavipennella</i>	93,8	77,9

O número de machos (antenas maiores) emergidos na população selvagem de *C. flavipes* foi estatisticamente igual para os dois hospedeiros de *Diatraea* (Tabela 7). Entretanto, observou-se diferença entre o número de machos de parasitoides da população domesticada oriundos de *D. saccharalis* (16,95) e *D. flavipennella* (5,35). O hospedeiro exerceu efeito sobre o número de parasitoides emergidos, pois em *D. saccharalis* emergiu maior número de machos da população de *Cotesia* domesticada. O contrário ocorreu quando o substrato foi *D. flavipennella* que foi mais adequado para o desenvolvimento de populações selvagens do parasitoide (Tabela 7).

Para o número de fêmeas de parasitoides na população domesticada, tendo o hospedeiro da população *D. saccharalis*, foi o maior (35,45 fêmeas) quando comparado a *D. flavipennella* (4,45 fêmeas) (Tabela 7). Na população de parasitoides selvagens também foi observada diferença significativa, onde mais uma vez o maior valor observado de fêmeas foi para geração oriunda do hospedeiro *D. saccharalis* (32,80 fêmeas), enquanto que para *D. flavipennella* (21,30 fêmeas). Ao se analisar o número de fêmeas obtidos com o hospedeiro *D. saccharalis* entre as populações do parasitoide, não observou diferença estatística, sendo (35,45 fêmeas) para população domesticada e (32,80 fêmeas) para a população selvagem, entretanto quando o hospedeiro foi *D. flavipennella*, observou-se o maior número de fêmeas na população selvagem (21,30 fêmeas), quando comparada a população domesticada (4,45 fêmeas).

Foi observada uma maior razão sexual na população de parasitoide domesticada, quando estes ovipositaram em *D. saccharalis* (0,68), em comparação com *D. flavipennella* (0,55). Também foi observada diferença na população de parasitoides selvagens, onde a razão sexual foi de (0,70) tendo seu hospedeiro *D. saccharalis* e (0,53) hospedeiro *D. flavipennella* (Tabela 7). Não houve diferença na razão sexual observada nas populações do parasitoide,

quando estas tiveram *D. saccharalis* e *D. flavipennella* como hospedeiro. De acordo com Campos-Farinha et. al., (2000), a produção de machos é tendenciada quando uma fêmea de *C. flavipes* encontra um hospedeiro que não é adequado para o desenvolvimento de toda a prole, como estratégia de garantir o maior número de cópulas com diferentes fêmeas e assim um maior número de descendentes.

Os dados obtidos nesse experimento corroboram com os analisados por Trevisan (2014) que encontraram uma razão de 0,7 para geração F1 de *C. flavipes* em *D. saccharalis*. Vários estudos também foram realizados para a avaliação da razão sexual de *C. flavipes*, como De Bortoli et al., (2015), 0,76, Vacari et al., (2012), 0,70 e Silva et al., (2014), 0,70. Observa-se nesses casos que a razão sexual de *C. flavipes* é direcionada para um maior número de fêmeas, que segundo Vacari et al., (2012) concluíram que tal ocorrência é benéfica ao controle biológico de *D. saccharalis*, pois as fêmeas de *C. flavipes* são responsáveis pelo parasitismo.

Tabela 7. Número total de machos e fêmeas (\pm EP)¹ de *Cotesia flavipes* oriundas de *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella*. Areia, PB, 2016.

Hospedeiros	Cotesia flavipes	
	Machos	
	Selvagem	Domesticada
D. saccharalis	12,85 ± 1,2 aB	16,95 ± 1,2 aA
D. flavipennella	13,30 ± 1,2 aA	5,35 ± 1,2 bB
CV (%)	47,87	
	Fêmeas	
D. saccharalis	32,80 ± 2,9 aA	35,45 ± 2,9 aA
D. flavipennella	21,30 ± 2,9 bA	4,45 ± 2,9 bB
CV (%)	55,79	
	Razão Sexual	
D. saccharalis	0,70 aA	0,68 aA
D. flavipennella	0,53 bA	0,55 bA
CV (%)	17,15	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P=0,05$); ¹EP: erro padrão da média.

Os machos oriundos da população domesticada não apresentaram diferenças na longevidade independentemente da espécie de hospedeiro (4,1 e 4,0 dias) para as espécies *D. saccharalis* e *D. flavipennella*, respectivamente (Tabela 8). Entretanto, na população

selvagem, notou-se maior longevidade para os parasitoides machos oriundos de *D. saccharalis* 4,0 dias. Comparando as duas populações de parasitoides, não foi observada diferenças estatísticas, quando estas foram oriundas de *D. saccharalis*, porém em *D. flavipennella* houve maior número de machos na população domesticada.

Para as fêmeas, a longevidade diferiu entre os hospedeiros, quando parasitadas pelo tipo domesticada, porém não diferiu quando o parasitoide foi o selvagem, sendo maior longevidade de fêmeas no hospedeiro *D. saccharalis* em ambos os casos, 4,5 dias para fêmeas domesticadas e 4,0 dias para fêmeas selvagens.

Os resultados apresentados para larvas de *D. flavipennella* ao serem parasitadas pela *C. flavipes* selvagem, diferem dos dados de De Bortoli et al., (2015), que encontraram longevidade de 2,8 dias para machos e 3,5 dias para fêmeas. Outros estudos encontraram diferentes resultados para a longevidade de *C. flavipes* como Lohmann (2011) que encontrou uma longevidade de 3,74 dias para machos e 2,92 para fêmeas. Todos podem ser justificados pela diferença de temperatura e umidade e uso de linhagens diferentes do parasitoide. Além disso, pré-testes realizados em laboratório sugerem que ao ofertar solução de mel a 5% a longevidade dos adultos tende a dobrar.

Tabela 8. Longevidade machos e fêmeas (dias \pm EP)¹ de *Cotesia flavipes* oriundas de *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella*. Areia, PB, 2016.

Hospedeiros	<i>Cotesia flavipes</i>	
	Machos	
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	4,0 \pm 0,0 aA	4,1 \pm 0,1 aA
<i>D. flavipennella</i>	3,5 \pm 0,1 bB	4,0 \pm 0,0 aA
CV (%)	7,62	
Hospedeiros	Fêmeas	
	Selvagem	Domesticada
	Selvagem	Domesticada
<i>D. saccharalis</i>	4,0 \pm 0,1 aB	4,5 \pm 0,1 aA
<i>D. flavipennella</i>	3,8 \pm 0,1 aA	4,0 \pm 0,0 bA
CV (%)	8,11	

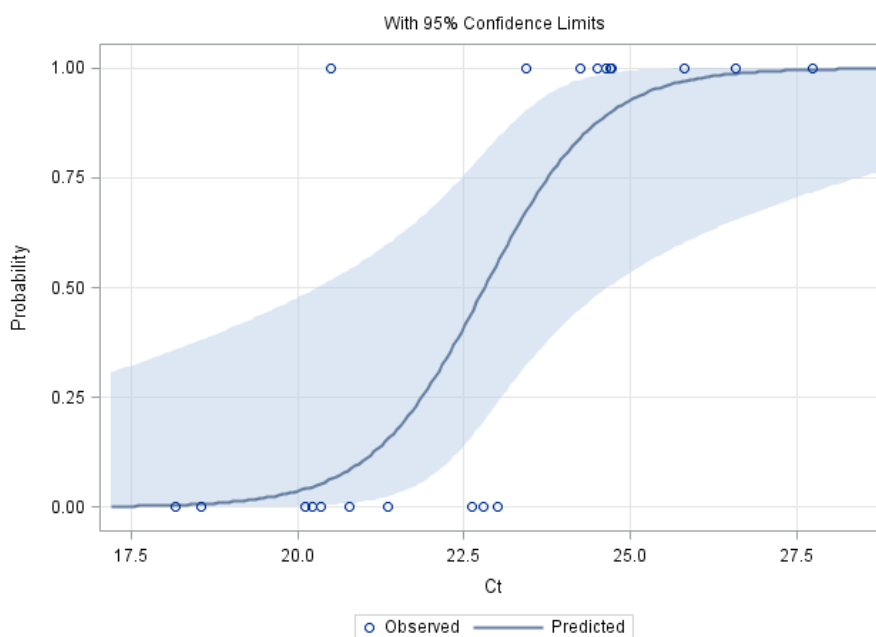
Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05); ¹EP: erro padrão da média.

Para a relação Dados morfométricos x Parasitismo, as análises não encontraram diferenças significativas para largura mediana, largura anterior e largura posterior em nenhum dos hospedeiros. Entretanto, o comprimento total em *D. saccharalis* apresentou diferença

significativa quando parasitada ou não por *C. flavipes* (Figura 1). De acordo com os resultados, é possível inferir que após 10 dias em dieta de realimentação lagartas de *D. saccharalis* com 22,5 mm de comprimento, tem a maior probabilidade de estarem parasitadas.

Esses resultados estão de acordo com o que foi descrito por Pennacchio e Strand (2006) em que o parasitoide pode adequar o hospedeiro às necessidades do seu desenvolvimento manipulando a fisiologia do mesmo, alterando crescimento e desenvolvimento, como estratégia para que os hospedeiros atinjam um estado nutricional mais adequado do que aquele no momento do parasitismo. Lopes (2008) ao avaliar a regulação do desenvolvimento das lagartas de *D. saccharalis* parasitadas, concluiu que estas estendem seu desenvolvimento até a fase de pré-pupa sem sofrer, metamorfose, sendo afetada assim no seu crescimento e desenvolvimento.

Figura 1. Representação esquemática do Comprimento total (Ct) de *Diatraea saccharalis* com o seu parasitismo por *Cotesia flavipes*.



Os parâmetros observados e discutidos exibem uma correlação entre as populações do parasitoide *C. flavipes* e as duas espécies de *Diatraea*, ambos os hospedeiros foram aceitos, entretanto foi observado o maior parasitismo em *D. saccharalis* pela população do parasitoide criada em laboratório, as quantidades de larvas, pupas e adultos oriundos desse hospedeiro, bem como os altos índices de viabilidade caracterizam a ação eficiente da relação parasitoides-hospedeiro após sucessivas gerações em laboratório.

Para as áreas da região do Brejo paraibano, onde existe na produção de cana-de-açúcar a presença de *D. flavipennella* ultrapassando 10 lagartas/hora/homem, existe a necessidade de um método de controle eficiente, que apenas será obtido com a utilização de sistema de manejo que insira parasitoides nativos das áreas que estão sendo atacadas, uma vez que estes são mais adaptados as variações metereológicas do local e biológicas dos hospedeiros.

O comportamento mais agressivo de *D. flavipennella*, bem como sua dieta no campo, exige um uso de parasitoides que tenham alto número de fêmeas, aceitem parasitar larvas com valores nutricionais diferentes das larvas criadas em laboratório, desenvolvimento rápido e com o mínimo de má formação de modo que seja excelente em todos os parâmetros do controle de qualidade criados para avaliar a eficiência de *C. flavipes*. Logo, é de extrema necessidade a criação de uma população oriunda do cruzamento dos parasitoides selvagens e domesticados.

Conclusões

A população selvagem de *C. flavipes* exhibe preferência e melhor desempenho no parasitismo de *D. flavipennella*.

O cruzamento entre as populações selvagem e de laboratório de *C. flavipes* é indicado para que a liberação massal de parasitoides no campo seja eficiente.

Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Edmilson Jacinto Marques (Departamento de Fitossanidade – UFRPE) pela doação das fases imaturas de *Diatraea flavipennella*. À Fazenda Engenho Macaíba, na pessoa de Cícero Pessoa de Andrade, pelo auxílio, disponibilidade e doação das variedades de cana-de-açúcar. E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

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

BOIÇA JR, A. L.; LARA, F. M.; BELLODI, M. P. Influência de variedades de cana-de-açúcar, incorporadas em dieta artificial, no desenvolvimento de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) e no seu parasitismo por *Cotesia flavipes* (Cam.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 26, n. 3, p. 537-542, 1997.

CAMPOS-FARINHA, A. E C.; CHAUD-NETTO, J.; GOBBI, N. Biologia reprodutiva de *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae). IV. Discriminação entre lagartas parasitadas e não parasitadas de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae), tempo de desenvolvimento e razão sexual dos parasitóides. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 67, n. 2, p. 229-234, 2000.

DE BORTOLI, S. A.; VIEL, S. R.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, C. P.; DOS SANTOS, R. F. Efeito da alimentação do adulto na qualidade do endoparasitoide larval da broca comum da cana-de-açúcar. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 270-278, 2015.

FERNANDEZ-TRIANA, J.; NOYES, J. S.; POLASZEK, A.; DICKY, S. K. Clarification of the author and year of publication of *Cotesia chilonis*, a species used widely for biological control of Chilo stem borers. *Journal of Hymenoptera Research*, Bern, v. 45, p. 113, 2015.

FONSECA, A. P. P.; MARQUES, E. J.; TORRES, J. B.; SILVA, L. M.; SIQUEIRA, H. A. A. Lethal and sublethal effects of lufenuron on sugarcane borer *Diatraea flavipennella* and its parasitoid *Cotesia flavipes*. *Ecotoxicology*, v. 24, n. 9, p. 1869-1879, 2015.

GODFRAY, H. C. J. 1994. Parasitoids, Behavioral and Evolutionary Ecology. *Princeton University Press*, Princeton.

GUIMARAES, J.; MARQUES, E. J.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; ALBUQUERQUE, A. C.; PASSOS, E. M.; SILVA, C.; TEIXEIRA, A. A. Sublethal effect of concentrations of *Metarhizium anisopliae* (metsch.) sorok on the larval stage and immunologic characteristics of *Diatraea flavipennella* (box) (Lepidoptera: Crambidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 86, n. 4, p. 1973-1984, 2014.

HANSLEY, S.D.; HAMMOND, A.H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. *Journal Economy Entomology*, v.61, p.1742–1743, 1968.

LOHMANN, Tiago Rodrigo. *Interações da proteína Vip3Aa20, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) e seus parasitóides, *Cotesia flavipes* (Cameron) e *Trichogramma galloi* Zucchi*. 2011. 77f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2011.

LOPES, C. S. *Regulação do desenvolvimento e resposta imune de lagartas de *Dittraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Cmbidae) por *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae)*. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M. Controle integrado da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae). *Brasil Açucareiro*, v. 106, n. 2, p. 2-14, 1988.

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

MACKAUER, M.; MICHAUD, J.P.; VÖLKL, W. 1996. Invitation paper: CP Alexander Fund: Host choice by aphidiid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. *The Canadian Entomologist*, v. 128, n. 06, p. 959-980, 1996.

MAHMOUD, A. M. A.; LUNA-SANTILLANA, E. J.; RODRIGUEZ-PEREZ, M. A. Parasitism by the endoparasitoid, *Cotesia flavipes* induces cellular immunosuppression and enhances susceptibility of the sugar cane borer, *Diatraea saccharalis* to *Bacillus thuringiensis*. *Journal of insect science*, v. 11, n. 1, p. 119, 2011.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Cana-de-açúcar*. Fonte consultada: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-deacucar>> Acesso em 18/02/2016.

MAZZONETTO, F.; CORBANI, R. Z.; DALRI, A. B. Efeito de Extratos Aquosos de *Azadirachta indica* na sobrevivência de *Diatraea saccharalis* e do parasitóide *Cotesia flavipes*. *Revista Agrogeoambiental*, v. 5, n. 2, 2013.

MUIRHEAD, K. A.; MURPHY, N. P.; SALLAM, N.; DONNELLAN, S. C.; AUSTIN, A. D. Phylogenetics and genetic diversity of the *Cotesia flavipes* complex of parasitoid wasps (Hymenoptera: Braconidae), biological control agents of lepidopteran stemborers. *Molecular phylogenetics and evolution*, v. 63, n. 3, p. 904-914, 2012.

PARRA, J.R.P. Criação massal de inimigos naturais, pp. 143–164. In Parra J.R.P., Botelho P.S.M., Correa-Ferreira B. S., Bento J.M.S. (eds.), *Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores*. Manole, São Paulo, São Paulo. 2002.

PENNACCHIO, F.; STRAND, M. R. Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v. 51, p. 233-258, 2006.

POTTING, R. P.; VET, L. E.; DICKE, M. Host microhabitat location by stem-borer parasitoid *Cotesia flavipes*: the role of herbivore volatiles and locally and systemically induced plant volatiles. *Journal of chemical ecology*, v. 21, n. 5, p. 525-539, 1995.

POTTING, R. P. J., SNELLEN, H. M.; VET, L. E. M.. Fitness consequences of superparasitism and mechanism of host discrimination in the stemborer parasitoid *Cotesia flavipes*. *Entomologia experimentalis et applicata*, v. 82, n. 3, p. 341-348, 1997.

ROSSONI, C.; LOUREIRO, E. D. S.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; COSTA, D. P.; BARBOSA, R. H. Selectivity of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Clavicipitaceae) on adults of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). *Folia biologica*, v. 62, n. 3, p. 269-275, 2014.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H.; LENTEREN, J. C.. Host Preference of *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) for *Myzus persicae* (Sulzer) and *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, v. 30, n. 4, p. 655-660, 2001.

SANTOS, L. A. O.; MIHSFELDT, L. H.. Capacidade de Busca e de Parasitismo de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) em Lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). *EntomoBrasilis*, v. 7, n. 2, p. 106-109, 2014.

SILVA, C. C. M. *Desempenho do parasitóide Cotesia flavipes (Cam.)(Hymenoptera: Braconidae) sobre Diatraea saccharalis (Fabr.) e Diatraea flavipennella (Box)(Lepidoptera: Crambidae)*. 2009. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 51p.

SILVA, F. DE A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V.. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 2009.

SILVA, C.; MARQUES, E. J.; OLIVEIRA, J. V.; ALBUQUERQUE, A. C.; VALENTE, E. C. Interação de fungos entomopatogênicos com parasitoide para manejo de *Diatraea flavipennella* (Box) (Lepidoptera: Crambidae). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 3, 2014.

SILVA, C. C. M. D.; MARQUES, E. J.; OLIVEIRA, J. V.; VALENTE, E. C. N. Preference of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae). *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 34, n. 1, p. 23-27, 2012.

TREVISAN, M. *Efeito da endogamia em Cotesia flavipes (Cameron, 1891)(Hymenoptera: Braconidae) criada em Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) ao longo de gerações*. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola)-FCAV-UNESP, Jaboticabal. 72 f. 2014.

VACARI, A. M.; GENOVEZ, G. D. S.; LAURENTIS, V. L. D.; DE BORTOLI, A. S. Fonte proteica na criação de *Diatraea saccharalis* e seu reflexo na produção e no controle de qualidade de *Cotesia flavipes*. *Bragantia*, v. 71, n. 3, p. 355-361, 2012.

VALENTE, E. C. N.; MARQUES, E. J.; DE OLIVEIRA, J. V.; DA SILVA, C. C. M., DOS PASSOS, E. M.; GUIMARÃES, J. Efeito de fungos entomopatogênicos sobre formas imaturas de *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 9, n. 1, 2014.

VIEL, S. R. *Avaliação da qualidade de produção e de busca pelo hospedeiro de Cotesia flavipes Cameron 1891 (Hymenoptera: Braconidae) em laboratório*. 2012, 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2012.

ARTIGO II

LEVANTAMENTO E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO COMPLEXO DE BROCAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR (Magnoliophyta: Poaceae), NO MUNICÍPIO DE ALAGOA NOVA (PB)

Levantamento e Flutuação populacional do Complexo de brocas em áreas de cana-de-açúcar (Magnoliophyta; Poaceae), no município de Alagoa Nova (PB)

Survey and Population fluctuation of borer complex in sugarcane areas (Magnoliophyta: Poaceae) in the municipality of Alagoa Nova (PB)

Resumo - A cana-de-açúcar é de extrema importância para região tropical, sendo uma das mais tradicionais e que mais se destaca do ponto de vista socioeconômico, pois gera muitos empregos diretos e indiretos. Dentre os diversos problemas que a cultura enfrenta, a presença de pragas é sem dúvidas um dos mais persistentes. Assim, o presente trabalho foi conduzido visando identificar o complexo de brocas-podridão presentes na cultura da cana-de-açúcar em área de Brejo paraibano, sua flutuação populacional, bem como avaliar a atratividade desses insetos em diferentes variedades de cana-de-açúcar. O levantamento foi realizado na Fazenda Engenho Macaíba da Companhia AGRO INDUSTRIAL MACAÍBA LTDA, pertencente ao município de Alagoa Nova – PB. Foram selecionadas três áreas todas cultivadas com a variedade RB 579. As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de Setembro de 2014 a Agosto de 2015. O método de levantamento populacional utilizado foi o hora/homem. A atratividade gerada pela broca de acordo com a variedade do fragmento de colmo foi avaliada em laboratório (Temperatura de $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$, com fotofase de 12 horas). Houve correlação entre a flutuação populacional da espécie *D. flavipennella* e do gênero *Telchin* sp. com os elementos meteorológicos temperatura média e precipitação. Áreas irrigadas com vinhaça são mais atrativas e apresentam maior densidade do complexo de brocas, quando comparadas a áreas não irrigadas.

Palavras-chave: *Diatraea*, engenho, sazonalidade.

Abstract - The sugarcane is of extreme importance to tropical region, being one of the most traditional and that stands out from the socioeconomic point of view, because it creates many direct and indirect jobs. Among the many problems related to this culture, the presence of pests is undoubtedly one of the most persistent. The present study was conducted in order to identify the rot-borer complex present in the sugarcane culture from Brejo Paraibano microregion, its population fluctuation and to evaluate the attractiveness of these insects for different varieties of sugarcane. The survey was conducted at Fazenda Engenho Macaíba of

the Company AGRO INDUSTRIAL MACAÍBA LTDA, in the municipality of Alagoa Nova - PB. Three areas were selected all cultivated with RB 579 variety. Samples were collected monthly during the period of September, 2014 to August, 2015. The population survey method used was the hour/man. The attractiveness generated by the borer according to the stem fragment variety was evaluated in the laboratory (temperature of 26 ± 2 °C and relative moisture of $70 \pm 10\%$, with 12 hours of photoperiod). There was a correlation between the population fluctuation of the species *D. flavipennella* and the genus *Telchin* sp. with meteorological elements average temperature and precipitation. Irrigated areas with vinasse are more attractive and present higher density of borer complex when compared with non-irrigated areas.

Keywords: *Diatraea*, mill, seasonality.

Introdução

A cana-de-açúcar é uma das culturas agrícolas mais importantes da região tropical abrangendo uma grande área de ocupação, devido o clima quente com solos férteis e bem drenados que garantem o seu excelente desenvolvimento. Destaca-se também do ponto de vista socioeconômico, pois gera muitos empregos diretos e indiretos, uma vez que é principalmente cultivada como matéria-prima a ser fornecida, com finalidade de produzir açúcar, álcool, fermento e inúmeros outros derivados, tanto para utilidades alimentícias, como para indústrias químicas o que a torna uma interessante fonte de renda (CHEAVEGATTI-GIANOTTO, et. al., 2011).

No Brasil a cana-de-açúcar é uma das produções mais tradicionais, no entanto esta cultura apresenta um grande número de insetos-pragas, podendo atacar os canaviais durante todas as suas fases de desenvolvimento. Apesar do elevado nível tecnológico em uso nas lavouras brasileiras, o fornecimento inadequado de nutrientes (VALE et al., 2011), o manejo hídrico inadequado (WIEDENFELD; ENCISO, 2008; OLIVEIRA et al., 2011) e o ataque de insetos-praga (CARVALHO et al., 2011) podem comprometer a produtividade da cana-de-açúcar, e exigem constante atenção. Na Paraíba, as áreas de plantio localizadas na Microrregião do Brejo paraibano, se diferenciam por não utilizar inseticidas no controle de pragas, bem como reaproveitar os rejeitos do processo de fermentação do caldo (vinhaça) como fonte de minerais para as demais áreas.

Entre as espécies de pragas presentes destacam-se aquelas pertencentes a Ordem Lepidoptera, uma vez que são tidas como as mais importantes pragas desta cultura, por sua ampla distribuição e dimensão dos prejuízos que causam (MACEDO; ARAÚJO, 2000). O ataque é bastante variável, dependendo da variedade de cana, da época do ano, do ciclo da cultura, entre outros fatores (MACEDO; BOTELHO, 1988). De modo geral, os danos diretos decorrem da alimentação do inseto nos tecidos da planta e se caracteriza por perda de peso, abertura de galerias, falhas na germinação, morte da gema apical, tombamento dos colmos, encurtamento do entrenó, enraizamento aéreo e germinação das gemas laterais. Esses danos podem ocorrer isolados ou associados. Já os danos indiretos estão relacionados com a entrada de microrganismos oportunistas, os fungos *Fusarium moniliforme* Sheldon e *Colletotricum falcatum* Went que promovem a inversão da sacarose e diminuição da pureza do caldo, levando a um menor rendimento de açúcar e contaminações da fermentação alcoólica com menor rendimento do álcool (LONG; HENSLEY, 1972; MACEDO; BOTELHO, 1988; MARGARIDO; CASTILHO, 1988; GALLO et al., 2002).

Com relação a flutuação populacional, os dados são muitas vezes de valor local, existindo grandes variações de um local a outro e de um ano para o outro. As flutuações populacionais são modificadas pelos fatores climáticos, principalmente temperatura e umidade, e sofrem também influência dos fatores edáficos e biológicos (TERAN, 1979). Pinto et al., (2006) afirmam que o monitoramento da população da praga, realizado por meio de levantamentos da quantidade de lagartas, têm por objetivo monitorar as populações da praga e definir o momento certo para ser adotada uma medida de controle, especialmente no que se refere à identificação dos locais e das épocas mais adequadas para controle.

Assim, o presente trabalho foi conduzido visando identificar o complexo de brocas-podridão presentes na cultura da cana-de-açúcar em área de Brejo paraibano, sua flutuação populacional, bem como avaliar a atratividade desses insetos aos seus parasitoides em diferentes variedades de cana-de-açúcar.

Material e Métodos

Local de estudo

O levantamento foi realizado na Fazenda Engenho Macaíba da Companhia AGRO INDUSTRIAL MACAÍBA LTDA, pertencente ao município de Alagoa Nova – PB. Foram

selecionadas três talhões com 7 hectares para serem avaliadas, sendo todos os talhões cultivados com a variedade RB 579, entre três e quatro meses de idade.

Condução do experimento e análise estatística

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de Setembro de 2014 a Agosto de 2015. O método de levantamento populacional utilizado foi o hora/homem, onde dois amostradores caminharam pelo talhão, casualmente, e identificaram as plantas com a gema apical morta (sintoma conhecido por “coração morto”). As plantas atacadas foram abertas longitudinalmente, as formas biológicas das pragas e dos inimigos naturais (lagartas, pupas da broca e pupas dos parasitoides) foram coletados.

Os insetos capturados foram recolhidos e conduzidos ao Laboratório de Zoologia dos Invertebrados, UFPB/CCA, onde foram colocados individualmente em placas de Petri e alimentados até a fase adulta, quando ocorreu a identificação e posterior conservação em álcool 70% de algumas espécimes.

Os dados referentes ao número de indivíduos por área foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), através do programa ASSISTAT 7.7 BETA® (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Os dados meteorológicos (temperatura média do ar e precipitação) referentes ao período estudado foram obtidos e registrados no próprio Engenho.

Devido a ausência de predadores e/ou parasitoides de *Telchin* sp. popularmente conhecida por broca-gigante da cana, o teste de atratividade foi realizado apenas com *Diatraea flavipennella* e seu parasitoide *Cotesia flavipes*.

A atratividade gerada pela broca *Diatraea* de acordo com a variedade do fragmento de colmo foi avaliada em laboratório (Temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$, com fotofase de 12 horas). Os insetos utilizados nesse teste foram obtidos de uma criação de *D. flavipennella* iniciada com ovos provenientes de criação massal do Laboratório de Entomologia, Setor Fitossanidade, UFRPE.

Para o teste com chance de escolha, as fases larvais de 4º instar de *D. flavipennella* foram inseridas em colmos de 20 cm de comprimento de 5 variedades de cana-de-açúcar: RB 579 (testemunha), RB 2754, RB 2506, RB 1541 e RB 2504. Após 24h, os colmos foram acondicionados em arenas cilíndricas de Cloreto de polivinila – PVC (20 cm de diâmetro x 25 cm de altura). Foram realizadas 10 repetições, representadas por uma arena cada, e cada uma dessas contendo um exemplar infestado de todas as variedades, totalizando 50 colmos e assim

50 lagartas. Em seguida foram liberadas 2 fêmeas de *C. flavipes* por arena e as extremidades da arena vedadas. O período de busca foi de 6 horas considerado adequado ao parasitismo (VIEL, 2012). Após esse período, os colmos foram abertos longitudinalmente e as lagartas individualizadas em placas de Petri, sendo ofertada as lagartas dieta artificial de Hansley e Hammond (1968), modificada por Araújo et al., (1985), com o intuito de garantir o desenvolvimento da larva até a formação da pupa do hospedeiro ou da massa de pupas do parasitoide, caso o parasitismo tenha ocorrido. Os dados referentes a taxa de parasitismo (lagartas parasitadas + lagartas com parasitoides) foram comparados entre as variedades de cana-de-açúcar.

Para o teste sem chance de escolha, foi realizado o mesmo processo descrito anteriormente. Porém, foram realizadas 10 repetições para cada variedade, representadas por uma arena cada. Logo cada arena continha um único exemplar infestado. Os dados referentes ao número de pupas de parasitoide formadas por massa pupal foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, através do programa ASSISTAT 7.7 BETA® (SILVA; AZEVEDO, 2009).

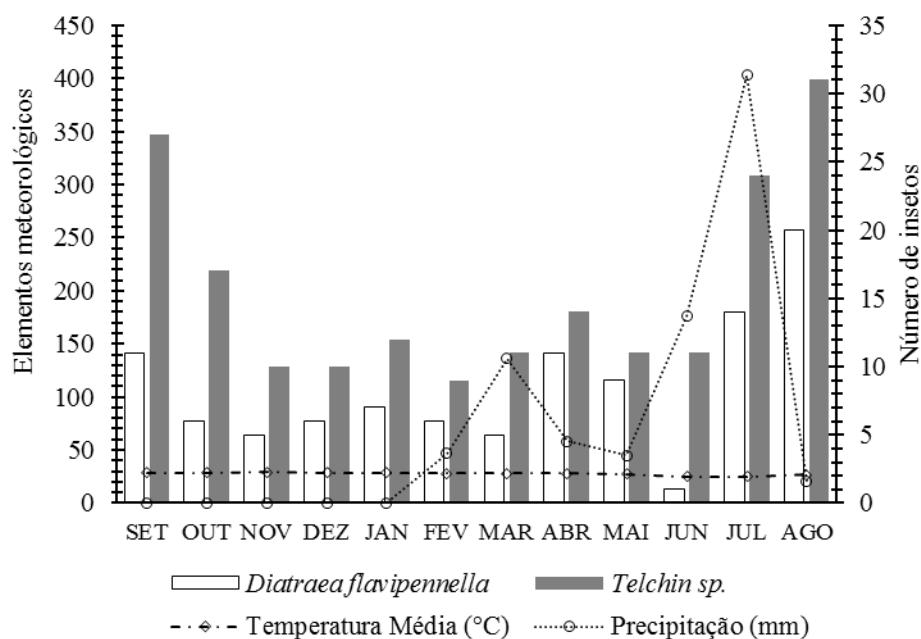
Resultados e Discussão

Pelos resultados obtidos para as espécies de brocas coletadas nas áreas de cana-de-açúcar, foi constatada a presença delas durante todo o ano, onde o número total foi de 288 espécimes, o que correspondeu a 35,07% de *D. flavipennella*, com no máximo 20 insetos, relacionado ao mês de Agosto (Figura 1). Constatada a presença desta espécie, o monitoramento deve ser constante, uma vez que, segundo Joyce et al., (2014) espécies de *Diatraea* estão entre as principais pragas em todo o Hemisfério Ocidental e de difícil identificação pois as espécies de *Diatraea* são facilmente confundidas tomando por base apenas a morfologia.

A densidade populacional das duas espécies de brocas aumentou consideravelmente entre os meses de julho e agosto de 2015, com coleta de 89 espécimes, o que representou 31,00% do total de indivíduos amostrados durante a pesquisa (Figura 1). Observa-se que o elevado número de brocas no canavial esteve relacionado com o crescimento da planta, uma vez que os picos populacionais dos insetos coincidem com o período posterior às chuvas, em que as plantas de cana-de-açúcar estão no máximo desenvolvimento e as condições climáticas são as mais propícias para o desenvolvimento dos insetos. Além disso, nesse período a

disponibilidade de plantas jovens adjacentes às canas maduras aumentam, garantindo novos hospedeiros para uma nova geração insetos.

Figura 1. Flutuação populacional de espécies de brocas coletadas em talhões de cana-de-açúcar, em Alagoa Nova, Paraíba, no período de Setembro de 2014 a Agosto de 2015.



Na Figura 1, é possível observar a variação pluviométrica ao longo do ano, atrelado a isso nos meses de maior coleta a temperatura média computada está bem próxima da temperatura considerada ótima para o desenvolvimento dos insetos, próxima aos 26°C. Esses resultados da influência dos fatores climáticos sobre a flutuação populacional estão de acordo com as análises realizadas por Portela et al., (2010) ao avaliarem a flutuação populacional de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar no estado do Piauí, em que mostraram uma correlação significativa entre o comportamento da praga e a temperatura, alterando a sua flutuação populacional.

Ao avaliar as áreas amostradas de maneira isolada, observou-se diferença significativa com relação a quantidade de indivíduos coletados (Tabela 1). Para a espécie *D. flavipennella* a área 3 se destacou pela grande quantidade de indivíduos computados, superando inclusive o somatório das outras duas áreas. Já para o gênero *Telchin sp.* foram as áreas 1 e 3 que apresentaram as maiores incidências de espécimes.

Durante o período de coleta, a área 3 caracterizou-se por ser a única irrigada com vinhaça, também conhecido por vinhoto que segundo Silva et al., (2014), é um líquido

residual do processo de destilação do álcool de cana-de-açúcar, sendo um importante subproduto usado para aumentar a fertilidade de canaviais e ter potencial de promover aumento na produtividade de colmos. Uma vez estabelecida essa relação, é possível inferir que a irrigação por vinhaça torna as plantas de cana-de-açúcar mais atrativas, aumentando assim a incidência de pragas.

Tabela 1. Densidade de brocas coletadas por área de cana-de-açúcar, em Alagoa Nova, Paraíba.

Área	<i>Diatraea flavipennella</i>	<i>Telchin</i> sp.
Área 1	10,50 ± 0,59 b	27,50 ± 0,82 a
Área 2	17,37 ± 0,35 b	8,83 ± 0,32 b
Área 3	27,62 ± 0,94 a	19,16 ± 1,56 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. (± EP) erro padrão da média.

A área 1, caracterizou-se por ter um pequeno córrego separando o canavial de áreas com plantio de banana e capim. Assim, é possível supor que a disponibilidade de água, bem como a disponibilidade de espécies que sirvam como hospedeiros temporários possam ter influenciado na presença mais acentuada de *Telchin* sp. nesta área (Tabela 1). Essas observações corroboram as de Branco et al., (2011) que, ao estudar os insetos associados à cana-de-açúcar em áreas de transição, relataram espécies se encontravam no local devido à presença de cursos de água que se formam durante a estação chuvosa.

Os parasitoides muitas vezes apresentam uma preferência inata por odores de determinadas variedades de plantas (MESQUITA et al., 2011). Entretanto, atrelado aos voláteis liberados pelas plantas infestadas, estão fontes de odores, como as fezes dos hospedeiros que também são voláteis capazes de guiar os parasitoides a esses hospedeiros.

No teste sem chance de escolha, todas as variedades de cana-de-açúcar foram parasitadas (Tabela 2), contudo ao avaliar o número de pupas do parasitoide, constatou-se diferenças significativas nas variedades RB 2754 e RB 1541, ocorrendo uma diminuição destes valores, quando comparadas à testemunha. De acordo com Muirhead et al., (2012), determinadas populações de *C. flavipes* são adaptadas a hospedeiros locais, devido uma co-evolução. Logo, à medida que a composição das variedades de cana vai se distanciando da testemunha, novos voláteis são produzidos alterando a preferência dos parasitoides.

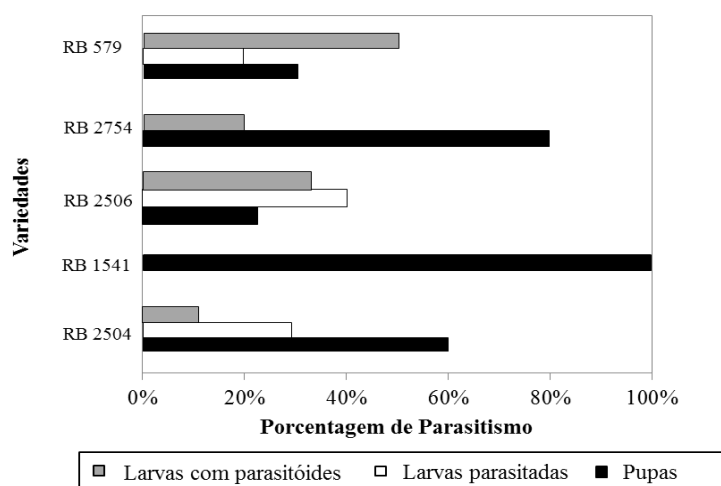
No teste com chance de escolha, observa-se mais nitidamente o efeito dos voláteis produzidos pelo consumo de diferentes variedades de fragmentos de cana, sobre o parasitoide (Figura 2). As variedades RB 579 (testemunha) e RB 2506 apresentaram respectivamente 70 e 75% de porcentagem de parasitismo. Esses resultados mostram que as lagartas alimentadas com essas duas variedades fornecem estímulos semelhantes de atratividade a *C. flavipes*. Resultados semelhantes podem ser verificados nas análises feitas por Boiça Jr et al., (1997), com a variedade SP 71-1081 e SP 71-3146. Apesar da maior porcentagem ser da variedade RB 2506, observa-se que foi a testemunha que obteve a maior quantidade de parasitoides nas larvas. Diferente da variedade RB 1541 que se mostrou pouco atrativa aos parasitoides de *D. flavipennella*.

Tabela 2. Parasitismo de *Diatraea flavipennella* por *Cotesia flavipes* em diferentes variedades de cana-de-açúcar.

Variedades	Nº de pupas/massa
RB 579 (testemunha)	67,70 ± 10,84 a
RB 2754	54,90 ± 14,92 b
RB 2506	80,00 ± 8,22 a
RB 1541	46,00 ± 6,05 b
RB 2504	75,60 ± 1,65 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (± EP) erro padrão da média.

Figura 2. Parasitismo, com chance de escolha, de *Cotesia flavipes* sobre *Diatraea flavipennella* em diferentes variedades de cana-de-açúcar.



Conclusões

Há correlação entre a flutuação populacional das espécies *D. flavipennella* e *Telchin* sp. com os elementos meteorológicos temperatura média e precipitação.

Áreas irrigadas com vinhaça são mais atrativas e apresentam maior densidade do complexo de brocas, quando comparadas a áreas não irrigadas com vinhaça.

Lagartas de *D. flavipennella* oriundas das variedades RB 579, RB 2506 e RB 2504 são mais atrativas a *C. flavipes*.

Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Edmilson Jacinto Marques (Departamento de Fitossanidade – UFRPE) pela doação das fases imaturas de *Diatraea flavipennella*. À Fazenda Engenho Macaíba, na pessoa de Cícero Pessoa de Andrade, pelo auxílio, disponibilidade e doação das variedades de cana-de-açúcar. E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

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

BOIÇA JR, A. L.; LARA, F. M.; BELLODI, M. P. Influência de variedades de cana-de-açúcar, incorporadas em dieta artificial, no desenvolvimento de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) e no seu parasitismo por *Cotesia flavipes* (Cam.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 26, n. 3, p. 537-542, 1997.

BRANCO, R. T. P. C.; PORTELA, G. L. F.; BARBOSA, O. D. A. A.; SILVA, P. R. R.; MOURA P., L. E. Análise faunística de insetos associados à cultura da cana-de-açúcar, em área de transição floresta amazônica–cerrado (mata de cocal), no município de União–Piauí–Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 4, p. 1121-1132, 2011.

CARVALHO, F.T. DE; QUEIROZ, J.R.G.; TOLEDO, R.E.B. Eficácia do herbicida amicarbazone no controle de cordas-de-viola na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.10, p.183-189, 2011.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H. M. C.; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J. C.; BURNQUIST, W. L.; CRESTE, S.; CIERO, L.; FERRO, J. A.; FIGUEIRA, A. V.; GROSSI-DE-SÁ, M. F.; FILGUEIRAS, T. S.; GROSSI-DE-SÁ M. F.; GUZZO E C.; HOFFMANN H. P.; LANDELL M. G. A.; MACEDO N.; MATSUOKA S.; REINACH F. C.; ROMANO, E.; SILVA, W. J.; SILVA FILHO, M. C.; ULIA, E. C. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. *Tropical plant biology*, v. 4, n. 1, p. 62-89, 2011.

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

HANSLEY, S.D.; HAMMOND, JR., A.H. Laboratory techniques for rearing the sugarcane borer on an artificial diet. *Journal of Economic Entomologic*, Geneva, v.61, p.1742-1743, 1968.

JOYCE, A. L.; WHITE, W. H.; NUESSELY, G. S.; SOLIS, M. A.; SCHEFFER, S. J.; LEWIS, M. L.; MEDINA, R. F. Geographic population structure of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera: Crambidae), in the southern United States. *PloS one*, v. 9, n. 10, p. e110036, 2014.

LONG, W. H.; HENSLEY, S. D. Insect pests of sugar cane. *Annual Review Entomology*, v.17, n.1, p.149-176, 1972.

MACEDO, N.; ARAÚJO, J. R.. Efeitos da queima do canavial sobre parasitóides de larvas e de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.)(Lepidoptera: Crambidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 2000.

MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M. Controle integrado da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera, Pyralidae). *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.106, n.2, p.2-14, 1988.

MARGARIDO, L. A. C.; CASTILHO, H. J. *Brasil Açucareiro*, v.106, n.2, p.41-46, 1988.

MESQUITA, F. L.; MENDONÇA, A. L.; SILVA, C. E.; CORREIA, A. M. O.; SALES, D. F.; CABRAL-JUNIOR, C. R.; NASCIMENTO, R. R. D. 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*, Flórida, v. 94, n. 3, p. 420-427, 2011.

MUIRHEAD, K. A.; MURPHY, N. P.; SALLAM, N.; DONNELLAN, S. C.; AUSTIN, A. D. Phylogenetics and genetic diversity of the *Cotesia flavipes* complex of parasitoid wasps (Hymenoptera: Braconidae), biological control agents of lepidopteran stemborers. *Molecular phylogenetics and evolution*, v. 63, n. 3, p. 904-914, 2012.

OLIVEIRA, E.C.A.; FREIRE, F.J.; OLIVEIRA , A.C.; SIMÕES NETO, D.E.; ROCHA , A.T.; CARVALHO , L.A. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.617-625, 2011.

PINTO, A. S.; GARCIA, J. F.; OLIVEIRA, H. N. Manejo das principais pragas da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de. *Atualização em produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba: v. 2, p. 257-280, 2006.

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

SILVA, A. P.; BONO, J. A.; PEREIRA, F. A. R.. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 38-43, 2014.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: World congress on computers in agriculture, 7, Reno-NV-USA: America Society of Agricultural and Biological Engineers, USA, 2009.

SILVA, C.; MARQUES, E. J.; OLIVEIRA, J. V.; ALBUQUERQUE, A. C.; VALENTE, E. C. Interação de fungos entomopatogênicos com parasitoide para manejo de *Diatraea flavipennella* (Box) (Lepidoptera: Crambidae). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 3, 2014.

TERAN, F. O. Dinâmica populacional de adultos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) em canaviais do estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 8, n. 1., p. 3-17, 1979.

VALE, D.W.; PRADO, R. M.; AVALHÃES, C.C.; HOJO, R.H. Omissão de macronutrientes na nutrição e no crescimento da cana-de-açúcar cultivado em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, p.189-196, 2011.

VIEL, S. R. *Avaliação da qualidade de produção e de busca pelo hospedeiro de Cotesia flavipes Cameron 1891 (Hymenoptera: Braconidae) em laboratório*. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 109 f. 2012.

WIEDENFELD, B.; ENCISO, J. Sugarcane responses to irrigation and nitrogen in semiarid South Texas. *Agronomy Journal*, v.100, p.665-671, 2008.

3. CONCLUSÕES GERAIS

A população selvagem de *C. flavipes* exibe preferência e melhor desempenho no parasitismo de *D. flavipennella*.

O cruzamento entre as populações de *C. flavipes* é indicado para que a liberação massal de parasitoides no campo seja eficiente.

Há correlação entre a flutuação populacional das espécies *D. flavipennella* e *Telchin* sp. com os elementos meteorológicos temperatura média e precipitação.

Áreas irrigadas com vinhaça são mais atrativas e apresentam maior densidade do complexo de brocas, quando comparadas a áreas não irrigadas com vinhaça.

Lagartas de *D. flavipennella* oriundas das variedades RB 579, RB 2506 e RB 2504 são mais atrativas a *C. flavipes*.