

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**QUALIDADE DE *Cotesia flavipes* CAMERON, 1891
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PRODUZIDA POR
BIOFÁBRICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Vanessa Fabíola Pereira de Carvalho

Engenheira Agrônoma

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**QUALIDADE DE *Cotesia flavipes* CAMERON, 1891
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PRODUZIDA POR
BIOFÁBRICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Vanessa Fabíola Pereira de Carvalho

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli

Co-orientadora: Dra. Alessandra Marieli Vacari

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de Mestre
em Agronomia (Entomologia Agrícola)**

2017

C331q Carvalho, Vanessa Fabíola Pereira de
Qualidade de *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera :
Braconidae) produzida por biofábricas do estado de São Paulo /
Vanessa Fabíola Pereira de Carvalho. -- Jaboticabal, 2017
viii, 66 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientador: Sergio Antonio De Bortoli

Banca examinadora: Rogéria Inês Rosa Lara, Raphael de Campos
Castilho

Bibliografia

1. Criação massal. 2. Controle biológico. 3. Parasitoides. I. Título.
II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.79:632.937

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: QUALIDADE DE *Cotesia flavipes* CAMERON, 1891 (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PRODUZIDA POR BIOFÁBRICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

AUTORA: VANESSA FABIOLA PEREIRA DE CARVALHO

ORIENTADOR: SERGIO ANTONIO DE BORTOLI

COORIENTADORA: ALESSANDRA MARIELI VACARI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SERGIO ANTONIO DE BORTOLI
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pesquisadora Dra. ROGÉRIA INÊS ROSA LARA
APTA / Ribeirão Preto, SP

Jaboticabal, 23 de fevereiro de 2017

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

VANESSA FABÍOLA PEREIRA DE CARVALHO - Nascida em Ribeirão Preto - SP, no dia 28 de maio de 1992. É Engenheira Agrônoma graduada pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Campus de Jaboticabal – SP, em março de 2015. As atividades de pesquisa em controle biológico e criação massal de insetos iniciaram-se com o estágio no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) em abril de 2010. Neste período participou de eventos na área de atuação, apresentou resumos em congressos e publicou artigo como primeira autora. Foi bolsista PIBIC/CNPq durante toda a graduação, com trabalhos focados em controle biológico. Ingressou no curso de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em março de 2015, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/Unesp, Jaboticabal, na área de Entomologia Agrícola, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) no período de março de 2015 a fevereiro de 2017.

“As coisas que perdemos, acabam voltando para nós, mas nem sempre da forma que esperamos”

(Luna Lovegood, J. K. Rowling)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares e pessoas que deram aporte para a sua realização e que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal.

Principalmente aos meus pais, Magali Therezinha e Antônio Carlos, pelo amor inigualável, carinho, auxílio e dedicação. Aos meus avôs, Vô Nico, Vó Dadá, Vô Geraldo (*in memoriam*) e Vó Maria, pela preocupação, orações e carinho.

Aos meus irmãos Vladimir, Vanderson e Vitor, pelo incentivo, pela motivação e momentos em família. E ao meu sobrinho Raul, pela alegria que nos proporciona.

À Andrea, Mariana e Adriana, pelas horas agradáveis e ajuda em todos os momentos que precisei.

Ao Bruno Garcia, pelo incentivo, carinho e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser meu guia e minha fortaleza, e a minha família maravilhosa, por me ajudar em todas as decisões que tomei até hoje em minha vida;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Jaboticabal, São Paulo, e também aos Docentes do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) desta instituição, em especial ao Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli, por todos os anos de orientação e ensinamentos;

À Dra. Alessandra Marieli Vacari pela orientação e compreensão durante toda trajetória deste trabalho;

Aos companheiros do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (UNESP/FCAV), jamais esquecidos, pela ajuda e amizade;

Aos pesquisadores, Dra. Rogéria Inês Rosa Lara e Dr. Nelson Wanderley Perito, pelos conselhos e pela contribuição na execução deste trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e incentivo à realização deste projeto;

Às Biofábricas que forneceram material para a realização deste trabalho e aos seus funcionários que auxiliaram durante toda a execução desta pesquisa, principalmente pelo envio de material biológico para o estudo;

E a todos os amigos, professores e companheiros que de uma forma ou de outra contribuíram com esse trabalho e fizeram parte de minha vida durante essa etapa.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. A cultura da cana-de-açúcar	5
2.1.1. Breve histórico	5
2.1.2. Aspectos do plantio de cana-de-açúcar.....	6
2.1.3. Importância econômica da cultura da cana-de-açúcar para o Brasil .	8
2.2. A broca da cana-de-açúcar, <i>Diatraea saccharalis</i>	9
2.2.1. Características morfológicas de <i>D. saccharalis</i>	9
2.2.2. Aspectos biológicos de <i>D. saccharalis</i>	10
2.2.3. Danos de <i>D. saccharalis</i> em cana-de-açúcar	11
2.2.4. Controle de <i>D. saccharalis</i>	12
2.2.4.1. Controle químico de <i>D. saccharalis</i>	12
2.2.4.2. Controle cultural de <i>D. saccharalis</i>	13
2.2.4.3. Controle biológico de <i>D. saccharalis</i>	14
2.3. <i>Cotesia flavipes</i>	15
2.3.1. Breve histórico	16
2.3.2. Descrição e Biologia de <i>C. flavipes</i>	16
2.4. Controle de qualidade em criações massais.....	21
2.4.1. Importância do controle de qualidade	22
2.4.2. Parâmetros avaliados no controle de qualidade de <i>Cotesia flavipes</i> .	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Insetos.....	26

3.2.	Características morfométricas de <i>C. flavipes</i>	27
3.3.	Sobrevivência dos adultos de <i>C. flavipes</i>	28
3.4.	Características reprodutivas de <i>C. flavipes</i>	29
3.5.	Atividade de voo de <i>C. flavipes</i>	29
3.6.	Análise dos dados.....	31
4.	RESULTADOS.....	32
4.1.	Características morfométricas.....	32
4.2.	Sobrevivência dos adultos.....	38
4.3.	Características reprodutivas.....	42
4.3.1.	Razão sexual.....	42
4.3.2.	Descendentes por hospedeiro.....	43
4.3.3.	Sobrevivência de pupa a adulto.....	44
4.4.	Atividade de voo.....	45
5.	DISCUSSÃO.....	48
6.	CONCLUSÃO.....	53
7.	REFERÊNCIAS.....	54

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Datas de obtenção das amostragens de <i>Cotesia flavipes</i> , oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo.....	26
TABELA 2 - Comprimento (mm) do corpo de fêmeas de <i>Cotesia flavipes</i> oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de <i>Diatraea saccharalis</i> , em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....	33
TABELA 3- Comprimento (mm) do corpo de machos de <i>Cotesia flavipes</i> , oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de <i>Diatraea saccharalis</i> , em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....	33
TABELA 4 - Comprimento (mm) da tíbia de fêmeas de <i>Cotesia flavipes</i> oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo após o parasitismo em lagartas de <i>Diatraea saccharalis</i> , em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....	34
TABELA 5 - Comprimento (mm) da tíbia de machos de <i>Cotesia flavipes</i> , oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de <i>Diatraea saccharalis</i> , em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....	35
TABELA 6 - Largura (mm) da asa de fêmeas de <i>Cotesia flavipes</i> , oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de <i>Diatraea saccharalis</i> , em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....	36

- TABELA 7 - Largura (mm) da asa de machos de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....36
- TABELA 8 - Comprimento (mm) da asa de fêmeas de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....37
- TABELA 9 - Comprimento (mm) da asa de machos de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....38
- TABELA 10 - Razão sexual dos descendentes de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens no período de dois anos.....42
- TABELA 11 - Número de descendentes de *Cotesia flavipes* por hospedeiro, após o parasitismo de lagartas de *Diatraea saccharalis* por adultos de *C. flavipes*, oriundos de cinco biofábricas do estado de São Paulo, realizadas em dez amostragens no período de dois anos.....44
- TABELA 12 - Sobrevivência (%) de pupa a adulto de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....45

- TABELA 13 - Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores em testes de atividade de voo em condições de laboratório, oriundos de cinco biofábricas do estado de São Paulo em dez amostragens no período de dois anos.....46
- TABELA 14 - Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* caminhadores em testes de atividade de voo em condições de laboratório, oriundos de cinco biofábricas do estado de São Paulo em dez amostragens no período de dois anos.....46
- TABELA 15 - Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* não voadores em testes de atividade de voo em condições de laboratório, oriundos de cinco biofábricas do estado de São Paulo em dez amostragens no período de dois anos.....47

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Habitus de <i>Cotesia flavipes</i> . A - fêmea. B - macho. Escala= 0,5mm.....	20
FIGURA 2 - Foto utilizada das medições <i>Cotesia flavipes</i> . Caracteres morfológicos avaliados (indicados pelas setas vermelhas): A. Comprimento do corpo, B. Comprimento da asa, C. Largura da asa, D. Comprimento da tibia.....	28
FIGURA 3 - Modelo de recipiente para teste de atividade de voo de <i>Cotesia flavipes</i> (de Hivizi et al., 2009, adaptado por Trevisan, 2014).....	31
FIGURA 4 - Sobrevivência (%) de fêmeas de <i>Cotesia flavipes</i> , oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....	40
FIGURA 5 - Sobrevivência (%) de machos de <i>Cotesia flavipes</i> , oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.....	41

QUALIDADE DE *Cotesia flavipes* CAMERON, 1891 (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PRODUZIDA POR BIOFÁBRICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO - *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide utilizado no programa de controle biológico de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), é liberado em áreas de cana-de-açúcar pelo menos uma vez durante o ciclo da cultura. Para isso são produzidos aproximadamente 21 bilhões de parasitoides por ano, em cerca de 40 biofábricas no Brasil. Esse programa teve início há mais de 40 anos, quando esse parasitoide foi introduzido no país, e até o momento não foram realizadas novas introduções. O objetivo deste trabalho foi avaliar qualidade de *C. flavipes* proveniente de cinco das maiores biofábricas do estado de São Paulo, Brasil – I = Sertãozinho, II = Santa Ernestina, III = Pradópolis, IV = Américo Brasiliense e V = Ribeirão Preto, através da morfometria externa dos exemplares, produção de descendentes, sobrevivência e habilidade de voo, em dez amostragens durante dois anos. Quanto aos parâmetros morfométricos, a Biofábrica I apresentou parasitoides semelhantes ao encontrado na literatura. A maior longevidade foi encontrada na Biofábrica IV (4 dias). A média da razão sexual foi maior para a Biofábrica I (0,73 fêmeas/hospedeiro). A média geral de sobrevivência de pupa a adulto foi acima de 80% para todas as Biofábricas. As massas de pupa que produziram, em média, o maior número de parasitoides por hospedeiro foram as da Biofábrica I (média de 67,53 fêmeas/hospedeiro). Os insetos de todas as Biofábricas apresentaram bom desempenho, observando-se, porém, que a Biofábrica I foi a que se destacou quanto aos parâmetros biológicos, apresentando resultados superiores. Dessa forma conclui-se que a metodologia utilizada permite detectar diferenças morfológicas externas e biológicas nos insetos produzidos em laboratório, podendo compor um futuro protocolo de controle de qualidade para *C. flavipes*

Palavras-chave: criação massal, controle biológico, parasitoides, cana-de-açúcar, controle de qualidade.

**QUALITY OF *Cotesia flavipes* CAMERON, 1891 (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) PRODUCED BY BIOFACTORIES OF THE SÃO PAULO STATE**

ABSTRACT - *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid used in the biological control program of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), is released in sugarcane areas at least once during the culture. Approximately 21 billion parasitoids are produced per year in about 40 biofactories in Brazil. This program began more than 40 years ago, when this parasitoid was introduced in the country, and so far no new introductions have been made. The objective of this work was to evaluate the quality of *C. flavipes* coming from five of the largest biofactories in the state of São Paulo in Brazil, I = Sertãozinho, II = Santa Ernestina, III = Pradópolis, IV = Américo Brasiliense and V = Ribeirão Preto. External morphometry of the specimens, production of offspring, survival and flight ability, in ten samplings over two years. Regarding the morphometric parameters, Biofactory I presented parasitoids similar to those found in the literature. The greatest longevity was found in Biofactory IV (4 days). The mean sex ratio was higher for Biofactory I (0.73 females / host). The overall survival rate from pupae to adult was above 80% for all Biofactories. The pupal masses that produced, on average, the highest number of parasitoids per host were those of Biofactory I (mean of 67.53 females / host). The insects of all the Biofactories presented good performance, however, observing, however, that Biofactory I was the one that stood out about the biological parameters, presenting superior results. Thus, it can be concluded that the methodology used allows the detection of external and biological morphological differences in insects produced in the laboratory, and may constitute a future quality control protocol for *C. flavipes*

Keywords: mass rearing, biological control, parasitoid, sugarcane, quality control.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca mundialmente no cultivo e produção de cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L. (Magnoliopsida: Poaceae), com aproximadamente nove milhões de hectares de área a ser colhida na safra 2016/2017. A estimativa para produção de cana-de-açúcar é de mais de 684 milhões de toneladas e a produção de açúcar e álcool em torno de 40 milhões de toneladas e 28 bilhões de litros (etanol anidro e hidratado), respectivamente, na safra 2016/2017 (CONAB, 2016).

A cultura da cana-de-açúcar é associada com a presença de vários insetos-praga devido a vários fatores, sendo um deles a grande extensão da área cultivada. A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), destaca-se como praga dessa cultura, por abrir galerias no interior do colmo durante a fase larval, podendo atingir picos populacionais acima do nível de dano econômico (GARCIA; BOTELHO; MACEDO, 2009).

No estado de São Paulo, onde a cana comumente é plantada nos primeiros meses do ano (cana de ano e meio), ocorre incidência frequente de lagartas de *D. saccharalis* no início da primavera (setembro – outubro), atingindo os mais altos índices no começo do ano seguinte, coincidentemente com o verão dessa região. Nas canas plantadas nos meses de setembro – outubro (cana de ano) os problemas se acentuam no início do ano seguinte (junho - julho). Dependendo da variedade, região de plantio ou o ano, o ataque pode ser constante, com ligeira queda no inverno, e aumento nos períodos quentes e úmidos (GARCIA; BOTELHO; MACEDO, 2009). Deve ser salientado que pesquisas com flutuação populacional de uma praga e sua relação com fatores climáticos apresentam resultados muito diferentes de uma região para outra; muitas vezes o fator que apresenta correlação significativa em uma região perde a importância em outra, evidenciando que a dinâmica populacional é específica para o local (PORTELA et al, 2010).

A flutuação populacional de *D. saccharalis* é influenciada não só pelos fatores climáticos, mas também por fatores edáficos, idade do canavial, idade da planta e nutrição do canavial (TERÁN, 1979); variedades (MACEDO; BOTELHO, 1988); época do ano (MACEDO; MACEDO, 2004) e queima do canavial (MELO; PARRA, 1988), entre outros fatores. Como exemplo, o pico populacional no mês de junho,

apresenta correlação negativa com a temperatura mínima e positiva com a pressão atmosférica, de acordo com Portela et al. (2010).

Devido às características da praga e às extensas áreas contínuas cultivadas, o controle químico da broca da cana-de-açúcar torna-se difícil, biológica e economicamente, já que a praga passa a maior parte da fase larval no interior do colmo, ficando espacialmente inacessível ao contato com inseticidas. Além disso, o controle químico também é oneroso e pode ser altamente prejudicial ao ambiente, devido às essas grandes extensões das áreas cultivadas necessitarem de aplicações aéreas (VOLPE, 2009).

O controle biológico pode ser considerado e/ou utilizado como uma medida emergencial para controle de pragas, sendo, em alguns casos, semelhante, nesse aspecto, ao uso de inseticidas. As criações massais de insetos e posteriores liberações inundativas tendem a reduzir os danos às culturas impedindo a evolução populacional da praga, de forma rápida e sem prejuízos ao ambiente. É uma estratégia que pode ser visualizada pelo agricultor e muito bem-aceita, devido a substituição de agroquímicos por algo que tenha ação equivalente e muito menos prejudicial (PARRA, 2000; PARRA, 2002)

No Brasil, o parasitoide *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae) é usado como agente de controle biológico de *D. saccharalis* (BOTELHO, 1992), devido a sua eficiência na redução da população dessa praga (MACEDO; ARAÚJO, 2000). A introdução dessa espécie no Brasil foi realizada em dois momentos, sendo um deles na região sudeste e o outro no nordeste, nos anos de 1971 e 1974, respectivamente, com insetos oriundos de Trinidad-Tobago. Em 1978, novas linhagens de *C. flavipes*, provenientes da Índia e do Paquistão, regiões mais frias e úmidas, foram introduzidas no estado de São Paulo (MACEDO, 1978), com a intensidade de infestação da broca da cana-de-açúcar diminuindo de 11% para 2,8% entre 1980 e 2002 (POLANCZYK et al., 2004).

No Brasil eram liberadas 6.000 vespas por hectare (4 copos com massas de pupas / ha), quantidade repetida cerca de 15 dias após, caso a população de lagartas não parasitadas persistisse acima de 1.000 lagartas / ha ou 10 lagartas por hora-homem na amostragem (BOTELHO; MACEDO, 2002). Isso era recomendado por que se sabia que *C. flavipes* chegava até ao redor de 35 metros do local de

liberação (BOTELHO et al., 1980). Entretanto, apesar de *C. flavipes* chegar até quase 40 metros de distância, seu parasitismo é efetivo até 18 m do ponto de liberação (POMARI et al., 2008), o que acabou por exigir, pelo menos, 8 pontos de liberação por hectare, com a mesma quantidade de indivíduos.

O parasitoide ao longo dos anos tem se mostrado eficiente na redução de populações da broca da cana-de-açúcar, sendo que atualmente existe a preocupação quanto ao controle de qualidade dos indivíduos produzidos em laboratório (TREVISAN, 2014). Essa preocupação se fundamenta principalmente no fato de que, desde a introdução de *C. flavipes* no Brasil, não foram realizadas novas introduções, sendo assim, o parasitoide está sendo criado em biofábricas há mais de 40 anos. Estudo realizado por Veiga et al. (2013) mostrou que populações de *C. flavipes* obtidas em diferentes biofábricas apresentaram diferenças no número de descendentes e no tamanho dos adultos.

O controle de qualidade na produção de insetos em condições de laboratório é definido por Leppla e Ashley (1989), como o monitoramento e o controle do complexo processo de produção para programas de criação massal, que assegurem que o produto apresente qualidade consistente a ponto de alcançar o desempenho desejado no campo. Como o controle da praga é o objetivo das liberações de inimigos naturais criados massalmente, o controle de qualidade deve determinar se o inimigo natural está em condições de exercer o controle da praga eficientemente. Desta forma, o interessante não é determinar a qualidade ótima, mas sim, a qualidade aceitável, que seria aquela na qual o agente de controle manteria a população da praga abaixo do nível de dano econômico (van LENTEREN, 2009).

Para garantir a qualidade considerada aceitável dos parasitoides produzidos, Hivizi et al. (2009) sugeriram testes de controle de qualidade em laboratório para *C. flavipes*, como a avaliação do parasitismo, fecundidade, emergência, razão sexual, longevidade e atividade de voo, propondo, assim, parâmetros de avaliação do parasitoide produzido massalmente. No entanto, o grande problema é que muitas Biofábricas não os seguem, tendo apenas como preocupação a meta de produção final de massas de pupas.

Resultados insatisfatórios devido à baixa qualidade dos inimigos naturais, além de não produzirem bons resultados no controle da praga, podem resultar na

diminuição ou até no descrédito total do agente de controle e comprometer o programa que tem sido desenvolvido em longos anos de pesquisa (PREZOTTI et al., 2002). Assim, inimigos naturais de qualidade devem controlar com eficiência a praga no campo, permitindo o sucesso do programa de controle biológico.

Cerca de 80% das biofábricas existentes no Brasil, que produzem *C. flavipes* para utilização própria, como usinas de açúcar e álcool, e aquelas que criam para comercialização, encontram-se no estado de São Paulo (PARRA, 2014), que é o maior produtor de cana-de-açúcar do país, com 52,3% (4.668,2 mil hectares) de área plantada (CONAB, 2016). Este parasitoide é criado em biofábricas para liberação em campo, porém indicadores de parasitismo e capacidade de voo sugerem que ele não está apresentando os mesmos níveis de controle que foram observados logo após sua introdução (FREITAS, 2016).

A avaliação das características biológicas de indivíduos criados em laboratório e parâmetros definidos de um protocolo de controle de qualidade podem fornecer informações imprescindíveis para garantir o sucesso contínuo de sua utilização no campo, uma vez que insetos de baixa qualidade podem não realizar o controle efetivo. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar e comparar a qualidade de *C. flavipes* produzido massalmente em cinco biofábricas do estado de São Paulo, por meio da morfometria externa dos exemplares, produção de descendentes, sobrevivência e habilidade de voo, para o dimensionamento de um futuro protocolo de controle de qualidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

2.1.1. Breve histórico

No século VI a.C., *S. officinarum* (cana-de-açúcar), originária das ilhas de Nova Guiné no sudoeste do Oceano Pacífico, era utilizada como planta ornamental nos jardins das moradias e como alimento. No século X foi introduzida por árabes no Egito através do Mar Mediterrâneo, sendo os egípcios responsáveis pela elaboração da primeira forma rudimentar de extração de açúcar pelo caldo da cana (MACHADO, 2014).

O Oriente, por meio de mercadores monopolistas, fornecia o açúcar consumido por reis e nobres na Europa (FIGUEIREDO, 2008). No início do século XIV há registros de comercialização de açúcar por quantias que em 2014 seriam equivalentes a R\$ 200,00/kg (MACHADO, 2014). Na época do Renascimento, os senhores feudais portugueses cobravam altos tributos do comércio realizado via marítima, dada a posição geográfica de Portugal que era passagem obrigatória para as navegações carregadas de mercadorias, estimulando a introdução da cana-de-açúcar na Ilha da Madeira, de onde saíram as primeiras mudas para cultivo nas colônias portuguesas (MIRANDA, 2008).

O Brasil, colônia de Portugal, teve suas terras repartidas em Capitânicas Hereditárias e, visando uma maior produção de açúcar para atender o mercado Europeu, a planta foi trazida por volta de 1530, da Ilha da Madeira, por Martim Afonso de Souza, para a Capitania de São Vicente (São Paulo). Após a introdução e o enorme desenvolvimento do plantio de cana-de-açúcar em Pernambuco, a partir de 1535 outras capitânicas começaram seu cultivo, ocorrendo assim rápida expansão, e em 1580 o Brasil já havia conquistado o monopólio mundial de produção de açúcar de cana (FIGUEIREDO, 2008).

No final do século XVII, com a descoberta do ouro em Minas Gerais o açúcar perdeu o primeiro lugar na geração de riquezas e sua produção se retraiu até o final do século XIX. A Europa, maior consumidor do açúcar produzido no Brasil, começou a produzir açúcar a partir da beterraba e início do século XIX, independente da importação (MACHADO, 2014).

D. Pedro II, imperador do Brasil, era adepto de novas tecnologias, e em 1857 elaborou um programa de modernização para a produção de açúcar, criou novas indústrias no Nordeste e em São Paulo, que passaram a ser chamadas de "usinas de açúcar" (NATALE NETTO, 2007).

No início do século XX, junto com o avanço de estudos tecnológicos, pequenas usinas começaram a produzir etanol. Esse fato ocorreu após o Decreto Lei 19.717 de 20 de janeiro de 1931, elaborado por Getúlio Vargas, que objetivava a adição de 5% de álcool a toda gasolina importada (NATALE NETTO, 2007).

Em 1970, adveio a crise do petróleo e o governo brasileiro criou um programa de incentivo à produção e utilização do álcool em substituição à gasolina como combustível, chamando de Programa Nacional do Álcool (Proálcool) (ANDRADE; CARVALHO; SOUZA, 2009). Esse programa avançou e incentivou a produção em novas regiões do Brasil, como o Paraná, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Em menos de cinco anos, a produção de pouco mais de 300 milhões de litros ultrapassou a cifra de 11 bilhões de litros e o Proálcool se tornou o maior programa de energia renovável já estabelecido no mundo (MACHADO, 2014).

2.1.2. Aspectos do plantio de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é considerada uma cultura semiperene, pois após o plantio, ela é cortada várias vezes antes de ser replantada. Seu ciclo produtivo é, em média, de seis anos com cinco cortes. As principais tecnologias com potencial de contribuição para a produtividade e sustentabilidade da cana-de-açúcar estão associadas com o melhoramento genético, o gerenciamento agrícola, as técnicas de plantio, os tratamentos culturais e a colheita (NOVA CANA, 2013).

A fase do plantio é constituída das seguintes operações: eliminação da soqueira (ou limpeza do terreno, se for o caso de uma área nova), subsolagem, calagem, gradagem ou aração, terraceamento, sulcação, distribuição de torta de filtro e adubo, distribuição de mudas, cobertura de mudas, pulverização de herbicida e quebra de sulco. Sendo estas boas práticas de plantio, que são de extrema importância na determinação do sucesso do cultivo da cana, pois é através e um bom plantio com características adequadas que o conduzirão a uma boa colheita (CARLIN, 2004).

Essas operações são realizadas com o auxílio de equipamentos e implementos específicos. A operação de distribuição de mudas é feita ainda manualmente na maioria dos casos, mas a mecanização tem avançado nos últimos anos. Existem duas opções de utilização para a época de plantio da cana, sendo a de cana de 12 meses (que é plantada pouco tempo após a última colheita e é colhida no ano seguinte), e a cana de 18 meses (onde após a última colheita do canavial, a terra fica vários meses descansando ou recebe uma cultura de rotação de amendoim, soja, girassol ou algum vegetal que ajude a nitrogenar o solo) (NOVA CANA, 2013).

Após o primeiro corte, que corresponde à chamada cana-planta, o canavial é colhido em média mais quatro vezes (cana soca) a partir da rebrota da cana cortada (soqueira). As operações de trato da soqueira dependem do tipo de colheita e situações específicas do canavial. As principais são: enleiramento do palhiço (no caso de corte de cana crua), cultivo e adubação de soqueiras e aplicação de herbicidas. A aplicação de adubos depende das condições do solo, produtividade do canavial e outros fatores; o uso da vinhaça (soqueira) e da torta de filtro (plantio) reduz a necessidade de adubos químicos e melhora o teor de matéria orgânica dos solos (NOVA CANA, 2013).

Uma das características de maior importância para se ter uma boa produtividade final e um bom estande de mudas, está relacionada com as práticas de plantio, levando em consideração, fatores indispensáveis para a otimização da cultura, como escolha da área e variedade, sanidade da muda, época do plantio, preparo adequado do solo, profundidade de plantio, cobertura dos rebolos e distribuição de gemas no sulco (SILVA, et al., 2003)

2.1.3. Importância econômica da cultura da cana-de-açúcar para o Brasil

O Brasil é líder mundial no cultivo e produção de cana-de-açúcar, com aproximadamente 9 milhões de hectares de área a ser colhida na safra 2016/2017, em aumento de 3,7% comparada com a safra anterior, sendo para o mesmo período estimado a produção 684,77 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com a produção de açúcar devendo atingir 39,96 milhões de toneladas e a de álcool em torno de 27,5 bilhões de litros, somando as produções de etanol anidro e hidratado (CONAB, 2016). Com o aumento do consumo interno, a produção de etanol está projetada para 2019 em 58,8 bilhões de litros, sendo 50 bilhões de litros destinados ao mercado interno e 8,8 bilhões às exportações (BRASIL, 2013).

A cultura da cana-de-açúcar tem se destacado pelos benefícios que proporciona por ser fonte de energia renovável e pela grande contribuição econômica. A agroindústria sucro-alcooleira aproveita todo seu potencial, ou seja, produz energia como alimento (açúcar), etanol (combustível para veículos) e eletricidade (obtida com a queima do bagaço) (UNICA, 2009).

Além do açúcar refinado e do etanol, outros produtos são gerados pelo processamento da cana-de-açúcar, como diversos tipos de açúcares, como glicose, frutose, sorbitol e sucralose, entre outros. De outras fermentações podem ser obtidos acetonas, antibióticos (penicilina, tetraciclina), enzimas industriais (amilases, proteases), vitaminas (C, B2, B12), aminoácidos (lisina, fenilalanina), insumos biológicos para a agricultura (bioinseticidas e fertilizantes), álcool hidratado carburante (96GL), álcool anidro (99,5GL), derivados do álcool, os desidratados (etilenos) e os desidrogenados (acetaldeídos) (WAAK; NEVES, 1998). Utiliza-se também o bagaço da cana (subproduto) como combustível nas unidades geradoras de vapor (caldeiras), movimentando turbinas e gerando energia utilizada na moagem e também para eventual retorno a rede pública de distribuição. Também é usado nas caldeiras de indústrias citrícolas, de papel e celulose, para geração de energia. Produz também a pasta de celulose para produção de papel e pode ser usado na alimentação animal (UNICA, 2009).

2.2. A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*

Diatraea saccharalis é, dentre as espécies consideradas pragas da cana-de-açúcar, aquela de maior relevância no país, devido à frequência com que ocorre, seu alto potencial biótico, clima favorável, seu hábito que a protege dos inimigos naturais e, principalmente, pelos prejuízos causados (PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006). Está distribuída amplamente nas regiões canavieiras do Brasil e em diversos países das Américas, do Sul, Central e do Norte (VENDRAMIM; SILVA; CAMARGO, 1989; DINARDO-MIRANDA, 2008). Além da cana-de-açúcar, a praga infesta diversas gramíneas, como sorgo, milho e arroz (MENDONÇA et al., 1996; BENEDINI, 2006).

As perdas causadas pela broca da cana-de-açúcar são calculadas por meio de índices de infestação, em especial pelo índice de intensidade de infestação (= % de entrenós brocados), o qual correlaciona-se com a produção de açúcar e álcool. Tais índices de perdas são incompletos, pois consideram apenas perdas industriais. As perdas agrônômicas são pouco comentadas, particularmente pela dificuldade de se analisar em campo, comparando-se canaviais infestados com aqueles livres de infestação (TERÁN, 1987; TREVISAN, 2014).

2.2.1. Características morfológicas de *D. saccharalis*

Diatraea saccharalis é um inseto com desenvolvimento holometabólico, com estágios de ovo, lagarta, pupa e adulto, o que caracteriza a metamorfose completa. A oviposição ocorre frequentemente nas folhas verdes, tanto no limbo superior como inferior e, ocasionalmente, na bainha (GALLO et al., 2002).

Os ovos, que têm formato ovalado e achatado, são depositados em grupos e de forma imbricada, assemelhando-se a um segmento de “couro de cobra” ou “escamas de peixe”, sendo no início do desenvolvimento embrionário são amarelo-claros, tornando-se marrom-escuros quando são visíveis as cápsulas cefálicas dos embriões no interior dos ovos (BOTELHO; MACEDO, 2002).

A lagarta é de coloração branca-leitosa, com pequenas manchas marrons dispostas em linhas ao longo do dorso, elas apresentam três pares de pernas torácicas e um par de falsas pernas anais, medindo no final da fase larval aproximadamente 25 mm de comprimento (MENDONÇA et al., 1996). A pupa se forma no interior do colmo, sendo inicialmente de coloração marrom-clara, que escurece ao longo de seu desenvolvimento. Normalmente as pupas que vão originar fêmeas são maiores do que aquelas que irão produzir machos (BOTELHO; MACEDO, 2002).

O adulto de *D. saccharalis* é uma mariposa de cor amarelo-palha com manchas escuras nas asas anteriores e asas posteriores esbranquiçadas, medindo 25 mm de envergadura (BOTELHO; MACEDO, 2002). A fêmea geralmente é maior que o macho, com abdome volumoso e asas menos pigmentadas e o macho se diferencia das fêmeas por possuir cerdas no último par de pernas (MENDONÇA et al., 1996; DINARDO-MIRANDA, 2008).

2.2.2. Aspectos biológicos de *D. saccharalis*

A longevidade dos adultos é, em média, de cinco dias, podendo as fêmeas depositar de 200 a 400 ovos; dependendo da época do ano e das condições climáticas podem colocar de 300 a 600 ovos, em ambas as faces das folhas ainda verdes, bem como nas suas bainhas (PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006; DINARDO-MIRANDA, 2008). O período embrionário é de 4 a 9 dias, quando as lagartas recém-nascidas inicialmente se alimentam do parênquima das folhas, apresentando hábito raspador, depois da primeira ecdise, as lagartas já apresentam mandíbulas robustas o suficiente para perfurarem as partes mais moles do colmo (região das gemas), por onde o penetram e constroem galerias (PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006).

A lagarta passa, geralmente, por seis ecdises, no interior do colmo (DINARDO-MIRANDA, 2008), é nesta fase de desenvolvimento que causa nesta fase danos à cultura. Seu desenvolvimento larval completo se dá em cerca de 40 dias, quando então faz um orifício para o exterior e passa à fase pupal, ainda no interior do colmo. O estágio pupal dura entre 9 e 14 dias, após o qual emerge o adulto, que atinge o meio externo por aquele orifício feito pela lagarta (PINTO;

GARCIA; BOTELHO, 2006). O ciclo biológico completo varia de 50 a 60 dias, e nas condições brasileiras, podem chegar a quatro gerações anuais, dependendo, das condições abióticas, particularmente da temperatura (MENDONÇA et al., 1996).

2.2.3. Danos de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar

A incidência de *D. saccharalis* pode ser extremamente destrutiva à cana-de-açúcar e dependendo da intensidade de ataque podem inviabilizar a atividade econômica (MACEDO, 2004). As lagartas causam prejuízos diretos pela abertura de galerias, ocasionando perdas de peso na cana. Se a cana for jovem, a broca da cana-de-açúcar pode causar a morte do ponteiro, seca das folhas centrais, provocando o sintoma de "coração morto", com consequente morte da brotação (GUAGLIUMI, 1972/1973; MACEDO; BOTELHO, 1988; GALLO et al., 2002; NARDIN, 2002).

No Brasil, a maioria dos danos causados pela broca da cana-de-açúcar são indiretos, devido à inversão da sacarose armazenada na planta, que é provocada por fungos como *Fusarium moniliforme* (Sheld, 1904) (Hypocreales: Hypocreaceae) e/ou *Colletotrichum falcatum* (Went, 1893) (Moniliales: Moniliaceae), que penetram pelo orifício aberto pela lagarta e causam a podridão vermelha. Esse efeito resulta em perda de consumo de energia no metabolismo de inversão e os açúcares resultantes desse desdobramento não se cristalizam no processo industrial; pode também ocorrer contaminação do caldo, já que os fungos concorrem com as leveduras no processo de fermentação alcoólica, ocasionando perdas na produção de açúcar e de álcool (GUAGLIUMI, 1973; MACEDO; BOTELHO, 1988; BOTELHO, 1992; GALLO et al., 2002).

Box (1952) constatou que para uma intensidade de infestação de 12,5%, houve redução de 5,8% no teor de sacarose. Segundo METCALFE (1969), para cada 1% de entrenós perfurados pela broca da cana-de-açúcar ocorre uma queda de 0,5% de açúcar.

Experimentos conduzidos em telados e em campo indicaram que para cada 1% de intensidade de infestação ocorre perda média de 0,77% na produção de cana, acrescidas de 0,25% na produção de açúcar e de 0,20% na de álcool. Deve

ser salientado que as perdas em campo normalmente são representadas por colmos quebrados e plantas mortas que permanecem no canavial; as perdas em açúcar e álcool referem-se aos danos ocasionados pelo complexo broca da cana-de-açúcar - podridão vermelha que ocorrem nas canas danificadas que são levadas à indústria (ALMEIDA; STINGEL, 2005).

Benedini (2006) relatou que para uma produtividade média de 80 toneladas/ha, ocorrerem perdas de 640 kg de cana, 30 quilos de açúcar e 25 litros de álcool, aproximadamente. É importante salientar que esses dados foram para cada ponto percentual de infestação, sendo possível encontrar áreas com intensidades de infestação superiores a 10%.

2.2.4. Controle de *D. saccharalis*

Os pesquisadores buscam medidas de controle que amenizem os prejuízos econômicos causados pelas pragas nas regiões canavieiras do país (LIMA FILHO, 1989). Como por exemplo: o uso do controle químico, controle cultural e do controle biológico.

Além disso, com a obrigatoriedade da substituição do sistema de colheita de cana queimada por cana cortada mecanicamente, há a propensão do aumento populacional de *D. saccharalis* pelo aumento da matéria orgânica, composta por uma espessa camada de palhada que pode conter ovos e larvas de primeiro ínstar dessa praga (MACEDO; ARAÚJO, 2000). Diante desse fato, pesquisas voltadas ao controle da broca da cana-de-açúcar devem ser conduzidas objetivando melhorias e incrementos tecnológicos, particularmente no que diz respeito ao controle biológico inundativo.

2.2.4.1. Controle químico de *D. saccharalis*

O uso de agrotóxicos no controle populacional da broca da cana-de-açúcar limita-se ao estágio em que a lagarta ainda não penetrou no colmo, período em que fica exposta, este processo é oneroso e potencialmente prejudicial ao ambiente

(MARCONATO, 1988). A aplicação pode ser realizada por meio de pulverização com a utilização de produtos químicos como triflumurom, diurom, lufenurom, fipronil, novalurom, carbofurano, tebufenozida, diflubenzurom ou clorantraniliprole, que são registrados para *D. saccharalis* em cana-de-açúcar (BRASIL/AGROFIT, 2016). O produto deve ser direcionado para a região meristemática central, quando houver 3% de plantas com lagartas recém-eclodidas (GALLO et al., 2002).

Além do difícil controle das lagartas depois dos primeiros ínstaes, o emprego de inseticidas químicos pode afetar os inimigos naturais, que são importantes reguladores das populações da praga. Dinardo-Miranda (2008) recomendou a utilização de inseticidas fisiológicos, como exemplo a base de benzoiluréia, aplicados somente em áreas com alto índice de infestação de lagartas e baixo de parasitismo.

2.2.4.2. Controle cultural de *D. saccharalis*

São usadas diversas medidas para redução de infestação de *D. saccharalis*. Dentre as boas práticas culturais tem-se o plantio de variedades resistentes ou tolerantes, o corte da cana sem desponete, a moagem rápida após o corte e a eliminação de plantas hospedeiras próximas ao canavial, como o milho, seu hospedeiro nativo (DINARDO-MIRANDA, 2008).

O Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) está desenvolvendo a primeira variedade de cana-de-açúcar geneticamente modificada resistente à broca da cana-de-açúcar. Os experimentos com essa cana Bt estão em fase de Casa de Vegetação (estufa), estágio anterior aos testes no campo. A previsão é que esteja disponível ao mercado em 2017 (SNA, 2014).

Outra situação que aumenta consideravelmente as infestações pela broca da cana-de-açúcar é a aplicação de vinhaça, é recomendável intensificar as liberações de parasitoides em áreas que recebem irrigação frequente com esse produto (DINARDO-MIRANDA, 2008).

2.2.4.3. Controle biológico de *D. saccharalis*

A broca da cana-de-açúcar, nas diversas fases de seu desenvolvimento, pode ser atacada por diferentes inimigos naturais, tais como parasitoides, predadores e entomopatógenos (fungos, bactérias e vírus). Algumas espécies de formigas, crisopídeos, joaninhas e tesourinhas exercem forte pressão de controle, principalmente sobre ovos e lagartas recém-eclodidas (TREVISAN, 2014). Volpe et al. (2014) relataram baixa densidade de lagartas de *D. saccharalis* em áreas com alta densidade de tesourinhas, sugerindo que o potencial apresentado por esse predador no controle populacional da broca da cana-de-açúcar pode ser utilizado como incremento do controle biológico inundativo. Entretanto, segundo Santos (2013), as formigas predadoras são os principais inimigos naturais da broca da cana-de-açúcar.

Os fungos entomopatogênicos que ocorrem naturalmente nos canaviais são *Beauveria bassiana* (Vuill, 1912) (Hypocreales: Cordycipitaceae), *Cordyceps barberi* (Giard, 1894) (Hypocreales: Cordycipitaceae), *Metarhizium anisopliae* (Metsch, 1879) e Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) (MENDONÇA et al., 1996). O vírus da granulose da broca da cana-de-açúcar (DsGV) é responsável por reduções da população dessa praga, mas não é produzido atualmente em larga escala (NAVA; PINTO; SILVA, 2009).

Existem também formulações a base da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1915 (Bacillales: Bacillaceae) que são registradas para o controle de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar (BRASIL/AGROFIT, 2016). A principal forma de utilização deste agente é a pulverização direta de uma mistura dos cristais e esporos (suspensão). Outra forma de controle é o uso de plantas modificadas geneticamente com os genes *Cry*, conhecidas como plantas *Bt* (transgênicos) (GITAHY et al., 2006), com projeção futura para utilização comercial.

Dentre os parasitoides destacam-se *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que atualmente tem um registro no Ministério da Agricultura e *C. flavipes* com oito registros de empresas que o produz e comercializa (BRASIL/AGROFIT, 2016). *Trichogramma galloi* é um parasitoide de ovos que evita que a praga inicie o ataque ao colmo da cana. De cada ovo de *D.*

saccharalis parasitado por *T. galloi* podem emergir de 2 a 3 adultos (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Cotesia flavipes se desenvolve em lagartas de *D. saccharalis* e, desde a sua introdução no Brasil, tem se destacado em diversas áreas de cultivo, e é extremamente eficiente no controle da broca da cana-de-açúcar. Polanczyk et al. (2004) relataram que o índice de infestação de *D. saccharalis* baixou de 11% (década de 1980) para 2,8% no início do século XXI.

Para que a eficiência de *C. flavipes* seja observada, devem ser realizadas liberações constantes do parasitoide, pelo menos cinco vezes ao ano (BUG AGENTES BIOLÓGICOS, 2013).

2.3. *Cotesia flavipes*

Considerada como originária da região asiática *C. flavipes* foi introduzida em diversas outras regiões para controle de *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae), e *Chilo orichalcociliellus* (Strand) (Lepidoptera: Crambidae) e outros gêneros de Crambidae em culturas de arroz e milho (BOTELHO; MACEDO, 2002; VIEL, 2009). A introdução de *C. flavipes* para controle da broca da cana-de-açúcar e seu eficiente controle levaram à criação de laboratórios e associações para a produção em larga escala desse parasitoide no país (MENDONÇA et al., 1996).

Atualmente, uma liberação do parasitoide é realizada durante um ciclo da cultura em cerca de 3,5 milhões de hectares de cana-de-açúcar no Brasil. Para a liberação é recomendado adotar uma estratégia que torne mais rápida a realização desta atividade para evitar as horas mais quentes do dia. Para atender toda essa área é necessário se produzir aproximadamente 21 bilhões de parasitoides, sendo que para suprir essa demanda existem cerca de 40 biofábricas no Brasil (VACARI et al., 2012; PARRA, 2014). Todas as Biofábricas, de acordo com a Associação Brasileira de Controle Biológico (ABCbio), faturaram algo em torno de US\$ 122 milhões em 2010, o que representa 3% do mercado de inseticidas no Brasil, que foi de US\$ 8 bilhões no mesmo ano (VEIGA et al., 2013). Esse himenóptero é liberado sempre que a população de *D. saccharalis* atingir o mínimo de 800-1000 lagartas por hectare. São liberados aproximadamente 6.000 parasitoides por hectare,

variando de acordo com a população da broca da cana-de-açúcar (PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006). Diante desse cenário tem-se, então, o que hoje é um dos maiores programas de controle biológico do mundo, devido à extensão da área tratada.

2.3.1. Breve histórico

Em 1973 o IAA/PLANALSUCAR reuniu uma equipe de pesquisadores e auxiliares técnicos incumbindo-os de desenvolver técnicas de laboratório e campo visando, de forma prática e objetiva, controlar a praga *D. saccharalis* em cana-de-açúcar. O primeiro entrave encontrado foi adequar uma técnica de criação de *D. saccharalis* para a produção de inimigos naturais. Com o desenvolvimento da técnica de criação, junto com o aperfeiçoamento na produção de dietas artificiais, além do treinamento de pessoal, passou-se a obter grandes quantidades de brocas da cana-de-açúcar. As primeiras pesquisas com produção de parasitoides de *D. saccharalis* iniciaram-se com as espécies *Lixophaga diatraea* Townsend, 1916, nativa do Peru, *Metagonistylum minense* Townsend, 1927 e *Paratheresia claripalpis* Van Der Wulp, 1896 (Diptera: Tachinidae). Porém, os resultados obtidos com essas espécies ao longo do tempo deixaram a desejar, buscando-se, então, a importação de outros inimigos naturais não nativos do Brasil (BOTELHO, 1992).

Em abril de 1974, *C. flavipes* foi introduzida com sucesso no Brasil, na região nordeste, uma linhagem de Trinidad-Tobago que, não se adaptou às condições climáticas do estado de São Paulo; por isso, em 1978, foi feita a introdução de uma linhagem originária da Índia e Paquistão, que melhor se adaptou às condições climáticas do estado de São Paulo, passando a ser utilizada, com sucesso, no controle de lagartas da broca da cana-de-açúcar (PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009)

2.3.2. Descrição e Biologia de *C. flavipes*

Como características gerais, os adultos de *C. flavipes* possuem um par de antenas filiformes, com 17 antenômeros; aparelho bucal mastigador; três pares de

pernas do tipo ambulatórias; dois pares de asas membranosas transparentes, sendo as posteriores menores que as anteriores, essas com pterostigma; tórax coberto com uma pilosidade esbranquiçada; e possuem abdome pedunculado mais curto do que o tórax, com o ovipositor pequeno (CAMERON, 1891)

Algumas características morfológicas de *C. flavipes* as distinguem desde Super família à espécie, sendo informações importantes para sua identificação.

A Família Braconidae distingue-se dentre a Super família Ichneumonoidea por possuir em adultos, a presença de apenas uma nervura recorrente nas asas anteriores. Com a Família Ichneumonoidea possuindo duas nervuras recorrentes. Como característica discriminatória da Sub família Microgastrinae dentre a Família Braconidae, tem-se a nervura 1Rs, que não está presente em 80% dos insetos classificados como este, ou quando presente, não é distinta; carena occipital ausente; e antena com mais de 16 antenômeros (GOULET, 1993).

O “complexo *Cotesia flavipes*” são espécies de vespas parasitoides economicamente importantes em todo o mundo para o controle biológico de lepidópteros. É composto atualmente por quatro espécies: *Cotesia flavipes* Cameron, *C. sesamiae* (Cameron), *C. chilonis* (Matsumura) e *Cotesia nonagriæ* (Olliff) (Hymenoptera: Braconidae), que são morfológicamente semelhantes.

Em 1980 SIGWALT & POINTEL, descreveram características morfológicas que separavam o “complexo *Cotesia flavipes*” dentre as três espécies conhecidas na época que compunham o grupo de espécies-irmãs (*C. sesamiae*, *C. chilonis* e *C. flavipes*). Características que podem ser utilizadas até hoje, mas são características limitadas, que podem confundir o identificador, sendo necessário análise molecular para diferenciação totalmente confiável.

Dentre as características que SIGWALT & POINTEL descreveram as que são encontradas até hoje na literatura, está a comparação das estruturas presentes e do formato da cabeça, e do mesossoma.

Sendo a cabeça de *C. flavipes* com protuberância frontal convexa, três ocelos acima da cabeça com ângulo obtuso de $1,44^\circ$, e antenas mais curtas que os demais. Formato da cabeça oval, substancialmente mais larga do que alta; olhos ligeiramente convergidos ventralmente; gena rugosa e pontuada; margem posterior do olho pouco mais estriada; vértice e occipício moderadamente lisos, exceto para

perfurações finas espalhadas com cerdas curtas e esparsas; fronte normalmente suave, mas às vezes com estrias fracas ao longo da margem do olho (SIGWALT & POINTEL, 1980).

Mesosoma (propódeo e o primeiro segmento abdominal), achatado dorsoventralmente; vista dorsal do escuto pontuada, na maior parte lisa sendo ao longo da linha média; escutelo suave com cerdas esparsas, com margem posterior larga; propódeo estreito, bem pontuado e rugoso. Mesopleura suavemente indicada ao longo da margem dorsal por punções esparsas; metapleura rugosa e pontuada em sua parte posterior, liso na parte anterior propódeo (SIGWALT & POINTEL, 1980)

Existem dois pares de espécies irmãs dentro do “complexo *C. flavipes*”: *C. sesamiae* / *C. chilonis* e *C. flavipes* / *C. nonagriæ*. Estes dois pares de espécies exibem níveis relativamente elevados de variação intraespecífica tornando-se difíceis de interpretar estes caracteres morfológicos, sendo a diferença entre estes pares de espécies a estrutura dos órgãos genitais masculinos. Em *C. sesamiae* / *C. chilonis* os principais elementos da genitália são relativamente curtos e largos, enquanto em *C. flavipes* / *C. nonagriæ* eles são mais alongados (MUIRHEAD, 2008).

A vespa *C. flavipes* é um endoparasitoide de larvas, cenobionte, que apresenta hábito gregário e desenvolvimento holometabólico (ovo, larva, pupa e adulto) (MOUTIA; COURTOIS, 1952).

Os adultos são diminutos, tem de 2 a 3 mm de comprimento, apresentam corpo enegrecido, pernas marrom-amareladas e asas hialinas (Figura 1) (CUEVA; AYQUIPA; MESCUA, 1980; BOTELHO; MACEDO, 2002). O acasalamento se dá logo após a emergência, em geral, o macho apto para a cópula em aproximadamente 13 minutos, enquanto a fêmea precisa de cerca de 27 minutos (CUEVA; AYQUIPA; MESCUA, 1980). As fêmeas de *C. flavipes* costumam voar após o acasalamento, enquanto os machos geralmente permanecem sobre a planta (ARAKAKI; GANAHA, 1986).

Cotesia flavipes se reproduz sexualmente ou por partenogênese arrenótoca, ou seja, as fêmeas fecundadas depositam ovos fertilizados que dão origem à descendentes fêmeas e machos, enquanto os ovos não fertilizados

originam machos (VETORELLI; MASCHIO; ALMEIDA, 1999). A fêmea pode ser facilmente diferenciada do macho por ter antenas menores e, quando colocada em contato com o hospedeiro, tem comportamento de oviposição, pousa sobre a lagarta de *D. saccharalis* curvando as antenas ao inserir seu ovipositor (RICKLEFS, 2003).

Por ser um parasitoide, completa seu ciclo de vida associado ao hospedeiro (PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006), e no Brasil tem especificidade por lagartas de *D. saccharalis*. A vespa localiza a larva da broca da cana-de-açúcar por meio de seu ovipositor insere os ovos na hemocèle (inoculação), e deposita em média de 60 a 80 ovos (MACEDO; ARAÚJO, 2000). A larva eclode depois de três a quatro dias, passa por três instares, em um período de aproximadamente quatro a doze dias (PARRA, 2000). As larvas de terceiro instar têm coloração branco-leitosa brilhante e 10 a 15 dias após o parasitismo e eclosão das larvas no interior do corpo do hospedeiro, perfuram o tegumento da lagarta, matando-a, e na sequência, passa para o estágio pupal externamente ao corpo do hospedeiro (MACEDO; ARAÚJO, 2000). As larvas empupam bem próximas à lagarta, sendo as pupas revestidas por casulos que formam uma “massa” esbranquiçada.

O ciclo biológico completo de *C. flavipes* é de aproximadamente 20 dias, podendo variar em função das condições climáticas, principalmente devido à temperatura (PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006).



Figura 1. Habitus de *Cotesia flavipes*. A - fêmea. B - macho. Escala= 0,5mm

2.4. Controle de qualidade em criações massais

A qualidade das estratégias de controle utilizadas no manejo integrado da broca da cana-de-açúcar tem padrões cada vez mais rigorosos, que são exigidos para que produtos químicos e biológicos sejam comercializados, considerando-se sobre tudo a saúde do consumidor e fatores ambientais. Nos últimos anos, tem ocorrido grande expansão da indústria de controle biológico (PREZOTTI et al., 2002), com responsabilidade crescente quanto à qualidade dos insumos produzidos.

Principalmente devido à questão comercial, de venda e compra de produtos pelo produtor rural para controle de pragas em campo, se faz necessária uma relação de confiança entre as partes envolvidas, até que se torne uma tradição entre os agricultores a utilização do uso do controle biológico em campo. Antes que o agricultor utilize uma estratégia, deve-se conquistar sua confiança, a qual só é possível com o êxito do produto sobre a praga alvo, passando obrigatoriamente pela qualidade do inimigo natural produzido e pela adequabilidade da questão ambiental (SANTOS et al., 2015).

Protocolos de controle de qualidade são aplicados a organismos criados em larga escala e com o objetivo de manter a qualidade da população de laboratório; a qualidade total do inimigo natural é definida como a capacidade deste organismo em controlar a praga eficientemente após a liberação em campo (van LENTEREN, 2003).

Para a criação massal de inimigos naturais normalmente são mantidos dois grupos de indivíduos, o hospedeiro/presa (natural ou alternativo) e o inimigo natural (parasitoide ou predador), os quais apresentam possibilidade de degeneração. Um hospedeiro de má qualidade pode produzir inimigos naturais não competitivos, não exercendo na natureza o que dele se espera (PARRA, 1992). Desta forma, o controle de qualidade deve ser feito em ambos os casos e envolver a produção, o processo e o produto (COHEN, 2004).

O controle da produção de insetos é a garantia de que a criação e as operações a ela associadas estão sendo eficientemente executadas, com o desempenho dessas operações controlado diretamente pelo monitoramento dos

procedimentos, equipamentos e ambiente. Assim, o controle do processo refere-se ao ajuste desses procedimentos de criação por meio do monitoramento do produto inacabado, comparando-o com padrões pré-estabelecidos. Isto visa assegurar que os insetos se encontram em condições apropriadas para utilização (LEPPLA; FISHER, 1989).

A maioria dos laboratórios de criação massal deveria monitorar a qualidade dos inimigos naturais com base, em parâmetros biológicos, como fecundidade, viabilidade de ovos, peso de larvas e pupas, emergência, razão sexual, mortalidade, longevidade, habilidade de voo e competitividade de cópula, para garantir a produção de organismos com qualidade adequada para controle de pragas no campo (CLARKE; McKENZIE, 1992).

2.4.1. Importância do controle de qualidade

Em programas de controle biológico aplicado, nos quais são produzidos milhares de indivíduos em laboratório, a qualidade do inimigo natural é fundamental para que haja sucesso no campo. Dessa forma, o principal objetivo de qualquer laboratório de criação massal é a produção de um grande número de inimigos naturais para liberações em programas de controle biológico, o que exige rigoroso controle com relação ao número e, principalmente, à qualidade dos indivíduos liberados, para a obtenção de sucesso no controle (PREZOTTI et al., 2002).

Hassan (1997) relatou que controle de qualidade devem ser consideradas as características do parasitoide em laboratório (preferência hospedeira e adequação), semicampo (capacidade de busca) e campo (eficiência, adaptação, localização do hábitat e do hospedeiro, aceitação e adequação do hospedeiro e sincronização com o hospedeiro).

A baixa qualidade dos inimigos naturais pode comprometer todo um programa desenvolvido ao longo de muitos anos de pesquisa. O controle de qualidade é uma peça fundamental em programas de criação massal, visando identificar problemas de produção, indicar sinais de deterioração da linhagem ao longo das gerações de criação e, principalmente, garantir aos usuários desse método de controle a qualidade do produto adquirido (PREZOTTI et al., 2002).

2.4.2. Parâmetros avaliados no controle de qualidade de *Cotesia flavipes*

O Brasil em 2002 possuía cerca de 40 laboratórios dedicados à produção de *C. flavipes*, onde ocorre a produção destes parasitoides para liberações inundativas (PARRA, 2002). Entretanto, poucos estudos são realizados em termos de controle de qualidade. No caso de *C. flavipes*, esse controle é realizado nos insetários das usinas de cana-de-açúcar, apenas baseando-se no vigor e aspectos das massas (casulos), na razão sexual e na agressividade do inseto adulto (PREZOTTI et al., 2002).

Hivizi et al. (2009) propuseram testes que podem ser conduzidos para avaliação da qualidade de *C. flavipes*: (1) Avaliação do parasitismo e fecundidade: amostras de lagartas de *D. saccharalis* inoculadas com ovos de *C. flavipes* devem ser contadas e deixadas em condições controladas até que se observe a formação dos casulos do parasitoide sobre o corpo do hospedeiro; a taxa de parasitismo é determinada pelo número médio de lagartas que foram parasitadas por *C. flavipes* e a fecundidade de *C. flavipes* pelo número médio de casulos formados em cada lagarta parasitada. (2) Avaliação da emergência e razão sexual: separam-se, aleatoriamente, 60 massas de casulos, e após a emergência dos adultos, eles são sacrificados com gás tóxico (álcool, acetona) e, contabilizados os números de machos e fêmeas. (3) Avaliação da longevidade: massas de casulos de *C. flavipes* devem ser individualizadas em recipientes transparentes e se observar o tempo de vida dos adultos. (4) Atividade de voo: utilizam-se unidades-teste para avaliação de voo de curta extensão, para verificar se o inimigo natural tem habilidade do voo. São acondicionados grupos de casulos próximos à emergência, os adultos emergem e percorrem o recipiente, após a morte dos parasitoides é realizada a classificação, de acordo com a região do recipiente onde foram encontrados, sendo designados como voadores, caminhadores ou não voadores (PREZOTTI et al., 2002).

A obtenção de resultados insatisfatórios devido à baixa qualidade dos inimigos naturais pode resultar na diminuição ou até no descrédito do agente de controle e comprometer todo o programa que tem sido desenvolvido por longos anos de pesquisa (PREZOTTI et al., 2002).

Trevisan (2014) observou, durante seu estudo do efeito da endogamia em *C. flavipes*, quanto as características morfométricas que o grupo endogâmico possuía maiores dimensões do corpo, sendo o comprimento de adultos, em média, 1,8 mm para machos e 1,7 mm para fêmeas; o comprimento da tibia 0,5 mm para machos e 0,4 mm para fêmeas; a largura da asa anterior direita 0,6 mm para machos e 0,5 mm para fêmeas; e comprimento da asa anterior direta 1,5 mm para machos e 1,4 para fêmeas.

A proporção sexual de *C. flavipes* encontrada na literatura, que obteve a maior porcentagem de fêmeas em relação a machos na liberação para o estabelecimento de eventual controle da praga no campo, é de 60% de fêmeas (CAMPOS-FARINHA; CHAUAD NETTO; GOBBI, 2000).

Castilho (1982), durante a avaliação de *C. flavipes* provenientes da região de Santa Bárbara d'Oeste, SP, observou os parasitoides provenientes da criação de laboratório e encontrou média de 50,7 pupas de *C. flavipes* por massa, com porcentagem de emergência de 83,2% de adultos; estimou média de 42,2 adultos por massa (sobrevivência de pupa a adulto).

Também nesse sentido, Moutia e Courtois (1952) relataram média de 42,6 adultos de *C. flavipes* por massa (descendentes por hospedeiro). CUEVA; AYQUIPA; MESCUA (1980) estudaram a biologia de *C. flavipes* em temperatura média de 25,3°C e UR de 66,26%, obtendo longevidade média dos adultos de 3,2 dias (48 a 62 horas).

Em relação ao comportamento de voo, Hivizi et al. (2006) constataram maior número de insetos voadores (51%), quando comparados aos caminhadores (23%) e não voadores (26%), em criação massal de *C. flavipes* no Mato Grosso.

Sendo os valores citados acima, encontrados na literatura como estudos prévios que realizaram testes semelhantes aos encontrados neste trabalho, sendo que nenhum deles foram destinados ao estabelecimento de um protocolo de controle de qualidade de *C. flavipes*, não existindo assim padrões de valores estabelecidos para comparação de resultados.

Não havendo um protocolo de controle de qualidade a ser seguido, pesquisas estão sendo realizadas para estabelecimento de padrões adequados, uma vez que

as biofábricas atualmente tem apenas a preocupação com a meta de produção final, que é o número de massas de pupas de *C. flavipes*.

Espera-se que os inimigos naturais de qualidade produzidos em laboratório tenham capacidade de controlar com eficiência a praga no campo, permitindo o sucesso do programa de controle biológico, o que seria garantido por um consistente protocolo de controle de qualidade a ser utilizado nas biofábricas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Campus de Jaboticabal, SP, e no Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Parasitoides e Predadores (LSBPP) da APTA, em Ribeirão Preto, SP.

3.1. Insetos

Indivíduos de populações de *C. flavipes* foram obtidos em cinco biofábricas no estado de São Paulo, nas cidades de Sertãozinho (Biofábrica I), Santa Ernestina (Biofábrica II), Pradópolis (Biofábrica III), Américo Brasiliense (Biofábrica IV) e Ribeirão Preto (Biofábrica V). Foram obtidas 10 amostragens (Tabela 1) (cerca de 4 copos com 15 massas cada) de cada Biofábrica para as avaliações, em um período de dois anos, espessadas, em média, de 45 dias. Os insetos foram mantidos em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12h e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Tabela 1. Datas de obtenção das amostragens de *Cotesia flavipes*, oriundas de biofábricas do estado de São Paulo.

Biofábricas	I	II	III	IV	V
Amostragem 1	20/02/2015	20/02/2015	20/02/2015	20/02/2015	10/03/2015
Amostragem 2	10/04/2015	10/04/2015	10/04/2015	10/04/2015	20/04/2015
Amostragem 3	10/05/2015	05/05/2015	10/05/2015	05/05/2015	05/05/2015
Amostragem 4	10/07/2015	10/07/2015	20/08/2015	20/06/2015	20/07/2015
Amostragem 5	20/08/2015	05/12/2015	20/10/2015	10/09/2015	20/11/2015
Amostragem 6	10/11/2015	10/02/2016	20/11/2015	10/12/2015	05/12/2015
Amostragem 7	10/11/2015	10/04/2016	05/02/2016	20/01/2016	05/02/2016
Amostragem 8	10/12/2015	10/06/2016	05/04/2016	05/05/2016	20/03/2016
Amostragem 9	20/01/2016	30/07/2016	20/05/2016	10/06/2016	05/04/2016
Amostragem 10	20/02/2015	20/02/2015	20/02/2015	20/02/2015	10/03/2015

3.2. Características morfométricas de *C.flavipes*

Para se verificar possíveis ocorrências de variações intraespecíficas na morfologia externa entre indivíduos produzidos nas biofábricas foram efetuadas medições de características de adultos de *C. flavipes*. De cada população foram utilizadas 10 fêmeas e 10 machos, tomados ao acaso, para mensuração do comprimento do corpo, largura e comprimento da asa anterior direita e comprimento da tíbia posterior direita (Figura 2), como proposto no trabalho de Trevisan (2014). As avaliações dessas características foram efetuadas para cada amostragem e para cada Biofábrica.

O material para análise morfométrica foi conservado em ETOH a 100%, em frascos plásticos devidamente etiquetado e encaminhado ao LSBPP, onde os indivíduos foram separados de acordo com a biofábrica e amostragem.

Os exemplares de *C.flavipes* foram secos em secador de ponto crítico Leica EM CPD030, montados em alfinetes entomológicos e devidamente etiquetados. As observações, mensurações realizadas pelas fotografias, foram obtidas com estereomicroscópio Leica M205C APO com domo de iluminação difusa Leica LED 5000 IDH e câmera digital Leica DFC 295. As imagens sequenciais foram combinadas com o software Helicon Focus (versão 5.3).

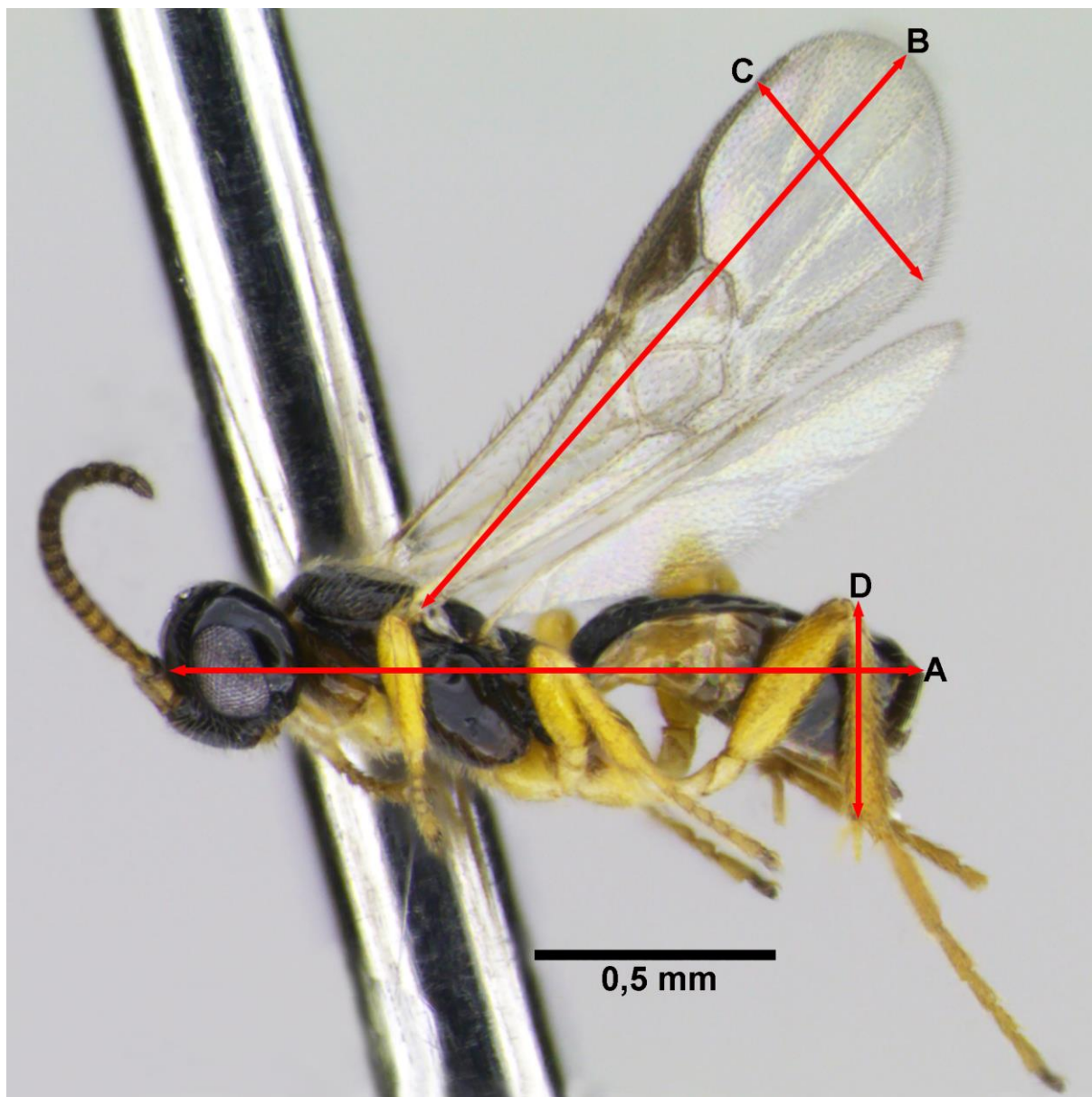


Figura 2. Foto utilizada das medições *Cotesia flavipes*. Caracteres morfológicos avaliados (indicados pelas setas vermelhas): A. Comprimento do corpo, B. Comprimento da asa, C. Largura da asa, D. Comprimento da tíbia.

3.3. Sobrevivência dos adultos de *C. flavipes*

Para avaliar a taxa de sobrevivência dos parasitoides adultos, 20 machos e 20 fêmeas recém-emergidos foram selecionados totalizando 10 repetições. Cada repetição foi constituída por 2 casais, que foram mantidos em tubos de ensaio de

fundo chato (2 cm de diâmetro x 8 cm de altura), vedados com plástico filme PVC e sem alimento. Foi avaliada a sobrevivência a cada oito horas, desde a emergência até a morte dos adultos. As avaliações de sobrevivência foram conduzidas para as 10 amostragens de cada biofábrica.

3.4. Características reprodutivas de *C. flavipes*

As lagartas de terceiro ínstar de *D. saccharalis* utilizadas como hospedeiro e a dieta artificial (HENSLEY; HAMMOND JR., 1968) utilizada durante os experimentos, foram obtidas da Biofábrica III. Foram realizadas 50 repetições para cada biofábrica, por amostragem e cada lagarta parasitada foi considerada uma repetição. As lagartas parasitadas foram acondicionadas, individualmente, em placas de Petri descartáveis (6,0 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura), nas condições controladas já mencionadas, até ser observada a formação das pupas de *C. flavipes*. Na sequência, 10 massas de pupas de cada amostragem foram acondicionadas em placas de Petri descartáveis (6,0 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura), individualmente, até a emergência dos adultos, sem o oferecimento de alimento. Após a morte dos adultos, o número de descendentes (machos e fêmeas) por hospedeiro e o número de pupas inviáveis foram contabilizados, determinando-se a razão sexual e a porcentagem de emergência de adultos. As avaliações da produção de descendentes foram conduzidas para as 10 amostragens de cada biofábrica.

3.5. Atividade de voo de *C. flavipes*

Com os parasitoides oriundos das diferentes biofábricas foram realizados testes para se avaliar a atividade de voo de adultos de *C. flavipes* em laboratório, nas dez amostragens, de acordo com metodologia descrita por Trevisan (2014).

A atividade de voo de *C. flavipes* foi avaliada simultaneamente para as populações das cinco biofábricas. Quinze massas de pupas de cada amostragem

das biofábricas foram separadas para realização do teste. Composto por câmaras de voo (Figura 3), onde cada uma era considerada uma repetição; com realização de cinco repetições para cada amostragem. Três massas foram colocadas em tubos de ensaio de fundo chato (8,0 cm de diâmetro x 2,5 cm de altura) acoplado no interior de uma câmara de voo.

Cada câmara consistiu de um recipiente tubular de 20 cm de altura por 15 cm de diâmetro, contendo dentro uma folha de cartolina preta com em sua face interior possuindo uma faixa de cola entomológica BioControle® de 0,5 cm de largura, posicionada a seis centímetros da base. Sobre o recipiente colocou-se uma placa de vidro, com o mesmo diâmetro do cilindro, pincelada com a cola entomológica na face que ficava voltada para o interior da câmara. A base do recipiente foi vedada com espuma cilíndrica coberta por plástico preto (para impedir a passagem da luz).

Os insetos permaneceram no recipiente de teste até a morte de todos os adultos. Para avaliação da atividade de voo foi contabilizado o número de parasitoides encontrados no fundo do recipiente (não voadores), os presos no anel de cola (caminhadores) e na tampa (voadores).

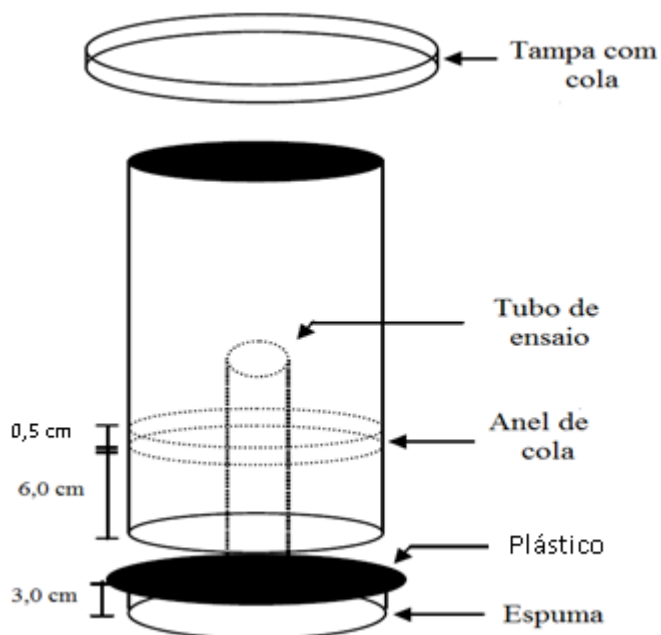


Figura 3. Modelo de recipiente para teste de atividade de voo de *Cotesia flavipes* (de Hivizi et al., 2009, adaptado por Trevisan, 2014).

3.6. Análise dos dados

Para os dados de comprimento do corpo, comprimento da tíbia posterior direita, largura e comprimento da asa anterior direita, junto com o número de descendentes (adultos) por hospedeiro, razão sexual, porcentagem de emergência e dados de porcentagem de insetos não voadores, caminhadores e voadores foram aplicados os testes de Bartlett e Kolmogorov, para verificação de homocedasticidade e normalidade, requisitos exigidos pela análise de variância (ANOVA). Posteriormente, os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a condução de todas as análises foi utilizado o software SAS Institute (2002).

Já, os dados de sobrevivência de adultos foram comparados pelo teste de log-Rank e Wilcoxon.

4. RESULTADOS

4.1. Características morfométricas

O comprimento do corpo de fêmeas de *C. flavipes* foi significativamente diferente entre as biofábricas e, considerando-se as médias das 10 amostragens, verifica-se que fêmeas das Biofábricas II ($F_{9,90}=10$; $P<0,0001$) e III ($F_{9,90}=24,97$; $P<0,0001$) apresentaram os maiores valores (2,01 e 2,07 mm, respectivamente) (Tabela 2). Os machos mostraram diferenças específicas, sendo as Biofábricas II ($F_{9,90}=9,16$; $P<0,0001$), III ($F_{9,90}=24,45$; $P<0,0001$) e IV ($F_{9,90}=5,72$; $P<0,0001$) aquelas que possuíram exemplares de maior tamanho (2,02, 2,07 e 2,03 mm, respectivamente) (Tabela 3). Além disso, ocorreu diferença entre amostragens para as cinco biofábricas, os machos da Biofábrica III apresentaram maiores valores de comprimento do corpo (2,45 mm) ($F_{4,45}=24,74$; $P<0,0001$) e fêmeas ($F_{4,45}=9,28$; $P<0,0001$) (2,34 mm), na sétima amostragem (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Comprimento (mm) do corpo de fêmeas de *Cotesia flavipes* oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis* em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	1,26 ± 0,04 Dc	1,70 ± 0,03 Db	1,77 ± 0,05 Cab	1,70 ± 0,03 Dab	1,88 ± 0,04 BCa
Segunda	1,83 ± 0,04 ABCab	1,92 ± 0,04 Ca	1,83 ± 0,04 Cab	1,86 ± 0,02 CDab	1,76 ± 0,04 Cb
Terceira	1,74 ± 0,04 BCb	2,04 ± 0,08 ABCa	1,87 ± 0,04 Cab	1,72 ± 0,08 Db	1,91 ± 0,04 BCab
Quarta	1,78 ± 0,08 BCa	1,91 ± 0,04 Ca	1,91 ± 0,06 Ca	1,85 ± 0,03 CDa	1,95 ± 0,03 BCa
Quinta	1,78 ± 0,03 BCc	2,09 ± 0,05 ABCa	2,08 ± 0,04 Ba	1,88 ± 0,03 CDbc	1,99 ± 0,06 ABab
Sexta	1,68 ± 0,03 Cc	2,12 ± 0,05 ABb	2,29 ± 0,04 Aa	2,06 ± 0,05 Bb	2,16 ± 0,04 Aab
Sétima	1,86 ± 0,04 ABCc	1,99 ± 0,03 BCbc	2,34 ± 0,03 Aa	2,18 ± 0,05 ABab	2,09 ± 0,10 ABb
Oitava	1,99 ± 0,07 Ab	1,97 ± 0,04 BCb	2,32 ± 0,03 Aa	2,27 ± 0,04 Aa	1,91 ± 0,04 BCb
Nona	2,02 ± 0,04 Ab	2,18 ± 0,04 Aa	2,20 ± 0,03 Aba	2,03 ± 0,05 BCb	2,06 ± 0,03 ABab
Décima	1,91 ± 0,05 ABC	2,20 ± 0,03 Aa	2,12 ± 0,05 Bab	2,03 ± 0,04 BCbc	2,02 ± 0,04 ABbc
MÉDIA	1,79 c	2,01 ab	2,07 a	1,97 b	1,97 b

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Tabela 3. Comprimento (mm) do corpo de machos de *Cotesia flavipes* oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	1,38 ± 0,04 Dc	1,80 ± 0,04 Eab	1,67 ± 0,06 Fb	1,90 ± 0,06 Ca	1,77 ± 0,04 Cab
Segunda	1,73 ± 0,10 Ca	1,87 ± 0,04 DEa	1,74 ± 0,09 EFa	1,88 ± 0,03 Ca	1,80 ± 0,03 Ca
Terceira	1,75 ± 0,05 Cb	2,00 ± 0,05 CDa	1,88 ± 0,06 DEab	2,00 ± 0,05 BCa	1,89 ± 0,03 BCab
Quarta	1,86 ± 0,04 BCa	1,96 ± 0,04 CDa	1,97 ± 0,03 Da	1,94 ± 0,05 Ca	1,81 ± 0,04 BCa
Quinta	1,84 ± 0,04 BCb	2,04 ± 0,04 BCa	2,03 ± 0,03 CDa	1,92 ± 0,03 Cab	2,00 ± 0,05 ABa
Sexta	1,77 ± 0,04 Cd	2,19 ± 0,05 ABb	2,32 ± 0,05 ABa	2,06 ± 0,04 ABCc	2,03 ± 0,02 ABc
Sétima	1,75 ± 0,04 Cd	1,98 ± 0,04 CDc	2,45 ± 0,03 Aa	2,21 ± 0,06 Ab	2,10 ± 0,07 Abc
Oitava	2,04 ± 0,07 ABa	2,06 ± 0,03 BCa	2,22 ± 0,03 BCa	2,17 ± 0,05 ABa	2,09 ± 0,07 Aa
Nona	2,07 ± 0,04 Aa	2,22 ± 0,04 Aa	2,22 ± 0,03 BCa	2,05 ± 0,05 ABCa	2,15 ± 0,04 Aa
Décima	1,91 ± 0,05 ABCb	2,08 ± 0,04 ABCa	2,19 ± 0,05 BCa	2,15 ± 0,04 ABa	2,09 ± 0,05 Aa
MÉDIA	1,81 c	2,02 ab	2,07 a	2,03 ab	1,97 b

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

O comprimento médio da tíbia posterior de adultos (Tabelas 4 e 5) de *C. flavipes* foi significativamente diferente. Para fêmeas e machos o menor valor médio encontrado foi da Biofábrica I ($F_{9,90}=6,84$; $P<0,0001$), com 0,55 mm para fêmeas e 0,57 mm para machos. Também foi observado variação nesse parâmetro para fêmeas das cinco biofábricas ao longo das 10 amostragens, com valores entre 0,43 mm para a Biofábrica I na primeira amostragem ($F_{4,45}=17,11$; $P<0,0001$) e 0,63 mm para Biofábrica II na segunda amostragem ($F_{4,45}=2,64$; $P=0,0462$). Para machos, a variação do comprimento da tíbia foi de 0,47 mm para a Biofábrica I na primeira amostragem ($F_{4,45}=6,0$; $P=0,0006$) e 0,63 mm para a Biofábricas II nona amostragem ($F_{4,45}=2,22$; $P=0,0819$), III na sexta ($F_{4,45}=6,76$; $P=0,0002$) e na décima amostragens ($F_{4,45}=4,73$; $P=0,0028$) e IV na décima amostragem ($F_{4,45}=4,73$; $P=0,0028$).

Tabela 4. Comprimento (mm) da tíbia de fêmeas de *Cotesia flavipes* oriundas de cinco Biofábricas do estado de São Paulo após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	0,43 ± 0,02 Bb	0,56 ± 0,01 ABa	0,59 ± 0,01 Aa	0,55 ± 0,01 Ba	0,58 ± 0,01 Aa
Segunda	0,60 ± 0,01 Aa	0,63 ± 0,02 Aa	0,60 ± 0,02 Aa	0,56 ± 0,02 Ab	0,56 ± 0,02 Ab
Terceira	0,56 ± 0,02 Aa	0,56 ± 0,02 ABa	0,56 ± 0,02 Aa	0,60 ± 0,02 ABa	0,61 ± 0,01 Aa
Quarta	0,55 ± 0,01 Aa	0,59 ± 0,01 ABa	0,55 ± 0,01 Aa	0,60 ± 0,01 ABa	0,59 ± 0,02 Aa
Quinta	0,55 ± 0,01 Aa	0,58 ± 0,01 ABa	0,58 ± 0,01 Aa	0,56 ± 0,02 ABa	0,59 ± 0,01 Aa
Sexta	0,56 ± 0,01 Aa	0,56 ± 0,02 ABa	0,60 ± 0,01 Aa	0,58 ± 0,01 ABa	0,58 ± 0,01 Aa
Sétima	0,57 ± 0,01 Aab	0,55 ± 0,01 Bb	0,61 ± 0,01 Aa	0,59 ± 0,01 ABab	0,58 ± 0,01 Aab
Oitava	0,58 ± 0,02 Aab	0,54 ± 0,01 Bb	0,62 ± 0,02 Aa	0,62 ± 0,01 Aa	0,56 ± 0,01 Ab
Nona	0,55 ± 0,01 Aa	0,57 ± 0,01 ABa	0,58 ± 0,01 Aa	0,58 ± 0,01 ABa	0,59 ± 0,02 Aa
Décima	0,55 ± 0,02 Aa	0,58 ± 0,01 ABa	0,59 ± 0,02 Aa	0,57 ± 0,01 ABa	0,57 ± 0,01 Aa
MÉDIA	0,55 b	0,57 a	0,59 a	0,58 a	0,58 a

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Tabela 5. Comprimento (mm) da tíbia de machos de *Cotesia flavipes* oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	0,47 ± 0,02 Bb	0,57 ± 0,02 ABCa	0,55 ± 0,02 Aba	0,59 ± 0,02 Aa	0,56 ± 0,01 Aa
Segunda	0,60 ± 0,01 Aa	0,59 ± 0,02 ABCa	0,59 ± 0,01 Aba	0,60 ± 0,02 Aa	0,59 ± 0,02 Aa
Terceira	0,57 ± 0,02 Aa	0,58 ± 0,02 ABCa	0,55 ± 0,02 Aba	0,62 ± 0,01 Aa	0,59 ± 0,01 Aa
Quarta	0,59 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,02 ABCa	0,58 ± 0,02 Aba	0,61 ± 0,01 Aa	0,56 ± 0,01 Aa
Quinta	0,60 ± 0,01 Aa	0,54 ± 0,01 Ca	0,53 ± 0,02 Ba	0,61 ± 0,01 Aa	0,57 ± 0,01 Aa
Sexta	0,54 ± 0,02 Ac	0,55 ± 0,01 BCc	0,63 ± 0,02 Aa	0,62 ± 0,01 Aab	0,57 ± 0,01 Abc
Sétima	0,58 ± 0,01 Aa	0,59 ± 0,01 ABCa	0,60 ± 0,01 Aba	0,56 ± 0,01 Aa	0,59 ± 0,02 Aa
Oitava	0,58 ± 0,02 Aa	0,62 ± 0,01 ABa	0,60 ± 0,02 Aba	0,64 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,02 Aa
Nona	0,60 ± 0,01 Aab	0,63 ± 0,01 Aa	0,57 ± 0,01 ABb	0,59 ± 0,01 Aab	0,59 ± 0,01 Aab
Décima	0,56 ± 0,02 Ab	0,57 ± 0,01 ABCb	0,63 ± 0,02 Aa	0,63 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,01 Aab
MÉDIA	0,57 b	0,59 ab	0,58 ab	0,60 a	0,58 ab

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

A largura média da asa anterior direita de fêmeas de *C. flavipes* mostrou diferença significativa entre as biofábricas, com indivíduos da Biofábrica I ($F_{9,90}=4,80; P<0,0001$) apresentando o menor valor médio (0,58 mm) (Tabela 6); o mesmo ocorreu para os machos, com as Biofábricas II e IV ($F_{9,90}=0,87; P=0,5573$) produzindo insetos com o maior valor (0,68 mm) para o parâmetro.(Tabela 7).

A variação dos valores obtidos para fêmeas nas diferentes amostragens foi de 0,43 mm (Biofábrica I na primeira amostragem ($F_{4,45}=39,50; P<0,0001$)) a 0,73 mm (Biofábrica I na segunda amostragem ($F_{4,45}=1,51; P=0,2165$)), enquanto que para os machos foi de 0,48 mm (Biofábrica I na primeira amostragem ($F_{4,45}=12,08; P<0,0001$)) a 0,70 mm (Biofábrica III e oitava amostragem ($F_{4,45}=7,50; P=0,0001$)).

Tabela 6. Largura (mm) da asa de fêmeas de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	0,43 ± 0,01 Cb	0,61 ± 0,01 Aa	0,62 ± 0,01 Aa	0,59 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,01 Aa
Segunda	0,73 ± 0,09 Aa	0,63 ± 0,02 Aa	0,64 ± 0,01 Aa	0,63 ± 0,02 Aa	0,57 ± 0,02 Aa
Terceira	0,59 ± 0,01 Ba	0,62 ± 0,02 Aa	0,59 ± 0,02 Aa	0,61 ± 0,02 Aa	0,59 ± 0,02 Aa
Quarta	0,59 ± 0,02 Ba	0,62 ± 0,02 Aa	0,60 ± 0,02 Aa	0,62 ± 0,02 Aa	0,59 ± 0,01 Aa
Quinta	0,58 ± 0,01 Ba	0,62 ± 0,02 Aa	0,64 ± 0,01 Aa	0,60 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,01 Aa
Sexta	0,57 ± 0,01 Ba	0,63 ± 0,02 Aa	0,59 ± 0,02 Aa	0,61 ± 0,02 Aa	0,61 ± 0,02 Aa
Sétima	0,61 ± 0,01 Ba	0,64 ± 0,02 Aa	0,63 ± 0,02 Aa	0,62 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,02 Aa
Oitava	0,55 ± 0,01 Bb	0,60 ± 0,02 Aa	0,64 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,01 Aa
Nona	0,58 ± 0,01 Ba	0,62 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,01 Aa	0,63 ± 0,02 Aa	0,62 ± 0,01 Aa
Décima	0,60 ± 0,02 Ba	0,64 ± 0,01 Aa	0,62 ± 0,02 Aa	0,61 ± 0,01 Aa	0,59 ± 0,01 Aa
MÉDIA	0,58 b	0,62 a	0,62 a	0,61 a	0,60 ab

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Tabela 7. Largura (mm) da asa de machos de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	0,48 ± 0,01 Bc	0,63 ± 0,03 Aab	0,63 ± 0,01 ABab	0,67 ± 0,02 Aa	0,57 ± 0,03 Bb
Segunda	0,62 ± 0,02 Aa	0,67 ± 0,12 Aa	0,67 ± 0,02 ABa	0,68 ± 0,12 Aa	0,63 ± 0,01 ABa
Terceira	0,63 ± 0,01 Aab	0,66 ± 0,02 Aa	0,60 ± 0,01 Bb	0,65 ± 0,01 Aa	0,60 ± 0,01 ABb
Quarta	0,63 ± 0,01 Aa	0,66 ± 0,01 Aa	0,65 ± 0,01 ABa	0,67 ± 0,01 Aa	0,58 ± 0,01 ABb
Quinta	0,65 ± 0,01 Aa	0,57 ± 0,01 Bb	0,66 ± 0,02 ABa	0,69 ± 0,01 Aa	0,66 ± 0,01 Aa
Sexta	0,62 ± 0,01 Aab	0,65 ± 0,01 Aa	0,67 ± 0,02 ABa	0,66 ± 0,01 Aa	0,59 ± 0,01 ABb
Sétima	0,62 ± 0,02 Aa	0,67 ± 0,02 Aa	0,65 ± 0,02 ABa	0,65 ± 0,02 Aa	0,60 ± 0,02 ABa
Oitava	0,59 ± 0,02 Ac	0,67 ± 0,01 Aab	0,70 ± 0,01 Aa	0,66 ± 0,02 Aab	0,62 ± 0,02 ABbc
Nona	0,61 ± 0,02 Aa	0,66 ± 0,01 Aa	0,66 ± 0,01 ABa	0,65 ± 0,01 Aa	0,64 ± 0,02 ABa
Décima	0,63 ± 0,01 Aa	0,65 ± 0,01 Aa	0,62 ± 0,02 Ba	0,69 ± 0,01 Aa	0,65 ± 0,02 Aa
MÉDIA	0,61 c	0,65 b	0,65 b	0,68 a	0,61 c

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

O comprimento médio da asa anterior de fêmeas (Tabela 8) e de machos (Tabela 9) de *C. flavipes* mostrou diferenças significativas entre as biofábricas e as amostragens. O maior valor médio para o comprimento da asa de fêmeas foi observado nas Biofábricas II (1,87 mm) ($F_{9,90}=6,65$; $P<0,0001$) e III (1,87 mm) ($F_{9,90}=3,44$; $P=0,0011$) e para machos na Biofábrica III (1,94 mm) ($F_{9,90}=4,96$;

P<0,0001). Entre amostragens, o maior e o menor comprimento de asas de fêmeas foi encontrado na Biofábrica III oitava amostragem (1,95 mm) ($F_{4,45}=3,80$; $P=0,0096$) e Biofábrica I na primeira amostragem (1,38 mm) ($F_{4,45}=35,54$; $P<0,0001$), respectivamente. O comprimento da asa de machos foi maior para a Biofábrica III na sexta amostragem (2,05 mm) ($F_{4,45}=20,84$; $P<0,0001$) e o menor na Biofábrica I na primeira amostragem (1,48 mm) ($F_{4,45}=19,52$; $P<0,0001$).

Tabela 8. Comprimento (mm) da asa de fêmeas de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	1,38 ± 0,03 Cc	1,82 ± 0,02 BCb	1,92 ± 0,04 ABa	1,78 ± 0,03 Ab	1,79 ± 0,05 Ab
Segunda	1,86 ± 0,04 Abc	1,93 ± 0,01 Aa	1,94 ± 0,03 Aab	1,82 ± 0,03 Ac	1,75 ± 0,04 Ac
Terceira	1,71 ± 0,02 ABa	1,80 ± 0,04 Ca	1,80 ± 0,04 Ba	1,74 ± 0,04 Aa	1,82 ± 0,03 Aa
Quarta	1,76 ± 0,06 ABa	1,85 ± 0,04 BCa	1,79 ± 0,04 Ba	1,76 ± 0,02 Aa	1,78 ± 0,02 Aa
Quinta	1,73 ± 0,02 ABc	1,92 ± 0,02 Aba	1,85 ± 0,02 ABb	1,76 ± 0,02 Ac	1,76 ± 0,02 Ac
Sexta	1,63 ± 0,03 Bc	1,83 ± 0,02 BCab	1,91 ± 0,03 ABa	1,79 ± 0,02 Ab	1,84 ± 0,03 Aab
Sétima	1,73 ± 0,03 ABb	1,92 ± 0,03 Aba	1,89 ± 0,01 ABa	1,72 ± 0,02 Ab	1,80 ± 0,04 Ab
Oitava	1,58 ± 0,02 Bb	1,76 ± 0,03 Cab	1,95 ± 0,02 Aa	1,78 ± 0,03 Aab	1,63 ± 0,09 Ab
Nona	1,70 ± 0,03 ABb	1,85 ± 0,03 BCa	1,85 ± 0,02 ABa	1,83 ± 0,03 Aa	1,77 ± 0,02 Aab
Décima	1,76 ± 0,03 ABb	1,94 ± 0,03 Aba	1,80 ± 0,04 Bb	1,79 ± 0,03 Ab	1,81 ± 0,03 Ab
MÉDIA	1,70 c	1,87 a	1,87 a	1,78 b	1,78 b

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Tabela 9. Comprimento (mm) da asa de machos de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	1,48 ± 0,02 Bb	1,85 ± 0,03 Ba	1,91 ± 0,03 ABCa	1,93 ± 0,05 Aa	1,80 ± 0,05 ABa
Segunda	1,83 ± 0,04 Aa	1,92 ± 0,12 ABa	1,93 ± 0,05 ABCa	1,74 ± 0,11 Aa	1,90 ± 0,03 Aa
Terceira	1,74 ± 0,04 Ab	1,92 ± 0,03 ABa	1,84 ± 0,05 Cab	1,91 ± 0,03 Aa	1,81 ± 0,02 ABab
Quarta	1,83 ± 0,04 Aa	1,90 ± 0,02 ABa	1,88 ± 0,02 BCa	1,89 ± 0,01 Aa	1,73 ± 0,03 Bb
Quinta	1,81 ± 0,04 Aa	1,77 ± 0,03 Ca	1,86 ± 0,04 Ca	1,87 ± 0,04 Aa	1,83 ± 0,04 ABa
Sexta	1,75 ± 0,03 Ac	1,91 ± 0,02 ABb	2,05 ± 0,03 Aa	1,88 ± 0,02 Ab	1,81 ± 0,01 ABC
Sétima	1,73 ± 0,04 Ab	2,01 ± 0,02 Aa	2,02 ± 0,02 ABa	1,80 ± 0,04 Ab	1,81 ± 0,03 ABb
Oitava	1,76 ± 0,03 Ac	1,94 ± 0,02 ABb	2,05 ± 0,02 Aa	1,90 ± 0,02 Ab	1,87 ± 0,04 ABb
Nona	1,76 ± 0,01 Ab	1,94 ± 0,01 ABa	1,90 ± 0,03 BCa	1,92 ± 0,05 Aa	1,86 ± 0,02 ABa
Décima	1,81 ± 0,03 Ac	1,96 ± 0,02 ABab	1,96 ± 0,03 ABCab	1,97 ± 0,02 Aa	1,87 ± 0,03 ABbc
MÉDIA	1,75 d	1,91 ab	1,94 a	1,88 b	1,83 c

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

4.2. Sobrevivência dos adultos

A sobrevivência de adultos de *C. flavipes* foi significativo estatisticamente entre as biofábricas, sendo que as fêmeas das Biofábricas I ($\chi^2=239,26$; GL=9; P<0,0001) e II ($\chi^2=204,16$; GL=9; P<0,0001), na primeira e sétima amostragens, respectivamente, apresentaram queda na porcentagem de sobreviventes de 100%, para 50% entre 10 e 15 horas, tendo sido registrado após 20 horas a mortalidade de todos os indivíduos. A Biofábrica IV, na quinta amostragem, se destacou quanto à sobrevivência de fêmeas ($\chi^2=163,73$; GL=9; P<0,0001), uma vez que, enquanto a grande maioria das fêmeas das outras biofábricas já estavam mortas após 50 horas, para a IV ainda restavam 80% de fêmeas sobreviventes, que só apresentou 100% de mortalidade após 80 horas. As fêmeas da Biofábrica V, considerando-se todas as amostragens, foram aquelas que sobreviveram por menos tempo, com nenhuma fêmea tendo longevidade superior a 65 horas (Figura 4).

Machos das Biofábricas III ($\chi^2=152,76$; GL=9; P<0,0001) e IV ($\chi^2=135,51$; GL=9; P<0,0001), na primeira e quinta amostragens, respectivamente, sobreviveram por mais tempo, e nas demais biofábricas, após 60 horas, ocorreu baixa

porcentagem de indivíduos sobreviventes (40% de machos vivos). Observou-se ainda brusca queda na porcentagem de adultos entre 45 e 50 horas em todos os grupos, com a maior diferença para a sobrevivência de machos na Biofábrica II ($\chi^2=168,04$; GL=9; $P<0,0001$) na sétima amostragem, onde foi constatada a morte de 100% dos indivíduos após 30 horas. Os machos da Biofábrica V, considerando-se todas as amostragens, foram os que sobreviveram por menos tempo, não havendo sobreviventes após 65 horas (Figura 5).

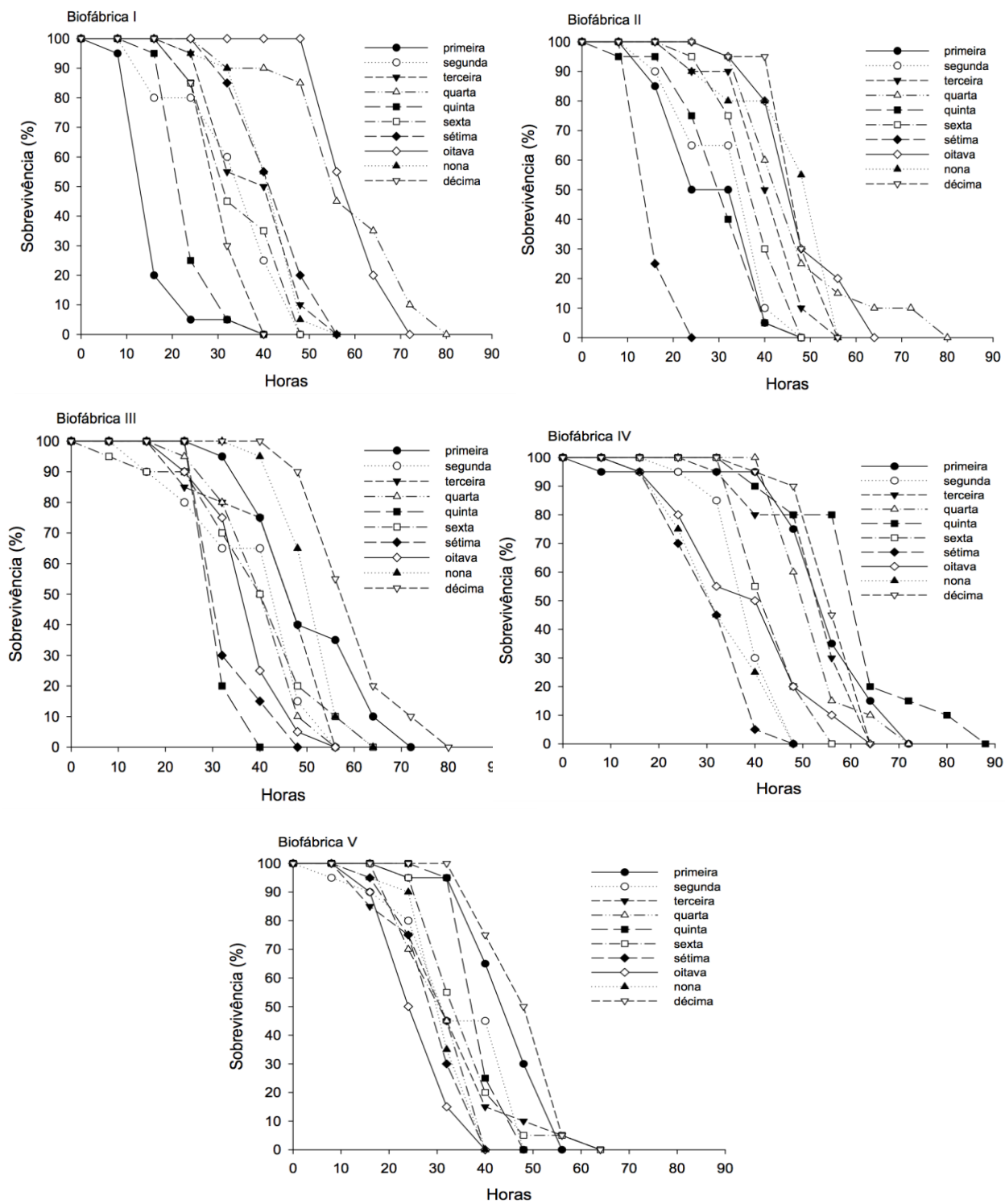


Figura 4. Sobrevivência (%) de fêmeas de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

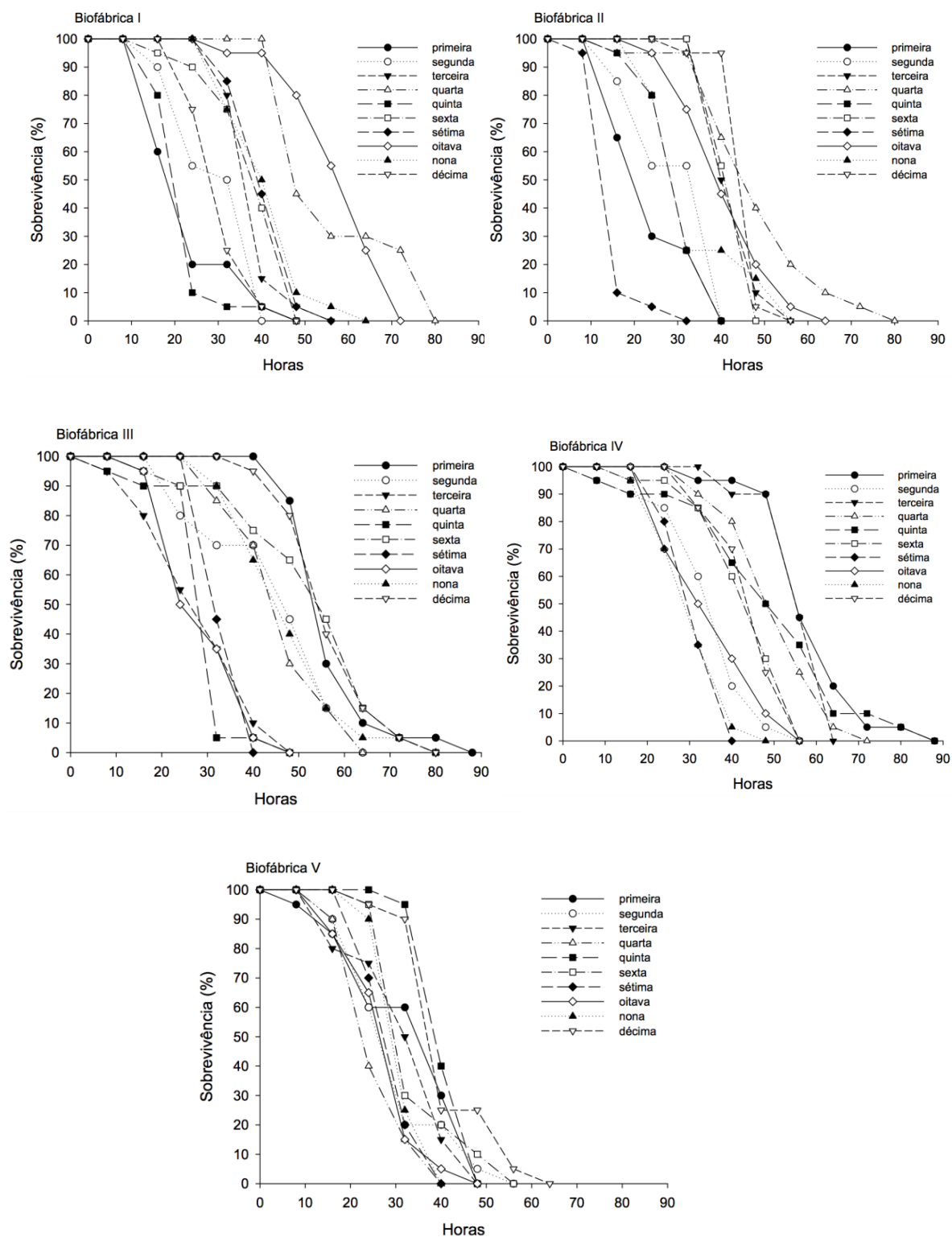


Figura 5. Sobrevivência (%) de machos de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

4.3. Características reprodutivas

4.3.1. Razão sexual

A razão sexual dos descendentes de *C. flavipes* comparado entre as biofábricas (Tabela 10) mostrou em algumas amostragens valores significativos. As menores razões sexuais foram encontradas na sexta amostragem (0,44), para a Biofábrica I ($F_{9,90}= 4,07$; $P=0,0002$), oitava (0,34) para a Biofábrica II ($F_{9,86}=3,99$; $P=0,0003$), esta também a menor dentre todas as amostragens, e quinta amostragem (0,56) para a Biofábrica III ($F_{9,89}=0,73$; $P=0,6832$). Para os insetos da Biofábrica V foram constatadas duas ocorrências de porcentagens inferiores em relação às demais, na terceira (0,43) e na oitava (0,35) ($F_{9,90}=3,11$; $P=0,0026$). A Biofábrica I foi a que apresentou dentre todas as amostragens o maior número médio de fêmeas em relação a machos, com razão sexual de 0,73, enquanto as Biofábricas IV (0,62) e V (0,61) apresentaram as menores médias.

Tabela 10. Razão sexual dos descendentes de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	0,74 ± 0,05 Aa	0,77 ± 0,05 Aa	0,66 ± 0,11 Aa	0,60 ± 0,10 Aa	0,71 ± 0,06 ABa
Segunda	0,74 ± 0,04 Aa	0,80 ± 0,02 Aa	0,61 ± 0,11 Aa	0,48 ± 0,11 Aa	0,71 ± 0,08 ABa
Terceira	0,79 ± 0,06 Aa	0,82 ± 0,03 Aa	0,63 ± 0,09 Aab	0,72 ± 0,09 Aab	0,43 ± 0,12 Bb
Quarta	0,83 ± 0,03 Aa	0,67 ± 0,05 ABab	0,56 ± 0,07 Ab	0,60 ± 0,06 Aab	0,73 ± 0,08 ABab
Quinta	0,71 ± 0,07 Aa	0,68 ± 0,11 Aba	0,50 ± 0,09 Aa	0,64 ± 0,09 Aa	0,63 ± 0,08 ABa
Sexta	0,44 ± 0,03 Bb	0,73 ± 0,06 Aa	0,68 ± 0,08 Aab	0,51 ± 0,07 Aab	0,56 ± 0,09 ABab
Sétima	0,71 ± 0,10 Aa	0,51 ± 0,09 Aba	0,61 ± 0,08 Aa	0,63 ± 0,08 Aa	0,53 ± 0,10 ABa
Oitava	0,77 ± 0,07 Aa	0,34 ± 0,10 Bb	0,62 ± 0,08 Aab	0,50 ± 0,08 Aab	0,35 ± 0,07 Bb
Nona	0,75 ± 0,02 Aa	0,47 ± 0,12 ABb	0,72 ± 0,04 Aab	0,70 ± 0,08 Aab	0,84 ± 0,03 Aa
Décima	0,87 ± 0,04 Aa	0,76 ± 0,09 Aa	0,75 ± 0,09 Aa	0,84 ± 0,03 Aa	0,66 ± 0,07 ABa
MÉDIA	0,7350a	0,6550ab	0,6340ab	0,6220b	0,6150b

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

4.3.2. Descendentes por hospedeiro

O número de descendentes de *C. flavipes* por hospedeiro apresentou diferenças significativas para todas as biofábricas ao longo das amostragens (Tabela 11). Para a Biofábrica I o número de descendentes/hospedeiro variou de 48,5 a 94,8 adultos ($F_{9,90}=7,14$; $P<0,0001$). Para a Biofábrica II na quinta amostragem o número de descendentes/hospedeiro foi de 87,4 adultos ($F_{9,90}=11,10$; $P<0,0001$). Na Biofábrica III a maior produção de descendentes por hospedeiro (83,5 adultos) ocorreu na quarta amostragem e a menor na décima (26,8 adultos) ($F_{9,90}=7,36$; $P<0,0001$). Na Biofábrica IV foi encontrado, na nona amostragem, o menor valor de descendentes por hospedeiro (13,7), tanto nas amostragens quanto nas Biofábricas ($F_{9,90}=8,61$; $P<0,0001$). Para os insetos da Biofábrica V verificou-se maior número de descendentes por hospedeiro na quinta amostragem (79,6 adultos) e menor na terceira (30,7 adultos) ($F_{9,90}=8,80$; $P<0,0001$).

Os resultados demonstraram que a nona amostragem foi aquela com o maior quantidade de descendentes (94,8 adultos) e na Biofábrica I, enquanto a menor (13,7 adultos) foi na Biofábrica V. De modo geral, analisando as médias das 10 amostragens, as Biofábricas I (67,53) e III (66,77) se destacaram com maior número de descendentes por hospedeiro, contrapondo a Biofábrica IV, onde ocorreu o valor mais baixo (46,87 adultos) (Tabela 11).

Tabela 11. Número de descendentes de *Cotesia flavipes* por hospedeiro, após o parasitismo de lagartas de *Diatraea saccharalis* por adultos de *C. flavipes* oriundos de cinco biofábricas no estado de São Paulo, realizadas em dez amostragens no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	82,7 ± 5,02 ABCa ¹	62,7 ± 4,27 AB ab	62,7 ± 9,21 ABab	57,9 ± 6,48 Ab	61,1 ± 3,51 ABC ab
Segunda	48,5 ± 4,95 Ea	43,8 ± 3,19 BCDA	62,6 ± 6,89 Aba	43,1 ± 5,07 ABa	49,7 ± 6,10 BCDA
Terceira	57,5 ± 5,82 CDEab	40,7 ± 8,39 BCDab	64,6 ± 6,20 Aba	49,4 ± 8,46 ABab	30,7 ± 5,46 Db
Quarta	63,6 ± 6,86 BCDEab	58,8 ± 6,47 Bb	83,5 ± 5,33 Aa	49,3 ± 6,34 ABb	64,8 ± 5,49 ABab
Quinta	81,3 ± 4,91 ABCDA	87,4 ± 5,16 Aa	73,5 ± 6,45 Aba	23,2 ± 8,37 BCb	79,6 ± 5,78 Aa
Sexta	53,0 ± 4,78 CDEb	47,8 ± 4,29 BCDB	78,1 ± 3,58 Aa	41,6 ± 4,69 ABb	45,5 ± 4,61 BCDB
Sétima	90,6 ± 6,27 ABa	29,9 ± 4,38 CDc	57,8 ± 5,99 ABb	68,0 ± 3,48 Ab	74,9 ± 5,17 Aab
Oitava	51,2 ± 11,04 DEb	23,8 ± 5,09 Dc	80,8 ± 4,65 ABa	54,3 ± 6,33 Aab	36,7 ± 4,72 CDbc
Nona	94,8 ± 5,03 Aa	22,6 ± 6,75 Dc	47,3 ± 8,03 BCb	13,7 ± 3,51 Cc	47,5 ± 6,26 BCDB
Décima	52,1 ± 9,25 CDEab	57,3 ± 9,17 BCa	26,8 ± 5,06 Cb	68,2 ± 4,93 Aa	63,4 ± 6,21 ABa
MÉDIA	67,53a	47,48c	63,77ab	46,87c	55,39bc

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

4.3.3. Sobrevivência de pupa a adulto

A sobrevivência de pupa a adulto de *C. flavipes* (Tabela 12) também apresentou resultados significativos entre as biofábricas. Na Biofábrica II, na nona amostragem, observou-se a menor porcentagem (43,4%) entre as biofábricas e amostragens ($F_{9,90}=6,95$; $P=0,0001$). Para a Biofábrica III o menor valor foi obtido na décima amostragem (60,3%) ($F_{9,90}=7,67$; $P=0,0001$), sendo que na Biofábrica IV o valor mais baixo ocorreu na nona amostragem (55,6%) ($F_{9,90}=11,27$; $P=0,0001$). A maior taxa de sobrevivência foi para insetos oriundos da Biofábrica I ($F_{9,90}=4,02$; $P=0,0002$) e na sétima amostragem (99,2%). A maior porcentagem de sobreviventes de pupa a adulto (91,56%) em todas as amostragens foi na Biofábrica V ($F_{9,90}=4,69$; $P=0,0001$), enquanto a Biofábrica II foi aquela com a menor taxa de sobrevivência (80,53%).

Tabela 12. Sobrevivência (%) de pupa a adulto de *Cotesia flavipes*, oriundas de cinco biofábricas do estado de São Paulo, após o parasitismo em lagartas de *Diatraea saccharalis*, em dez amostragens realizadas no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	91,6 ± 1,30 ABa	90,9 ± 1,43 ABa	82,9 ± 5,44 Aba	86,5 ± 3,54 ABa	94,1 ± 1,32 Aa
Segunda	82,8 ± 4,07 ABa	79,6 ± 5,17 ABa	83,8 ± 3,95 Aba	93,6 ± 4,82 BCa	76,2 ± 5,48 Ba
Terceira	88,0 ± 4,23 ABa	77,8 ± 5,56 ABa	90,0 ± 2,43 Aba	83,0 ± 4,92 ABa	87,2 ± 3,81 ABa
Quarta	94,1 ± 1,08 ABa	92,0 ± 2,11 ABa	92,2 ± 2,09 Aa	89,2 ± 3,41 ABa	93,0 ± 1,20 Aa
Quinta	96,4 ± 0,61 Aa	96,4 ± 1,11 Aa	97,1 ± 0,89 Aa	60,6 ± 8,00 Cb	98,3 ± 0,59 Aa
Sexta	94,7 ± 1,49 ABab	93,4 ± 2,83 Aab	98,4 ± 0,55 Aa	85,6 ± 3,80 ABb	96,7 ± 1,65 Aa
Sétima	99,2 ± 0,30 Aa	85,5 ± 7,39 ABa	91,6 ± 1,55 Aa	98,8 ± 0,51 Aa	93,4 ± 3,71 Aa
Oitava	72,1 ± 9,00 Bab	64,1 ± 11,59 BCb	93,5 ± 2,06 Aa	97,9 ± 0,90 Aa	93,8 ± 2,48 Aa
Nona	97,8 ± 0,70 Aa	43,5 ± 8,92 Cd	71,1 ± 9,06 BCbc	55,6 ± 6,30 Ccd	88,6 ± 3,49 ABab
Décima	73,1 ± 11,07 Bab	82,1 ± 5,58 ABab	60,3 ± 6,76 Cb	92,0 ± 1,11 ABa	94,3 ± 1,42 Aa
MÉDIA	88,98ab	80,53c	86,09abc	84,28bc	91,56a

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

4.4. Atividade de voo

Nos testes de voo, tanto comparando biofábricas, quanto amostragens, observou-se maior número de insetos caminhadores, ocorrendo diferença significativa para ambas as características..

A Biofábrica V ($F_{9,40}=14,30$; $P<0,0001$) apresentou, no geral, maior porcentagem média de indivíduos voadores (28,16%), enquanto que a Biofábrica II ($F_{9,40}=5,11$; $P<0,0001$) teve a menor média (14,97%). Também houve diferença entre amostragens, sendo que a Biofábrica V e na quarta amostragem ($F_{4,20}=9,57$; $P=0,0002$) apresentou a maior porcentagem (76,2%) e a IV, na nona amostragem ($F_{4,20}=24,95$; $P=0,0001$), a menor (2,2%) (Tabela 13).

Tabela 13. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores em testes de atividade de voo em condições de laboratório, oriundos de cinco biofábricas do estado de São Paulo em dez amostragens no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	7,7 ± 2,18 Cb ¹	20,2 ± 7,53 ABCa	3,1 ± 1,94 Cc	17,5 ± 5,60 BCDA	9,4 ± 3,40 Db
Segunda	9,6 ± 2,78 BCb	14,6 ± 1,74 ABCab	29,1 ± 4,61 ABCa	19,4 ± 5,24 BCDab	17,1 ± 5,20 CDab
Terceira	49,1 ± 9,59 Aab	30,0 ± 3,98 Ab	33,2 ± 7,40 ABb	64,1 ± 3,96 Aa	42,6 ± 6,99 BCab
Quarta	38,9 ± 5,93 ABb	28,6 ± 5,83 Ab	32,8 ± 11,09 ABb	17,6 ± 4,45 BCDB	73,2 ± 4,34 Aa
Quinta	32,9 ± 7,99 ABCa	24,8 ± 8,94 ABab	3,00 ± 1,37 Cb	5,7 ± 1,82 CDB	16,2 ± 4,39 CDab
Sexta	26,5 ± 9,75 ABCa	8,47 ± 2,59 ABCa	15,0 ± 5,91 BCa	10,5 ± 3,58 BCDA	28,8 ± 8,14 BCDA
Sétima	4,1 ± 1,52 Cc	3,2 ± 1,51 Cc	51,5 ± 7,51 Aa	26,3 ± 7,14 BCb	14,0 ± 2,44 Dbc
Oitava	21,9 ± 5,85 ABCb	10,8 ± 2,13 ABCb	18,9 ± 5,44 BCb	10,7 ± 4,11 BCDB	51,1 ± 8,03 ABa
Nona	50,1 ± 5,59 Aa	5,1 ± 1,85 BCbc	5,9 ± 1,38 BCbc	2,2 ± 0,82 Dc	21,2 ± 6,53 CDB
Décima	23,3 ± 4,42 ABCab	4,0 ± 0,86 BCc	12,5 ± 4,19 BCbc	28,5 ± 4,04 Ba	8,0 ± 2,82 Dc
Média	26,41a	14,97c	20,5b	20,2b	28,16a

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

A categoria “caminhadores” apresentou diferença significativa entre as médias das Biofábricas, com a maior porcentagem (58,60%) ocorrendo na Biofábrica IV ($F_{9,40}=14,55$; $P<0,0001$) e a menor na Biofábrica I ($F_{9,40}=24,84$; $P<0,0001$) (42,31%). Foi observado diferença entre as amostragens, com a Biofábrica I, na sétima amostragem ($F_{4,20}=10,61$; $P<0,0001$) apresentando a maior porcentagem (81,9%), enquanto a Biofábrica V, na quarta amostragem ($F_{4,20}=15,55$; $P<0,0001$), teve o menor percentual de caminhadores (0,58 %) (Tabela 14).

Tabela 14. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* caminhadores em testes de atividade de voo em condições de laboratório, oriundos de cinco biofábricas do estado de São Paulo em dez amostragens no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	70,6 ± 3,42 ABa	49,5 ± 8,33 Aa	75,3 ± 1,63 Aa	61,8 ± 8,75 ABa	57,3 ± 8,59 ABa
Segunda	71,0 ± 4,35 ABa	39,9 ± 7,02 ABCab	34,3 ± 7,57 Cb	58,5 ± 8,53 Bab	58,0 ± 8,53 ABab
Terceira	21,8 ± 4,82 Dab	13,5 ± 5,47 Cb	34,0 ± 3,61 Ca	7,13 ± 0,82 Cb	22,8 ± 5,05 BCDab
Quarta	9,7 ± 3,18 Dbc	16,6 ± 6,87 BCbc	26,8 ± 4,74 Cb	49,6 ± 5,83 Ba	0,58 ± 0,24 Dc
Quinta	20,1 ± 4,92 Dc	46,7 ± 10,74 ABb	51,0 ± 3,72 ABCab	73,2 ± 3,74 ABa	61,6 ± 4,89 Aab
Sexta	33,5 ± 10,19 CDbc	68,9 ± 4,13 Aab	64,8 ± 9,08 ABabc	72,0 ± 5,33 ABa	38,9 ± 13,72 ABCc
Sétima	81,9 ± 2,76 Aa	57,9 ± 2,06 Aab	28,6 ± 10,39 Cc	56,7 ± 6,47 Bb	59,8 ± 2,81 ABab
Oitava	54,2 ± 6,87 BCa	58,1 ± 2,48 Aa	44,7 ± 9,20 BCab	64,3 ± 2,70 ABa	16,7 ± 9,37 CDB
Nona	49,9 ± 5,59 BCb	51,6 ± 9,73 Ab	66,0 ± 2,86 ABab	85,6 ± 2,22 Aa	55,0 ± 5,49 ABb
Décima	10,4 ± 3,33 Db	69,7 ± 3,92 Aa	66,4 ± 4,12 ABa	57,2 ± 4,14 Ba	57,3 ± 6,42 ABa
Média	42,31c	47,24b	49,19ab	58,60a	42,79c

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Quanto aos indivíduos não voadores, houve diferença significativa entre as Biofábricas, com a II ($F_{9,40}=7,59$; $P<0,0001$) apresentando maior porcentagem

(37,7%), enquanto a IV ($F_{9,40}=3,15$; $P=0,0058$) a menor (21,11%). Ocorreu diferença significativa entre amostragens, com a Biofábrica I, na décima amostragem ($F_{4,20}=31,63$; $P=0,0187$), apresentando a maior porcentagem (66,2%), enquanto a Biofábrica IV, na nona amostragem ($F_{4,20}=9,64$; $P<0,0002$) a menor (12,2%) (Tabela 15).

Tabela 15. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* não voadores em testes de atividade de voo em condições de laboratório, oriundos de cinco biofábricas do estado de São Paulo em dez amostragens no período de dois anos.

Amostragens	Biofábricas				
	I	II	III	IV	V
Primeira	21,7 ± 2,66 DEa	30,3 ± 2,53 BCa	21,6 ± 1,06 Ba	20,7 ± 3,64 ABa	33,2 ± 7,38 Aa
Segunda	19,3 ± 4,31 DEb	45,4 ± 5,99 ABa	36,5 ± 7,04 ABab	22,1 ± 4,21 ABab	24,8 ± 6,82 Aab
Terceira	29,1 ± 5,56 CDEb	56,5 ± 2,85 Aa	32,7 ± 6,54 ABb	28,8 ± 4,13 ABb	34,6 ± 6,09 Aab
Quarta	51,4 ± 6,92 ABa	54,8 ± 5,07 Aab	40,4 ± 7,83 ABab	32,7 ± 6,16 Aab	26,4 ± 4,40 Ab
Quinta	46,9 ± 5,03 ABCa	28,5 ± 3,07 BCb	45,9 ± 4,31 Aa	21,0 ± 2,64 ABb	22,2 ± 1,08 Ab
Sexta	40,0 ± 4,68 BCDA	22,6 ± 2,93 Cab	20,1 ± 4,61 Bab	17,5 ± 4,09 ABb	32,3 ± 7,24 Aab
Sétima	13,9 ± 1,48 Eca	38,9 ± 1,80 ABCa	19,87 ± 4,82 Bbc	16,9 ± 1,33 ABbc	26,1 ± 1,12 Ab
Oitava	23,9 ± 2,08 DEa	31,1 ± 0,55 BCa	36,4 ± 5,55 ABa	24,9 ± 3,79 ABa	32,1 ± 2,84 Aa
Nona	50,1 ± 5,59 ABCa	43,3 ± 8,49 ABab	28,0 ± 1,58 ABbc	12,2 ± 1,63 Bc	23,7 ± 3,41 Abc
Décima	66,2 ± 3,77 Aa	26,3 ± 4,15 BCbc	21,0 ± 3,49 Bbc	14,3 ± 0,69 Bc	34,7 ± 4,56 Ab
Média	36,25a	37,77a	30,24b	21,11c	29,01b

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

5. DISCUSSÃO

Algumas espécies de parasitoides estão sendo comercializados rotineiramente sem a condução de testes que mostram sua real eficiência (van LENTEREN, 2009). Mesmo havendo na literatura sugestões de testes para avaliação de controle de qualidade, as *C. flavipes* produzidas por diferentes biofábricas apresentam diferenças na qualidade de suas populações quando consideradas vários parâmetros biológicos, como a produção de descendentes e a sobrevivência dos adultos.

No presente estudo foram observadas diferenças entre as biofábricas e entre as amostragens realizadas na morfometria de alguns caracteres dos insetos produzidos nas cinco biofábricas, sendo que a Biofábrica I produziu maior quantidade de exemplares de menor tamanho, sendo que esse parâmetro variou constantemente dentre as amostragens realizadas. A Biofábrica I, no geral, produziu valores semelhantes aos citados por Trevisan (2014) quanto ao tamanho do corpo (comprimento do corpo, comprimento da tíbia, largura e comprimento da asa anterior direita), e as demais Biofábricas apresentaram exemplares de *C. flavipes* de tamanho maior do que os já citados na literatura. Tais diferenças podem ser devido aos padrões de criação utilizados em cada biofábrica, que varia conforme estabelecimento interno de adequações, e também possivelmente devido à fatores edáficos, já que a criação massal é realizada em laboratório.

Considerando-se a sobrevivência de *C. flavipes* para todas as Biofábricas e amostragens, tanto para fêmeas quanto para machos, a Biofábrica IV se destacou, uma vez que os insetos sobreviveram no mínimo 40 horas e no máximo 90 horas. Pois, a maior longevidade é considerada importante característica para a liberação e persistência no campo, que aumenta a possibilidade de encontro com o hospedeiro, do número de lagartas parasitadas, favorecendo o controle de broca da cana-de-açúcar (VEIGA et al., 2013).

Quanto à média geral da razão sexual de *C. flavipes*, a Biofábrica I se destacou com maior produção de fêmeas (0,73), mostrando maior estabilidade de

resultados entre as amostragens, com menor variação nos resultados. Por outro lado, a Biofábrica IV apresentou menor produção de fêmeas em relação a machos (0,62). Quando se considera as médias gerais, todas as biofábricas mostram resultados semelhantes ao encontrado por Campos-Farinha; Chauad Netto e Gobbi (2000) (60% de fêmeas para liberação em campo) e por Veiga et al. (2013) que encontraram valores mínimos de 0,57 fêmeas em relação à machos. Porém, entre amostragens são encontrados exemplares com valores abaixo dos citados, demonstrando que há variações entre amostragens em cada biofábrica. Na criação de *C. flavipes*, em condições de laboratório, as fêmeas ao acasalarem antes da liberação em campo permite maior produção de descendentes fêmeas na próxima geração (ARAKAKI; GAHANA, 1986; OVERHOLT et al., 1994; SALLAM; OVERHOLDT; KAIRU, 2001). Assim, quanto maior o número de fêmeas liberado maior o parasitismo, e a produção de descendentes fêmeas, o que aumenta a contribuição biológica para uma possível manutenção do parasitoide no campo (HOPPER et al., 1993).

Em resumo, a menor porcentagem das médias das amostragens de descendentes por hospedeiro de *C. flavipes* foi para a Biofábrica IV (46,87), sendo resultado semelhante aos obtidos por Veiga et al. (2013) e Moutia e Courtois (1952), demonstrando que as biofábricas tiveram desempenho satisfatório para o parâmetro avaliado, onde o maior número de parasitoides por massa de pupa leva a um aumento mais rápido da criação em laboratório. Dentro das biofábricas, em algumas amostragens, foram observados valores abaixo do citado, indicando variação com a produção do inseto em laboratório.

A menor porcentagem das médias das amostragens na avaliação da sobrevivência de pupa a adultos de *C. flavipes* obtida neste trabalho foi para a Biofábrica II (80,53%), valor próximo ao citado citado por Castilho (1982), e também semelhante à porcentagem de emergência (84%) relatada por Gifford e Mann (1967), indicando que todas as biofábricas mostraram valores satisfatórios para a sobrevivência sobrevivência. Em relação às amostragens, observou-se três delas com valores abaixo dos citados, indicando que a biofábrica pode ter passado por problemas internos e ter afetado a produção massal dos insetos.

Como observação geral, pode-se dizer que *C. flavipes* produzida pela Biofábrica I apresenta indivíduos de menor tamanho, com melhores características reprodutivas.

Características relativas ao período pupal, longevidade, tamanho dos insetos, viabilidade e razão sexual podem refletir na qualidade do material biológico produzido. Assim, o controle de qualidade pode evitar resultados indesejáveis, tais como mudanças de comportamento, deterioração genética e contaminação por patógenos, dentre outros, que podem elevar a taxa de mortalidade, prolongar o desenvolvimento do inseto, produzir adultos menores e, conseqüentemente, menos competitivos, além de outros efeitos negativos para a produção massal do parasitoide (VACARI et al., 2012).

Quanto à atividade de voo, percebe-se que para todas as biofábricas estudadas, o maior número de indivíduos obtidos foi de caminhadores, resultado antagônico quando comparado aos de Hivizi et al. (2009). Tal situação pode ser devido ao condicionamento em laboratório durante muitos anos, onde os efeitos de criação massal ao longo do tempo podem se refletir nos parâmetros utilizados na avaliação de controle de qualidade, particularmente quanto à capacidade de voo do inseto (van LENTEREN, 2009). Essa mesma argumentação foi utilizada por Dinardo-Miranda et al. (2014) e Volpe et al. (2014), que empregaram análise geoestatística para avaliar a distribuição espacial e dispersão do voo de *C. flavipes* e os autores, relatando os autores capacidade de voo reduzida, em relação aos valores mencionados na literatura.

Tais diferenças observadas entre as médias gerais obtidas nas biofábricas nos diversos testes realizados podem ser devido a diversos fatores, como por exemplo, às diferenças nas técnicas de criação, pois, mesmo com padrões semelhantes definidos, uma simples mudança pode interferir na criação massal do parasitoide produzido, reduzindo a eficiência do processo. Estas diferenças podem estar relacionadas também ao maior número de lagartas parasitadas por placas de Petri (VACARI et al., 2012), aos ingredientes que compõem a dieta para a alimentação das lagartas da broca da cana-de-açúcar, às condições abióticas das salas de desenvolvimento dos insetos (praga e hospedeiro), à escolha da matriz usada na produção de novas gerações de praga e do parasitoide, à

consanguinidade resultante dos seguidos cruzamentos entre irmãos e à qualidade de manutenção do hospedeiro.

Nesse sentido, Trevisan et al. (2016) avaliaram a qualidade de *C. flavipes* após 10 gerações em situação de consanguinidade extrema, analisando a razão sexual, porcentagem de emergência, número de descendentes/fêmea e longevidade de machos e fêmeas. Os melhores resultados foram obtidos de forma intermitente para as populações de biofábricas e a endogâmica, não sendo observadas diferenças significativas entre gerações para a mesma população. O trabalho mostra também que a criação de uma população de *C. flavipes* submetida à endogamia durante 10 gerações não foi suficiente para revelar efeitos deletérios da endogamia.

Variações nos produtos utilizados para a formulação das dietas para a broca, bem como nas restrições feitas nas biofábricas para otimizar os custos de produção, podem influenciar negativamente nos parâmetros biológicos, como exemplo, mudanças nos compostos da dieta podem diminuir os custos de criação, mas podem também levar à produção de hospedeiros de má qualidade que irão alimentar as larvas dos parasitoides. Da mesma forma, o maior número de lagartas parasitadas por placa de Petri pode diminuir o custo de produção de parasitoides. Sabe-se que a maior densidade de lagartas por placa de petri (recipientes de criação) está relacionada com diferenças nos parâmetros biológicos (VACARI et al., 2012).

Outro fator que pode resultar em diferenças biológicas entre biofábricas é a contaminação por patógenos, fato que pode influenciar na qualidade tanto das brocas quanto dos parasitoides. Trabalhos indicam que contaminações por *Nosema* sp. (Microsporidia: Nosematidae) ocorrem frequentemente em criações massais de *C. flavipes* em laboratórios brasileiros, sendo esse patógeno transmitido do hospedeiro para o parasitoide e do parasitoide para o hospedeiro. Parasitoides infectados por *Nosema* normalmente apresentam reduzido potencial reprodutivo, longevidade e capacidade de parasitar e localizar seu hospedeiro (SIMÕES et al., 2012). Para contornar este problema, a desinfecção dos ovos do hospedeiro e assepsia dos ingredientes empregados na dieta para criação do hospedeiro são de extrema importância (DINIZ et al., 2008).

A competição entre as biofábricas para oferecer parasitoides com melhores preços no mercado nacional pode resultar, na maioria dos casos, em produção de

insetos de má qualidade. Esta situação pode comprometer o programa de controle biológico estruturado para broca da cana-de-açúcar no Brasil, que existe há mais de 40 anos (VACARI, DE BORTOLI, 2010; PARRA, 2014). Situação que este estudo demonstra, salientando-se que dentro de cada Biofábrica há grande variação nos resultados obtidos durante as amostragens, mostrando que há dentro das técnicas empregadas nas biofábricas problemas que precisam ser diagnosticados e resolvidos para padronização de qualidade.

Algumas biofábricas também trocam material entre si, situação essa que colaboraria para o aumento da variabilidade genética da população, caso os insetos não tivessem a mesma origem; outras criam os parasitoides a mais de 20 anos sem a introdução de novos indivíduos, com a justificativa de evitar a introdução de algum agente contaminante, como *Nosema*, ou que tenham qualidade inferior aos que produz. Tais fatores reforçam e incentivam a necessidade de novos estudos que contribuam para aumentar a qualidade desses agentes de controle biológico que serão liberados em campo, o que passa obrigatoriamente por um protocolo de controle de qualidade que conduza a produção de eficientes controladores biológico das lagartas de *D. saccharalis*.

6. CONCLUSÃO

- A metodologia utilizada permite detectar diferenças morfológicas externas e biológicas nos insetos produzidos em laboratório, podendo compor um futuro protocolo de controle de qualidade para *C. flavipes*.
- A Biofábrica I produz parasitoides com tamanho semelhante ao relatado na literatura.
- A Biofábrica I produz parasitoides com parâmetros biológicos de melhor qualidade.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. C.; STINGEL, E. **Curso de monitoramento e controle de pragas da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira, 2005. 32 p.

ANDRADE, E. T.; CARVALHO, S. R. G.; SOUZA, L. F. Programa do Proálcool e o etanol no Brasil. **Engevista**, Niterói, v. 22, n. 2, p. 127-136, 2009.

ARAKAKI, N.; GAHANA Y. Emergence pattern and mating-behavior of *Apanteles flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 21, p. 382-388, 1986.

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

BOTELHO, P. S. M.; MACEDO, N.; MENDES, A. C. Aspects of the population dynamics of *Apanteles flavipes* (Cameron) and support capacity of its host *Diatraea saccharalis* (Fabr.). In: **Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 17, Proceedings\ ISSCT**. Manila, Philippines. v. 2, p.1736-1745, 1980.

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

BOTELHO, P. S. M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; FERREIRA, B. S. C.; BENTO,

J. M. S. (Eds.). **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 477-494.

BOX, H. E. **Informe preliminar sobre los taladradores de la caña de azucar (*Diatraea* spp.) em Venezuela**. Maracay: Instituto Nacional Agrícola, 1952. 93 p. (Boletín técnico, 2).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cana-de-açúcar**. Brasília, DF, [2013]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/canade-acucar>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

BRASIL/ AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Coordenação geral de agrotóxicos e afins. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 22 dez. 2016

BUG AGENTES BIOLÓGICOS. Disponível em: <<http://bugagentesbiologicos.com.br/site/>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

CAMERON, P. Hymenopterological notices. **Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society** (4th Series) v.4, p.182-194, 1891.

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 parasitoides. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, p. 229-234, 2000.

CARLIN, S. D.; SILVA, M. A.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 51, n. 296, p. 457-466, 2004.

CASTILHO, H. J. **Introdução de *Apanteles flavipes* (Cam., 1891) (Hymenoptera, Braconidae) para o controle biológico da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera, Pyralidae), na região de Santa Bárbara d'Oeste, SP.** 1982. 79 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Querroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

CLARKE, G. M.; McKENZIE, L. J. Fluctuating asymmetry as quality control indicator for insect mass rearing processes. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, p. 2045-2050, 1992.

COHEN, A. C. What makes a diet successful or unsuccessful?. In: COHEN, A.C. **Insect diets: Science and technology.** London: CRC Press, 2004. Cap. 4, p. 47-74.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar.** Safra 2016/2017. Segundo levantamento, agosto 2016 - Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_18_12_03_30_bol_etim_cana_portugues_-_2o_lev_-_16-17.pdf>.

CUEVA, M. C.; AYQUIPA, G. A.; MESCUA, V. B. Estudios sobre *Apanteles flavipes* (Cameron), introducido para controlar *Diatraea saccharalis* (F.) en el Peru. **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v. 23, n. 1, p. 73-76, 1980.

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

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; COSTA, V. P.; LOPES, D. O. T. Dispersal of *Cotesia flavipes* in sugarcane field and implications for parasitoid releases. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 163-170, 2014.

DINIZ, F. R.; RODRIGUES, K. F.; ROSSI, M. M. Produção do parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) para controle biológico da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Lepidoptera: Crambidae) **Nucleus**, Ituverava, v. 1, p. 39-48, 2008.

FIGUEIREDO, P. Breve histórico da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 31-44.

FREITAS, F. C. **Caracterização e comparação de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em situação de criação massal utilizando microssatélites e morfologia**. 2016 48 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 2016

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 450-462.

GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M.; MACEDO L. P. M. Criação do parasitoide *Cotesia flavipes* em laboratório. In: BUENO V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 199-220.

GIFFORD, J. R.; MANN, G. A. Biology, rearing and a trial release of *Apanteles flavipes* in the Florida Everglades to control the sugarcane borer. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 60, p. 44-47, 1967.

GITAHY, P. M.; GALVÃO, P. G.; ARAÚJO, J. L. S.; BALDANI, J. I. **Perspectivas biotecnológicas de *Bacillus thuringiensis* no controle biológico da broca da**

cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006, 44 p.

GOULET, H.; HUBERT, J. F. Hymenoptera of the world. An identification guide to families. — **Research Branch**, Agricultural Canada Publication. Canadá Communication Group-Publishing, Ottawa. 1993. 668p.

GUAGLIUMI, P. **Pragas da cana-de-açúcar (Nordeste do Brasil)**. Rio de Janeiro: IAA, 1972/73. 622p. (Coleção Canavieira, 10).

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

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

HIVIZI, C. L.; BUENO, V. H. P.; SILVA, A. C.; CARVALHO, L. M. Controle de qualidade do parasitoide *Cotesia flavipes*. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle Biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 371-379.

HIVIZI, C. L.; BUENO, V. H. P.; SILVA, A. C.; CARVALHO, L. M.; BOTELHO, P. S. M.; GARCIA, L. F. Controle de qualidade do parasitoide *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) produzido sob sistema de criação massal. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2006, Recife. Resumos. Recife: UFPE, 2006. Disponível em <<http://seb.org.br/eventos/CBE/XXICBE/resumos/resumos/R0323-1.html>>. Acesso em: 03 dez. 2015.

HOPPER, K. R.; ROUSH, R. T.; POWELL, W. Management of genetics of biological control introductions. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 38, p. 27-51, 1993.

LEPPLA, N. C.; ASHLEY, T. R. Quality control in insect mass production: a review and model. **Bulletin of the Entomological Society of America**, Washington, v. 4, p. 33-44, 1989.

LEPPLA, N. C.; FISHER, W. R. Total quality in insect mass production for insect pest management. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 108, n. 5, p. 452-461, 1989.

LIMA FILHO, M. **Quantificação de *Apanteles flavipes* (Cameron, 1891) em cana-de-açúcar para controle de *Diatraea* spp.** 1989. 107 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

MACEDO, N. **Controle biológico da broca *Diatraea saccharalis* e outras pragas da cana-de-açúcar.** 2004. Disponível em: <<http://www.proex.ufscar.br/textos/controlbio.doc>>. Acesso em: 7 dez. 2015.

MACEDO, N. New strains of *Apanteles flavipes* was imported to increase its adaptative potential in the southern region of Brazil. **Entomology Newsletter**, Araras, v. 4, p. 11-12, 1978.

MACEDO, N.; ARAÚJO, J. R. **Controle biológico da broca da cana-de-açúcar.** Piracicaba: IAA/Planalsucar, 2000. 24p.

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.

MACEDO, N.; MACEDO, D. As pragas de maior incidência nos canaviais e seus controles. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.1, p.38-46, 2004.

MACHADO, F. B. P. **Brasil, a doce terra**. Araçatuba: UDOP – União dos Produtores de Energia. 2014. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=26351#nc>>. Acesso em: 3 dez. 2016.

MARCONATO, J. R. **Aspectos biológicos de *Diatraea saccharalis* (Fabr, 1794) (Lep., Pyralidae) em meio artificial contendo diferentes genótipos de sorgo e milho na forma de colmos secos e triturados**. 1988. 76 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1988.

MENDONÇA, A. F.; MORENO, J. A.; RISCO, S. H.; ROCHA, I. C. B. Broca comum da cana-de-açúcar. In: MENDONÇA, A. F. (Ed.). **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insetos & Cia, 1996. p. 49-82.

METCALFE, J. R. The estimation of loss caused by sugarcane moth borers. In: METCALFE, J. R. (Ed.). **Pest of sugarcane**. Amsterdam: Elsevier Publishing, 1969. p. 61-75.

MELO, A. B. P.; PARRA, J. R. P. Exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de broca da cana-de-açúcar em quatro localidades canavieiras de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 7, p. 691-695, 1988

MIRANDA, J. R. **História da cana-de-açúcar**. Campinas: Komedi, 2008. 342 p.

MOUTIA, L. A.; COURTOIS, C. M. Parasites of the moth-borers of sugar-cane in Mauritius. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 43, p. 325-359, 1952.

MUIRHEAD K. A.; SALLAM, M. N; AUSTIN, A. D. The systematics and biology of *Cotesia nonagriæ* (Olliff) stat. rev. (Hymenoptera: Braconidae: Microgastrinae), a newly recognized member of the *Cotesia flavipes* species complex. **Zootaxa**, Auckland, v 1846, p.35–46, 2008.

NARDIN, R. R. Treinamento do setor de entomologia do Grupo Virgolino de Oliveira açúcar e álcool. In: **Grupo Virgolino De Oliveira**, 2002, Itapira, p.2- 6.

NATALE NETTO, J. **A saga do álcool**: fatos e verdades sobre os 100 anos do álcool combustível em nosso país. Osasco: Novo século, 2007. 343 p.

NAVA, D. E.; PINTO, A. S.; SILVA, S. D. A. **Controle biológico da broca da cana-de-açúcar**. Pelotas: Embrapa CPACT, 2009. 28 p. (Documentos, 287).

NOVA CANA – Aspectos no plantio da cana-de-açúcar. Curitiba. Publicado 10 de janeiro de 2013. Disponível em: < <https://www.novacana.com/cana/aspectos-plantio-cana-de-acucar/>>. Acesso em 03 mar. 2017.

OVERHOLT, W. A.; OCHIENG, J. O.; LAMMERS, P. M., OGEDAH, K. Rearing and field release methods for *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of tropical gramineous stemborers. **Insect Science and Its Application**, Elmsford, v. 15, p. 253-259, 1994.

PARRA, J. R. P. A biologia de insetos e o manejo de pragas: da criação em laboratório à aplicação em campo. In: GUEDES, J. V. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. (Eds.). **Bases técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 2000. cap. 4, p. 59-68.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 71, p. 420-429, 2014.

PARRA, J. R. P. Situação atual e perspectivas do controle biológico, através de liberações inundativas, no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 271-279, 1992.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Editora Manole, 2002. 609 p.

PINTO, A. S.; BOTELHO, P. S. M.; OLIVEIRA, H. N. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2009. 160 p.

PINTO, A. S.; GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M. Controle biológico da cana-de-açúcar. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Eds.). **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: CP2, 2006. 287 p.

POLANCZYK, R. A.; ALMEIDA, L. C.; PADULLA, L.; ALVES, S. B. Pragas da cana-de-açúcar x métodos alternativos de controle. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 33, p.14-17, 2004.

POMARI, A. F.; MIHSFELDT, L. H.; SISMEIRO, M. N. S.; BALDINI, V.; PINTO, A. S. Dispersão de *Cotesia flavipes* em cana-de-açúcar, no município de Bandeirantes-Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Anais...** 1 CD-ROM. Uberlândia: UFU: Embrapa Milho e Sorgo: UFV, 2008.

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, 1974) (Lepdoptera-Crambidae) em cana-de-açúcar no município de União – PI. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 303-307, 2010

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P.; VENCOVSKY, R.; DIAS, C. T. S.; CRUZ, I.; CHAGAS, M. C. M. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de

Trichogramma pretiosum Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): adaptação de metodologia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 411-417, 2002.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503 p.

SALLAM, M. N.; OVERHOLT, W. A.; KAIRU, E. Dispersal of the exotic parasitoid *Cotesia flavipes* in a new ecosystem. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 98, p. 211-217, 2001.

SANTOS, L. A. O. **Fatores naturais de mortalidade de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e diversidade de artrópodes em diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar**. 2013. 52 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

SANTOS, R. F.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A.; DE BORTOLI, C. P.; SANTOS, J. A. Development of a new container for storage and release of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, p.1-6, 2015. doi: 10.1093/jee/tov089.

SAS Institute. SAS/STAT User`s Guide, version 9.00 TS level 2MO. **SAS Institute Inc., Cary, NC, 2002**.

SIGWALT, B.; POINTEL, J.G.. Status spécifique et separation des *Apanteles* du sous-groupe *flavipes* (Hym: Braconidae) utilisees en lutte biologique. **Annales de la Société entomologique de France**, Paris, v.16, p.109-128, 1980.

SILVA, M. A.; CARLIN, S. D.; CAMPANA, M. P.; LANDELL, M. G. A.; PERRECIN, D.; VASCONCELOS, A. C. M. Brotação da cana-de-açúcar em condições de casa

de vegetação. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 1. p. 28-33, 2003.

SIMÕES, R. A.; REIS, L. G.; BENTO, J. M. S.; SOLTER, L. F.; DELALIBERA JR., I. Biological and behavioral parameters of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) are altered by the pathogen *Nosema* sp. (Microsporidia: Nosematidae). **Biological Control**, Orlando, v. 63, n. 2, p. 164-171, 2012.

SNA – SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **CTC desenvolve primeira cana transgênica resistente à broca**. Rio de Janeiro. Publicado 11 de fevereiro de 2014. Disponível em: <<http://sna.agr.br/ctc-desenvolve-primeira-cana-resistente/>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

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

TERÁN, F. O. Pragas da cana-de-açúcar. In: TERÁN, F. O. (Ed.). **Cana de açúcar, cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, v. 2. p. 601-628

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

TREVISAN, M.; DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; LAURENTIS, V. L.; RAMALHO, D. G. Quality of the exotic parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) does not show deleterious effects after inbreeding for 10 generations. **Plos one**, San Francisco, 2016. doi: 10.1371/journal.pone0160898.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. **A indústria da cana-de-açúcar: Etanol, açúcar e bioeletricidade**. 2009. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A. Situação atual e perspectivas da comercialização de agentes de controle biológico no Brasil. In: BUSOLI, A. C.; ANDRADE, D. J.; JANINI, J. C.; BARBOSA, C. L.; FRAGA, D. F.; SANTOS, L.; RAMOS, T. O.; PAES, V. S. (Eds.). **Tópicos em Entomologia Agrícola III**. Jaboticabal: Editora Multipress, 2010. p. 91-102.

VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A.; BORBA, D. F.; MARTINS, M. I. E. G. Quality of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) reared at different host densities and the estimated cost of its commercial production. **Biological Control**, Maryland Heights, v. 63, n. 2, p. 102-106, 2012.

van LENTEREN, J. C. Need for quality control of mass-produced biological control agents. In: van LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedure**. Wallingford: CAB, 2003. p. 1-18.

van LENTEREN, J. C. Controle de qualidade de agentes de controle biológico produzidos massalmente: conhecimento, desenvolvimento e diretrizes. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 21-45.

VEIGA, A. C. P.; VACARI, A. M.; VOLPE, H. X. L.; LAURENTIS, V. L.; DE BORTOLI, S. A. Quality control of *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) from different Brazilian bio-factories. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 23, n. 6, p. 665-673, 2013.

VENDRAMIM, J. D.; SILVA, F. C.; CAMARGO, A. P. Avaliação das dimensões da região danificada pelo complexo broca-podridões em seis cultivares de cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 105-118, 1989.

VETORELLI, M. P.; MASCHIO, L. R.; ALMEIDA, J. C. B. Dados parciais sobre as diferenças entre a razão sexual da prole de *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera, Braconidae) em condições laboratoriais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA: BIOLÓGICAS, 1999, Rio Preto. **Anais eletrônicos...** 1999. Disponível em: <<http://www.unirpnet.com.br/Pesquisa/Anais/bio.html>> Acesso em: 01 dez. 2015.

VIEL, S. R. Criação massal de *Diatraea saccharalis* e *Cotesia flavipes*. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.). **Criação massal de insetos: da base a biofábrica**. Jaboticabal: Edição própria, 2009. p. 99-149.

VOLPE, H. X. L. **Distribuição espacial do parasitismo de *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) em cana-de-açúcar**. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

VOLPE, H. X. L.; BARBOSA, J. C.; VIEL, S. R.; GOULART, R. M.; VACARI, A. M.; SALAS, C.; VEIGA, A. C. P.; DE BORTOLI, S. A. Determination of method to evaluate parasitism and cover area for studies on *Cotesia flavipes* in sugarcane. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 9, n. 4, p. 436-447, 2014.

WAAK, R. S.; NEVES, M. F. Competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar. In: FARINA, E. M. M. Q.; ZYLBERSZTAJN, D. (Eds.). **Competitividade no agribusiness brasileiro**. São Paulo: PENSA/FIA/FEA/USP, 1998. v. 5, p. 1-185.