

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PERFORMANCE DE
POPULAÇÕES DE *Cotesia flavipes* DE BIOFÁBRICAS DO
BRASIL**

Thamiris Porto Sipriano Nascimento

Bióloga

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PERFORMANCE DE
POPULAÇÕES DE *Cotesia flavipes* DE BIOFÁBRICAS DO
BRASIL**

Thamiris Porto Sipriano Nascimento

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli

Coorientadora: Profa. 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

S615i Sipriano-Nascimento, Thamiris Porto
Influência da temperatura na performance de populações de
Cotesia flavipes de biofábricas do Brasil / Thamiris Porto Sipriano
Nascimento. – – Jaboticabal, 2017
ix, 67 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Sergio Antonio De Bortoli
Coorientadora: Alessandra Marieli Vacari
Banca examinadora: Ana Carolina Pires Veiga, Raphael de
Campos Castilho
Bibliografia

1. Criação massal-insetos. 2. Controle biológico. 3. Parasitoides. 4.
Cana-de-açúcar. 5. Controle de qualidade. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.798:633.61

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PERFORMANCE DE POPULAÇÕES DE *Cotesia flavipes* DE BIOFÁBRICAS DO BRASIL

AUTORA: THAMIRIS PORTO SIPRIANO NASCIMENTO

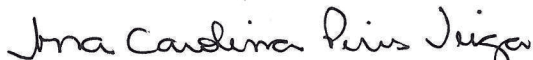
ORIENTADOR: SERGIO ANTONIO DE BORTOLI

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



Pesquisadora Dra. ANA CAROLINA PIRES VEIGA
Fundo de Defesa da Citricultura / Araraquara/SP



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

Jaboticabal, 11 de setembro de 2017

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

THAMIRIS PORTO SIPRIANO NASCIMENTO - Nascida em Porto Ferreira - SP, no dia 09 de Fevereiro de 1990. É Bióloga licenciada e bacharela, graduada pela Fundação Hermínio Ometto FHO-Uniararas, Araras – SP em 17 de Dezembro de 2013. Iniciou suas atividades de pesquisa na graduação como bolsista de iniciação científica pela FAPESP, no período de janeiro/2012 a dezembro/2013, na área de biologia molecular e artrópodes pragas da cultura de citrus, no Instituto Agronômico de Campinas IAC- polo de Cordeirópolis-SP. Após a graduação, no período de fevereiro/2014 a setembro/2015, participou como bolsista TT3 pela Fapesp na área de Ecotoxicologia de Abelhas no Laboratório de Biologia Estrutural e Funcional LABEF, na Universidade Federal de São Carlos, Campus de Sorocaba-SP. Neste período participou de eventos na área de atuação, apresentou resumos em congressos e publicou artigo em periódico especializado, como segunda autora. Ingressou no curso de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em agosto/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 agosto de 2015 a agosto de 2017, desenvolvendo pesquisas na área de controle biológico, criação massal de insetos e controle de qualidade na produção de insetos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade.

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito bela para ser insignificante”

(Charles Chaplin)

DEDICATÓRIA

Dedico a meus pais, Margareth e Josemar, pela educação, conselhos, apoio e amor incondicional em todos os momentos de minha vida. Sem o amor de vocês eu nunca teria chegado tão longe, nada que eu faça ou diga irá retribuir o que fizeram por mim.

Ao meu marido André Luis do Nascimento pelo incentivo, paciência, cuidado e amor.

Aos meus amigos e familiares que acreditaram em meu potencial sempre me incentivando a ser melhor todos os dias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e todos meus protetores de luz por me guiarem e me auxiliarem durante toda minha vida, não permitindo que eu perdesse as minhas esperanças diante dos obstáculos;

Aos meus pais Margareth e Josemar, por todos os sacrifícios e renúncias que fizeram para tornar meu sonho realidade, sempre me apoiando e me dando forças para buscar meu melhor;

Ao meu marido, André Luis do Nascimento, por toda paciência, em meus momentos de ansiedade, amor e admiração em todas as minhas conquistas;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Jaboticabal, São Paulo e aos Docentes do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) pela oportunidade, ensinamentos e conselhos;

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

Aos meus orientadores Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli e Prof^a. Dra. Alessandra Marieli Vacari, pela orientação, compreensão e conselhos durante o desenvolvimento desta pesquisa;

A todas as biofábricas que forneceram material para o desenvolvimento desta pesquisa e aos seus funcionários que auxiliaram com o envio de material biológico necessário para o estudo;

Ao Laboratório de Biologia e Criação de Insetos-LBCI (FCAV/Unesp);

Aos amigos que fiz e levarei comigo para sempre em meu coração, Amanda Aparecida Fernandes Lemes, Bárbara Rodrigues Junqueira, Caio Cesar Truzzi, Camila Cardoso, Cícero Antonio Mariano dos Santos, Diandro Barilli, Elaine Sversuti, Gilmar da Silva Nunes, Liliane Augusti, Luan Odorizzi, Natalia Fernanda Vieira, Wanderlei Dibelli e Zeinab Bazyar. Vocês trouxeram leveza e alegria para meus dias, muito obrigada!

A todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente na realização desse sonho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	5
2.1.1. Histórico da cultura da cana-de-açúcar.....	5
2.1.2. Importância da cana-de-açúcar na evolução econômica do Brasil	7
2.2. A broca da cana-de-açúcar, <i>Diatraea saccharalis</i>	8
2.2.1. Aspectos morfológicos e biológicos de <i>Diatraea saccharalis</i>	8
2.2.2. Danos de <i>Diatraea saccharalis</i> em cana-de-açúcar.....	10
2.3. Controle de <i>Diatraea saccharalis</i>	11
2.3.1. Controle químico	11
2.3.2. Controle cultural e variedades resistentes a <i>Diatraea saccharalis</i>	12
2.3.3. Controle biológico	12
2.4. <i>Cotesia flavipes</i>	14
2.4.1. Descrição e biologia de <i>Cotesia flavipes</i>	14
2.5. Criação massal de inimigos naturais.....	16
2.6. Controle de qualidade e sua importância em criações massais de inimigos naturais	17
2.6.1. Parâmetros para avaliação da qualidade de <i>Cotesia flavipes</i> em criações massais.....	18
2.7 Influência da temperatura nos insetos	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Obtenção de populações de <i>Cotesia flavipes</i>	20
3.2. Atividade de voo de <i>Cotesia flavipes</i>	21
3.3. Sobrevivência dos adultos de <i>Cotesia flavipes</i>	23
3.4. Capacidade de parasitismo e razão sexual de <i>Cotesia flavipes</i>	23
4. RESULTADOS	25
4.1. Atividade de voo.....	25

4.2. Sobrevivência dos adultos de <i>Cotesia flavipes</i>	32
4.3. Capacidade de parasitismo e razão sexual de <i>Cotesia flavipes</i>	39
5. DISCUSSÃO	47
6. CONCLUSÃO.....	54
7. REFERÊNCIAS.....	55

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Porcentagem de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> voadores, não voadores e caminheiros oriundos das diferentes biofábricas, em teste de voo a 25°C.....	26
Tabela 2. Porcentagem de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Américo Brasiliense-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas.....	27
Tabela 3. Porcentagem de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Bandeirantes-PR, em teste de voo em diferentes temperaturas.....	27
Tabela 4. Porcentagem de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Campo Novo do Parecis-MT, em teste de voo em diferentes temperaturas.....	28
Tabela 5. Porcentagem de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Coruripe-AL, em teste de voo em diferentes temperaturas.....	28
Tabela 6. Porcentagem de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Pradópolis-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas.....	29
Tabela 7. Porcentagem de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Promissão-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas.....	30

- Tabela 8. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Quirinópolis-GO, em teste de voo em diferentes temperaturas. 30
- Tabela 9. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Ribeirão Preto-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas. 31
- Tabela 10. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Santa Ernestina-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas. 31
- Tabela 11. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Sertãozinho-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas. 32
- Tabela 12. Número médio de lagartas parasitadas por fêmea, descendentes viáveis por fêmea e razão sexual dos descendentes de *Cotesia flavipes* das diferentes biofábricas, avaliado a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 40

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Esquema da câmara utilizada para determinar a atividade de voo de <i>Cotesia flavipes</i> , adaptada por Trevisan (2014).	22
Figura 2. Câmara utilizada para determinar a atividade de voode <i>C. flavipes</i> , A) tubo de ensaio com massas do parasitoide; B) interior da câmara de voo revestida com cartolina preta com anel de cola entomológica em sua circunferência interna; fundo revestido com plástico preto para vedação e tubo de ensaio fixado ao centro; C) parte externa da câmara de voo com tampa de vidro transparente.	22
Figura 3. Sobrevivência de fêmeas de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes de diferentes biofábricas, submetidas à temperatura constante de 25°C ± 1°C.....	33
Figura 4. Sobrevivência de machos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes de diferentes biofábricas, submetidos à temperatura constante de 25°C ± 1°C.....	33
Figura 5. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Américo Brasiliense-SP, em diferentes temperaturas.	34
Figura 6. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Bandeirantes-PR, em diferentes temperaturas.	35
Figura 7. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Campo Novo do Parecis-MT, em diferentes temperaturas.	35

Figura 8. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Coruripe-AL, em diferentes temperaturas.	36
Figura 9. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Pradópolis-SP, em diferentes temperaturas.....	36
Figura 10. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Promissão-SP, em diferentes temperaturas.....	37
Figura 11. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Quirinópolis-GO, em diferentes temperaturas.	37
Figura 12. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Ribeirão Preto-SP, em diferentes temperaturas.....	38
Figura 13. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Santa Ernestina-SP, em diferentes temperaturas.	38
Figura 14. Sobrevivência de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> provenientes da biofábrica de Sertãozinho-SP, em diferentes temperaturas.....	39
Figura 15. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de <i>Cotesia flavipes</i> proveniente de Américo Brasiliense-SP.	40
Figura 16. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de <i>Cotesia flavipes</i> proveniente de Bandeirantes-PR.....	41
Figura 17. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de <i>Cotesia flavipes</i> proveniente de Campo Novo do Parecis–MT.....	42

- Figura 18. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Coruripe-AL..... 42
- Figura 19. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Pradópolis-SP..... 43
- Figura 20. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Promissão-SP..... 44
- Figura 21. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Quirinópolis-GO. 44
- Figura 22. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Ribeirão Preto-SP. 45
- Figura 23. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Santa Ernestina-SP. 46
- Figura 24. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Sertãozinho-SP..... 46

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PERFORMANCE DE POPULAÇÕES DE *Cotesia flavipes* DE BIOFÁBRICAS DO BRASIL

RESUMO – O parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), quando liberado em cana-de-açúcar, depende de sua capacidade de dispersão e forrageamento para o efetivo controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi analisar a influência da temperatura nos aspectos biológicos dos insetos produzidos em dez biofábricas brasileiras: I) Santa Ernestina-SP, II) Américo Brasiliense-SP, III) Ribeirão Preto-SP, IV) Pradópolis-SP, V) Sertãozinho-SP, VI) Promissão-SP, VII) Bandeirantes-PR, VIII) Quirinópolis-GO, IX) Campo Novo do Parecis-MT e X) Coruripe-AL, bem como analisar a influência das temperaturas 22, 24, 26, 28, 30, 32 e 34 ± 1°C na performance do parasitoide. Para tanto, foram avaliados: atividade de voo, sobrevivência, capacidade de parasitismo, descendentes viáveis e razão sexual dos insetos produzidos. Os parasitoides da Biofábrica IX foram aqueles que apresentaram a maior porcentagem de insetos voadores (43,4%) a 25°C; independente da temperatura, a maioria das populações apresentaram maiores porcentagens de insetos caminheiros. As fêmeas da biofábrica I apresentaram maior sobrevivência média (56 horas). A temperatura influenciou a sobrevivência dos parasitoides, sendo maior a 22°C para todas as populações. Apenas as biofábricas III) Ribeirão Preto-SP e VII) Bandeirantes-PR apresentaram menor produção de descendentes. No geral, as temperaturas de 28 e 30°C favoreceram a produção de descendentes de *C. flavipes*, sendo que a razão sexual não foi influenciada por esse fator abiótico.

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

INFLUENCE OF TEMPERATURE IN THE PERFORMANCE OF *Cotesia flavipes* POPULATIONS OF BRAZILIAN BIOFACTORIES

ABSTRACT – The parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), when released in sugarcane, depends on its dispersal and foraging capacity for the effective control of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). In this sense, the objective of the work was to analyze the influence of temperature in some biological aspects of the insects produced in ten Brazilian biofactories: I) Santa Ernestina-SP, II) Américo Brasiliense-SP, III) Ribeirão Preto-SP, IV) Pradópolis-SP, V) Sertãozinho, VI) Promissão-SP, VII) Bandeirantes-PR, VIII) Quirinópolis-GO, IX) Campo Novo do Parecis-MT and X) Coruripe-AL, as well to analyze the influence of temperatures 22, 24, 26, 28, 30, 32 and 34 ± 1°C in the parasitoid performance. For that, the following biological parameters were evaluated: flight activity, survival, parasitism capacity, viable offspring and sex ratio of insects produced. The parasitoids of biofactory IX were those that presented the highest percentage of flying adults (43.4%) at 25°C. Independent of temperature, most of the populations had higher percentages of walkers insects. The females of biofactory I presented highest survival average (56 hours). The temperature influenced the parasitoids survival, being higher at 22°C for all populations. Only biofactories III) Ribeirão Preto-SP and VII) Bandeirantes-PR showed lower production of offspring. In general, temperatures of 28 and 30°C favored the production of *C. flavipes* offspring, and the sex ratio was not influenced by temperature.

Keywords: mass rearing, biological control, parasitoids, sugarcane, quality control

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é líder mundial na produção de cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L. (Magnoliopsida: Poaceae), com previsão de aproximadamente 9 milhões de hectares de área plantada na safra 2017/2018, com uma produtividade de 73,3 t/ha, 647,4 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 39,39 milhões de toneladas de açúcar e 26,12 bilhões de litros de etanol produzidos. A região sudeste é considerada a maior produtora de cana-de-açúcar, com uma estimativa de área plantada de aproximadamente 5,5 milhões hectares para a safra de 2017/2018, o que corresponde a aproximadamente 62% da área total de cultivo no Brasil (CONAB, 2017; UNICA, 2017).

A cana-de-açúcar apresenta insetos associados ao seu cultivo, destacando-se entre eles a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) (Lepidoptera: Crambidae), um inseto com desenvolvimento holometabólico que, como tal, passa pelos estágios de ovo, lagarta, pupa e adulto. Sua oviposição ocorre frequentemente nas folhas verdes, tanto no limbo superior como inferior, e, ocasionalmente, na bainha (GARCIA; BOTELHO; MACEDO, 2009). O ciclo de vida da broca dura em média 53 a 60 dias, podendo ocorrer, nas condições do estado de São Paulo, até quatro gerações anuais e, em casos excepcionais, até cinco, dependendo diretamente das condições climáticas. Os danos diretos causados pelas lagartas de *D. saccharalis* estão relacionados ao ataque às plantas, onde constroem galerias no interior do colmo causando queda do rendimento agrícola (GARCIA; BOTELHO; MACEDO, 2009). Estima-se que para cada 80 toneladas/ha de produtividade média, ocorram perdas aproximadas de 30 quilos de açúcar, 25 litros de etanol e 640kg de cana-de-açúcar (BENEDINI, 2006).

Como prejuízos indiretos têm-se a colonização dos colmos por fungos oportunistas causadores da podridão vermelha do colmo, como *Fusarium moniliforme* (Sheldon, 1904) (Hypocreales: Hypocreaceae) e *Colletotrichum falcatum* (Went, 1893) (Moniliales: Moniliaceae), que se aproveitam dos orifícios no colmo deixados pela broca para penetrarem na planta (GARCIA; BOTELHO; MACEDO, 2009; PORTELA et al., 2010). A presença dos fungos causadores da podridão vermelha, nas galerias feitas pela broca, pode contaminar o caldo e resultar na

competição com as leveduras, durante o processo de fermentação alcoólica, com subsequente queda na produção de açúcar e álcool (BOTELHO, 1992).

Devido à biologia da praga e às extensas áreas contínuas cultivadas com cana-de-açúcar, o controle químico da broca-da-cana é pouco eficiente, já que a praga passa a maior parte da fase larval no interior do colmo, ficando inacessível ao contato com inseticidas (VOLPE, 2009). Além disso, o controle químico é oneroso e pode ocorrer contaminação do ambiente, haja vista que, devido às grandes extensões da cultura, as pulverizações geralmente são aéreas.

A fim de controlar a incidência e os danos deste inseto-praga, o parasitoide *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae) foi introduzido com sucesso em mais de 40 países de regiões tropicais e subtropicais para programas de controle biológico clássico de brocas de colmos da família Crambidae, principalmente dos gêneros *Chilo* e *Diatraea* (POLASZEK; WALKER, 1991).

No Brasil, a vespa foi introduzida pela primeira vez em 1971, porém só demonstrou efetividade no controle de *D. saccharalis* a partir da segunda introdução em 1974 com linhagens provenientes de Trinidad, introduzidas inicialmente no estado de Alagoas e posteriormente, em 1976 com sua terceira introdução no país foi disseminada para os estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro, demonstrando grande eficiência no controle de *D. saccharalis* (MENDONÇA FILHO et al., 1977). No período entre 1980 a 2002 a intensidade de infestação desta praga diminuiu de 11% para 2,8% (POLANCZYK et al., 2004).

Vespas parasitoides da família Braconidae têm desenvolvimento no interior de larvas ou de pupas de outros insetos. No caso de *C. flavipes*, o desenvolvimento ocorre internamente nas lagartas de *D. saccharalis*, sendo inimigo natural específico dessa praga (RICKLEFS, 2003).

O início do parasitismo acontece após a introdução do ovipositor da fêmea de *C. flavipes* no hospedeiro, colocando grande quantidade de ovos no corpo da lagarta. Assim, as larvas eclodem no interior do hospedeiro, passando a se alimentar do conteúdo intra-corpóreo da praga, que, no final do desenvolvimento larval saem do hospedeiro, ocorrendo, posteriormente, a morte da praga (PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006).

Dos programas de controle biológico que alcançaram sucesso, a utilização de *C. flavipes* para controle de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar pode ser considerado como o maior programa de controle biológico do mundo, considerando-se a extensão da área tratada, que atualmente é cerca de 3,5 milhões de hectares (BOTELHO; MACEDO, 2002; VACARI et al., 2012; PARRA, 2014).

Porém para que este programa de controle biológico fosse considerado o maior do mundo, houve a necessidade da multiplicação dos parasitoides por meio de criações massais nas denominadas biofábricas, que produzem milhões de indivíduos para liberação em campo no controle de *D. saccharalis*.

A partir de um “workshop” da Organização Internacional para o Controle Biológico (IOBC), iniciou-se um movimento que traria consigo a necessidade de avaliar o controle de qualidade de artrópodes criados massalmente (WAJNBERG, 1991). Com isso foram criadas diretrizes que compreendem parâmetros de fácil avaliação em laboratório para determinar a qualidade dos insetos produzidos, assim como testes confiáveis para determinação destes parâmetros, tais como: razão sexual, emergência, fecundidade, longevidade, taxas de parasitismo e predação, habilidade de voo e tamanho dos adultos (ARAÚJO, 1987; DUTTON; BIGLER, 1995; van LENTEREN, 2003).

Sendo assim, apesar da eficiência de *C. flavipes* no controle de *D. saccharalis*, surgiu a necessidade de avaliar o desempenho destes indivíduos em laboratório, do ponto de vista biológico e comportamental, uma vez que não foram realizadas novas introduções, sendo o parasitoide criado massalmente em diversas biofábricas desde sua primeira introdução em 1971. Nesse contexto, o controle de qualidade dos indivíduos produzidos torna-se primordial para avaliação de seu desempenho em campo e efetividade no controle biológico da praga (TREVISAN, 2014; TREVISAN et al., 2016).

O princípio do controle de qualidade é determinar se o inimigo natural está apto para controlar a praga de maneira eficiente. Sendo assim, o intuito não é determinar a qualidade ótima do inimigo natural produzido, e sim, sua capacidade de manter a população da praga abaixo do nível de dano econômico (van LENTEREN, 2009).

Assim, além de avaliar diferenças no número de descendentes e no tamanho dos parasitoides, outros fatores são muito importantes e devem ser avaliados, tal como a temperatura em que os parasitoides se desenvolvem e são liberados em campo, fator este que pode influenciar diretamente no desenvolvimento dos indivíduos e, conseqüentemente, na qualidade dos parasitoides utilizados no controle biológico (MILLER; GERTH, 1994; JIANG et al., 2004).

Os insetos são capazes de se desenvolver entre uma faixa de temperatura ótima de 15 a 38°C, considerada a de 25°C ou próxima disso, ideal para o seu desenvolvimento, proporcionando rápido ciclo de vida. Para *C. flavipes* a temperatura ideal para o desenvolvimento varia de 25 a 28°C e a umidade relativa de 60% a 70% (GETU; OVERHOLT; KAIRU, 2004; RODRIGUES, 2004; GETU, 2007).

A partir do conhecimento destes parâmetros e com o intuito de avaliar a qualidade dos parasitoides produzidos, testes foram elaborados de maneira que estes fossem sensíveis à detecção da qualidade dos insetos, rápidos, fáceis de serem reproduzidos, e que possibilitassem a comparação com padrões já conhecidos, além de economicamente viáveis (HIVIZI et al., 2009). Tais testes são: avaliação do parasitismo, fecundidade, emergência, razão sexual, longevidade e atividade de voo, os quais podem ser facilmente reproduzidos nas próprias biofábricas, tendo como maior obstáculo para que sejam implementados no protocolo de produção o fato de que muitas biofábricas se preocupam apenas com a meta de produção final, a quantidade de massas de pupas, e não com a qualidade dos insetos produzidos (HIVIZI et al., 2009).

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 influência de diferentes temperaturas na atividade de voo, sobrevivência e parasitismo de populações de *C. flavipes* para identificação da qualidade dos parasitoides oriundos de dez biofábricas brasileiras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*)

2.1.1. Histórico da cultura da cana-de-açúcar

O sabor dos alimentos sempre exerceu grande influência nos homens e, por meio disso, a cana-de-açúcar obteve lugar de destaque em muitas civilizações por ser a matéria prima do açúcar, muitas vezes comparada ao alimento que trazia consigo amor e doçura, além de energia e vitalidade, à vida daqueles que a consumiam (MACHADO, 2014).

O Oriente foi o primeiro exportador de açúcar na história dessa cultura, introduzida no século X no Egito, pelos árabes, que por meio de seus conhecimentos dominavam técnicas para clarificação do caldo de cana, resultando em um açúcar de alta qualidade para a época, sendo consumido exclusivamente por reis e nobres, que o adquiriam de mercadores monopolistas na Europa (FIGUEIREDO, 2008; MACHADO, 2014).

A cana-de-açúcar exerceu papel primordial na colonização do Brasil, que após 30 anos de sua descoberta e devido a ameaças de invasores, Portugal decidiu tomar posse efetiva das terras cultivando cana-de-açúcar e de seu subproduto de alto valor, o açúcar, capaz de gerar recursos para a manutenção de sua colônia (FIGUEIREDO, 2008).

Sendo assim, Martim Affonso de Souza no ano de 1532 trouxe a primeira muda de cana-de-açúcar para o Brasil, iniciando seu cultivo na Capitania de São Vicente, construindo o primeiro engenho de extração de açúcar, que posteriormente foram multiplicados, principalmente nas Capitanias de Pernambuco e Bahia, o que tornou o Brasil, em 1580, o maior produtor mundial de açúcar (SILVA et al., 2003; FIGUEIREDO, 2008).

Com o descobrimento de minérios, como o ouro em Minas Gerais, e o início da produção de açúcar a partir da beterraba na Europa (maior consumidor de açúcar do Brasil), este perdeu seu destaque como principal produto de valor na economia do país e teve um recuo em sua produção até o final do século XIX (MACHADO, 2014).

Porém, com o acontecimento da I Guerra Mundial em 1914, a queda da indústria de açúcar na Europa foi inevitável, provocando a valorização do açúcar no Brasil e estimulando o aumento de sua produção, bem como a construção de mais usinas, principalmente em São Paulo (MACHADO, 2014).

A grande expansão das usinas no estado de São Paulo, juntamente com a produção do Nordeste e Norte Fluminense, alertava para o risco de uma superprodução, fazendo com que surgisse um instituto, que foi denominado IAA- Instituto do Açúcar e do Alcool, fundado em 1933 durante o governo de Getúlio Vargas, para controlar a produção de açúcar e de etanol (MACHADO, 2014).

Com a II Guerra Mundial as usinas paulistas se propuseram a aumentar sua produção para que não houvesse problemas de desabastecimento nos estados do Sul do país, fazendo com que superassem a produção das usinas da região Nordeste, encerrando mais de 400 anos de hegemonia desta região sobre a produção de cana-de-açúcar e seus subprodutos (MACHADO, 2014).

Na década de 1970, foi criado o Programa Nacional do Alcool (Proálcool) pelo governo brasileiro, com a finalidade de introduzir o etanol como substituto da gasolina no mercado de combustíveis, devido à crise do petróleo que afetava a economia na época (ANDRADE; CARVALHO; SOUZA, 2009).

Devido a esse incentivo governamental, as regiões produtoras de cana-de-açúcar se expandiram para outros estados, como Paraná, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, aumentando a produção, anteriormente de 300 milhões de litros, para mais de 11 bilhões de litros de etanol, fazendo com que o Proálcool se tornasse o maior programa de energia renovável implantado mundialmente (MACHADO, 2014).

Desde então, a cultura da cana-de-açúcar tornou-se cada dia mais importante para a economia do país e avanços tecnológicos no setor sucroenergético são evidentes, como o PAISS Agrícola – Programa de Apoio à Inovação Tecnológica Agrícola no Setor Sucroenergético, que visa reduzir os custos de produção e aumentar a produtividade de subprodutos como o etanol 2G por meio de novas tecnologias, como o melhoramento genético, sistemas de manejo e agricultura de alta precisão (UNICA, 2009).

Por conta desse período, surgiram as maiores usinas brasileiras, como o grupo São Martinho, que possui quatro unidades, além de outras grandes usinas como a da Barra, Santa Elisa, Costa Pinto, entre outras (MACHADO, 2014). Somente como exemplo, na safra 2015/16 o grupo São Martinho processou 20,2 milhões de toneladas de matéria prima, com produção de 1,23 milhão de toneladas de açúcar, 445 milhões de litros de álcool anidro e 306 milhões de álcool hidratado. O grupo registrou lucro líquido de R\$ 119,4 milhões no quarto trimestre de 2016/17 e prevê crescimento de cerca de 65,7% em relação ao quarto trimestre de 2016, refletindo em forte impacto no agronegócio e na economia brasileira (SÃO MARTINHO, 2017).

2.1.2. Importância da cana-de-açúcar na evolução econômica do Brasil

Embora por muitos anos o açúcar tenha sido o principal subproduto da cana-de-açúcar, o avanço da tecnologia possibilitou a extração de outros recursos dessa mesma matéria prima, fazendo com que a indústria sucro-alcooleira fosse capaz de gerar energia como forma de alimento (glicose, frutose, sorbitol, sucralose), combustível (etanol hidratado, anidro, etilenos, acetaldeídos), antibióticos (penicilina, tetraciclina), enzimas industriais (amilases, proteases), aminoácidos (lisina, fenilalanina), vitaminas (B₂, B₁₂, C), insumos biológicos para agricultura (bioinseticidas e fertilizantes), assim como, energia pela queima do bagaço da cana em unidades que utilizam caldeiras para produção de vapor que movimentam turbinas e geram energia para o processo de moagem, além de possível retorno a rede de distribuição pública (WAAK; NEVES, 1998; UNICA, 2009).

Para seus subprodutos, como o açúcar, a produção estimada é de 39,39 milhões de toneladas para safra de 2017/2018 (CONAB, 2017). Somente a Região Sudeste (São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Goiás), maior produtora nacional, será responsável por 72% da produção nacional de açúcar na safra de 2017/2018 (CONAB, 2017).

A produção de etanol tem papel fundamental na economia brasileira, tanto por ser utilizado como combustível (hidratado), adicionado à gasolina (anidro), bem como na fabricação de outros produtos como tintas, solventes, vernizes, entre outros

(CONAB, 2017). Para a safra de 2017/2018 a produção de etanol total é estimada em 26,12 bilhões de litros, sendo a região Sudeste responsável por mais de 15,4 bilhões de litros (CONAB, 2017).

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

É considerado o inseto-praga mais importante da cana-de-açúcar no hemisfério Sul, embora nativo do hemisfério ocidental, distribuiu-se desde o Caribe até a América do Sul (LONG; HENSLEY, 1972; MACEDO; BOTELHO, 1988).

Este inseto encontra-se amplamente distribuído por todos os estados do Brasil que cultivam a cana-de-açúcar, ocorrendo também em diversas outras culturas, tais como, as gramíneas, sorgo, milho e arroz, causando perdas econômicas consideráveis (VENDRAMIM; SILVA; CAMARGO, 1989; MENDONÇA et al., 1996; BENEDINI, 2006; DINARDO-MIRANDA, 2008).

Além destas culturas, algumas plantas daninhas como *Sorghum halepense*, *Paspalum* sp., *Panicum* spp., *Holcus* sp. e *Adropogon* sp. também são utilizadas como hospedeiras dessa praga (CAPINERA, 2001).

O gênero *Diatraea* compreende duas espécies que são importantes como insetos-praga na cana-de-açúcar; *D. saccharalis*, que ocorre por todo país, e *D. flavipennella*, que ocorre apenas nos estados da região nordeste (FREITAS et al., 2006).

2.2.1. Aspectos morfológicos e biológicos de *Diatraea saccharalis*

Diatraea saccharalis é uma espécie holometabólica, ou seja, tem desenvolvimento completo, passando pelos estágios de ovo, larva, pupa e adulto. O adulto é uma mariposa de 25 mm de envergadura, de coloração amarelo-palha com manchas escuras nas asas anteriores e asas posteriores de coloração próxima ao branco (BOTELHO; MACEDO, 2002; PARRA et al., 2002).

Apresenta dimorfismo sexual, onde o macho é de tamanho menor que a fêmea, possuindo asas mais pigmentadas e cerdas no terceiro par de pernas (MENDONÇA et al., 1996; DINARDO-MIRANDA, 2008).

As fêmeas podem ovipositar de 200 a 400 ovos em posturas agrupadas de forma imbricada, assemelhando-se a “escamas de peixe”; de acordo com a estação do ano, a fêmea pode colocar de 300 a 600 ovos durante toda a sua vida (BOTELHO; MACEDO, 2002; PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006). Os ovos são de formato ovalado e achatado, de coloração amarela-claro no início do desenvolvimento embrionário, tornando-se marrom-escuros devido à coloração da cápsula cefálica (BOTELHO; MACEDO, 2002).

Após um período de 4 a 9 dias da postura dos ovos, as larvas eclodem e começam a se alimentar do parênquima das folhas de cana-de-açúcar, passando por duas ecdises (GALLO et al., 2002). Quando encontram-se em instares maiores, caminham pelas folhas em direção ao colmo da planta, fazendo um orifício que geralmente localiza-se próximo à base do entrenó, pois é a porção mais mole, abrindo galerias no seu interior, onde permanecem até o estágio pupal, cerca de 40 dias após entrarem no colmo; os adultos vivem, em média, 7 dias (BOTELHO; MACEDO, 2002; GALLO et al., 2002).

Em algumas situações pode ocorrer diapausa, que se dá na fase larval, devido a mudanças no metabolismo, causadas por alterações na temperatura, entretanto, devido às médias anuais terem aumentado nos últimos anos, esse fenômeno não tem ocorrido em várias regiões do país (PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009).

A lagartas de *D. saccharalis* apresentam coloração branca leitosa, com pequenas manchas marrons ao longo do dorso, dispostas em fileiras, medindo aproximadamente 25 mm de comprimento no final da fase larval (MENDONÇA et al., 1996). Na fase pupal, que dura em média 10 dias, são mais escuras, apresentando coloração marrom escura próximo da emergência do adulto. É possível diferenciar as fêmeas dos machos por elas serem de tamanho maior, com abdome volumoso e asa de coloração menos pigmentada. Os machos apresentam como característica principal a presença de uma concentração de cerdas no último par de pernas, ausente na fêmea (BOTELHO; MACEDO, 2002; PARRA et al., 2002).

O ciclo de vida de *D. saccharalis* é influenciado pelas condições climáticas, sendo mais curto no verão e mais longo no inverno, variando de 53 a 60 dias,

passando por seis ecdises na fase larval e aproximadamente 4 a 5 gerações por ano (BOTELHO; MACEDO, 2002; GALLO et al., 2002).

Adultos de *D. saccharalis* não possuem boa capacidade de voo, com um alcance de aproximadamente duzentos a trezentos metros, que, com auxílio do vento, pode chegar a até oitocentos metros (HAYWARD, 1943; CAIXETA, 2010).

2.2.2. Danos de *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar

A presença deste lepidóptero em culturas de cana-de-açúcar pode ser extremamente prejudicial, de acordo com a intensidade de infestação, podendo causar prejuízos diretos e indiretos (MACEDO; MACEDO, 2004).

Os danos diretos na cultura são causados pela alimentação das lagartas, devido ao hábito de construir galerias na planta que, quando ocorrem próximos à região de crescimento, podem causar a morte da gema apical, denominado “coração morto”. Outros problemas são observados, como quando as galerias são formadas transversalmente no colmo, tornando-os frágeis, fazendo com que se quebrem pela ação do vento, além de causarem diminuição do peso da planta, comprimento e diâmetro do colmo (MENDONÇA et al., 1996; BOTELHO; MACEDO, 2002; PARRA et al., 2002; DINARDO-MIRANDA, 2008).

Porém, os danos mais importantes se refletem nos prejuízos industriais, que são causados de forma indireta, pela incidência de microrganismos oportunistas como os fungos causadores da podridão vermelha, *Fusarium moniliforme* J. Sheldon e/ou *Colletotrichum falcatum* Went, que se aproveitam dos orifícios construídos pelas lagartas para colonizar o colmo. A podridão vermelha resulta na perda de consumo de energia no metabolismo de inversão da sacarose e os açúcares resultantes não se cristalizam no processo industrial, além disso, pode ocorrer contaminação do caldo, uma vez que os fungos competem com as leveduras no processo de fermentação alcoólica, acarretando perdas na produção de etanol e açúcar (GUAGLIUMI, 1973; PLANALSUCAR, 1982; MACEDO; BOTELHO, 1988; BOTELHO, 1992).

Estima-se que para cada 1% de intensidade de infestação há uma perda média de 0,77% na produção da cana-de-açúcar, 0,20% de etanol e 0,25% na produção de açúcar (ALMEIDA; STINGEL, 2005).

2.3. Controle de *Diatraea saccharalis*

2.3.1. Controle químico

Para a tomada de decisão no controle de *D. saccharalis* é necessário que seja feita amostragem para determinar o nível de intensidade de infestação que deve ser igual ou superior a 3%, ou quando 3% dos colmos estiverem atacados pelas lagartas em estágios iniciais (2° ou 3° ínstaes – 10 mm que não tenham penetrado no colmo), localizadas nas primeiras folhas, próximas ao “palmito” da planta, independentemente do número de lagartas por colmo (MACEDO; MACEDO, 2004). Ao atingir esses índices, é necessário que seja feita a primeira aplicação do inseticida em no máximo até sete dias, e após trinta dias deve ser realizada a segunda aplicação (MACEDO; MACEDO, 2004).

Alguns princípios ativos são recomendados e registrados para o controle de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar, sendo eles: triflumurom, lufenurom, fipronil, novalurom, carbofurano, tebufenozida, diflubenzurom, clorantraniliprole, teflubenzurom, clorfluazurom (BRASIL/AGROFIT, 2017).

Porém, devido ao hábito de construir galerias nas plantas, o controle químico é viável somente no período que antecede a perfuração dos colmos pelas lagartas, por estarem elas expostas e suscetíveis à ação dos agroquímicos, caso contrário, o controle químico torna-se inviável, podendo, inclusive, contaminar o meio ambiente (MARCONATO, 1988).

Além do risco de contaminação ao meio ambiente, os inseticidas podem afetar as populações de organismos não-alvos, como os inimigos naturais, que contribuem para o controle desta praga em campo, sendo por isso recomendado a utilização de inseticidas fisiológicos com suas aplicações restritas em áreas com altos índices de infestação da praga e baixos índices de parasitismo (DINARDO-MIRANDA, 2008).

2.3.2. Controle cultural e variedades resistentes a *Diatraea saccharalis*

O manejo da cultura pode contribuir muito para o controle de *D. saccharalis*, com algumas medidas já utilizadas, como o corte da cana sem desponte, a moagem rápida após o corte e a eliminação de plantas hospedeiras próximas ao canavial, como o milho, um de seus hospedeiros alternativos (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Além destas medidas, foi desenvolvida uma variedade de cana-de-açúcar geneticamente modificada denominada CTC 20 Bt, que possui resistência à *D. saccharalis*. Esta variedade foi desenvolvida no Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) com a incorporação do gene de Bt (*Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) (Bacillales: Bacillaceae) em seu DNA, material que já recebeu autorização de uso da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), sendo considerada segura tanto no aspecto ambiental como para a saúde humana e animal, com promessa de liberação para o mercado ainda em 2017 (AGROLINK, 2017).

Em alguns canaviais a aplicação de vinhaça é comum, porém esta técnica é prejudicial ao controle de *D. saccharalis*, pois sua aplicação pode aumentar os índices de infestação sendo recomendado maior atenção e aumento na liberação de parasitoides nessas áreas (DINARDO-MIRANDA, 2008).

2.3.3. Controle biológico

Diversos inimigos naturais podem ocorrer nas diferentes fases de desenvolvimento de *D. saccharalis*, podendo ser microrganismos entomopatogênicos, como vírus, bactérias e fungos, predadores e parasitoides (NAVA; PINTO; SILVA, 2009).

Associados a cultura também encontram-se espécies de predadores como formigas, tesourinhas, joaninhas e crisopídeos, que atuam principalmente nas fases de ovo e lagartas recém-eclodidas (TREVISAN, 2014).

Foi observado que com alta intensidade de tesourinhas na cultura, as populações de lagartas era proporcionalmente baixa, com taxas de mortalidade da praga próximas a 100%. Tal fato mostra que este predador tem grande potencial para ser utilizado no controle biológico inundativo, embora sejam as formigas

predadoras dos gêneros *Solenopsis*, *Pheidole*, *Dorymyrmex* e *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae) consideradas as principais predadoras de *D. saccharalis* (ROSSI; FOWLER, 2004; VOLPE et al., 2014; SANTOS, 2013).

Quanto aos microrganismos entomopatogênicos encontrados naturalmente nos canaviais e utilizados no controle de *D. saccharalis*, podem ser citados os fungos *Beauveria bassiana* (Vuill, 1912) (Deuteromycetes: Moniliaceae), *Cordyceps barberi* (Giard, 1894) (Hypocreales: Cordycipitaceae) e *Metarhizium anisopliae* (Metsch, 1879) (Hypocreales: Clavicipitaceae) (MENDONÇA et al., 1996; ALVES et al., 1985).

Diatraea saccharalis apresenta alta suscetibilidade ao fungo *M. anisopliae*, agente que pode ser utilizado em seu controle nas fases de ovo e estágios iniciais da lagarta, sendo também utilizado para o controle da cigarrinha-das-folhas e cigarrinha-das-raízes, por meio de pulverizações aéreas; também *B. bassiana* pode ser utilizado no controle de *D. saccharalis* para estágios mais desenvolvidos da praga, acima do 3º ínstar (ALVEZ, 1998; NAVA; PINTO; SILVA, 2009).

Pode-se citar também o vírus da granulose (DsGV) da broca da cana-de-açúcar, capaz de controlar a praga, não sendo, todavia, produzido massalmente como alguns fungos entomopatogênicos (NAVA; PINTO; SILVA, 2009).

Além de fungos e vírus, bactérias também são utilizadas no controle em formulações de bioinseticidas, como aqueles a base de *B. thuringiensis* compostos por uma suspensão de cristais e esporos registrados para o controle de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar (BRASIL/AGROFIT, 2017). Outra forma de controle é o uso de plantas geneticamente modificadas, como a denominada CTC 20 Bt, produzida pelo CTC (AGROLINK, 2017).

Quanto aos parasitoides pode-se destacar o uso de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), cujo adulto mede menos de 1 mm de comprimento e atua no estágio de ovo da praga, realizando sua oviposição no hospedeiro gerando uma ou duas larvas por ovo-hospedeiro. Durante o processo de desenvolvimento embrionário do parasitoide, os ovos parasitados adquirem coloração enegrecida, indicando a efetividade do parasitismo (PARRA, 1992; DINARDO-MIRANDA, 2008; NAVA; PINTO; SILVA, 2009).

O parasitoide *C. flavipes*, desde a sua introdução no Brasil, destaca-se no controle de lagartas de *D. saccharalis*, sendo extremamente eficiente no controle dessa broca (POLANCZYK et al., 2004)

Para que a eficiência de *C. flavipes* seja obtida, devem ser realizadas liberações constantes do parasitoide nos cultivos de cana, pelo menos cinco vezes ao ano, sendo nove pontos de liberação/hectare (BUG AGENTES BIOLÓGICOS, 2013; DINARDO-MIRANDA, et al., 2014).

Segundo Botelho et al. (1999), ambos, os parasitoides, *T. galloi* e *C. flavipes*, podem ser utilizados em associação no controle biológico, contribuindo para o controle mais eficiente da praga.

2.4. *Cotesia flavipes*

De origem Asiática, foi introduzido em diferentes regiões do mundo como as Ilhas Maurícius (1952), Ilhas Reunion (1964), Antilhas e Barbados (1967), São Cristóvão (1970), Colômbia e em Trinidad-Tobago (GAVIRIA, 1971; des VIGNES, 1976; DELATTRE, 1978; MENDONÇA et al., 1996).

No Brasil, *C. flavipes* teve sua primeira introdução em 1971 pela Esalq/USP no Estado de São Paulo, porém, sem sucesso. A segunda introdução aconteceu em 1974, no estado de Alagoas, onde foi obtido excelente resultado de parasitismo, sendo, a partir daí, implantado o Programa Nacional de Controle Integrado da broca da cana-de-açúcar pelo Planalsucar, sendo criado o que hoje é considerado o maior programa de controle biológico do mundo (MENDONÇA et al., 1996; BOTELHO; MACEDO, 2002).

No ano de 1978 foram introduzidas no estado de São Paulo novas linhagens do parasitoide, provenientes da Índia e do Paquistão e mais adaptadas a regiões mais frias e úmidas, fazendo com que os índices de parasitismo fossem cada vez mais altos (MENDONÇA et al., 1996; BOTELHO; MACEDO, 2002).

2.4.1. Descrição e biologia de *Cotesia flavipes*

Parasitoides da família Braconidae têm desenvolvimento no interior de larvas ou de pupas de outros insetos. Como no caso de *C. flavipes*, um endoparasitoide de larvas, cenobionte, com hábito gregário e desenvolvimento holometabólico, que passa pelos estágios de ovo e larva no interior de lagartas da *D. saccharalis*, sendo considerado inimigo natural específico dessa praga (MOUTIA; COURTOIS, 1952; RICKLEFS, 2003).

O parasitismo acontece após a introdução do ovipositor no hospedeiro, colocando em torno de 60 a 80 ovos no corpo da lagarta (MACEDO; ARAÚJO, 2000). As larvas eclodem após 3 a 4 dias, passando a se alimentar do conteúdo intra-corpóreo da lagarta, onde passarão por 3 ínstaras em um período de aproximadamente 4 a 12 dias, matando as lagartas no final do seu desenvolvimento por estarem elas com seu suprimento de reservas energéticas exaurido, além do corpo todo perfurado pela saída das larvas para o meio externo (PARRA, 2000; PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006).

As larvas de 3º instar do parasitoide são de coloração branco-leitosas, brilhantes, com corpo visivelmente segmentado e afilado nas extremidades, emergindo do hospedeiro 1 a 2 dias após a 3ª ecdise (CAMPOS-FARINHA; CHAUDNETTO; GOBBI, 2000; MACEDO; ARAÚJO, 2000).

Próximo à fase de pupa, ou seja, de 10 a 15 dias após as larvas do parasitoide romperem o tegumento da lagarta e migrarem para fora de seu corpo, formam um agrupado de pupas envolvidas por fios de seda produzidos pelas larvas do parasitoide, sendo chamadas popularmente de “massas”, de onde após alguns dias emergirão os adultos (BOTELHO; MACEDO, 2002).

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).

Os adultos do parasitoide medem em média 2 a 3 mm, são de coloração preta, com pernas marrom-amareladas e asas hialinas (CUEVA; AYQUIPA; MESCUA, 1980; BOTELHO; MACEDO, 2002); possuem aparelho bucal mastigador; três pares de pernas do tipo ambulatória; dois pares de asas membranosas transparentes, sendo as posteriores menores; tórax coberto com uma “pilosidade” esbranquiçada; possuem abdome pedunculado mais curto do que o tórax e

ovipositor (CAMERON, 1891; BOTELHO; MACEDO, 2002; PINTO; GARCIA; BOTELHO, 2006).

A reprodução de *C. flavipes* é sexuada, originando machos e fêmeas, podendo também ocorrer partenogênese arrenótoca facultativa, na qual ovos não fertilizados originam descendentes machos haploides (BOTELHO; MACEDO, 2002). Possuem dimorfismo sexual, sendo a fêmea facilmente diferenciada do macho por possuir antenômeros menores que os dos machos, porém em mesmo número, tendo assim, os machos, antenas mais longas (RICKLEFS, 2003).

2.5. Criação massal de inimigos naturais

Os insetos são criados pelo homem a muito tempo, como exemplo das primeiras espécies temos o bicho-da-seda e agentes polinizadores como as abelhas, sendo ambos criados por diversas civilizações para consumo de seus subprodutos, como a seda e o mel (PARRA et al., 2002).

Contudo, no início do século XX, foi observado que os insetos poderiam ser úteis para outras finalidades, tais como em estudos genéticos e desenvolvimento de técnicas para multiplicação e liberações de inimigos naturais utilizados no controle biológico de pragas (DICKERSON; LEPPLA, 1992).

Para que os inimigos naturais fossem criados em laboratório, houve a necessidade de entender mais sobre sua biologia e de seus hospedeiros, além do desenvolvimento de técnicas de criação que possibilitassem o desenvolvimento completo dos insetos e fossem viáveis para serem aplicadas em laboratório. Um exemplo, é o uso de dietas artificiais com destaque para a década de 60 com o desenvolvimento de dietas para criação de ordens importantes como Lepidoptera, Coleoptera e Diptera, possibilitando criação de insetos em grandes escalas; além do uso de hospedeiros alternativos (SINGH, 1977; SINGH; MOORE, 1985).

As criações podem ser em pequena escala e/ou criações de pesquisa, para fins comerciais que podem ser de pequeno, médio e grande porte, e criações massais, que produzem milhões de insetos como em uma linha de montagem em uma fábrica (PARRA et al., 2002).

Quando se fala em criação massal de insetos, não se pode deixar de citar um dos maiores programas de controle biológico inundativo já implantados no mundo que é o que utiliza o parasitoide *C. flavipes*, amplamente utilizado no Brasil, com estimativa de ter aproximadamente 80 biofábricas produtoras desse parasitoide (VACARI et al., 2012).

Apesar da amplitude dessa criação massal, existem poucos estudos realizados quanto a seu controle de qualidade na maioria das biofábricas que os produzem, particularmente dentro das próprias usinas de cana-de-açúcar. Por isso, faz-se necessário a criação de um protocolo de qualidade que possa padronizar as criações massais de inimigos naturais, como no caso de *C. flavipes*, a fim de introduzir sua importância em algumas biofábricas que atualmente visam apenas a quantidade de indivíduos produzidos, sem a preocupação com o desempenho em campo.

2.6. Controle de qualidade e sua importância em criações massais de inimigos naturais

Segundo Prezotti et al. (2002), o objetivo principal de um laboratório de criação massal de insetos (inimigos naturais) é produzir um número elevado de indivíduos aptos para liberações em programas de controle biológico inundativo, porém os indivíduos produzidos devem passar por rigoroso processo de avaliação de qualidade, para que quando liberados em campo tenham sucesso no controle dos organismos-alvo (PREZOTTI et al., 2002).

Para que haja a produção de inimigos naturais saudáveis o primeiro ponto a ser levado em consideração é a quantidade de indivíduos que iniciarão a criação, sendo aceitável entre 200 e 500 indivíduos para que não se tenha problemas com a variabilidade genética devido a deriva genética, e cruzamento entre indivíduos irmãos (*inbreeding*) nas gerações iniciais (WAAGE et al., 1985).

Além deste fator, existem outros aspectos que podemos utilizar para comparar a qualidade dos insetos criados massalmente e verificar se são competitivos com os encontrados na natureza, sendo estes: adaptabilidade, atividade sexual, reprodução e colonização e mobilidade (BOLLER; CHAMBERS, 1977).

Portanto, para manter a qualidade dos insetos criados, protocolos de controle de qualidade devem ser aplicados a organismos multiplicados em largas escalas para que seja definido aspectos esperados desses insetos quando liberados em campo, no caso dos inimigos naturais, que sejam capazes de controlar o organismo-alvo (praga) de forma eficiente (van LENTEREN, 2003).

Inimigos naturais de baixa qualidade podem comprometer toda pesquisa e avanços na área do controle biológico, colocando sua eficiência em dúvida pelos seus usuários, sendo o controle de qualidade imprescindível, pois por meio dele detectamos possíveis problemas na produção, garantindo a qualidade dos organismos produzidos (PREZOTTI et al., 2002).

2.6.1. Parâmetros para avaliação da qualidade de *Cotesia flavipes* em criações massais

São poucos os estudos realizados visando o controle de qualidade de parasitoides como *C. flavipes*, que é realizado nos laboratórios de criação nas próprias usinas de cana-de-açúcar, no qual, baseiam-se no vigor e aspecto das massas (pupas), razão sexual e no comportamento de agressividade do inseto adulto (PREZOTTI et al., 2002).

Dessa forma, Hivizi et al. (2009) propuseram testes para determinar a qualidade de *C. flavipes*, sendo eles: avaliação do parasitismo e fecundidade; avaliação da emergência e razão sexual; avaliação da longevidade dos adultos e atividade de voo dos parasitoides recém emergidos (PREZOTTI et al., 2002).

A razão sexual de *C. flavipes* é um fator muito importante para que o controle biológico seja efetivo, uma vez que somente as fêmeas realizam a oviposição nos hospedeiros; dessa forma, espera-se que o número de fêmeas seja maior que o de machos. A razão sexual de *C. flavipes* citada na literatura pertinente, mostra que a porcentagem de fêmeas em relação a machos foi 60% (CAMPOS-FARINHA; CHAUAD NETTO; GOBBI, 2000).

Castilho (1982) observou que os insetos provenientes de criação massal em laboratório apresentavam média de 50,7 pupas de *C. flavipes*/massa; porcentagem de emergência de 83,2% adultos/massa e média de 42,2% descendentes

viáveis/massa (sobrevivência de pupa a adulto). Moutia e Courtois (1952) também observaram média de 42,6 adultos de *C. flavipes* por massa (descendentes por hospedeiro).

Os parasitoides, bem como outros insetos, são pecilotérmicos, ou seja, não possuem capacidade de regular sua temperatura corporal, dessa forma, utilizam a temperatura do ambiente externo para controlar a própria, por isso, a temperatura em que são liberados em campo pode influenciar na sua sobrevivência e conseqüentemente na busca por hospedeiros (RODRIGUES, 2004).

Para *C. flavipes* a faixa de temperatura considerada ótima para seu desenvolvimento varia de 25°C a 28°C (LOGAN et al., 1976; HUEY; KINGSOLVER, 1989). Cueva; Ayquipa; Mescua (1980) verificaram que na temperatura média de 25,3°C e UR de 66,26%, a longevidade média dos adultos foi 3,2 dias (76,8h).

Da mesma forma que a temperatura afeta o desenvolvimento de *C. flavipes*, ela pode afetar seu comportamento e conseqüentemente seu desempenho em campo no controle de *D. saccharalis* (GETU; OVERHOLT; KAIRU, 2004; GETU, 2007).

Em relação à atividade de voo, Hivizi et al. (2006) constataram maior número de insetos voadores (51%), quando comparados aos caminheiros (23%) e não voadores (26%), em criação massal de *C. flavipes* na biofábrica de Coprodia Mato Grosso-MT.

Embora se tenha estes parâmetros para avaliação da qualidade dos insetos, ainda não há um protocolo de controle de qualidade para *C. flavipes* a ser seguido, e que possua valores de referência para serem comparados com o que seria o padrão de qualidade desse inseto, o que reafirma a necessidade da elaboração de um protocolo de qualidade a ser seguido por todas as biofábricas.

2.7 Influência da temperatura nos insetos

A temperatura é considerada fator chave no meio ambiente sobre o ciclo de vida dos insetos, porém atua em associação com outros fatores, tais como umidade relativa, disponibilidade de alimento e luz (HOWE, 1967). A maioria das ações enzimáticas são aceleradas com o aumento de temperatura, com isso, as taxas de

crescimento e desenvolvimento dos insetos são afetadas, por isso, tornou-se um procedimento de rotina avaliar sua influência sobre espécies de importância econômica e em criações de insetos (HOWE, 1967; LIU; ZHANG; ZHU, 1995).

Existem alguns fatores que são influenciados pela temperatura, tais como, a taxa de desenvolvimento, no qual mensura o tempo que o inseto leva para completar seu ciclo de vida; taxa de crescimento, que avalia o aumento de peso relativo da larva que aumenta praticamente linearmente na temperatura na faixa considerada ideal para cada inseto; além da emergência, sobrevivência, e fecundidade que podem ser afetados por temperaturas extremas (HOWE, 1965; GILBERT; RAWORTH, 1996; HUANG et al., 2008).

Sendo assim, o sucesso do controle biológico, depende da capacidade de adaptação dos parasitoides em condições climáticas locais e suas variações (PIZZOL et al., 2010; WHITE; WILSON, 2012).

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 “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Jaboticabal, SP.

3.1. Obtenção de populações de *Cotesia flavipes*

Populações dos parasitoides de diferentes lotes foram adquiridas por meio de doação de dez biofábricas localizadas nas regiões sudeste, centro-oeste, nordeste e sul do Brasil, nas cidades de Américo Brasiliense-SP, Bandeirantes-PR, Campo Novo do Parecis-MT, Coruripe-AL, Pradópolis-SP, Promissão-SP, Quirinópolis-GO, Ribeirão Preto-SP, Santa Ernestina-SP e Sertãozinho-SP. No Brasil, existem cerca de 40 biofábricas que criam massalmente *C. flavipes*, incluindo laboratórios particulares e aqueles que pertencem às usinas de açúcar e álcool (PARRA, 2014). Assim, nesta pesquisa trabalhou-se com material de cerca de 25% das biofábricas brasileiras.

3.2. Atividade de voo de *Cotesia flavipes*

Para avaliação da atividade de voo de *C. flavipes* foram utilizadas quinze massas de pupas acondicionadas em tubos de ensaio de fundo chato (8,0 cm × 2,5 cm), sendo colocadas três massas por tubo, o que correspondeu a cerca de 150 adultos. Os tubos de ensaio contendo as massas de pupas foram colocados no interior de uma câmara composta por um recipiente tubular de 20 cm de altura por 15 cm de diâmetro (tubo de PVC), contendo em sua face interior uma cartolina preta com uma faixa de cola entomológica de 0,5 cm de largura, posicionada a seis centímetros da base. Sobre o recipiente colocou-se uma placa de vidro um pouco maior que diâmetro do cilindro (19 cm × 19 cm) que foi pincelada com cola em toda sua superfície em contato com o interior da câmara, seguindo a metodologia adaptada por Trevisan (2014) daquela proposta por Dutton e Bigler (1995) (Figura 1 e 2). Foram realizadas cinco repetições para cada biofábrica e cada câmara foi considerada uma repetição. Os insetos foram mantidos a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12h de luz/12h de escuro e umidade relativa de $70 \pm 10\%$, sendo acondicionados em câmaras tipos B.O.D. Para cada tratamento foi utilizado um lote de cada biofábrica.

Conforme ocorreu a emergência dos adultos, os insetos ficaram livres para percorrer todo o recipiente e, assim que foi observada a morte de todos os indivíduos, o teste foi encerrado realizando-se na sequência a contagem dos adultos, sendo eles classificados de acordo com o local onde foram encontrados. Os que estavam dentro da câmara de voo aderidos na faixa de cola interna foram considerados como insetos caminhadores, os não voadores, aqueles que estavam mortos no fundo da câmara de voo; e os voadores, aqueles encontrados colados na parte interna da tampa de vidro da câmara de voo.

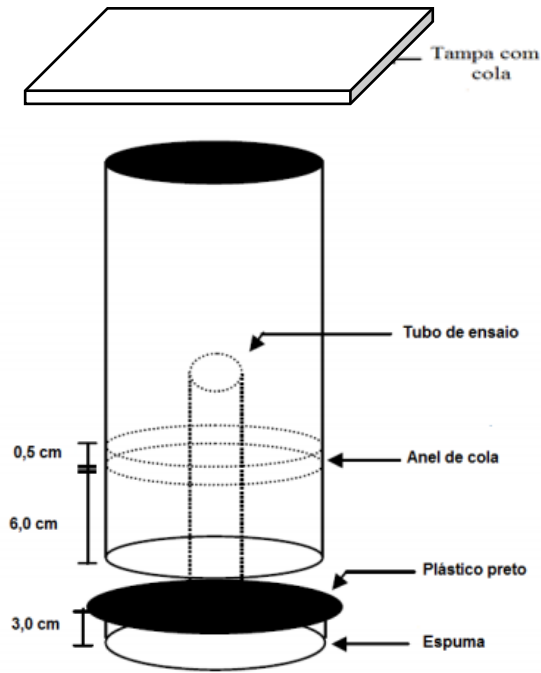


Figura 1. Esquema da câmara utilizada para determinar a atividade de voo de *Cotesia flavipes*, adaptada por Trevisan (2014).

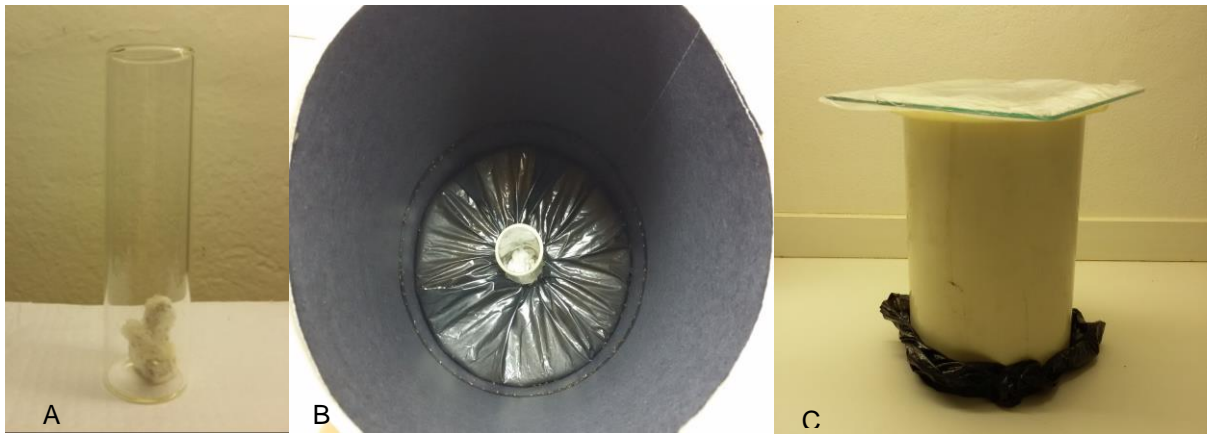


Figura 2. Câmara utilizada para determinar a atividade de voo de *C. flavipes*, A) tubo de ensaio com massas do parasitoide; B) interior da câmara de voo revestida com cartolina preta com anel de cola entomológica em sua circunferência interna; fundo revestido com plástico preto para vedação e tubo de ensaio fixado ao centro; C) parte externa da câmara de voo com tampa de vidro transparente.

Primeiramente foi comparada a atividade de voo dos parasitoides oriundos das dez biofábricas a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12h de luz/12h de escuro e umidade

relativa de $70 \pm 10\%$, utilizando-se câmaras tipo B.O.D. por ser considerada a temperatura ideal para desenvolvimentos dos parasitoides. Posteriormente foi avaliada a atividade de voo dos adultos de cada biofábrica nas temperaturas de 22, 24, 26, 28, 30, 32 e $34 \pm 1^\circ\text{C}$, com as mesmas condições de fotoperíodo e umidade relativa citadas acima, também utilizando-se câmaras tipo B.O.D..

3.3. Sobrevivência dos adultos de *Cotesia flavipes*

Para avaliar a sobrevivência dos parasitoides adultos, 20 machos e 20 fêmeas com menos de 24 horas de idade foram selecionados, totalizando 10 repetições para cada tratamento. Cada repetição foi constituída por 2 casais, que foram mantidos em tubos de ensaio de fundo chato (2 cm de diâmetro \times 8 cm de altura), vedados com plástico filme PVC e sem alimento para simular as condições em que são submetidos nas biofábricas. Foi avaliada a sobrevivência a cada oito horas, desde a emergência até a morte. Primeiramente foi comparada a sobrevivência de machos e fêmeas oriundos das dez biofábricas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12h de luz/12h de escuro e umidade relativa de $70 \pm 10\%$, utilizando-se câmaras tipo B.O.D. Posteriormente foi avaliada a sobrevivência dos adultos de cada biofábrica nas temperaturas de 22, 24, 26, 28, 30, 32 e $34 \pm 1^\circ\text{C}$, com as mesmas condições de fotoperíodo e umidade relativa citadas acima, também utilizando-se câmaras tipo B.O.D., para cada tratamento foi utilizado um lote de cada biofábrica.

3.4. Capacidade de parasitismo e razão sexual de *Cotesia flavipes*

Para cada população de *C. flavipes* (10 biofábricas) foram separados 10 casais recém-emergidos (< 24h). Cada casal foi colocado em um tubo de vidro (8 cm \times 2 cm), sendo cada tubo considerado uma repetição e observadas 10 repetições por tratamento. Primeiramente, a capacidade de parasitismo foi estudada comparando-se os parasitoides de todas as populações a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Posteriormente, os parasitoides de cada população (biofábrica) foram mantidos durante toda sua

longevidade nas temperaturas de 22, 24, 26, 28, 30, 32 e 34°C. Os hospedeiros parasitados foram mantidos a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, após o parasitismo.

Lagartas de terceiro ínstar de *D. saccharalis* foram utilizadas como hospedeiro, sendo que após o parasitismo elas foram alimentadas com dieta artificial (HENSLEY; HAMMOND JUNIOR, 1968). Tanto lagartas quanto a dieta foram obtidas da biofábrica localizada em Pradópolis-SP.

Foi ofertada uma lagarta por fêmea do parasitoide a cada oito horas para realização do parasitismo, até a morte da fêmea, com as lagartas parasitadas colocadas individualmente, em placas de Petri descartáveis (6,0 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura) contendo dieta artificial e acondicionadas em sala climatizada ajustada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12h de luz/12h de escuro e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Permaneceram nas placas até a formação das pupas e emergência dos adultos. Para cada tratamento foi utilizado um lote de cada biofábrica.

Após a morte dos adultos, o número de descendentes (machos e fêmeas) por hospedeiro foi contabilizado determinando-se também a razão sexual. A razão sexual foi calculada dividindo-se o número de fêmeas pelo total de adultos ($RS = \frac{\text{número de } \text{♀}}{\text{número de } \text{♀} + \text{♂}}$).

3.5. Análise dos dados

Os dados de atividade de voo (porcentagem de adultos voadores, caminhadores e não voadores) foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) e Bartlett (SNEDECOR; COCHRAN, 1992), quanto à normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente, e, quando necessário, realizadas transformações para atender aos requisitos da análise de variância (ANOVA). Posteriormente foi realizada a ANOVA para se detectar possíveis diferenças entre os efeitos principais (biofábricas, temperaturas e atividade de voo) e a interação dos fatores (biofábricas/temperaturas x atividade de voo) em esquema fatorial 10 (biofábricas) ou 7 (temperaturas) x 3 (voadores, não voadores e caminhadores) (BARBIN, 2013). Quando ocorreu diferença significativa, o teste de Tukey foi utilizado para as comparações entre as biofábricas/temperaturas e entre as classificações para atividade de voo.

A proporção de adultos vivos durante a fase adulta, inicialmente com 20 fêmeas e 20 machos por tratamento, foi utilizada para estimar a curva de sobrevivência dos parasitoides oriundos das diferentes biofábricas e também nas diferentes temperaturas. Foi utilizado o método Kaplan-Meier usando o PROC LIFETEST do software SAS, sendo o teste de Log-Rank utilizado para comparar a sobrevivência entre os tratamentos (SAS INSTITUTE, 2015).

Os dados de número de lagartas parasitadas, descendentes por fêmea e razão sexual dos parasitoides obtidos com insetos das diferentes biofábricas foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) e Bartlett (SNEDECOR; COCHRAN, 1992), quanto à normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente, e, quando necessário, realizadas transformações para atender aos requisitos da análise de variância (ANOVA). Os dados de descendentes viáveis (sobreviventes de pupa a adulto) e razão sexual apresentaram os requisitos, então quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Os dados de número médio de lagartas parasitadas por fêmea não apresentaram os requisitos da ANOVA, então foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis ($P > 0,05$). Para todos os testes utilizou-se o software SAS (SAS INSTITUTE, 2015).

Para determinar se o parasitoide respondeu positiva ou negativamente às diferentes temperaturas, os dados foram submetidos à análise de regressão. As análises foram conduzidas usando o PROC REG do SAS (SAS INSTITUTE, 2015) considerando o número de lagartas parasitadas e a produção de descendentes como as variáveis dependentes (y) e as temperaturas como as variáveis independentes (x). O tipo de curva da análise de regressão foi selecionado considerando o maior grau significativo ($P < 0,05$).

4. RESULTADOS

4.1. Atividade de voo

Os parasitoides oriundos das biofábricas foram comparados entre si apenas na temperatura de 25°C. A biofábrica de Campo Novo do Parecis-MT apresentou parasitoides com maior porcentagem de voadores ($F_{9,40}=4,31$; $P=0,0006$), enquanto a de Quirinópolis-GO maior porcentagem de não voadores ($F_{9,40}=6,51$; $P<0,0001$). Quanto ao número de caminheiros, somente a de Campo Novo do Parecis-MT apresentou a menor porcentagem (35,9%), variando as demais entre 60,2% e 82,4% ($F_{9,40}=6,43$; $P<0,0001$). Assim, a biofábrica de Campo Novo do Parecis-MT foi a que apresentou melhor resultado quanto à atividade de voo (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminheiros oriundos das diferentes biofábricas, em teste de voo a 25°C.

Biofábricas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminheiros (%)
Campo Novo do Parecis-MT	43,4 ± 5,03 Aa ¹	20,7 ± 2,74 Bbc	35,9 ± 5,99 Ab
Coruripe-AL	14,2 ± 8,07 Cb	25,5 ± 2,99 Bab	60,2 ± 1,59 Aa
Bandeirantes-PR	6,5 ± 2,59 Bb	12,1 ± 3,28 Bc	81,4 ± 4,15 Aa
Quirinópolis-GO	7,2 ± 3,07 Cb	30,9 ± 2,93 Ba	61,9 ± 3,49 Aa
Santa Ernestina-SP	10,2 ± 2,76 Bb	13,7 ± 2,78 Bc	76,0 ± 0,98 Aa
Américo Brasiliense-SP	16,0 ± 4,22 Bb	8,8 ± 1,54 Bc	75,1 ± 5,29 Aa
Ribeirão Preto-SP	20,1 ± 12,10 Bb	15,2 ± 3,31 Bc	64,7 ± 11,73 Aa
Sertãozinho-SP	5,7 ± 1,61 Cb	11,9 ± 2,05 Bc	82,4 ± 1,62 Aa
Pradópolis-SP	16,7 ± 5,83 Bb	17,2 ± 3,41 Bbc	66,1 ± 5,97 Aa
Promissão-SP	16,5 ± 3,51 Bb	12,4 ± 0,95 Bc	71,1 ± 3,54 Aa

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Quanto à temperatura testada, os parasitoides da biofábrica de Américo Brasiliense-SP (Tabela 2) apresentaram maior porcentagem de voadores a 28 e 32°C ($F_{6,28}=17,04$; $P<0,0001$), enquanto as menores porcentagens de não voadores foram observadas de 22 a 30°C ($F_{6,28}=3,22$; $P=0,0156$) e caminheiros a 28 e 32°C ($F_{6,28}=13,57$; $P<0,0001$). O número de insetos caminheiros foi maior em todas as temperaturas estudadas, variando de 42,3% a 90,2%.

Tabela 2. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Américo Brasileiro-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminhadores (%)
22°C	2,2 ± 0,95 Cb ¹	14,9 ± 2,21 Bab	82,9 ± 2,58 Aa
24°C	7,4 ± 2,61 Cb	20,3 ± 3,79 Bab	72,3 ± 3,50 Aab
26°C	0,66 ± 0,19 Cb	8,44 ± 2,34 Bb	90,2 ± 2,30 Aa
28°C	34,4 ± 5,60 ABa	22,6 ± 4,30 Bab	42,9 ± 4,33 Ac
30°C	0,88 ± 0,56 Cb	21,2 ± 3,80 Bab	77,9 ± 3,77 Aab
32°C	29,0 ± 3,73 Ba	28,7 ± 1,59 Ba	42,3 ± 3,72 Ac
34°C	7,6 ± 5,24 Cb	30,0 ± 7,87 Ba	62,4 ± 2,79 Ab

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Os parasitoides da biofábrica de Bandeirantes-PR (Tabela 3) apresentaram as maiores médias de voadores a 22, 28, 30, 32 e 34°C ($F_{6,28}= 3,26$; $P=0,0148$) embora iguais estatisticamente aos demais, sendo que para os não voadores, não houve diferença entre as temperaturas, variando entre 15,9% a 26,2% ($F_{6,28}=1,96$; $P=0,1061$). As maiores porcentagens de insetos caminhadores foram observadas em temperatura variando de 22 a 30°C e a 34°C, com a menor média a 32°C ($F_{6,28}=2,91$; $P=0,0247$). Os insetos classificados como caminhadores foram maioria em todas as temperaturas estudadas, variando de 67,0% a 81,5%.

Tabela 3. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Bandeirantes-PR, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminhadores (%)
22°C	2,5 ± 0,97 Cab ¹	26,1 ± 2,73 Ba	71,4 ± 2,25 Aab
24°C	1,0 ± 0,35 Cb	26,2 ± 2,62 Ba	72,8 ± 2,88 Aab
26°C	2,1 ± 0,48 Cb	18,1 ± 4,89 Ba	80,0 ± 4,49 Aab
28°C	3,0 ± 1,04 Cab	25,2 ± 1,36 Ba	71,8 ± 2,31 Aab
30°C	2,6 ± 0,71 Cab	15,9 ± 3,67 Ba	81,5 ± 3,47 Aa
32°C	7,7 ± 2,10 Ca	25,3 ± 2,43 Ba	67,0 ± 3,20 Ab
34°C	3,3 ± 1,60 Cab	26,0 ± 2,89 Ba	70,4 ± 1,99 Aab

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Os parasitoides de Campo Novo do Parecis-MT (Tabela 4) apresentaram maior porcentagem de voadores a 24°C ($F_{6,28}=13,99$; $P<0,0001$), enquanto as menores porcentagens de não voadores ocorreram de 26 a 34°C ($F_{6,28}=11,57$; $P<0,0001$) e a 24°C para os caminhadores ($F_{6,28}=35,88$; $P<0,0001$). Os insetos

voadores apresentaram maiores porcentagens a 24°C (58,2%) ($F_{2,12}=25,04$; $P<0,0001$) e os não voadores a 22°C (46,5%) ($F_{2,12}=4,08$; $P=0,0444$). Os caminhadores quando acondicionados as temperaturas de 26 a 34°C apresentaram maiores porcentagens.

Tabela 4. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Campo Novo do Parecis-MT, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminhadores (%)
22°C	31,0 ± 6,93 ABb ¹	46,5 ± 4,92 Aa	22,5 ± 6,06 Bc
24°C	58,2 ± 6,87 Aa	39,6 ± 6,96 Ba	2,3 ± 1,20 Cd
26°C	10,0 ± 1,73 Bbc	15,3 ± 1,99 Bb	74,7 ± 2,25 Aab
28°C	12,2 ± 4,42 Bbc	5,6 ± 2,36 Bb	82,2 ± 3,94 Aa
30°C	15,2 ± 5,23 Bbc	15,9 ± 2,49 Bb	68,9 ± 4,80 Aab
32°C	19,7 ± 3,76 Bbc	22,8 ± 6,60 Bb	57,5 ± 10,21 Ab
34°C	6,08 ± 1,41 Cc	13,9 ± 1,09 Bb	80,1 ± 1,48 Aa

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Os parasitoides de Coruripe-AL (Tabela 5) apresentaram maiores porcentagens de voadores nas temperaturas de 22 a 26°C ($F_{6,28}=8,66$; $P<0,0001$) e porcentagens de não voadores a 22 e 34°C ($F_{6,28}=8,66$; $P<0,0001$) e caminhadores de 22 a 26°C ($F_{6,28}=11,02$; $P<0,0001$). Os adultos de *C. flavipes* classificados como voadores foram maioria nas temperaturas de 22 a 26°C e a maior porcentagem de não voadores a 22°C (43,2%) ($F_{2,12}=6,98$; $P=0,0098$). As temperaturas superiores a 28°C proporcionaram maior porcentagens de caminhadores.

Tabela 5. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Coruripe-AL, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminhadores (%)
22°C	39,3 ± 7,07 Aabc ¹	43,2 ± 3,46 Aa	17,5 ± 4,51 Bb
24°C	47,7 ± 10,76 Aab	19,0 ± 3,77 Ab	33,3 ± 7,31 Ab
26°C	62,5 ± 3,87 Aa	16,8 ± 2,63 Bb	20,8 ± 4,43 Bb
28°C	28,9 ± 4,32 Bbcd	16,4 ± 1,98 Cb	54,7 ± 4,59 Aa
30°C	19,8 ± 3,92 Bcd	26,2 ± 3,48 Bb	54,0 ± 4,61 Aa
32°C	25,3 ± 5,27 Bbcd	22,7 ± 3,57 Bb	52,0 ± 5,81 Aa
34°C	11,4 ± 2,42 Cd	35,5 ± 1,90 Ba	53,3 ± 2,17 Aa

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Os parasitoides da biofábrica de Pradópolis-SP (Tabela 6) apresentaram maior porcentagem de voadores a 32°C ($F_{6,28}=12,52$; $P<0,0001$) e menor de caminheiros também nesta temperatura ($F_{6,28}=11,13$; $P<0,0001$). A maior porcentagem de não voadores foi a 28°C. Os caminheiros foram maioria em todas as temperaturas, exceto a 32°C ($F_{2,12}=15,05$; $P=0,0005$), na qual a maior porcentagem foram voadores (56,2%).

Tabela 6. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Pradópolis-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminheiros (%)
22°C	5,7 ± 2,05 Cbc ¹	25,2 ± 3,97 Bab	69,1 ± 3,19 Aa
24°C	15,1 ± 3,83 Bbc	24,9 ± 3,52 Bab	60,0 ± 6,09 Aa
26°C	16,7 ± 5,83 Bbc	12,9 ± 0,58 Bb	71,9 ± 7,64 Aa
28°C	1,1 ± 0,35 Cc	34,8 ± 4,46 Ba	64,1 ± 4,69 Aa
30°C	26,2 ± 3,84 Bb	19,4 ± 4,99 Bab	54,4 ± 2,34 Aa
32°C	56,2 ± 6,47 Aa	25,6 ± 3,89 Bab	18,2 ± 4,87 Bb
34°C	22,3 ± 7,41 Bbc	21,7 ± 4,24 Bab	56,0 ± 6,80 Aa

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Considerando os parasitoides obtidos em Promissão-SP (Tabela 7), as temperaturas mais extremas, 22 e 34°C, proporcionaram maiores porcentagens de voadores (31,2% e 46,1%) ($F_{6,28}=12,88$; $P<0,0001$), sendo que nessas mesmas temperaturas ocorreram as menores porcentagens de caminheiros ($F_{6,28}=14,55$; $P<0,0001$). As porcentagens de voadores, não voadores e caminheiros foram semelhantes a 34°C ($F_{2,12}=2,84$; $P=0,0976$), com o menor número de caminheiros ocorrendo a 22°C.

Tabela 7. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Promissão-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminhadores (%)
22°C	31,2 ± 3,91 Bab ¹	48,9 ± 3,73 Aa	19,8 ± 3,02 Cb
24°C	7,2 ± 2,03 Bc	18,9 ± 4,87 Bb	73,9 ± 5,39 Aa
26°C	1,4 ± 0,55 Cc	19,0 ± 5,40 Bb	79,6 ± 5,06 Aa
28°C	7,2 ± 2,04 Cc	29,5 ± 2,93 Bb	63,3 ± 3,65 Aa
30°C	19,8 ± 2,75 Bbc	16,3 ± 1,91 Bb	63,9 ± 3,48 Aa
32°C	19,7 ± 6,72 Bbc	18,3 ± 1,50 Bb	61,9 ± 7,28 Aa
34°C	46,1 ± 7,54 Aa	21,3 ± 3,97 Ab	32,6 ± 9,45 Ab

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

As maiores porcentagens de parasitoides voadores obtidos com insetos da biofábrica de Quirinópolis-GO (Tabela 8) ocorreram nas temperaturas de 22, 24, 26 e 34°C (5,5%, 4,1%, 6,6% e 12,0 %), respectivamente ($F_{6,28}=4,51$; $P=0,0026$). A maior porcentagem de insetos não voadores ocorreu a 28°C. As menores porcentagens de caminhadores foram observadas a 28 e 34°C (3,5% e 12%) ($F_{6,28}=6,34$; $P=0,0003$). Em todas as temperaturas avaliadas as maiores porcentagens foram de caminhadores, variando de 54,7% a 78,2%.

Tabela 8. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminhadores oriundos de Quirinópolis-GO, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminhadores (%)
22°C	5,5 ± 2,32 Cab ¹	22,7 ± 1,82 Bbc	71,8 ± 3,49 Aa
24°C	4,1 ± 1,36 Cab	16,9 ± 2,04 Bc	78,2 ± 2,75 Aa
26°C	6,6 ± 3,29 Cab	20,6 ± 1,53 Bbc	72,4 ± 3,74 Aa
28°C	3,5 ± 0,87 Cb	38,7 ± 3,87 Ba	57,8 ± 3,11 Ab
30°C	0,3 ± 0,24 Cb	21,9 ± 6,33 Bbc	77,8 ± 6,18 Aa
32°C	1,2 ± 0,55 Cb	21,2 ± 3,48 Bbc	77,7 ± 3,83 Aa
34°C	12,0 ± 2,12 Ca	33,3 ± 2,28 Bab	54,7 ± 3,51 Ab

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Os parasitoides da biofábrica de Ribeirão Preto-SP (Tabela 9) apresentaram maior porcentagem de voadores a 26°C ($F_{6,28}=12,78$; $P<0,0001$) e de não voadores a 34°C ($F_{6,28}=8,12$; $P<0,0001$). Também a 26°C, as porcentagens de voadores, não voadores e caminhadores foram semelhantes ($F_{2,12}=3,36$; $P=0,0694$). Nas temperaturas de 22°C ($F_{2,12}=78,26$; $P<0,0001$), 30°C ($F_{2,12}=505,99$; $P<0,0001$), 32°C

($F_{2,12}=266,15$; $P<0,0001$) e 34°C ($F_{2,12}=18,32$; $P=0,0002$) as porcentagens de voadores foram menores em relação as de não voadores e caminheiros.

Tabela 9. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Ribeirão Preto-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminheiros (%)
22°C	0,7 ± 0,70 Cd ¹	31,6 ± 4,54 Bb	67,7 ± 4,69 Aa
24°C	23,8 ± 5,43 Bb	20,8 ± 2,82 Bbc	55,4 ± 5,63 Aabc
26°C	43,7 ± 7,83 Aa	19,1 ± 3,31 Ac	37,3 ± 8,55 Ac
28°C	21,0 ± 4,21 Bbc	23,5 ± 1,47 Bbc	55,5 ± 5,01 Aabc
30°C	2,0 ± 1,79 Ccd	24,9 ± 0,90 Bbc	73,1 ± 1,95 Aa
32°C	5,0 ± 1,50 Cbcd	32,1 ± 1,09 Bb	62,8 ± 2,45 Aab
34°C	13,4 ± 3,77 Bbcd	43,2 ± 4,01 Aa	43,4 ± 4,21 Abc

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Para os parasitoides de Santa Ernestina-SP (Tabela 10), a maior porcentagem de voadores foi observada nas temperaturas de 28, 30 e 32°C ($F_{6,28}=14,05$; $P<0,0001$), e de não voadores a 34°C e as menores porcentagens de caminheiros foram de 28°C a 34°C ($F_{6,28}=9,62$; $P<0,0001$). As quantidades de voadores e caminheiros foram semelhantes a 28°C ($F_{2,12}=14,68$; $P=0,0006$), 30°C ($F_{2,12}=0,17$; $P=0,8436$) e 32°C ($F_{2,12}=4,37$; $P=0,0375$).

Tabela 10. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Santa Ernestina-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminheiros (%)
22°C	4,3 ± 1,96 Cb ¹	36,8 ± 5,25 Bb	58,8 ± 4,57 Ab
24°C	1,9 ± 0,84 Cb	20,3 ± 1,89 Bbc	77,8 ± 2,29 Aa
26°C	9,4 ± 2,42 Cb	33,0 ± 3,47 Bb	57,6 ± 5,25 Ab
28°C	36,8 ± 4,82 Aa	15,0 ± 2,11 Bc	48,2 ± 5,49 Abc
30°C	32,3 ± 7,34 Aa	36,0 ± 4,34 Ab	31,7 ± 4,48 Ac
32°C	33,5 ± 6,03 ABa	22,7 ± 2,29 Bbc	43,8 ± 5,89 Abc
34°C	3,7 ± 1,44 Cb	59,0 ± 7,45 Aa	37,3 ± 6,02 Bc

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Quanto aos parasitoides de Sertãozinho-SP (Tabela 11), as maiores porcentagens de voadores foram a 24, 26, 30 e 32°C ($F_{6,28}=12,08$; $P<0,0001$), enquanto que as menores de caminheiros também foram encontradas nestas

mesmas temperaturas ($F_{6,28}=8,53$; $P<0,0001$), sendo que a 34°C a maior porcentagem foi de insetos caminheiros ($F_{2,12}=37,98$; $P<0,0001$).

Tabela 11. Porcentagem de adultos de *Cotesia flavipes* voadores, não voadores e caminheiros oriundos de Sertãozinho-SP, em teste de voo em diferentes temperaturas.

Temperaturas	Voadores (%)	Não voadores (%)	Caminheiros (%)
22°C	39,6 ± 7,65 Abc ¹	36,3 ± 3,78 Aa	24,1 ± 4,42 Abc
24°C	69,8 ± 6,59 Aab	16,1 ± 2,50 Bb	14,2 ± 5,76 Bc
26°C	59,6 ± 8,85 Aabc	19,1 ± 2,21 Bb	21,3 ± 7,92 Bbc
28°C	36,5 ± 7,63 Acd	19,2 ± 3,93 Ab	44,4 ± 8,28 Aab
30°C	82,4 ± 4,91 Aa	11,6 ± 1,76 Bb	6,06 ± 3,64 Bc
32°C	57,6 ± 10,19 Aabc	17,6 ± 2,14 Bb	24,8 ± 8,75 Bbc
34°C	5,94 ± 1,67 Cd	31,7 ± 5,87 Ba	62,4 ± 5,01 Aa

¹Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

4.2. Sobrevivência dos adultos de *Cotesia flavipes*

Os parasitoides fêmeas das biofábricas de Santa Ernestina-SP, Américo Brasiliense-SP, Campo Novo do Parecis-MT e Quirinópolis (Figura 2) foram aqueles que apresentaram maior tempo de sobrevivência, 56 horas (2 dias e 8 horas) a 25°C. Já as fêmeas de Sertãozinho-SP morreram em até 32 horas (1 dia e 8 horas), sendo a menor sobrevivência ($\chi^2 = 105,88$; $GL=9$; $P<0,0001$).

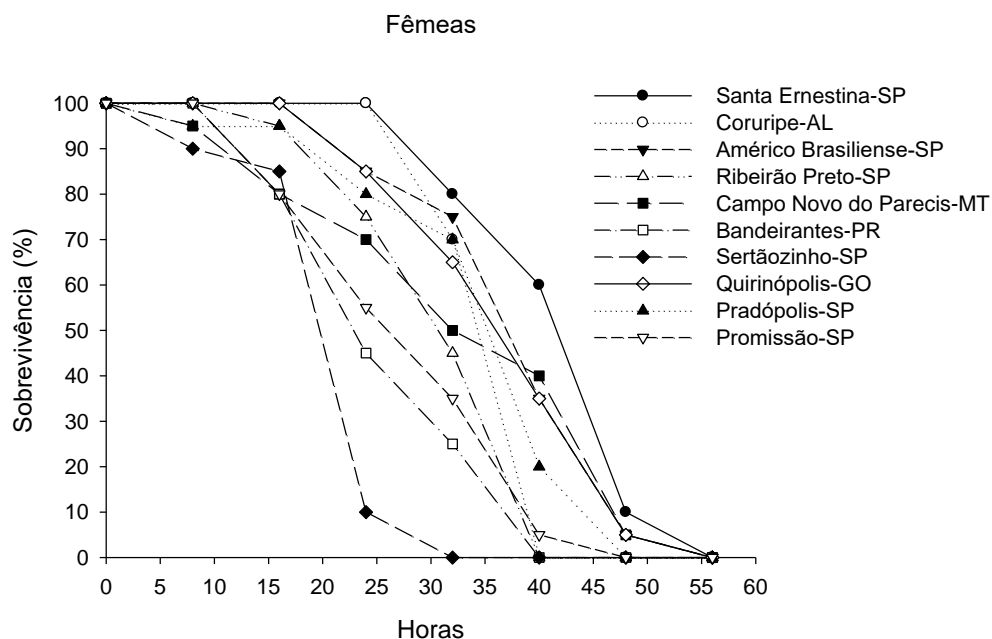


Figura 3. Sobrevivência de fêmeas de *Cotesia flavipes* provenientes de diferentes biofábricas, submetidas à temperatura constante de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Os parasitoides machos das biofábricas de Santa Ernestina-SP de Pradópolis-SP (Figura 3) apresentaram maior porcentagem de sobrevivência, 56 horas de vida (2 dias e 8 horas), enquanto os adultos machos de Bandeirantes-PR apresentaram menor sobrevivência, com 95% vivendo até 8 horas e mortalidade total em 24 horas ($\chi^2=88,52$; $GL=9$; $P < 0,0001$).

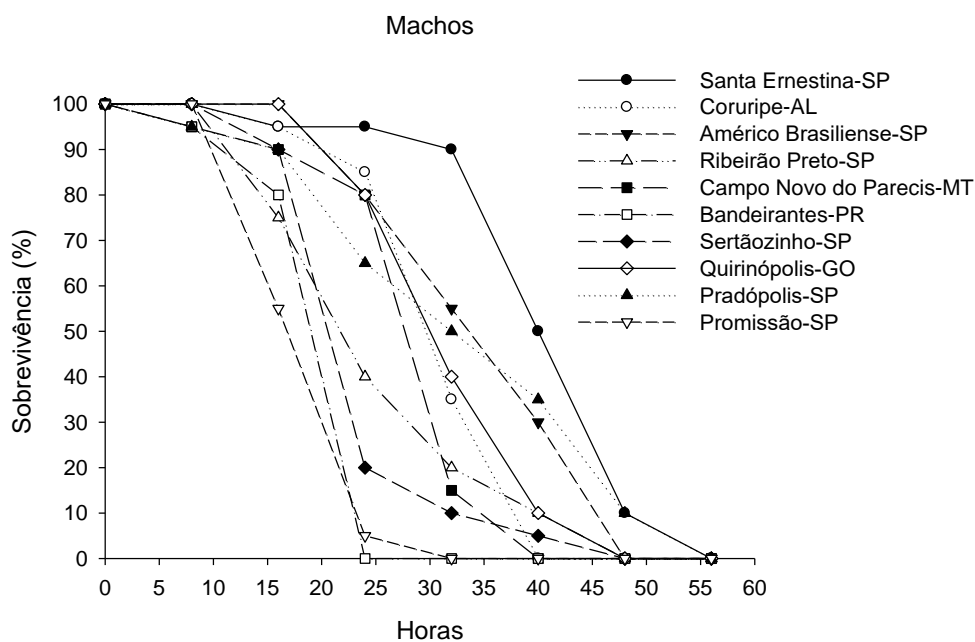


Figura 4. Sobrevivência de machos de *Cotesia flavipes* provenientes de diferentes biofábricas, submetidos à temperatura constante de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Os adultos da biofábrica de Américo Brasiliense-SP (Figura 4) apresentaram alta sobrevivência a 22°C, com 90% das fêmeas vivendo até 40 horas (1 dia e 16 horas) e com 53 horas (2 dias e 5 horas) de longevidade média. Em relação a machos, 85% viveram até 24 horas, com longevidade média de 42 horas (1 dia e 18 horas). Machos mantidos a 26°C apresentaram alta porcentagem de sobrevivência, 95% em 24 horas (Fêmeas: $\chi^2=172,62$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=131,46$; GL=6; $P<0,0001$).

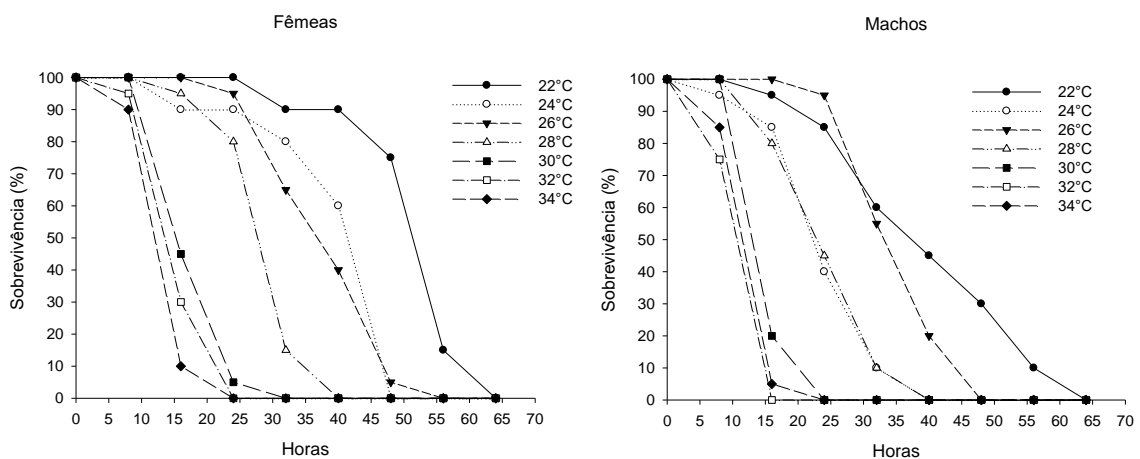


Figura 5. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Américo Brasiliense-SP, em diferentes temperaturas.

As fêmeas da biofábrica de Bandeirantes-PR (Figura 5) apresentaram alta sobrevivência a 22°C, com 90% de sobreviventes em 24 horas e longevidade média de 43 horas (1 dia e 19 horas) nessa temperatura. O mesmo ocorreu para os machos mantidos a 22°C, que apresentaram longevidade média 39 horas (1 dia e 15 horas) com 85% de sobrevivência em 24 horas (Fêmeas: $\chi^2=168,75$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=173,05$; GL=6; $P<0,0001$).

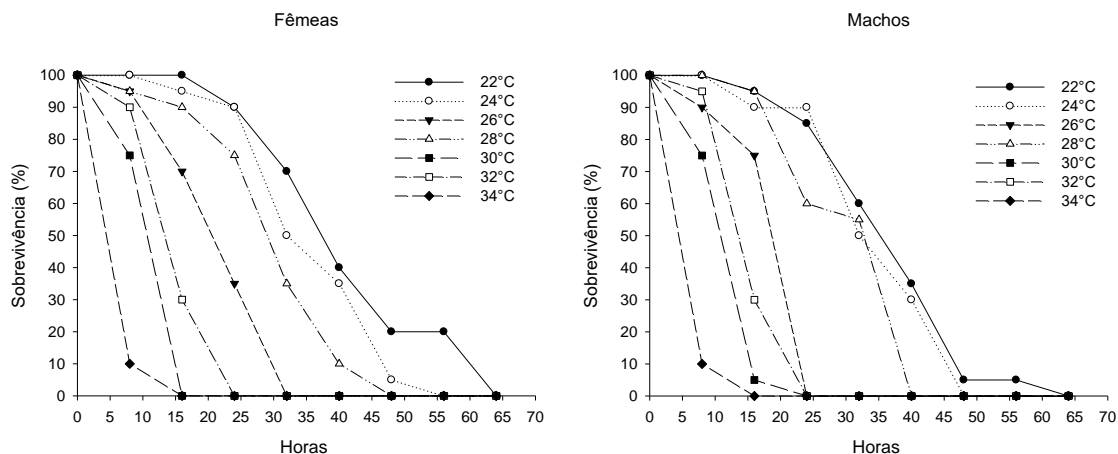


Figura 6. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Bandeirantes-PR, em diferentes temperaturas.

Os parasitoides da biofábrica de Campo Novo do Parecis-MT (Figura 6) apresentaram as maiores porcentagens de sobrevivência a 24°C, com 95% de fêmeas vivas até 32 horas, com média de longevidade de 46 horas (1 dia e 22 horas) para os machos, com 95% de sobreviventes até 32 horas, com média de 44 horas (1 dia e 20 horas) para a longevidade (Fêmeas: $\chi^2=167,12$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=167,68$; GL=6; $P<0,0001$).

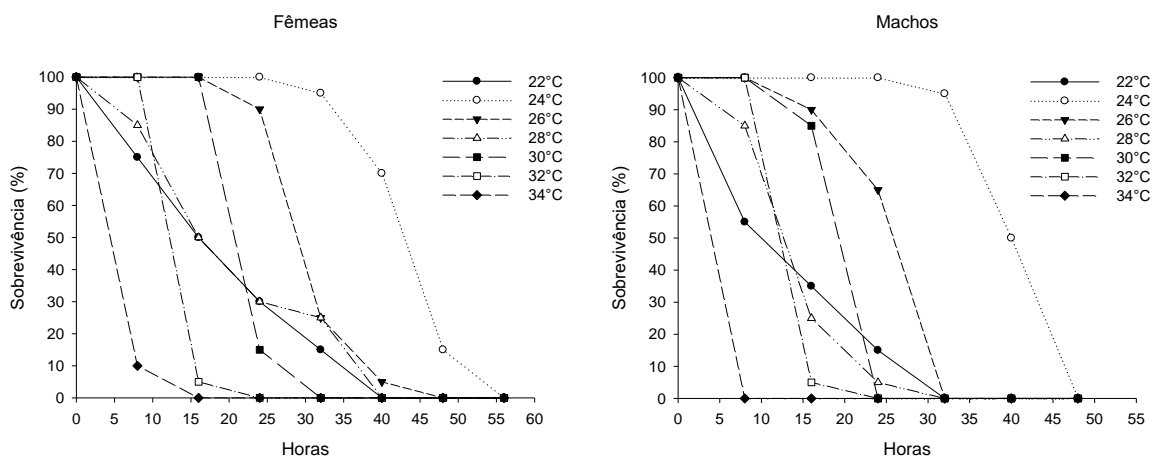


Figura 7. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Campo Novo do Parecis-MT, em diferentes temperaturas.

A sobrevivência dos insetos da biofábrica de Coruripe-AL (Figura 7) foi maior a 22°C, tanto para fêmeas, com 85% de sobreviventes em 24 horas e longevidade média de 39 horas (1 dia e 15 horas), quanto para machos, com 90% de

sobreviventes em 24 horas e longevidade média de 37 horas (1 dia e 14 horas) (Fêmeas: $\chi^2=155,04$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=157,55$; GL=6; $P<0,0001$).

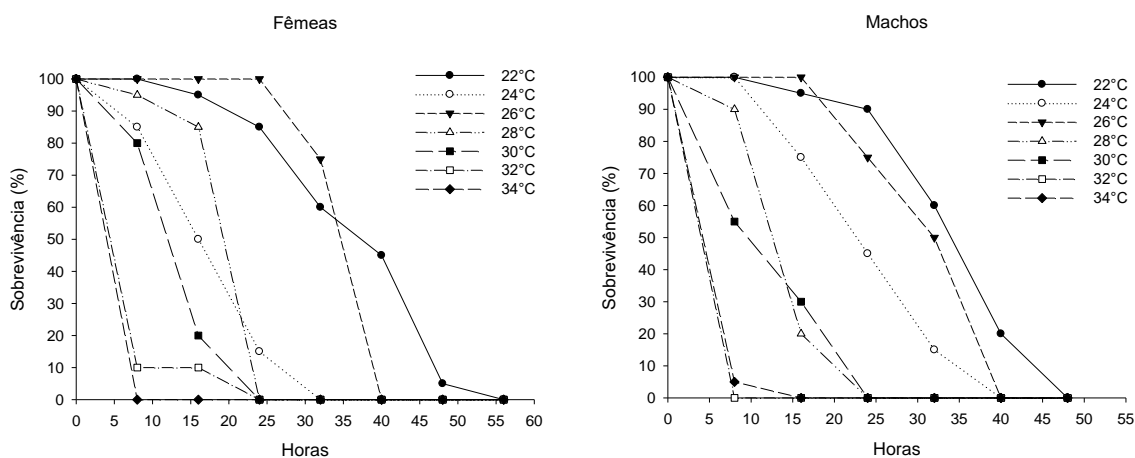


Figura 8. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Coruripe-AL, em diferentes temperaturas.

Os parasitoides da biofábrica de Pradópolis-SP (Figura 8) apresentaram maior porcentagem de sobrevivência a 22°C, com 90% de sobreviventes fêmeas até 40 horas e longevidade média de 53 horas (2 dias e 5 horas). Para machos, a sobrevivência foi de 90% até 24 horas e longevidade média de 40 horas (1 dia e 16 horas) (Fêmeas: $\chi^2=200,46$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=108,29$; GL=6; $P<0,0001$).

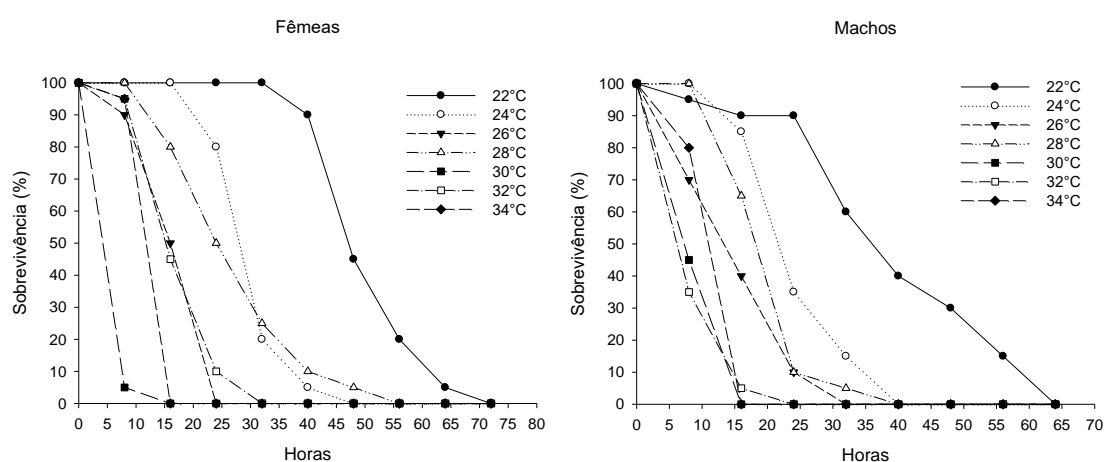


Figura 9. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Pradópolis-SP, em diferentes temperaturas.

Para os adultos da biofábrica de Promissão-SP (Figura 9) a maior porcentagem de fêmeas sobreviventes foi a 22°C, com 80% até 40 horas, com

média de 53 horas (2 dias e 5 horas) para a longevidade. Porém, para os machos, a maior porcentagem de sobrevivência foi a 28°C, com 90% de sobreviventes até 24 horas e longevidade média de 36 horas (1 dia e 13 horas) (Fêmeas: $\chi^2=172,54$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=169,83$; GL=6; $P<0,0001$).

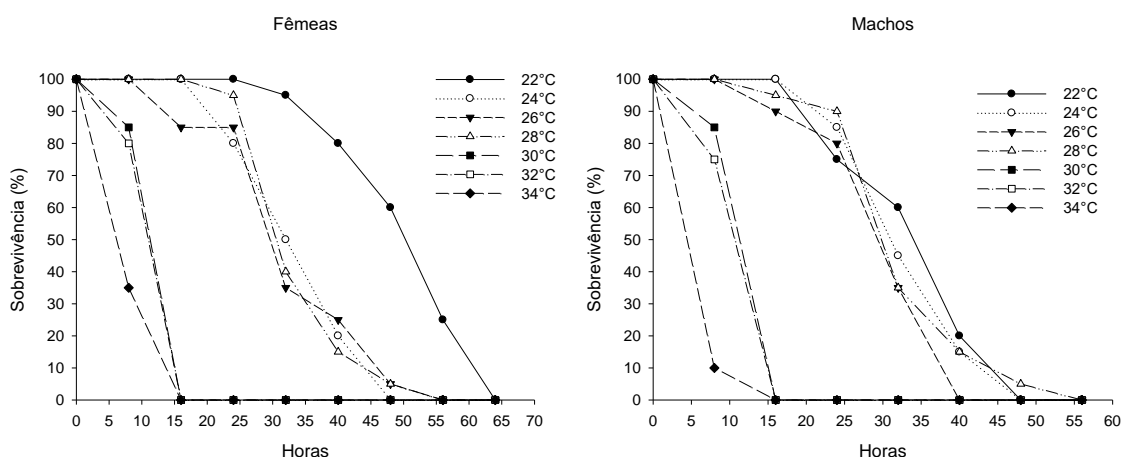


Figura 10. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Promissão-SP, em diferentes temperaturas.

Os adultos da biofábrica de Quirinópolis-GO (Figura 10) apresentaram maior porcentagem de sobrevivência de fêmeas a 22°C, com 95% de sobreviventes até 24 horas e média de longevidade de 42 horas (1 dia e 18 horas). Os machos, nessa mesma temperatura, apresentaram 95% de sobreviventes em 24 horas e longevidade média de 45 horas (1 dia e 21 horas) (Fêmeas: $\chi^2=198,25$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=191,49$; GL=6; $P<0,0001$).

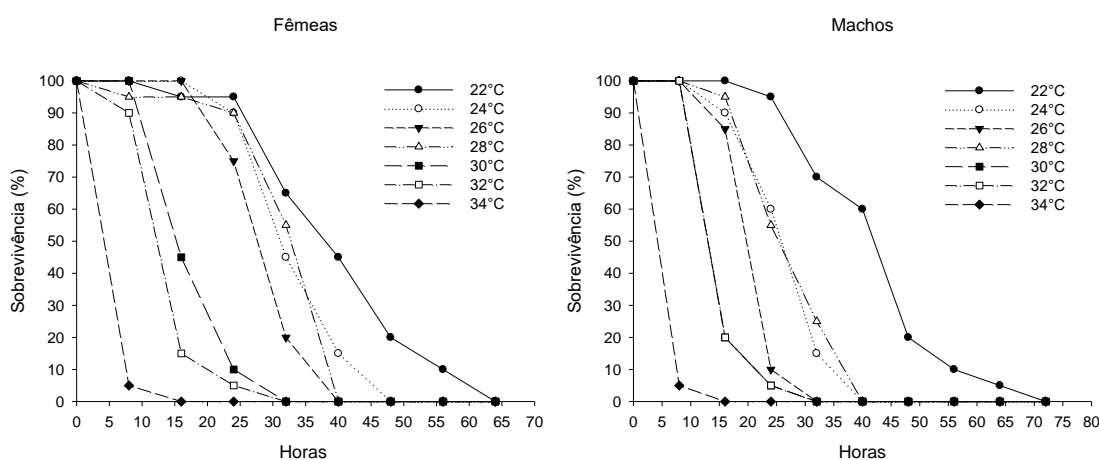


Figura 11. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Quirinópolis-GO, em diferentes temperaturas.

Os adultos da biofábrica de Ribeirão Preto-SP (Figura 11) apresentaram maior porcentagem de fêmeas sobreviventes a 28°C, com 85% até 16 horas e média de longevidade de 28 horas (1 dia e 4 horas). O mesmo ocorreu para machos, porém com 80% de sobreviventes em 16 horas e média de 27 horas (1 dia e 3 horas) para a longevidade (Fêmeas: $\chi^2=91,58$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=74,86$; GL=6; $P <0,0001$).

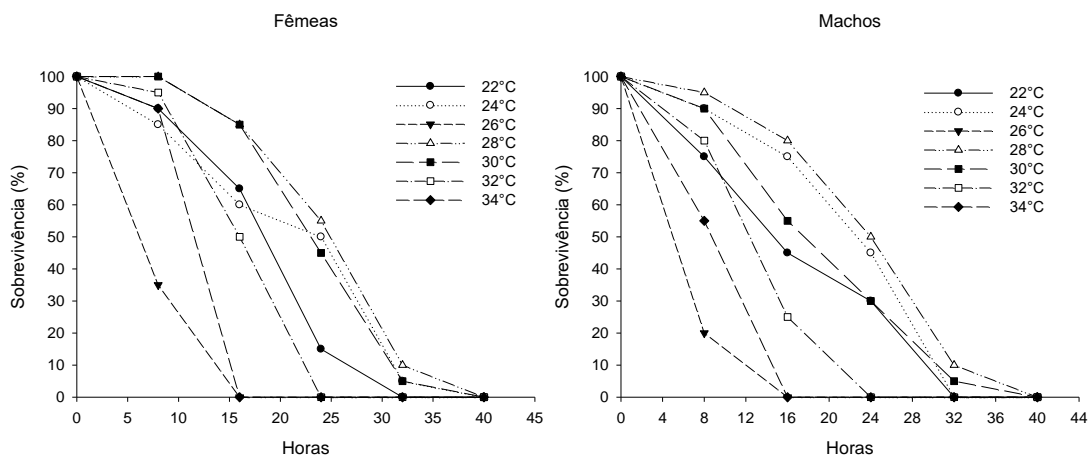


Figura 12. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Ribeirão Preto-SP, em diferentes temperaturas.

Os adultos da biofábrica de Santa Ernestina-SP (Figura 12) tiveram maior porcentagem de sobrevivência de fêmeas a 26°C, com 95% de sobreviventes em 16 horas e média de 32 horas (1 dia e 8 horas) para a longevidade. Já, os machos apresentaram a maior porcentagem de sobrevivência a 30°C, com 90% de sobreviventes em 24 horas e média de longevidade de 33 horas (1 dia e 7 horas) (Fêmeas: $\chi^2=95,67$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=158,53$; GL=6; $P<0,0001$).

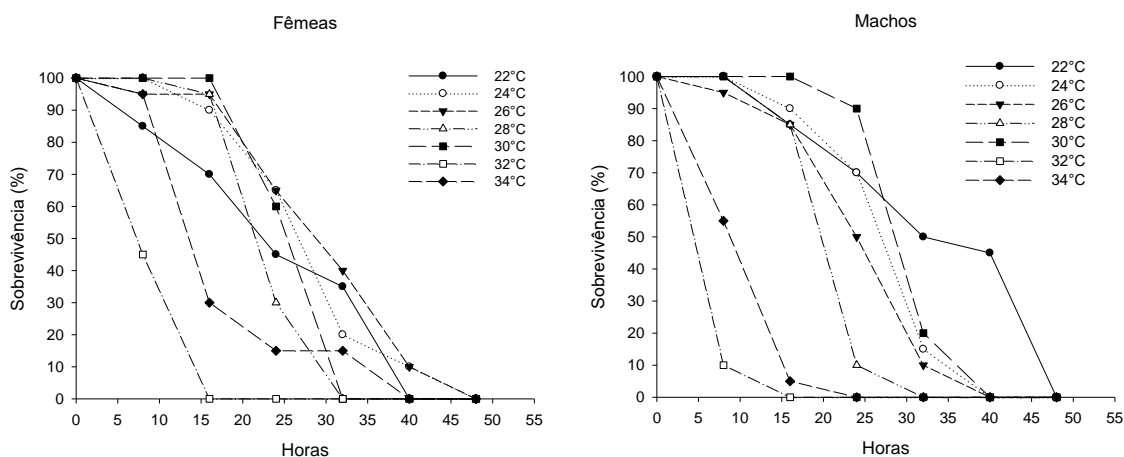


Figura 13. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Santa Ernestina-SP, em diferentes temperaturas.

Para os adultos da biofábrica de Sertãozinho-SP (Figura 13), a temperatura de 24°C foi aquela que proporcionou maior porcentagem de sobrevivência para fêmeas, com 85% em 32 horas e média de longevidade de 40 horas (1 dia e 16 horas), o mesmo ocorrendo para os machos, com 85% de sobreviventes em 24 horas e 40 horas (1 dia e 16 horas) de longevidade média (Fêmeas: $\chi^2=157,78$; GL=6; $P<0,0001$; Machos: $\chi^2=165,17$; GL=6; $P<0,0001$).

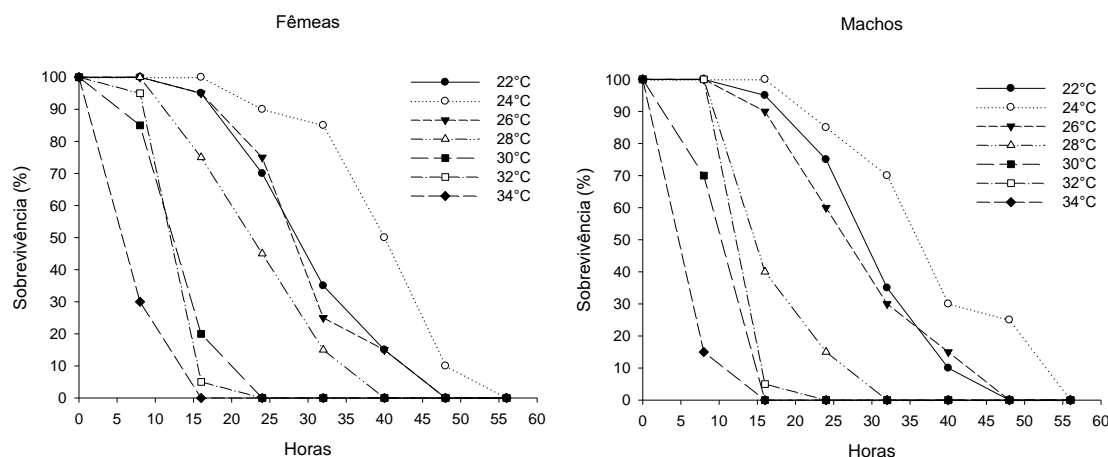


Figura 14. Sobrevivência de adultos de *Cotesia flavipes* provenientes da biofábrica de Sertãozinho-SP, em diferentes temperaturas.

4.3. Capacidade de parasitismo e razão sexual de *Cotesia flavipes*

Quanto ao parasitismo (Tabela 12), as fêmeas da biofábrica de Promissão-SP apresentaram maior número de lagartas parasitadas (2,6 hospedeiros/fêmea) ($\chi^2=38,70$; GL=9; $P=0,0339$). Em relação ao número de descendentes viáveis (sobrevivência de pupa a adulto), oito biofábricas apresentaram os melhores resultados ($F_{9,57}=1,55$; $P=0,1529$), sendo que apenas a biofábrica de Bandeirantes-PR (8,0 descendentes/fêmea) e a de Ribeirão Preto-SP (4,5 descendentes/fêmea) tiveram as menores médias. A razão sexual dos descendentes variou de 0,56 a 0,83 ($F_{9,57}=6,36$; $P<0,0001$) em todos os tratamentos, com exceção aos insetos de Campo Novo do Parecis-MT, que tiveram razão sexual de 0,12 e diferiram dos demais.

Nas biofábricas de Bandeirantes-PR e Ribeirão Preto-SP não foi possível determinar a razão sexual, pois não foram obtidas fêmeas, ocorrendo 100% de machos dos descendentes viáveis.

Tabela 12. Número médio de lagartas parasitadas por fêmea, descendentes viáveis por fêmea e razão sexual dos descendentes de *Cotesia flavipes* das diferentes biofábricas, avaliado a 25°C ± 1°C.

Biofábricas	Lagartas parasitadas/fêmeas	Descendentes viáveis/fêmea	Razão sexual
Campo Novo do Parecis -MT	1,0 ± 0,21 bc ¹	66,8 ± 7,07 a	0,12 ± 0,07 b
Coruripe-AL	0,9 ± 0,28 bc	51,0 ± 3,51 a	0,60 ± 0,13 a
Bandeirantes-PR	0,1 ± 0,10 c	8,0 ± 0,00 b	-
Quirinópolis-GO	1,0 ± 0,21 bc	38,6 ± 8,47 a	0,83 ± 0,05 a
Santa Ernestina-SP	1,0 ± 0,21 bc	37,7 ± 10,96 a	0,74 ± 0,06 a
Américo Brasiliense-SP	1,6 ± 0,30 b	55,7 ± 13,16 a	0,73 ± 0,08 a
Ribeirão Preto-SP	0,2 ± 0,13 c	4,5 ± 0,50 b	-
Sertãozinho-SP	1,2 ± 0,25 bc	45,6 ± 12,23 a	0,56 ± 0,10 a
Pradópolis-SP	1,4 ± 0,27 bc	49,3 ± 10,49 a	0,71 ± 0,09 a
Promissão-SP	2,6 ± 0,65 a	66,5 ± 14,15 a	0,64 ± 0,11 a

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesmas letras na coluna não diferem. As médias de descendentes e razão sexual foram comparadas pelo teste de Tukey (P > 0,05) e as médias de lagartas parasitadas pelo teste de Kruskal Wallis (P > 0,05).

A temperatura não alterou a capacidade de parasitismo para os indivíduos da biofábrica de Américo Brasiliense-SP (Figura 14) (F_{5,63}=1,22; P=0,3103). Os tratamentos de 26°C a 34°C (F_{5,44}=3,20; P=0,0107) foram os que apresentaram as maiores médias de descendentes viáveis, sendo que a razão sexual não foi significativa entre os tratamentos, variando de 0,39 a 0,75.

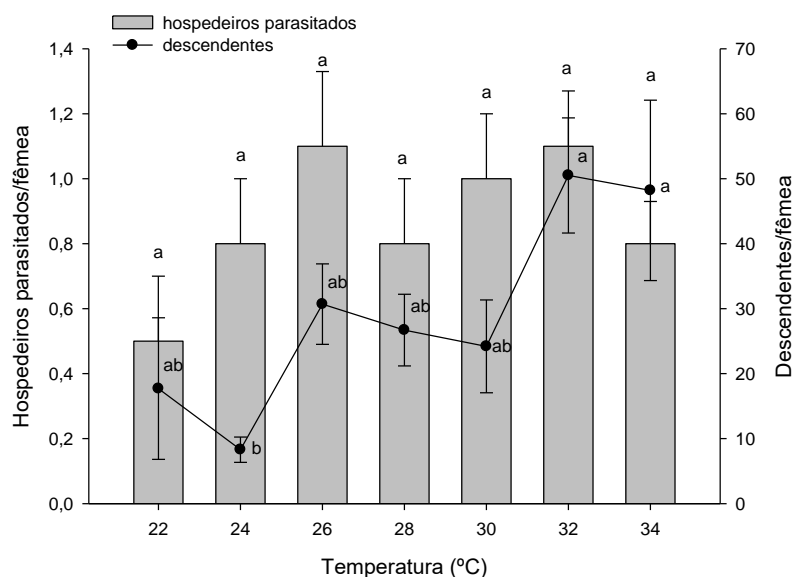


Figura 15. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Américo Brasiliense-SP.

O número médio de lagartas parasitadas para fêmeas de *C. flavipes* de Bandeirantes-PR (Figura 15) foi maior entre 22 a 30°C ($F_{5,63}=2,85$; $P=0,0162$). Para os descendentes viáveis produzidos por fêmea, as médias foram maiores a 22, 24, 26 e 30°C ($F_{5,43}=4,35$; $P=0,0016$). A razão sexual não diferiu entre as temperaturas, variando de 0,23 a 0,61.

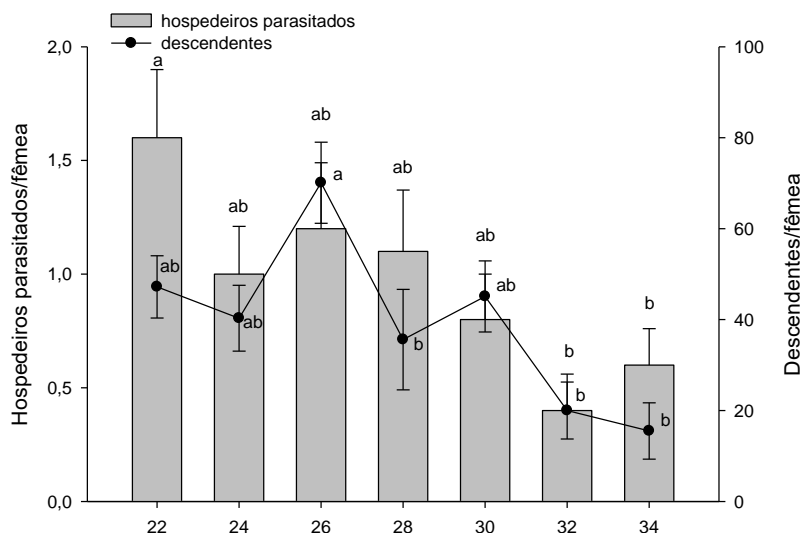


Figura 16. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Bandeirantes-PR.

Os parasitoides de Campo Novo do Parecis-MT (Figura 16), apresentaram número médio de lagartas parasitadas por fêmea semelhante nas diferentes temperaturas ($F_{5,63}=1,48$; $P=0,1993$), o mesmo acontecendo para os descendentes viáveis ($F_{5,34}=1,06$; $P=0,4028$). A razão sexual foi semelhante nas diferentes temperaturas, variando de 0,29 a 0,80.

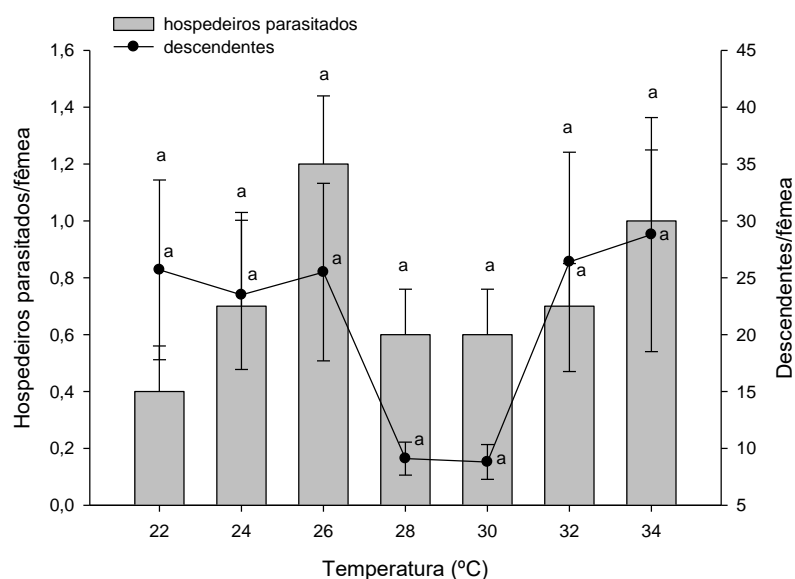


Figura 17. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Campo Novo do Parecis–MT.

Para os adultos da biofábrica de Coruripe-AL (Figura 17) não ocorreu diferença entre o número de hospedeiros parasitados por fêmea ($F_{5,63}=2,26$; $P=0,0588$). Quanto as médias de descendentes viáveis as temperaturas de 28, 30 e 34°C ($F_{5,52}=3,24$; $P=0,0089$) produziram as maiores médias. A razão sexual variou de 0,50 a 0,88, com valores mais elevados a 28, 30 e 34°C ($F_{6,41}=3,28$; $P=0,0100$).

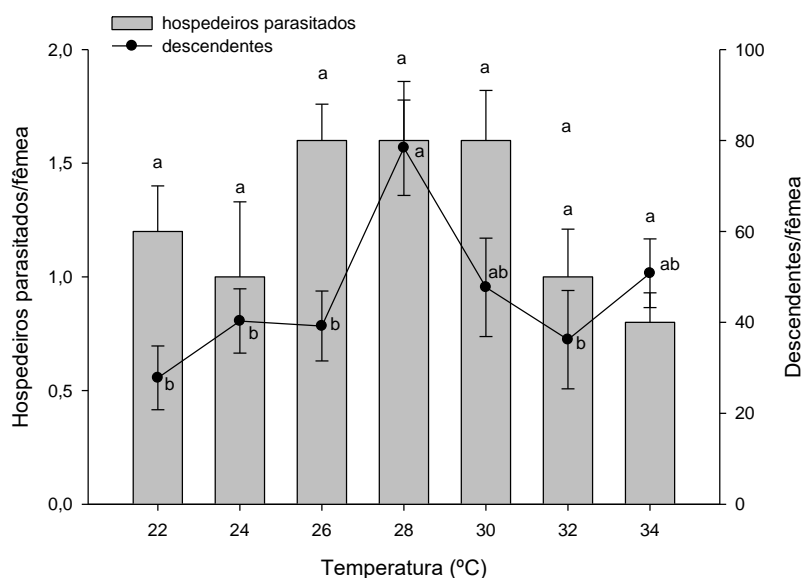


Figura 18. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Coruripe-AL.

O número médio de lagartas parasitadas por fêmea para os insetos da biofábrica de Pradópolis-SP (Figura 18) foi significativo ($F_{5,63}=4,0$; $P=0,0019$), sendo os maiores valores nas temperaturas de 22, 24 e 32°C (1,6 hospedeiro/fêmea). Não houve diferença significativa entre os descendentes viáveis por fêmea, com médias variando de 31,3 a 60,9 insetos/fêmea ($F_{5,44}=0,83$; $P=0,5500$). A razão sexual variou de 0,14 a 0,82, com maiores médias a 26 e 30°C ($F_{6,44} = 4,65$; $P = 0,0010$).

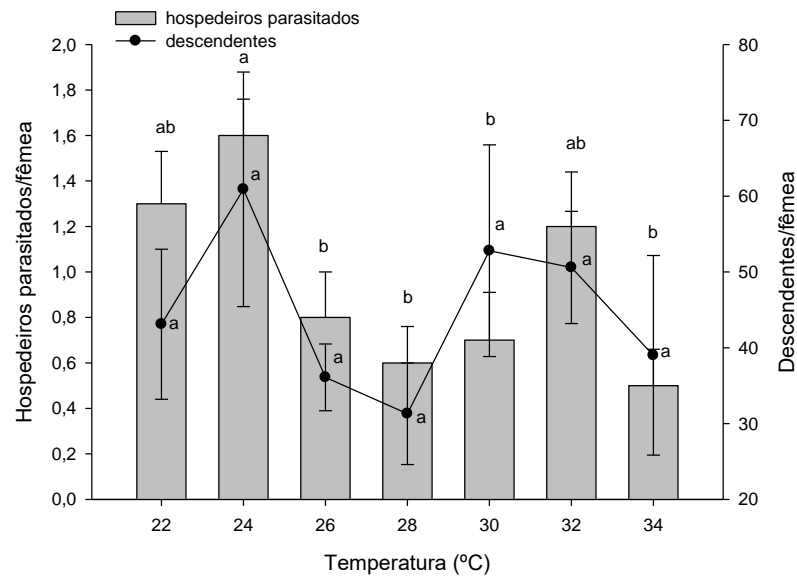


Figura 19. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Pradópolis-SP.

Os parasitoides da biofábrica de Promissão-SP (Figura 19) apresentaram as maiores médias de lagartas parasitadas por fêmea nas temperaturas de 22, 24, 28 e 30°C ($F_{5,63}=7,28$; $P<0,0001$), enquanto que o número de descendentes viáveis por fêmea foi semelhante em todo o gradiente de temperatura, variando de 24,6 a 57,0 ($F_{5,35}=1,77$; $P=0,1337$). A razão sexual não diferiu entre as temperaturas, mostrando um intervalo de variação de 0,24 a 0,66.

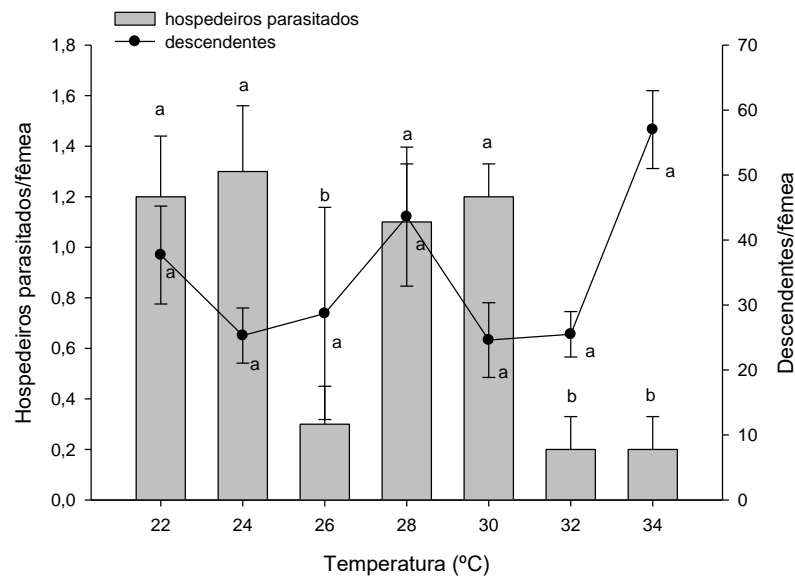


Figura 20. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Promissão-SP.

Para os insetos da biofábrica de Quirinópolis-GO (Figura 20), o maior número de lagartas parasitadas foi observado entre 22 e 30°C ($F_{5,63}=3,93$; $P=0,0021$), enquanto o número de descendentes viáveis por fêmea foi menor a 32°C (17,5) ($F_{5,50}=2,32$; $P=0,0471$). A razão sexual foi maior nas temperaturas de 22°C a 30°C, variando de 0,43 a 0,73 ($F_{6,50}=6,36$; $P<0,0001$).

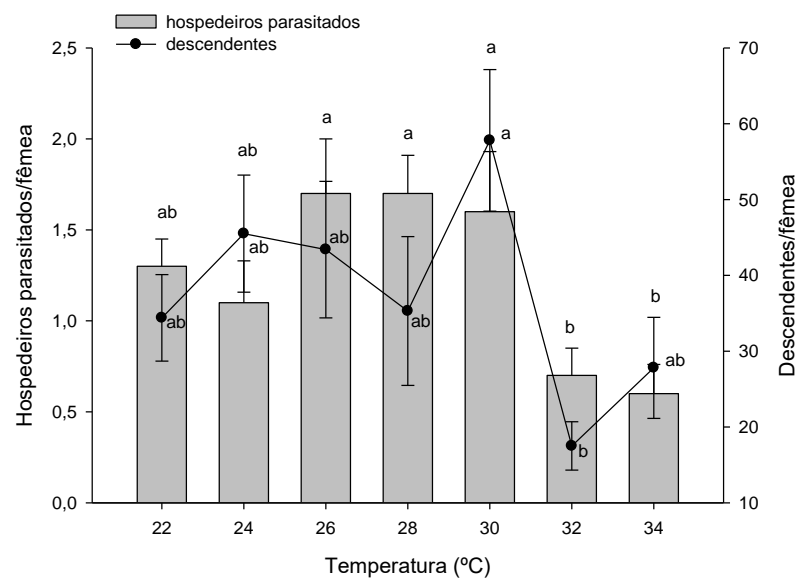


Figura 21. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Quirinópolis-GO.

O número médio de lagartas parasitadas por fêmea de *C. flavipes* com insetos da biofábrica de Ribeirão Preto-SP (Figura 21) não apresentou diferença entre as temperaturas ($F_{5,63}=1,47$; $P=0,2027$), enquanto que as médias de descendentes viáveis apresentaram os maiores valores em 22, 24, 28, 30, 32 e 34°C ($F_{5,26}=2,70$; $P=0,0355$). A razão sexual não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, variando de 0,40 a 0,87.

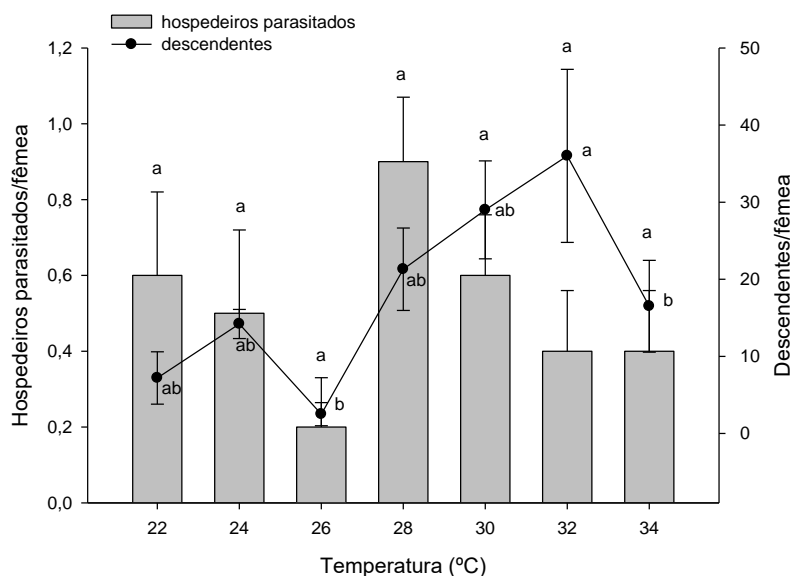


Figura 22. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Ribeirão Preto-SP.

Os parasitoides da biofábrica de Santa Ernestina-SP (Figura 22) não apresentaram diferença significativa quanto ao número médio de lagartas parasitadas por fêmea, com valores médios entre 0,3 e 0,9 ($F_{5,63}=7,89$; $P=0,3103$). O número de descendentes viáveis por fêmea teve os maiores valores nas temperaturas entre 26 e 34°C ($F_{5,37}=3,16$; $P=0,0133$). A razão sexual não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, com variação de 0,49 a 0,80.

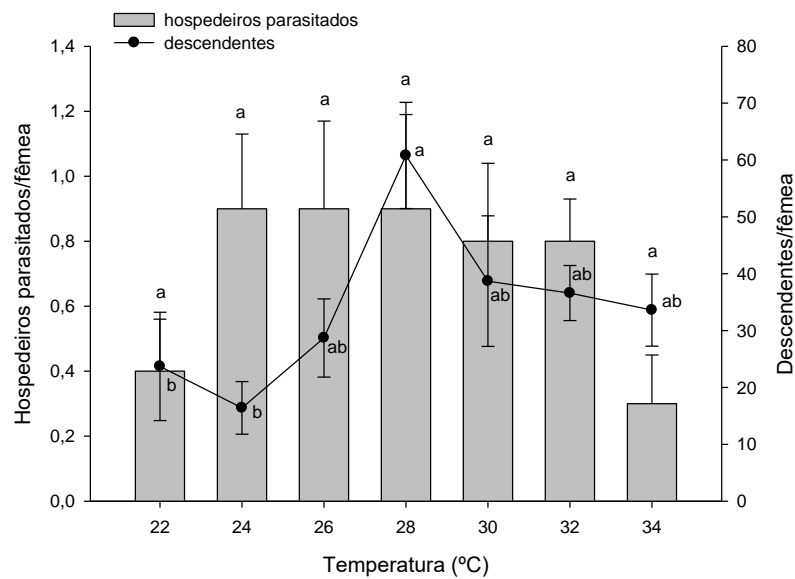


Figura 23. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Santa Ernestina-SP.

Com os parasitoides da biofábrica de Sertãozinho-SP (Figura 23) as maiores médias encontradas para número médio de lagartas parasitadas por fêmea foram nas temperaturas de 22, 24, 26 e 32°C ($F_{5,63}=7,72$; $P<0,0001$). Quanto ao número médio de descendentes viáveis por fêmea, não houve diferença significativa entre os tratamentos, com variação de 21,0 e 46,0 ($F_{5,34}=1,05$; $P=0,4103$). A razão sexual não diferiu estatisticamente entre os tratamentos situando-se entre 0,47 a 0,54.

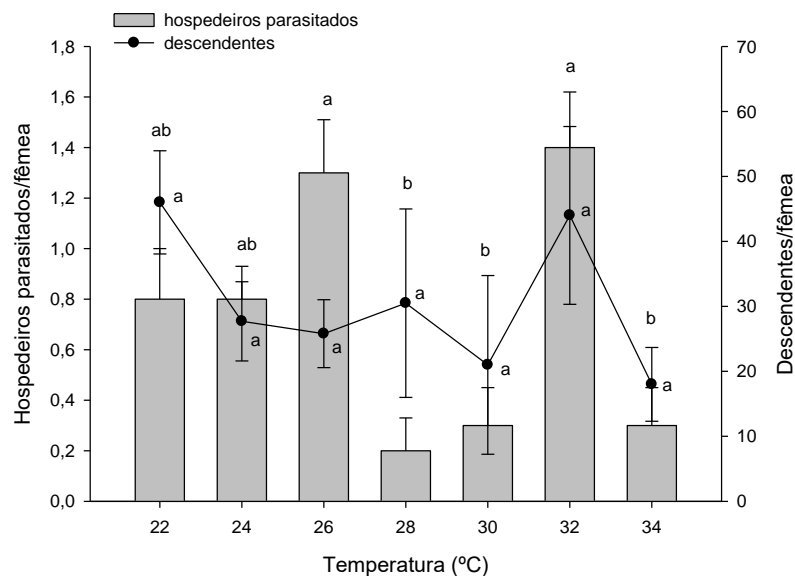


Figura 24. Número médio de lagartas parasitadas e de descendentes viáveis por fêmea de *Cotesia flavipes* proveniente de Sertãozinho-SP.

5. DISCUSSÃO

O controle eficiente de *D. saccharalis* por meio do parasitoide *C. flavipes* depende da qualidade dos indivíduos produzidos massalmente, de sua eficiência quando liberados em campo e do manejo adequado dos insetos. Nesse sentido, o teste utilizado nesta pesquisa para avaliar a atividade de voo de *C. flavipes* mostrou-se eficiente e sua utilização permitiu distinguir os indivíduos voadores e caminhadores. Esses resultados podem ser explicados devido ao condicionamento e diferenças na criação massal deste inseto, desde a qualidade dos hospedeiros ao manejo das criações entre as biofábricas, afetando os parâmetros utilizados no controle de qualidade, sendo um deles a atividade de voo (van LENTEREN, 2009).

A dispersão dos parasitoides é uma das características fundamentais para o bom desempenho em campo, bem como sua sobrevivência e capacidade de parasitismo, sendo estes fatores altamente influenciados pela temperatura (PREZOTTI et al., 2002; GETU; OVERHOLT; KAIRU, 2004).

Diversos estudos mostraram que, com o aumento da temperatura, alguns parâmetros comportamentais e metabólicos podem ser alterados, entre eles a quantidade de lipídios (reserva energética) utilizados pelo parasitoide na busca por hospedeiros em diferentes nichos (“patches”) durante seu comportamento de forrageamento (SUVERKROPP et al., 2001; FLINN; HAGSTRUM, 2002; MENON; FLINN; DOVER, 2002; ZAMANI et al., 2006; GARCIA-MARTIN et al., 2008; GINGRAS et al., 2008).

No presente trabalho, quando foi avaliada a atividade de voo dos insetos das biofábricas a 25°C, observou-se que, no geral, *C. flavipes* apresentou as maiores médias para insetos com comportamento caminhador. Porém, quando foram comparados apenas os insetos classificados na categoria voadores, aqueles de Campo Novo do Parecis-MT foram os que apresentaram o maior número de voadores, resultado também observado por Hivizi et al. (2009) que avaliaram *C. flavipes* produzida na mesma biofábrica.

Os insetos avaliados nas demais temperaturas apresentaram, em geral, maiores porcentagens de caminhadores, ou seja, aqueles em que encontravam-se colados na faixa de cola interna da câmara de voo, o que não ocorreu na biofábrica

de Sertãozinho-SP, na qual obteve altas porcentagens de insetos voadores (encontravam-se colados na tampa interna da câmara de voo) na faixa de temperatura de 22 a 32°C.

Para tentar aumentar a porcentagem de voadores, que foi muito baixa na maioria das biofábricas estudadas, sugere-se como pesquisas futuras o cruzamento das duas populações que apresentaram maiores porcentagens de voadores (Campo Novo do Parecis-MT e Sertãozinho-SP), utilizando as câmaras de atividade de voo para detecção dos insetos caminheiros, voadores e não voadores ao longo das gerações. Talvez essa estratégia possa melhorar as porcentagens de insetos voadores destas populações, bem como, a introdução de indivíduos “selvagens” (de seu centro de origem).

A temperatura de 22°C não foi favorável à atividade de voo para os parasitoides da maioria das populações avaliadas, exceto para as biofábricas de Campo Novo do Parecis-MT, Coruripe-AL e Sertãozinho-SP. Este baixo desempenho das demais biofábricas a 22°C pode ser estar relacionado aos insetos não possuírem capacidade própria de regulação térmica, com isso sua atividade metabólica aumenta ou diminui de acordo com a temperatura a que estão expostos, podendo ter prejudicado a atividade de voo das demais biofábricas. Para *C. flavipes* a faixa considerada ótima para desenvolvimento varia de 25°C a 28°C, com a temperatura mais baixa avaliada (22°C) se mostrando um possível fator limitante de acordo com as condições que o inseto necessita para realizar suas atividades metabólicas e comportamentais como a atividade de voo (LOGAN et al., 1976; HUEY; KINGSOLVER, 1989; GETU; OVERHOLT; KAIRU, 2004; RODRIGUES, 2004; GETU, 2007).

Getu (2007) comparou a influência da temperatura e umidade relativa na longevidade e na fecundidade de *C. flavipes*, determinando que a melhor faixa de temperatura para liberação em campo está entre 20 a 30°C. Os resultados deste trabalho mostraram que, em relação à atividade de voo, a melhor temperatura para liberação situa-se entre 24°C a 32°C.

Devido a esse comportamento e, conseqüentemente, a baixa dispersão do parasitoide em campo, sugere-se mudança na estratégia de liberação para efetivo controle. Dinardo-Miranda et al. (2014) argumentaram que é necessário mover os

pontos de liberação do parasitoide, os tornando mais próximos (30 m/ponto), já que a dispersão de *C. flavipes* pode ocorrer em um raio de até 15 m. Assim, seriam necessários nove pontos de liberação/hectare, diferentemente da metodologia utilizada de 50 m/ponto, sendo quatro pontos de liberação/hectare com um raio de dispersão do parasitoide variando de 25 a 48 m.

Além de metodologias eficientes para liberação em campo, é de extrema importância avaliar a qualidade e confiabilidade dos parasitoides produzidos, uma vez que estes inimigos naturais são importantes, tanto comercialmente para as biofábricas, como também, na utilização para o controle biológico pelo produtor (LEPPLA; ASHLEY, 1989; van LENTEREN, 2009; VEIGA et al., 2013).

Assim, novos estudos devem ser realizados em campo, para verificar a dispersão dos parasitoides em cana-de-açúcar e não somente sua capacidade de voo, bem como avaliar se *C. flavipes* produzida em Campo Novo do Parecis-MT e em Sertãozinho-SP irão atingir maiores distâncias de dispersão.

Quanto a sobrevivência de adultos, insetos das biofábricas de Santa Ernestina-SP, Américo Brasiliense-SP, Campo Novo do Parecis-MT e Quirinópolis-GO foram aqueles que apresentaram maior longevidade de fêmeas a 25°C, enquanto que a maior sobrevivência de machos foi observada nas biofábricas de Santa Ernestina-SP e Pradópolis-SP. Em relação ao número de lagartas parasitadas por fêmea, descendentes viáveis e razão sexual a 25°C, 90% das biofábricas tiveram resultados semelhantes.

São vários os fatores que podem influenciar direta ou indiretamente na qualidade do parasitoide produzido massalmente, um destes fatores pode ser a qualidade dos hospedeiros (*D. saccharalis*) em que os parasitoides são criados. Segundo Vacari et al. (2012), alguns componentes ofertados na dieta nos hospedeiros como o germe de trigo pode proporcionar maior longevidade dos parasitoides.

Como as fêmeas do parasitoide possuem tempo curto de vida, elas podem aceitar hospedeiros que julgam de baixa qualidade quando sua densidade populacional é baixa, ocorrendo esse comportamento devido à necessidade de oviposição rápida, fazendo com que as fêmeas não tenham oportunidade de escolher hospedeiros melhores (WAAGE, 1986).

Uehara (2005) avaliou esse comportamento por meio da oferta de apenas um hospedeiro de cada vez à fêmeas de *C. flavipes* em laboratório, constatando que a longevidade média dos descendentes (F1) foi curta, 2 a 3 dias (38h a 72h), resultados similares aos encontrados neste estudo, para todas as biofábricas, com tempo de sobrevivência máximo de 56h para fêmeas e machos, quando avaliadas em temperatura constante de 25°C.

Campos-Farinha e Chaud-Netto (2000) avaliaram lagartas de *D. saccharalis* ofertadas individualmente à fêmeas de *C. flavipes* e observaram que a quantidade de posturas não variou com a idade do hospedeiro, embora a quantidade de descendentes foi maior nas lagartas mais pesadas.

Sendo assim, é necessário o conhecimento de cada componente inserido na dieta para elaboração de um protocolo único a fim de melhorar a qualidade dos hospedeiros em todas as biofábricas e avaliar sua influência nas diferentes populações do parasitoide.

Além da qualidade da dieta, aspectos sanitários devem ser levados em consideração em uma criação massal de insetos, como por exemplo, a contaminação dos indivíduos, tanto hospedeiros quanto dos parasitoides, com patógenos que podem afetar a biologia destes organismos. Um dos patógenos encontrado com frequência em criações massais de *C. flavipes* é o microsporídeo *Nosema* sp. (Microsporidia: Nosematidae), com transmissão vertical do hospedeiro para o parasitoide e vice e versa. Os parasitoides infectados por *Nosema* podem apresentar longevidade, capacidade de parasitismo e potencial reprodutivo reduzidos quando comparados a indivíduos livres do patógeno (SIMÕES et al., 2012). Por isso, a higiene e asepsia dentro de uma biofábrica devem ser primordiais, pois a desinfecção dos ovos do hospedeiro e a asepsia dos ingredientes empregados na dieta para criação do hospedeiro auxiliam no controle desse patógeno (DINIZ et al., 2008).

Além de fatores que podem interferir na qualidade, e que estão relacionados diretamente à criação massal do parasitoide, existem outros aspectos que também podem interferir em seu desempenho, tais como a embalagem em que são transportados e o meio de transporte quando encaminhados para liberação em campo. Santos (2013) e Santos et al., (2015) avaliaram a influência de diferentes

embalagens utilizadas para liberação do parasitoide, bem como o meio de transporte sobre o tamanho das massas, número de fêmeas, machos e pupas inviáveis, e observou que pode haver interferências negativas na qualidade do parasitoide.

Embora as biofábricas avaliadas utilizem as mesmas embalagens para transporte das massas do parasitoide, elas estão localizadas em diferentes estados, portanto os insetos tiveram que ser transportados pelo meio de transporte mais favorável de acordo com a distância, sendo terrestre ou aéreo, e durante este trajeto não se sabe a que condições os parasitoides foram expostos, muito embora tenham sido transportados em caixas térmicas.

Por isso, deve-se levar em consideração as oscilações de temperatura e umidade em que os insetos são submetidos ao longo do trajeto até chegarem no local de liberação, ou laboratório de destino, uma vez que essas oscilações também podem interferir no desempenho do parasitoide em campo (GETU; OVERHOLT; KAIRU, 2004, SANTOS et al., 2015).

A maioria das populações de *C. flavipes* estudadas apresentaram menor porcentagem de voadores, longevidade, hospedeiros parasitados e produção de descendentes na temperatura de 34°C. Tais resultados afirmam que o tipo de transporte que permite temperaturas mais elevadas durante o trajeto, podem sim prejudicar a qualidade dos parasitoides. Assim, sugere-se o transporte dos parasitoides em caixas térmicas e veículos refrigerados, para que a qualidade dos indivíduos seja preservada (SANTOS et al., 2015).

A sobrevivência das fêmeas de *C. flavipes* submetidas a diferentes temperaturas foi maior a 22°C para os insetos das biofábricas de Américo Brasiliense-SP, Bandeirantes-PR, Coruripe-AL, Pradópolis-SP, Promissão-SP e Quirinópolis-GO, com as maiores médias de longevidade próximas de 47 horas (1 dia e 23 horas). Estes resultados corroboram com os obtidos por Potting et al. (1997), que observaram maior longevidade de fêmeas de *C. flavipes* a 22°C, com 6,1 dias (146,4 horas) em relação a temperaturas mais altas como 30°C, a qual também se mostrou prejudicial a sobrevivência dos parasitoides.

A temperatura pode afetar a longevidade dos adultos de *C. flavipes*, principalmente fêmeas, que realizam o parasitismo e, conseqüentemente, o controle biológico, uma vez que, após a cópula, as fêmeas necessitam de condições ideais

para realizar o parasitismo, sendo elas temperatura e umidade favoráveis, entre outros fatores abióticos (OVERHOLT et al., 1994; GETU, 2007).

Embora a menor temperatura tenha favorecido a longevidade dos parasitoides, a maior longevidade observada foi de 2,5 dias (56 horas), e a menor de 8 horas, considerando todas as temperaturas e biofábricas. Esta oscilação entre as biofábricas, pode ser um reflexo da diferença dos insetos produzidos em diferentes lotes avaliados, o que reforça a avaliação da qualidade dos parasitoides produzidos.

Quanto ao número de lagartas parasitadas por fêmea e descendentes viáveis as maiores médias ocorreram nas temperaturas de 24°C a 32°C para 90% das populações avaliadas. Estes dados são positivos quando relacionados com a temperatura média encontrada em campo quando ocorrem os picos populacionais de *D. saccharalis*, sendo nos períodos mais quentes e úmidos do ano, com temperaturas médias entre 27°C a 29°C na região de Riberão Preto-SP (MACEDO; MACEDO, 2004).

Portanto, a temperatura mais baixa (22°C) e a mais alta (34°C) influenciaram negativamente no parasitismo e no número de descendentes viáveis, o que mostra que, apesar da sobrevivência ser maior a 22°C, é necessário que o inseto desempenhe sua principal função em campo, que é o parasitismo de *D. saccharalis*, para que o controle biológico seja eficaz.

Veiga et al. (2013) mostraram que populações de *C. flavipes* obtidas em diferentes biofábricas apresentaram diferenças no número de descendentes e no tamanho dos adultos, reforçando a necessidade de um controle de qualidade que detecte estas variações e possibilite a correção de possíveis problemas na criação do parasitoide em laboratório para que o mesmo tenha o desempenho desejado no campo.

As médias para razão sexual não diferiram em sete biofábricas, variando entre 0,10 a 0,87. Porém, três biofábricas mostraram diferença entre as médias, sendo maiores a 34°C (0,88) para Coruripe-AL, 30°C (0,82) para Pradópolis-SP e 24°C (0,73) para Quirinópolis-GO, ainda assim apresentaram resultado inferior ao encontrado por Campos-Farinha; Chauad Netto e Gobbi (2000), de 60% de proporção de fêmeas em relação aos machos na temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $30 \pm 10\%$.

A razão sexual de *C. flavipes* pode variar de acordo com o tipo de reprodução, uma vez que este parasitoide pode apresentar reprodução sexuada, no qual originará fêmeas e machos, ou reprodução assexuada por meio de partenogênese arrenótoca facultativa, que dará origem apenas a descendentes machos. (ARAKAKI; GANAHA, 1986).

Além disso, os parasitoides podem regular a razão sexual de seus descendentes por meio da avaliação de seus hospedeiros, quando uma fêmea de *C. flavipes* encontra um hospedeiro que julga inadequado ao desenvolvimento de sua prole, há uma tendência para produção de machos, bem como o tamanho do hospedeiro pode influenciar na definição da razão sexual de sua prole (CAMPOS-FARINHA; CHAUD-NETTO; GOBBI, 2000). Alguns himenópteros regulam a proporção de machos e fêmeas nos hospedeiros de acordo com seu tamanho, a fim de maximizar seus descendentes (CHARNOV, 1979).

Cueva; Ayquipa; Mescua (1980) avaliaram a biologia de *C. flavipes* em diferentes temperaturas e umidades, e observaram que, com uma cópula, a razão sexual foi 0,6 (1 macho para 1,6 fêmeas), ou seja, a razão sexual pode ser alterada pelo número de cópulas e de oviposições do parasitoide.

Pádua (1986) analisou a razão sexual de *C. flavipes* submetida a diferentes temperaturas e densidade de lagartas (*D. saccharalis*) ofertadas para parasitismo, e observou que ocorreu alteração na razão sexual dos parasitoides, com grande número de machos quando ofertada uma lagarta/parasitoide, com médias de 0,63 a 25°C e 0,26 a 32°C; já com a oferta de duas lagartas/parasitoide, as médias foram de 0,45 a 25°C e 0,85 a 32°C; e 0,10 a 32°C e 0,71 a 20°C para três lagartas/parasitoide, o que corrobora com os resultados encontrados neste estudo, com médias de 0,70 a 25°C e 0,48 a 32°C e com o parasitismo de 1 a 3 lagartas em média por parasitoide.

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se como protocolo de controle de qualidade, que no mínimo 50% dos indivíduos de *C. flavipes* sejam voadores, bem como o número de descendentes/hospedeiro seja de no mínimo 50 indivíduos/massa, longevidade mínima de 36h, pois, rotineiramente as biofábricas realizam liberações dos parasitoides após 24h da emergência, sendo observado neste trabalho que as fêmeas realizam a primeira oviposição com geração de

descendentes viáveis (sobreviventes de pupa a adulto) em até 8h, ou seja, as fêmeas de *C. flavipes* necessitam de no mínimo 36h após a emergência para realizar a oviposição; e razão sexual acima de 2:1 para que se tenha acima de 50% de fêmeas.

Deve-se, finalmente, salientar o quão impressionante são os testes para avaliação da qualidade e comportamento dos parasitoides frente a diferentes condições abióticas, como temperatura, quando liberados em campo, uma vez que, algumas biofábricas possuem parasitoides de maior qualidade.

Como perspectiva futura sugere-se o desenvolvimento de protocolos que minimizem as possíveis interferências negativas no processo de criação de *D. saccharalis* e de *C. flavipes* para que se obtenha um padrão de qualidade nas criações massais desse inseto, bem como, a adoção de testes, tais como os desenvolvidos neste trabalho, para a avaliação periódica do desempenho dos parasitoides; ou até mesmo uma nova introdução de indivíduos “selvagens” (de seu centro de origem) de *C. flavipes* que possam cruzar com os indivíduos criados em laboratório, a fim de resgatar comportamentos que podem ter sido modificados ao longo dos anos devido à criação massal do parasitoide, em processo de consanguinidade.

6. CONCLUSÃO

- Houve grande variação no desempenho dos parasitoides em todas as temperaturas avaliadas, para todos os parâmetros testados;
- O melhor desempenho dos parasitoides de maneira geral, ocorreu entre 24 a 30°C.
- Não há um padrão de qualidade dos parasitoides produzidos dentro das biofábricas, bem como, quando comparamos os insetos entre as mesmas.

7. REFERÊNCIAS

AGROLINK. **O portal do conteúdo agropecuário.** Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/aprovada-1--cana-transgenica-resistente-a-broca_393986.html. Acesso em: 19 jul. 2017.

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

ALVES, S. B.; PÁDUA, L. E. M.; AZEVEDO, E. M. M.; ALMEIDA, L. C. Controle da broca da cana-de-açúcar pelo uso de *Beauveria bassiana*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 403-406, 1985.

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, n. 3, p. 382-388, 1986.

ARAÚJO, J. R. **Guia prático para criação da broca da cana-de-açúcar e de seus parasitóides em laboratório**, Piracicaba: Programa Nacional de Melhoramento da cana-de-açúcar, 1987. 36 p.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agronômicos.** Londrina: Mecenias, 2013. 214 p.

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

BOLLER, E. F.; CHAMBERS, D. L. Quality aspects of mass reared insects. In: RIDGWAY, R. L.; VINSON, S. B. (Eds.). **Biological control by augmentation of natural enemies.** New York: Plenum Press, 1977. p. 219-235.

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.

BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; CHAGAS NETO, J. F.; OLIVEIRA, C. P. B. **Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar**. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.28, p.491-496, 1999.

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 jun. 2017.

BUG AGENTES BIOLÓGICOS. **Parasitoides**. Disponível em: <<http://bugagentesbiologicos.com.br/site/index.php/parasitoides/>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

CAIXETA, D. F. **Dispersão de machos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar**. 2010. 48 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.

CAMERON, P. Hymenopterological notices. **Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society**, Manchester, 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 parasitóides. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, n. 2, p. 229-234, 2000.

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.

CAPINERA, J. L. Sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). **University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences**, Gainesville, p. 1-5, 2001. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/John_Capinera/publication/237360198_Sugarcane_Borer_Diatraea_saccharalis_Fabricius_Insecta_Lepidoptera_Pyralidae1/links/54b3c5140cf26833efced35c/Sugarcane-Borer-Diatraea-saccharalis-Fabricius-Insecta-Lepidoptera-Pyralidae1.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2017.

CHARNOV, E. L. The genetical evolution of patterns of sexuality Darwinian fitness. **American Society of Naturalists**, Chicago, v. 113, p. 465-480, 1979.

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/17_04_20_14_04_31_bol_etim_cana_portugues_-_1o_lev_-_17-18.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2017.

CUEVA, M. C.; AYQUIPA, G. A.; MESCUA, V. B. Estudos 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.

DICKERSON, W. A.; LEPPLA, N. C. The insect rearing group and the development of insect rearing as a profession. In: ANDERSON, T. E.; LEPPLA, N. C. (Eds.). **Advances in insect rearing for research & pest management**. Boulder: Westview, 1992. p. 519.

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. 5, n. 2, p. 39-48, 2008.

DELATTRE, P. Conditions d'établissement et de dispersion en Guadeloupe d'*Apanteles flavipes* (Hym.: Braconidae), parasite des pyrales de la canne a sucre de genre *Diatraea* (Lep. : Pyralidae). **Entomophaga**, Paris, v. 23, n. 1, p. 43-50, 1978.

des VIGNES, W. G. Status of biological control of *Diatraea* spp. on sugarcane in Trinidad. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 3., Maceió, 1976. **Resumos...** Maceió: SEB, 1976. p. 105-106.

DUTTON, A.; BIGLER, F. Flight activity assessment of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) in laboratory and field conditions. **Entomophaga**, Paris, v. 40, n. 2, p. 223-233, 1995.

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.

FLINN, P. W.; HAGSTRUM, D. W. Temperature-mediated functional response of *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in stored wheat. **Journal of Stored Products Research**, New York, v. 38, n. 2, p. 185-190, 2002.

FREITAS, M. R. T.; FONSECA, A. P. P.; SILVA, E. L.; MENDONÇA, A. L.; SILVA, C. E.; MENDONÇA, A. L.; NASCIMENTO, R. R.; SANT`ANA, A. E. G. The predominance of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in sugar cane fields in the state of Alagoas, Brazil. **Florida Entomologist**, Winter Haven, v. 89, n. 4, p. 539-540, 2006.

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.

GARCIA-MARTIN, M.; GÁMEZ, M.; TORRES-RUIZ, A.; CABELLO, T. Functional response of *Chelonus oculator* (Hymenoptera: Braconidae) to temperature, and its consequences to parasitism. **Community Ecology**, Sunderland, v. 9, n. 1, p. 45-51, 2008.

GAVIRIA, J. D. Campaña biológica del *Diatraea saccharalis* (Fabr.), mediante la cria y propagación artificial de sus enemigos naturales y el combate de otras plagas de importancia económica en el Ingenio Rio Paila. Colômbia: Departamento de Entomología, La Paila, 1971. 22 p.

GILBERT, N.; RAWORTH, D. A. Insects and temperature - a general theory. **The Canadian Entomologist**, v. 128, n. 1, p. 1-13, 1996.

GINGRAS, D.; DUTILLEUL, P.; BOIVIN, G. Effect of plant structure on searching strategy and searching efficiency of *Trichogramma turkestanica*. **Journal of Insect Science**, Tucson, v. 8, n. 1, p. 28, 2008.

GETU, E. D. Comparative studies of the influence of relative humidity and temperature on the longevity and fecundity of the parasitoid, *Cotesia flavipes*. **Journal of Insect Science**, Tucson, v. 7, n. 1, p. 19, 2007.

GETU, E. D.; OVERHOLT, W. A.; KAIRU, E. Comparative studies on the influence of relative humidity and temperature on life table parameters of two populations of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). **Biocontrol Science and Technology**, London, v. 14, n. 6, p. 595-605, 2004.

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

HAYWARD, K. J. El gusano chupador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius) en Tucumán. **Boletín Estación Experimental Agrícola de Tucumán**, Buenos Aires, v. 38, p. 25, 1943.

HENSLEY, S. D.; HAMMOND JÚNIOR, 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: 14 set. 2017.

HOWE, R. W. Temperature effects on embryonic development in insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 12, n. 1, p. 15-42, 1967.

HUANG, Z.; REN, S.; MUSA, P. D. Effects of temperature on development, survival, longevity, and fecundity of the *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) predator, *Axinoscymnus cardilobus* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, San Diego, v. 46, n. 2, p. 209-215, 2008.

HUEY, R. B.; KINGSOLVER, J. G. Evolution of thermal sensitivity of ectotherm performance. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 4, n. 5, p. 131-135, 1989.

JIANG, N.; SÉTAMOU, M.; NGI-SONG, A. J.; OMWEGA, C. O. Performance of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) in parasitizing *Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae) as affected by temperature and host stage. **Biological Control**, New York, v. 31, n. 2, p. 155-164, 2004.

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.

LIU, S. S.; ZHANG, G. M.; ZHU, J. U. N. Influence of temperature variations on rate of development in insects: analysis of case studies from entomological

literature. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 88, n. 2, p. 107-119, 1995.

LOGAN, J. A.; WOLLKIND, D. J.; HOYT, S. C.; TANIGOSHI, L. K. An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 5, n. 6, p. 1133-1140, 1976.

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

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

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: 29 jul. 2017.

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.

MENDONÇA FILHO, A. F.; RISCO, S. H. B.; COSTA, J. M. B. Introduction and rearing of *Apanteles flavipes* Cameron (Hym.: Braconidae) in Brazil. **Proceedings...** 19th Congress of International Society of Sugarcane Technologists, São Paulo, 1977.

MENON, A.; FLINN, P. W.; DOVER, B. A. Influence of temperature on the functional response of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasitoid of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 38, n. 5, p. 463-469, 2002.

MILLER, J. C.; GERTH, W. J. Temperature-dependent development of *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae), as a parasitoid of the Russian wheat aphid. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 23, n. 5, p. 1304-1307, 1994.

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

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

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, n. 3, p. 253-259, 1994.

PÁDUA, L. E. M. **Influência da nutrição, temperatura e umidade relativa do ar na relação *Apanteles flavipes* (Cameron, 1891) – *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794)**. 1986. 85 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - ESALQ/USP, Piracicaba. 1986.

PARRA, J. R. P. Situação atual e perspectivas do controle biológico, através de liberações inundativas, no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 13, p. 271-279, 1992.

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. p. 59-68.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 71, n. 5, p. 420-429, 2014.

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.

PIZZOL, J.; PINTUREAU, B.; KHOUALDIA, O.; DESNEUX, N. Temperature dependent differences in biological traits between two strains of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 83, n. 4, p. 447-452, 2010.

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

POLASZEK, A.; WALKER, A. K. The *Cotesia flavipes* species-complex: parasitoids of cereal stem borers in the tropics. **Redia**, Firenze, v. 74, n. 3, p. 335-341, 1991.

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

POTTING, R. P.; OVERHOLT, W. A.; DANSO, F. O.; TAKASU, K. Foraging behavior and life history of the stemborer parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Insect Behavior**, New York, v. 10, n. 1, p. 13-29, 1997.

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.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/infoinsetos/pdf/art0104-01.pdf>>.

ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Predaceous ant fauna in new sugarcane fields in the state of São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 5, p. 805-811, 2004.

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, v. 108, n. 3, p. 969-974, 2015.

SÃO MARTINHO. **Divulgação de Resultados do 4T17 Ano Safra 2016/17**. Disponível em: <http://ri.saomartinho.ind.br/saomartinho/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&tipo=12597&conta=28&id=247413>. Acesso em: 12 jul. 2017.

SAS Institute. **SAS/IML® 14.1 User`s Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2015.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Oxford, v. 52, p. 591-611, 1965.

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.

SINGH, P. Artificial diets for insects, mites and spiders. New York: Plenum Press, 1977. 594p.

SINGH, P.; MOORE, R. F. **Handbook of insect rearing**. Amsterdam: Elsevier, 1985, p. 15-44.

SIMÕES, R. A.; REIS, L. G.; BENTO, J. M. S.; SOLTER, L. F.; DELALIBERA J. 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.

SNEDECOR, G. W; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. Ames: Iowa State Univ. Press, 1992. 422p.

SUVERKROPP, B. P.; BIGLER, F.; van LENTEREN, J. C. Temperature influences walking speed and walking activity of *Trichogramma brassicae* (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, Oxford, v. 125, n. 6, p. 303-307, 2001.

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.

UEHARA, M. T. **Estratégias de parasitismo da vespa parasitoide *Cotesia flavipes*, Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae)**. 2005. 124 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade de São Paulo/ FFCLRP, Ribeirão Preto-SP, 2005.

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 jun. 2017.

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

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.

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.

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.

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.

WHITE, W. H.; WILSON, L.T. Feasibility of using an alternative larval host and host plants to establish *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) in the temperature Louisiana sugarcane ecosystem. **Environmental Entomology**, College Park, v. 41, n. 2, p.275-281, 2012.

WAAGE, J. K. Family planning in parasitoids: adaptative patterns of progeny and sex allocation. In: WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. (Eds.). **Insects Parasitoids**. London: Academic Press, p.63-95, 1986.

WAAGE, J. K.; CARL, R. P.; MILLS, N. C.; GREATHEAD, D. J. Rearing Entomophagous insects. In: SINGH, R. L.; MOORE, R. L. (Eds.). **Handbook of insects rearing**. Amsterdam: Elsevier, p. 45-66, 1985.

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, 185 p.

WAJNBERG, E. Quality control of mass-reared arthropods: a genetical and statistical approach. In: **WORKSHOP OF THE IOBC GLOBAL WORKING GROUP “QUALITY CONTROL OF MASS REARED ARTHROPODS”**, 5th, Proceedings. Wageningen, OILB/IOBC, p.15-25, 1991.

ZAMANI, A.; TALEBI, A.; FATHIPOUR, Y.; BANIAMERI, V. Temperature-dependent functional response of two aphid parasitoids, *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae), on the cotton aphid. **Journal of Pest Science**, Berlin, v. 79, n. 4, p. 183-188, 2006.