

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

LORRAYNE JACINTO PACHECO VIEIRA

QUALIDADE HOSPEDEIRA E PREFERÊNCIA DE *Lysiphlebus testaceipes*
(CRESSON) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) POR DIFERENTES ÍNSTARES
DE *Schizaphis graminum* (RONDANI) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

LORRAYNE JACINTO PACHECO VIEIRA

QUALIDADE HOSPEDEIRA E PREFERÊNCIA DE *Lysiphlebus testaceipes*
(CRESSON) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) POR DIFERENTES ÍNSTARES
DE *Schizaphis graminum* (RONDANI) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

V658q
2018 Vieira, Lorryne Jacinto Pacheco, 1993-
Qualidade hospedeira e preferência de *Lysiphlebus testaceipes* (CRESSON) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) por diferentes instares de *Schizaphis graminum* (RONDANI) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) [recurso eletrônico] / Lorryne Jacinto Pacheco Vieira. - 2018.

Orientador: Marcus Vinicius Sampaio.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.1426>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Agronomia. 2. Parasitóides - Comportamento. 3. Relação hospedeiro-parasito. 4. Afídeo - Controle biológico. 5. Fitotecnia. I. Sampaio, Marcus Vinicius (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

LORRAYNE JACINTO PACHECO VIEIRA

QUALIDADE HOSPEDEIRA E PREFERÊNCIA DE *Lysiphlebus testaceipes*
(CRESSON) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) POR DIFERENTES ÍNSTARES
DE *Schizaphis graminum* (RONDANI) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 16 de fevereiro de 2018.

Dr ^a . Vanessa Andaló Mendes de Carvalho	UFU
Dr. Fernando Juari Celoto	UFU
Dr. Reinaldo Silva de Oliveira	IFTM

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio
ICIAG/UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

DEDICATÓRIA

É chegado o fim de mais uma etapa em minha vida, de mais um trabalho concluído. Foram dois anos de muito trabalho, dedicação, esforço, ansiedade, realizações e felicidades. Tudo isso só foi possível devido à base familiar e espiritual que possuo, por isso dedico este trabalho:

A Deus, que agradeço incansavelmente por ser minha maior fonte de segurança, por ter me erguido em cada dia de dificuldade e por se mostrar fiel em todos os momentos da minha vida. “Não andem ansiosos de coisa alguma; em tudo, porém, sejam conhecidas, diante de Deus, vossas petições, pela oração e pela súplica, e com ação de graças” Fl. 4:6.

Ao meu marido Danilo Vieira e Sousa, que acompanhou de perto meu esforço, me ajudando, dando suporte, compreensão e amor. Obrigada por me fazer acreditar em mim e por aguentar todas minhas crises existenciais ao longo desses dois anos com muito amor e abraços. Eu te amo.

Aos meus pais (Sérgio e Luzia), que me apoiam ao longo de toda a vida, independente de qual sonho eu tenha. Obrigada por cada abraço e palavra de incentivo ao longo da minha caminhada. A realização deste trabalho só foi possível por causa do incentivo de vocês há muitos anos atrás, em que me mostraram que o estudo é algo que ninguém pode tirar da gente e é uma das maiores riquezas que temos. Obrigada por tudo que vocês fazem por mim. Amo muito vocês.

Aos meus avós que, com toda simplicidade, sempre me incentivaram e se preocuparam com essa dissertação mesmo sendo uma coisa tão abstrata para eles.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

Ao meu marido e aos meus pais pelas ajudas nos finais de semana no laboratório.

À Nina que me acompanhou nas madrugadas de escrita.

À Giovana Matos e Anakely Rezende pela imensa ajuda neste experimento e pelas melhores conversas ao longo desses dois anos. Desejo muito sucesso e felicidades para vocês.

Ao Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio pela orientação e pela paciência ao longo de todos os anos da minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 O pulgão <i>Schizaphis graminum</i> e seu parasitoide <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	4
3.2 Preferência e qualidade hospedeira	5
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
4.1 Produção de plantas de sorgo e criação de insetos.....	7
4.2 Teste de preferência com chance de escolha de <i>Lysiphlebus testaceipes</i> por ninfas de 2º e 4º instar de <i>Schizaphis graminum</i>	8
4.3 Teste de preferência sem chance de escolha e qualidade de ninfas de 2º e 4º instar de <i>Schizaphis graminum</i> para <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	8
4.4 Análise dos dados.....	9
5 RESULTADOS	11
6 DISCUSSÃO	15
7 CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS.....	19

RESUMO

QUALIDADE HOSPEDEIRA E PREFERÊNCIA DE *Lysiphlebus testaceipes* (CRESSON) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) POR DIFERENTES INSTARES DE *Schizaphis graminum* (RONDANI) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

O parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) é um importante agente de controle biológico para diversas espécies de pulgões, como *Schizaphis graminum* (Rondani). Estudos envolvendo a preferência e a qualidade de espécies de afídeos hospedeiros podem fornecer importantes informações quanto à criação massal, conservação e uso dos parasitoides para incrementar o controle biológico. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a relação entre os instares de preferência e os de melhor qualidade de *S. graminum* para o desenvolvimento de *L. testaceipes*. Para isso, pulgões de *S. graminum* foram coletados e transferidos para placas de Petri contendo folhas de sorgo fixadas em 1 cm de ágar-água à 1% e mantidas em câmara climática com temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 h, até a formação de ninfas de segundo e quarto instares que foram utilizadas nos experimentos. O teste com chance de escolha foi realizado com uma arena de forrageamento do parasitoide contendo 10 ninfas de cada instar estudado e no teste sem chance de escolha 10 ninfas de um mesmo instar, ambos os testes com 15 repetições. Uma fêmea de *L. testaceipes* foi liberada na arena e foram avaliados por 5 min em microscópio estereoscópico os encontros do parasitoide com o hospedeiro, o número de provas do parasitoide e o número de oviposições. Após as observações os pulgões do teste com chance de escolha foram mantidos em câmara climática a 23°C por três dias e depois dissecados para avaliar o número de larvas dos parasitoides no interior dos pulgões. Já os pulgões do teste sem chance de escolha foram mantidos na câmara climática até o completo desenvolvimento do parasitoide. No teste com chance de escolha houve maior número de encontros e de oviposições do parasitoide com os pulgões de quarto instar e este instar apresentou um maior número de pulgões com larva do parasitoide em seu interior. No teste sem chance de escolha o número de oviposições, o tamanho da tíbia e o número de óvulos foram maiores e o período de desenvolvimento do parasitoide foi menor quando emergido de ninfas de quarto instar. Sendo assim, conclui-se que o quarto instar de *S. graminum* é preferido por *L. testaceipes* e apresenta maior qualidade hospedeira do que o segundo instar, devido ao menor período de desenvolvimento e maiores índices de fecundidade potencial e tamanho de parasitoide.

Palavras-chave: Cenobionte. Comportamento. Parasitoide. Seleção hospedeira.

ABSTRACT

HOST QUALITY AND PREFERENCE OF *Lysiphlebus testaceipes* (CRESSON) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) BY DIFFERENT INSTAR OF *Schizaphis graminum* (RONDANI) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

The parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) is an important biological control agent parasitizing several aphid species, such as *Schizaphis graminum* (Rondani). Studies involving the preference and quality of host aphids species can provide important information regarding the mass rearing, conservation and use of parasitoids as biological control agents. Thus, the objective of this work was to determine the relationship between the preference of the parasitoid and the host quality of different instars of *S. graminum* for *L. testaceipes*. To this end, *S. graminum* aphids were collected and transferred to Petri dishes with sorghum leaves fixed in 1% agar-water and kept in a climatic chamber with a temperature of 23 ± 1 ° C and a photophase of 12 h, until a formation of second and fourth instar nymphs, which were used in the experiments. The choice test was performed with a parasitoid foraging arena containing 20 nymphs (ten of each instar) and the non-choice test 10 nymphs of the same instar, both testes with 15 repetitions. One female of *L. testaceipes* was released in the arena and observed for 5 min under a stereoscopic microscope. Were evaluated the number of encounters, the number of parasitoid probes with the ovipositors and the number of ovipositions. After the observations, the aphids of the choice test were kept in a climatic chamber at 23°C for three days and then dissected to evaluate the number of larvae of the parasitoids inside the aphids. On the other hand, the aphids of the non-choice test were kept in the climatic chamber until the complete development of the parasitoid and were evaluate the developmental time, the size of the hind tibia and the number of eggs in the female ovarioles (egg load). In the choice test there were more encounters and ovipositions of the parasitoid on the fourth instar aphids and this instar showed a bigger number of aphids with larva of the parasitoid inside. In the non-choice test the number of oviposition and the number of eggs in the ovarioles were larger and the development time of the parasitoid was shorter when emerged from fourth instar nymphs. Thus, it is concluded that the fourth instar of *S. graminum* is preferred by *L. testaceipes* and presents higher host quality than the second instar, due to the shorter development time and greater reproductive potential and size of the parasitoid.

Keywords: Behaviour. Host selection. Koinobiont. Parasitoid.

1 INTRODUÇÃO

Parasitoides são insetos que ovipositam no interior de hospedeiros para que ocorra seu desenvolvimento larval, emergindo apenas na fase adulta, desta forma, os imaturos são completamente dependentes dos nutrientes contidos nos hospedeiros (SEQUEIRA; MACKAUER, 1992). Para o parasitoide se desenvolver com sucesso, a fêmea deve fazer uma escolha correta, para isso ela deve encontrar um hospedeiro adequado e que aceite o parasitismo, assim o sucesso do desenvolvimento do parasitoide é determinado pela qualidade do hospedeiro (BUENO et al., 2003).

Nesse sentido, a quantidade e a qualidade do alimento fornecido pelo hospedeiro ditam fatores cruciais para uma boa competitividade. Esses fatores constituem a chamada “*fitness*” do parasitoide e influenciam desde período de desenvolvimento e sobrevivência até a fase adulta, ditando condições como o tamanho do adulto e fecundidade (COLINET et al., 2005).

O tamanho do hospedeiro normalmente está relacionado de forma direta com a sua qualidade. Os parasitoides idiobiontes paralisam o hospedeiro imediatamente após o parasitismo e, por isso, preferem hospedeiros maiores e que disponibilizem mais alimento no momento da oviposição (COLINET et al., 2005; HENRY et al., 2005). Os parasitoides cenobiontes permitem que seu hospedeiro continue a desenvolver após o parasitismo e a sua morte ocorre apenas quando a larva do parasitoide está quase completando seu ciclo. Para esse tipo de parasitoide não necessariamente os maiores hospedeiros são os de maior qualidade, já que o hospedeiro continua se alimentando e desenvolvendo após o parasitismo (KOHYAMA et al., 2017). Sendo assim, eles têm que lidar com um maior grau de incerteza sobre os recursos para sua prole, uma vez que a qualidade do hospedeiro varia durante o desenvolvimento do parasitoide (COLINET et al., 2005; MACKAUER, 1986).

Após a descoberta do hospedeiro, o parasitoide o avalia por meio de toques com as antenas e provas com o ovipositor (MACKAUER et al., 1996), momento em que ocorre a avaliação das condições fisiológicas e nutricionais do hospedeiro (VINSON; IWANTSCH, 1980). Além disso, também são analisadas as respostas comportamentais do hospedeiro, como sua agressividade e capacidade de escapar do parasitismo (CHAU; MACKAUER, 2001). Para compreender o comportamento dos parasitoides são estudadas essas etapas no processo de seleção do hospedeiro, que ajudam a explicar a

preferência dos parasitoides e as taxas de parasitismo no final da população hospedeira (BUENO et al., 2003). Para isso, diversos estudos estão sendo realizados, a fim de determinar o melhor ínstar para o parasitismo de indivíduos cenobiontes e verificar se estes são os preferidos pelas fêmeas dos parasitoides.

O mais comum é que os parasitoides tenham preferência por hospedeiros de maior qualidade, porém, algumas espécies de parasitoides preferem hospedeiros de menor qualidade (STARÝ, 1989; HENRY et al., 2005; SAMPAIO et al., 2008). A adaptação de parasitoides em preferir e se desenvolver bem em hospedeiros com menor qualidade é um dos fatores que auxiliam na coexistência de espécies competidoras de parasitoides (PEKAS et al., 2016). Desta forma, parasitoides que utilizam instares diferentes do pulgão podem coexistir com maior facilidade e incrementar o controle biológico de pulgões.

O parasitoide cenobionte *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) é um importante agente de controle biológico e comumente encontrado no Brasil, parasitando diversas espécies de pulgões, como *Schizaphis graminum* (Rondani) (STARÝ et al., 2007), que é praga-chave da cultura do sorgo. É notório que *S. graminum* é um bom hospedeiro para *L. testaceipes* (SILVA et al., 2008). No entanto, essa relação ainda requer estudos, uma vez que se desconhece se são instares iniciais ou finais do hospedeiro preferidos ou os que promovem a maior “*fitness*” para o parasitoide. Esse conhecimento poderá elucidar sobre a coexistência desse parasitoide com outras espécies competidoras e na utilização de hospedeiros de melhor qualidade para a criação do parasitoide, auxiliando no controle biológico de pulgões.

2 OBJETIVOS

Objetivo geral:

O objetivo do trabalho foi avaliar a relação entre a preferência do parasitoide *L. testaceipes* e a qualidade do pulgão *S. graminum*, determinando a relação entre o ínstar preferido e o de maior qualidade de *S. graminum* para o desenvolvimento de *L. testaceipes*.

Objetivos específicos:

Avaliar a qualidade de um ínstar inicial (segundo ínstar) e um final (quarto ínstar) de desenvolvimento de *S. graminum* para o parasitoide *L. testaceipes*

- Hipótese nula (H_0): os diferentes instares do pulgão *S. graminum* não influenciam na *fitness* do parasitoide *L. testaceipes*.

- Hipótese alternativa (H_1): os diferentes instares do pulgão *S. graminum* influenciam na *fitness* do parasitoide *L. testaceipes*.

Avaliar a preferência do parasitoide *L. testaceipes* para um ínstar inicial (segundo ínstar) e um final (quarto ínstar) de desenvolvimento de *S. graminum*

- Hipótese nula (H_0): o parasitoide *L. testaceipes* não apresenta preferência pelos diferentes instares do pulgão *S. graminum*.

- Hipótese alternativa (H_1): o parasitoide *L. testaceipes* apresenta preferência por um dos instares do pulgão *S. graminum*.

Avaliar a relação entre a qualidade dos instares do pulgão *S. graminum* e a preferência do parasitoide *L. testaceipes*

- Hipótese nula (H_0): a preferência do parasitoide *L. testaceipes* é independente da qualidade dos instares do pulgão *S. graminum*.

- Hipótese alternativa (H_1): a preferência do parasitoide *L. testaceipes* é dependente da qualidade dos instares do pulgão *S. graminum*.

- Hipótese alternativa ($H_{1.1}$): o parasitoide *L. testaceipes* prefere o ínstar de menor qualidade do pulgão *S. graminum*.

- Hipótese alternativa ($H_{1.2}$): o parasitoide *L. testaceipes* prefere o ínstar de maior qualidade do pulgão *S. graminum*.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O pulgão *Schizaphis graminum* e seu parasitoide *Lysiphlebus testaceipes*

O pulgão *S. graminum* é uma das pragas-chaves das culturas do sorgo e do trigo. Apresenta coloração verde claro com uma mancha dorsal verde-escura e sífúnculos verdes com ápice preto. Além disso, possui saliva tóxica injetada no momento da sucção de seiva, que resulta na destruição enzimática da parede celular, levando a clorose e posterior necrose do tecido vegetal (SALVADORI; TONET, 2001; WAQUIL et al., 2003). Para seu controle, o parasitoide *L. testaceipes* é tido como agente promissor (BERGMANN et al. 1996; ELLIOT et al. 1999).

O parasitoide *L. testaceipes* é um importante agente de controle biológico e comumente encontrado no Brasil, parasitando diversas espécies de pulgões (Hemiptera: Aphididae). Dentre essas espécies estão: *Aphis coreopsidis* (Thomas), *Aphis craccivora* (Koch), *Aphis gossypii* (Glover), *Aphis nerii* (Boyer de Fonscolombe), *Aphis spiraecola* (Patch), *Myzus persicae* (Sulzer), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus), *S. graminum*, *Sitobion avenae* (Fabricius) e *Aphis (Toxoptera) citricidus* (Kirkaldy) (STARÝ et al., 2007), sendo que pulgões da tribo Aphidini (gêneros *Aphis*, *Rhopalosiphum* e *Schizaphis*) apresentam maior qualidade hospedeira para o parasitoide quando comparada com a tribo Macrosiphini (gêneros *Brevicoryne* e *Myzus*) (SILVA et al., 2008)

Em experimento realizado por Silva et al. (2008), foi possível observar que *L. testaceipes* apresenta uma maior preferência pelas espécies de hospedeiros na seguinte ordem decrescente: *R. maidis* > *A. gossypii* > *M. persicae*. A preferência por *S. graminum* foi igual à encontrada para *R. maidis* e para *A. gossypii* e maior que aquela para *M. persicae*. De acordo com Rodrigues e Bueno (2001), *L. testaceipes* apresentou uma taxa de parasitismo de 67% em *S. graminum* e 46% para e *A. gossypii*. Ao estudar o desenvolvimento de *L. testaceipes* apenas em *S. graminum*, Rodrigues et al. (2003) observaram uma fecundidade média de 646,7 ovos e demonstraram que 90% dos seus descendentes já haviam sido produzidos logo nos três primeiros dias de vida. Segundo os autores, o parasitoide *L. testaceipes* teve um alto potencial de crescimento populacional em *S. graminum* como hospedeiro nas condições analisadas.

Atualmente, existem estudos que envolvem a preferência e a qualidade de espécies de afídeos hospedeiros. Esses estudos podem fornecer importantes informações quanto à criação massal, conservação e uso dos parasitoides como agentes de controle biológico (SILVA et al., 2008).

3.2 Preferência e qualidade hospedeira

O inseto hospedeiro representa para os parasitoides todo o ambiente nutricional e fisiológico durante o desenvolvimento imaturo (COLINET et al., 2005). Esse ambiente afeta fatores da biologia do parasitoide como a razão sexual, o tamanho, o período de desenvolvimento, a fecundidade e a longevidade (VINSON; IWANTSCH, 1980). Para um hospedeiro ser considerado adequado a um parasitoide ele deve possuir elementos nutricionais e fisiológicos mínimos para o crescimento e desenvolvimento das fases imaturas do parasitoide, além de estar disponível e aceitar a oviposição (SEQUEIRA; MACKAUER, 1993).

Os parasitoides dependem dos recursos contidos em um único hospedeiro, que muitas vezes, não é muito maior que o parasitoide adulto (PEKAS et al., 2016). Existem parasitoides que reprimem o desenvolvimento do hospedeiro no momento do parasitismo, denominados idiobiontes e existem aqueles parasitoides que permitem que os ovos, larvas ou ninfas do hospedeiro se desenvolvam após o parasitismo, chamados de cenobiontes.

Sendo assim, a *fitness* dos parasitoides idiobiontes depende do ínstar e ou tamanho do hospedeiro no momento do parasitismo, pois, quanto maior, mais alimento o hospedeiro irá conter. Logo, hospedeiros maiores são os de maior qualidade para esses parasitoides (KOHYAMA et al., 2017). Já para os parasitoides cenobiontes, não necessariamente os maiores indivíduos são os de maior qualidade, pois seu hospedeiro continua a se desenvolver após o parasitismo (CHAU; MACKAUER, 2001).

Além disso, seria vantajoso se eles pudessem se hospedar em hospedeiros nos primeiros estágios de desenvolvimento. Isso seria ideal, uma vez que esses estágios são mais numerosos, mais fáceis de localizar, por ficarem próximo uns aos outros, fisicamente menores e mais fracos, sendo, assim, menos arriscado para a fêmea parasitar e principalmente mais competitivo, pois eles são menos propensos a já terem sido parasitados por outro parasitoide (KOHYAMA et al., 2017).

O sucesso reprodutivo de uma espécie de parasitoide depende da capacidade que a fêmea dessa espécie tem de avaliar a adequação do hospedeiro, uma vez que o hospedeiro é todo o ambiente disponível para o desenvolvimento da fase imatura do parasitoide (HENRY et al., 2005). Alguns estudos estão sendo realizados para definir qual o ínstar preferido pelos parasitoides e se esses instares são os que apresentam maior qualidade hospedeira.

Dessa forma, Henry et al. (2005) observaram que o pulgão *Aulacorthum solani* (Harris) de segundo ínstar produziu um alto nível de sucesso reprodutivo ao parasitoide *Aphidius ervi* Haliday, enquanto o terceiro e o quarto ínstar do hospedeiro resultaram em uma redução substancial do desempenho reprodutivo do parasitoide. Quando houve chance de escolha de hospedeiros, os parasitoides preferiram os hospedeiros de instares finais de desenvolvimento do pulgão (terceiro e quarto instares) para a oviposição, desconsiderando a sua menor qualidade ao desenvolvimento das larvas.

Já Colinet et al. (2005) verificaram que instares intermediários de *M. persicae* tiveram maior qualidade para *A. ervi* e as fêmeas dessa espécie de parasitoide preferiram ovipositar esses hospedeiros do que os de menor qualidade. O parasitoide *Aphidius transcaspicus* Telenga quando parasitando *Hyalopterus pruni* Geoffroy, também preferiu os instares intermediários (segundo a quarto) em relação ao primeiro e ao adulto (LATHAM; MILLS, 2012). Quando o parasitoide *A. ervi* teve escolha de parasitar pulgões *A. solani* de segundo, terceiro ou quarto ínstar, a maior quantidade de múmias formadas ocorreu no segundo ínstar, a menor no quarto ínstar. Tal fato indica que a qualidade das ninfas de *A. solani* para o desenvolvimento larval de *A. ervi* diminui com o aumento do tamanho e da idade do hospedeiro ou que os hospedeiros do terceiro e quarto ínstar são mais capazes de gerar uma resposta de defesa fisiológica ao parasitismo do que os de segundo (HENRY et al., 2005).

Nos estudos de Walker e Hoy (2004), o parasitoide *Lipolexis oregmae* (Gahan) (Hymenoptera: Aphidiidae) se desenvolveu melhor em ninfas de segundo ínstar do pulgão *Aphis (Toxoptera) citricidus*. Em relação aos resultados de qualidade e preferência de parasitoides de pulgões surge uma pergunta: sabe-se que com o passar da idade (ínstar) os pulgões aumentam de tamanho, mas esse aumento induz necessariamente a melhorar a qualidade do hospedeiro? (COLINET et al., 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico (LACOB) da Universidade Federal de Uberlândia UFU, Uberlândia MG. Para a criação dos insetos foram utilizadas câmaras climatizadas em temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 h.

4.1 Produção de plantas de sorgo e criação de insetos

Plantas de sorgo granífero, cultivar BRS 332 foram cultivadas em casa de vegetação em vasos contendo substrato orgânico MA[©] e utilizadas para a criação e manutenção de *S. graminum* para os experimentos.

Indivíduos de *S. graminum* foram coletados nas plantas de sorgo mantidas na casa de vegetação e transferidos para placas de Petri de vidro de 10 cm vedadas com tela de organza e contendo folhas de sorgo fixadas em uma camada de ágar-água à 1% de 1cm de altura. Estas foram mantidas em câmara climática.

Em cinco placas de Petri de vidro de 5 cm contendo folhas de sorgo fixadas em 1 cm ágar-água à 1% foram colocadas 20 fêmeas adultas oriundas da criação e manutenção em cada placa. Após 24 horas as fêmeas foram retiradas e as ninfas geradas foram mantidas nessas condições por mais 24 horas, até atingirem o 2º instar. O mesmo procedimento foi feito para a criação de ninfas de 4º instar, só que, para isso, após a retirada dos adultos, as ninfas foram mantidas por 72 horas até atingir o 4º instar.

Desta forma, foram utilizadas ninfas de 2º e 4º instares nos experimentos. Esses instares foram selecionados em função de resultados preliminares (não publicados) do grupo de pesquisa do LACOB, os quais indicaram um alto índice de mortalidade no primeiro instar e uma fácil diferenciação pelo tamanho das ninfas de segundo e quarto instar. Esses estudos também mostraram que a qualidade de *S. graminum* de 1º instar foi igual aos de 2º instar para *L. testaceipes* e que a qualidade do 3º instar foi igual a do 4º instar. No entanto, *L. testaceipes* que se desenvolveram em ninfas de 3º e 4º instares possuíram melhor *fitness* do que aqueles que se desenvolveram em ninfas de 1º e 2º.

Múmias de *S. graminum* parasitados por *L. testaceipes* foram coletas de plantas de sorgo da casa de vegetação e armazenadas em micro tubos de 2 mL e mantidos em câmara climatizada até a emergência dos parasitoides. Ao emergirem, machos e fêmeas foram sexados em microscópio estereoscópico e colocados em um mesmo micro tubo

para ocorrer o acasalamento. Após constatado os cruzamentos os parasitoides foram individualizados novamente em micro tubos e as fêmeas foram utilizadas nos experimentos.

4.2 Teste de preferência com chance de escolha de *Lysiphlebus testaceipes* por ninfas de 2º e 4º ínstar de *Schizaphis graminum*

Ninfas de *S. graminum* foram transferidas para as placas de Petri de vidro de 5 cm com o auxílio de um pincel de ponta fina, contendo folhas de sorgo de tamanho compatível com a placa sobre uma camada de 1 cm de ágar-água a 1%, posteriormente vedada com tela de organza. Para este teste foram utilizadas 20 ninfas, sendo 10 ninfas de 2º ínstar e 10 ninfas de 4º ínstar, sendo utilizadas no total 15 placas, sendo cada placa uma repetição. As placas foram colocadas em câmara climática por 15 minutos para amenizar a agitação causada pelo manuseio das ninfas ao serem transferidas.

Em sala climatizada a 23°C uma fêmea do parasitoide *L. testaceipes* com menos de 24 horas de emergência, previamente acasalada e sem experiência prévia de oviposição, foi liberada em cada placa, onde permaneceu por 5 minutos contados a partir do primeiro contato do parasitoide com os pulgões. Foram avaliados, pela observação em microscópio estereoscópico os encontros do parasitoide com o hospedeiro, o número de provas do parasitoide e o número de oviposições.

Após a avaliação, os pulgões permaneceram nas placas e em câmaras climáticas por 72 horas. Logo após este período, as ninfas foram dissecadas individualmente com o auxílio de dois estiletos, em lâmina escavada contendo soro fisiológico e sob microscópio estereoscópico. Foi verificado o número total de larvas do parasitoide encontrado em cada ninfa do pulgão. As ninfas encontradas mortas antes de completar este período também foram dissecadas.

4.3 Teste de preferência sem chance de escolha e qualidade de ninfas de 2º e 4º ínstar de *Schizaphis graminum* para *Lysiphlebus testaceipes*

Para este teste 10 ninfas de um mesmo ínstar (2º ínstar ou 4º ínstar) foram colocadas em placas de Petri. Uma fêmea de *L. testaceipes* foi liberada por placa e observada em microscópio estereoscópico, como descrito anteriormente para o teste com chance de escolha. Foram utilizadas 15 placas para cada ínstar estudado (2º ínstar e

4º ínstar), sendo cada placa uma repetição. As ninfas foram mantidas nas câmaras climáticas para o completo desenvolvimento dos parasitoides.

Ao constatar a formação de múmias, estas foram retiradas da placa de Petri e colocadas em tubos de vidro de 8 cm, até a emergência do parasitoide. Após a emergência, foi avaliado o período de desenvolvimento do parasitoide (período compreendido entre o momento do parasitismo e a emergência do parasitoide), o tamanho da tibia posterior do parasitoide e de suas respectivas múmias e a fecundidade potencial das fêmeas de *L. testaceipes*. Para verificar o processo de mumificação dos pulgões e a emergência dos adultos, foram realizadas cinco observações diárias durante a fotofase (7h; 8h; 11h; 14h; e 17h).

O tamanho da tibia posterior foi utilizado para estimar o tamanho dos parasitoides e dos hospedeiros. A tibia posterior das múmias foi mensurada para estimar o tamanho final do hospedeiro, no momento da formação da múmia. Para medir as tibias foram utilizados todos os parasitoides emergidos no experimento, um total de 95 parasitoides e suas respectivas múmias (61 parasitoides emergidos a partir de ninfas de 4º ínstar e 34 parasitoides emergidos a partir de ninfas de 2º ínstar). A tibia posterior de cada indivíduo foi retirada, montada em lâmina e fotografada com câmera digital para microscopia (ScopeTek® modelo DCM 130) para posterior aferição do tamanho das tibias com os softwares ScopePhoto® e MiniSee®.

Para a avaliação da fecundidade potencial (número de óvulos nos ovariolos), 15 fêmeas de *L. testaceipes* de cada tratamento foram dissecadas sob microscópio estereoscópico. Cada fêmea do parasitoide recém emergida foi colocada em álcool 46% e dissecada em lâmina escavada, contendo solução fisiológica (NaCl 0,9%) sob microscópio estereoscópico e com o auxílio de estiletos. O abdômen e posteriormente os ovariolos do parasitoide foram separados do restante do corpo, os ovariolos foram dissecados e os óvulos foram individualizados. O corante azul de toluidina (solução de 0,05% do corante em tampão fosfato 0,1M e pH 4,7) foi utilizado para facilitar a visualização dos óvulos. A solução com o corante foi diluída em água destilada (1:1), foi adicionada uma gota desta solução na lâmina escavada e verificado o número de óvulos por fêmea.

4.4 Análise dos dados

Os dados foram avaliados quanto a homogeneidade das variâncias e a normalidade dos resíduos pelo teste de Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente, no programa SPSS. Os dados do número de óvulos por fêmea (fecundidade potencial) foram transformados para LOG do número para atender as pressuposições de normalidade e homogeneidade. Foi realizada ANAVA e as médias foram comparadas pelo teste "t" com modificação de Bonferroni, com o programa estatístico SISVAR. Para determinar a diferença entre a razão sexual teórica (1:1) e a observada, os dados foram avaliados pelo teste de Chi-quadrado (χ^2) com a significância de 0,05.

5 RESULTADOS

No teste com chance de escolha foi possível observar maior número de encontros ($F= 8,443$; $p= 0,0071$), de oviposições ($F= 19,444$; $p= 0,0001$) e de larvas ($F= 6,352$; $p= 0,0177$) do parasitoide *L. testaceipes* nos pulgões de quarto ínstar de *S. graminum*. Não houve diferença para o número de toques de prova com o ovipositor de *L. testaceipes* nos dois ínstares de *S. graminum* ($F= 1,111$; $p= 0,301$) (Tabela 1). Nesse teste, $92,05\pm 7,86\%$ das oviposições em ninfas de segundo ínstar de *S. graminum* resultaram em larvas de *L. testaceipes*, já $77,99\pm 2,24\%$ das oviposições em ninfas de quarto ínstar resultaram na formação de larvas. Das ninfas que apresentaram larvas, 85,46 e 91,47% apresentaram uma larva de *L. testaceipes*, para o segundo e o quarto ínstares, respectivamente, e em 14,54 e 8,53% das ninfas de segundo e quarto ínstares, respectivamente, foram encontradas duas larvas do parasitoide. Não houve a ocorrência de mais de duas larvas de *L. testaceipes* em um mesmo hospedeiro.

TABELA 1: Número de encontros, de toques de prova com o ovipositor, de oviposições e de larvas de *Lysiphlebus testaceipes* em 10 ninfas de segundo e 10 ninfas de quarto ínstar de *Schizaphis graminum* em teste com chance de escolha.

Ínstar	Número			
	Encontros	Provas	Oviposição	Larvas
Segundo	5,8 b	9,53 a	4,6 b	4,2 b
Quarto	8,27 a	11,87 a	7,6 a	5,93 a

Médias seguidas de letras distintas na coluna se diferem entre si pelo teste T com modificação de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Já para o teste sem chance de escolha não houve diferença para o número de encontros ($F=3,633$; $p= 0,067$) e de toques de prova ($F= 0,240$; $p= 0,6278$) de *L. testaceipes* com ninfas de segundo e de quarto ínstares de *S. graminum*. Já o número de oviposição de *L. testaceipes* foi superior ($F= 6,588$; $p= 0,0159$) em pulgões de quarto ínstar de *S. graminum* (Tabela 2). Nesse teste, $37,55\pm 6,05$ e $46,05\pm 4,74\%$ do total de oviposições em ninfas de segundo e quarto ínstares, respectivamente, resultaram em adultos de *L. testaceipes*.

TABELA 2: Número de encontros, de toques de prova com o ovipositor e de oviposições de *Lysiphlebus testaceipes* em 10 ninfas de segundo ou 10 ninfas de quarto ínstar de *Schizaphis graminum* em teste sem chance de escolha.

Ínstar	Número		
	Encontros	Provas	Oviposição
Segundo	7,33 a	10,93 a	6,00 b
Quarto	9,80 a	9,93 a	9,20 a

Médias seguidas de letras distintas na coluna se diferem entre si pelo teste T com modificação de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Ao avaliar o número de encontros e o número de oviposições foi possível inferir uma taxa de rejeição, ou seja, o número de vezes que *L. testaceipes* encontrou o hospedeiro, mas não ovipositou. No teste com chance de escolha, os pulgões de segundo ínstar foram rejeitados em 20,69%, já os de quarto ínstar tiveram uma taxa de rejeição de 8,10%. No teste sem chance de escolha, a taxa de rejeição foi semelhante a encontrada no teste com chance de escolha para cada ínstar (segundo ínstar 18,14%; quarto ínstar 6,12%).

Houve emergência dos parasitoides em todas as múmias formadas, tanto no segundo quanto no quarto ínstar de *S. graminum*. Não houve diferença entre a razão sexual esperada (1:1) e a observada para *L. testaceipes* emergidos em segundo ou quarto ínstar de *S. graminum*. Logo, em ambos os ínstar, não houve diferença no número de machos e fêmeas emergidos (Tabela 3).

TABELA 3: Número de machos e fêmeas e razão sexual de *Lysiphlebus testaceipes* emergidos de ninfas de segundo e quarto ínstar de *Schizaphis graminum*.

Ínstar	Nº de parasitoides				Razão sexual	χ^2
	Total	Machos	Fêmeas			
Segundo	34	21	13	0,38	1,88 ^{NS}	
Quarto	61	25	36	0,59	1,98 ^{NS}	

NS - Não significativo pelo teste do χ^2 a 5%.

Não houve diferença para o período de desenvolvimento de fêmeas e machos de *L. testaceipes* dentro de um mesmo ínstar (segundo ínstar F= 0,144; p= 0,7073 e quarto ínstar F= 0,225; p= 0,6268). Já quando se compara o mesmo sexo do parasitoide entre

os ínstaes, observa-se que fêmeas ($F= 20,088$ $p< 0,0001$) e machos ($F= 12,187$ $p= 0,0011$) emergidos de pulgões de segundo ínstar de *S. graminum* apresentaram maior período de desenvolvimento quando comparados com os que se desenvolveram em ninfas de quarto ínstar (Tabela 4).

TABELA 4: Período de desenvolvimento (dias) de *Lysiphlebus testaceipes* emergidos em ninfas de segundo e quarto ínstar de *Schizaphis graminum*.

	Período de desenvolvimento (dias)	
	Segundo Ínstar	Quarto Ínstar
Fêmeas	10,92 Aa	10,24 Ab
Machos	11,00 Aa	10,31 Ab

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, se diferem entre si pelo teste T com modificação de Bonferroni a 5% de probabilidade.

A fecundidade potencial média, estimada pela contagem do número de óvulos, foi superior nas fêmeas de *L. testaceipes* oriundas de ninfas parasitadas em quarto ínstar, do que daquelas emergidas de ninfas de segundo ínstar ($F= 25,542$; $p< 0,0001$) (Tabela 5).

TABELA 5: Número médio de óvulos (fecundidade potencial) de 15 fêmeas de *Lysiphlebus testaceipes* emergidas de segundo ou quarto ínstar de *Schizaphis graminum*.

Ínstar	Número de óvulos
Segundo	237,23 b
Quarto	299,60 a

Médias seguidas de letras distintas na coluna se diferem entre si pelo teste T com modificação de Bonferroni a 5% de probabilidade.

O tamanho da tibia posterior dos parasitoides fêmeas ($F= 8,446$; $p=0,0067$) e machos ($F= 14,661$; $p= 0,0007$), emergidos a partir de ninfas parasitadas em quarto ínstar, foram maiores do que os parasitoides emergidos a partir de ninfas de *S. graminum* de segundo ínstar (Tabela 6). Foi possível observar também que as múmias de ninfas parasitadas em quarto ínstar apresentaram maior tamanho de tibia do que as parasitadas no segundo ínstar (fêmeas $F= 14,931$; $p= 0,0007$ e machos $F= 43,779$; $p< 0,0001$) (Tabela 6).

TABELA 6: Tamanho de tíbias (em milímetros) do parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* e suas respectivas múmias, no pulgão *Schizaphis graminum* em segundo ou quarto ínstar.

Ínstar	Tamanho da tíbia (mm)			
	Parasitoides		Múmias	
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
Segundo	0,46 b	0,45 b	0,62 b	0,63 b
Quarto	0,53 a	0,50 a	0,72 a	0,75 a

Médias seguidas de letras distintas na coluna se diferem entre si pelo teste T com modificação de Bonferroni a 5% de probabilidade.

6 DISCUSSÃO

O parasitoide *L. testaceipes* encontrou e ovipositou em maior número de ninfas de quarto ínstar em relação a ninfas de segundo ínstar de *S. graminum*. Desta forma, foi possível observar que o parasitoide prefere ninfas de quarto ínstar tanto no teste com chance como no teste sem chance de escolha. O número de encontros de *L. testaceipes* em ninfas de quarto ínstar foi maior do que nas de segundo ínstar no teste com chance de escolha, isso indica que a escolha do parasitoide por ninfas de quarto ínstar de *S. graminum* foi realizada à distância, sem a necessidade de tocar o hospedeiro com as antenas e o ovipositor.

A qualidade é definida como características do hospedeiro que afetam o crescimento, desenvolvimento, sobrevivência e reprodução de parasitoides e incluem estágio ou tamanho do hospedeiro no parasitismo (GODFRAY, 1994; HARVEY, 2005). O tamanho do hospedeiro e do parasitoide geralmente estão positivamente correlacionados e, por sua vez, esses parâmetros estão relacionados a outros traços, como longevidade, fecundidade e adequação nutricional (GODFRAY, 1994). Esses parâmetros (tamanho, desenvolvimento, razão sexual e fecundidade) são usados para medir indiretamente a “*fitness*” (aptidão) do parasitoide (ROITBERG et al., 2001). No presente estudo, o parasitoide *L. testaceipes* teve maior *fitness* em ninfas de quarto ínstar de *S. graminum* do que nas de segundo ínstar.

O maior período de desenvolvimento larval de *L. testaceipes* no segundo do que no quarto ínstar de *S. graminum*, também foi observado em larvas de *A. ervi* em ninfas de segundo ínstar de *A. solani* em relação aos demais estágios de desenvolvimento (HENRY et al., 2005). Um tempo de desenvolvimento mais curto reduziria os riscos de mortalidade natural do parasitoide (BARRETTE et al., 2009). De acordo com Henry et al. (2005), esse fato sugere que as larvas de *A. ervi* podem ter exigido mais tempo para obter nutrientes adicionais para completar o desenvolvimento, fato que também pode ter ocorrido com as larvas de *L. testaceipes* em ninfas de segundo ínstar de *S. graminum*.

O período de desenvolvimento constatado no presente estudo foi superior ao encontrado por Rodrigues et al. (2003), em que o tempo médio de desenvolvimento para machos e fêmeas de *L. testaceipes* foi 9,0 e 9,1 dias, respectivamente. O período de desenvolvimento de *L. testaceipes* em *S. graminum* no presente estudo, também foi superior quando comparado com outros hospedeiros, como *M. persicae* e *A. gossypii*,

que apresentaram um período de desenvolvimento de 9,0 e 8,8 dias, respectivamente (CARNEVALE et al., 2003).

Para os parasitoides cenobiontes, a seleção de hospedeiros maiores e mais velhos pode limitar os recursos futuros disponíveis para o desenvolvimento de suas larvas, uma vez que há maior possibilidade de o hospedeiro mais velho morrer antes que suas larvas tenham completado o desenvolvimento, o que representa um risco considerável para as larvas parasitoides (HENRY et al., 2005). A seleção de hospedeiros pelos parasitoides cenobiontes deve, portanto, favorecer as estratégias que maximizam a sobrevivência da progênie (e do hospedeiro) em primeiro lugar e outras características secundariamente (HARVEY; STRAND, 2002).

O tamanho dos parasitoides seja ele macho ou fêmea e a fecundidade potencial de *L. testaceipes* foi maior quando emergidos de ninfas de quarto ínstar. A condição reprodutiva das fêmeas em termos de fecundidade e longevidade é, muitas vezes, correlacionada positivamente com o tamanho corporal (ARAKAWA et al., 2004; SAGARRA et al., 2001), e pode estar relacionada ao ínstar do hospedeiro no momento da oviposição. Por exemplo, o parasitoide *A. colemani* aumentou a fecundidade potencial com o aumento do ínstar de *M. persicae* e foi máxima quando as fêmeas se desenvolveram em pulgões de quarto ínstar (BARRETTE et al., 2009). Já os machos maiores têm maior capacidade de inseminar e de competir por fêmeas. Sendo assim, as consequências físicas do tamanho corporal e seus correlatos são importantes na dinâmica populacional e essenciais para a compreensão e modelagem da evolução da vida e das decisões comportamentais (HE; WANG, 2006).

A partir dos parâmetros analisados foi possível verificar que o parasitoide *L. testaceipes* prefere ovipositar em ninfas de *S. graminum* que apresentam maior qualidade, ou seja, ninfas de quarto ínstar. Já o parasitoide *A. ervi*, ao parasitar *A. solani* em segundo ínstar, obteve o maior nível de sucesso reprodutivo, enquanto o terceiro e o quarto ínstar resultaram em um desempenho reprodutivo reduzido, porém, ao se dar uma escolha de hospedeiros, o parasitoide preferiu os hospedeiros mais desenvolvidos para a oviposição, desconsiderando a sua menor qualidade ao desenvolvimento de larvas (HENRY et al., 2005).

Segundo Chau e Mackauer (2000), hospedeiros com maior qualidade são os preferidos, pois contém mais recursos para o desenvolvimento da larva do parasitoide. Por isso, algumas espécies de parasitoides se especializaram em parasitar os

hospedeiros de menor qualidade, evitando a competição interespecífica e tendo melhor desenvolvimento em instares iniciais de desenvolvimento dos pulgões.

Nesse contexto, os parasitoides *L. testaceipes* e *A. colemani* são as espécies dominantes em pulgões da tribo Aphidini, como *S. graminum*, na América Latina (STARÝ et al., 2007). Essas duas espécies de parasitoide são encontradas em mesma gama de espécies hospedeiras, porém, com correlação negativa para a co-ocorrência de *L. testaceipes* e *A. colemani*, indicando um efeito negativo da coexistência que se deve, provavelmente, ao efeito competitivo entre essas espécies (SAMPAIO et al., 2005). Porém, o parasitoide *L. testaceipes* se apresenta superior a *A. colemani* quando se trata de competição larval (SAMPAIO et al., 2006), o que pode explicar uma adaptação de *L. testaceipes* em preferir o instar de maior qualidade.

7 CONCLUSÕES

- O quarto ínstar de *S. graminum* é o preferido por *L. testaceipes*.
- O quarto ínstar de *S. graminum* apresenta uma melhor qualidade hospedeira para *L. testaceipes*.
- O parasitoide *L. testaceipes* prefere hospedeiros maiores, com maior qualidade e que lhe fornecem maior *fitness*.

REFERÊNCIAS

- ARAKAWA, R.; MIURA, M.; FUJITA, M. Effects of host species on the body size, fecundity, and longevity of *Trissolcus mitsukurii* (Hymenoptera): parasitoid of stink bugs. **Applied Entomology and Zoology**, v. 39, p. 177–181, 2004. <https://doi.org/10.1303/aez.2004.177>
- BARRETTE, M.; WU, G. M.; BRODEUR, J., GIRALDEAU, L.A.; BOIVIN, G. Testing competing measures of profitability for mobile resources. **Oecologia**, v. 158, p. 757–764, 2009. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1175-y>
- BERGMANN, E. C.; IMENES, S. L.; TAKEMATSU, A. P. 1996. Pragas, p. 13-22. In: S. D. L. IMENES & M. A. V. ALEXANDRE (Coord.). **Aspectos fitossanitários do crisântemo**. São Paulo, Boletim Técnico do Instituto Biológico, 47 p.
- BUENO, V.H.P.; A.B. CARNEVALE; M.V. SAMPAIO. Host preference of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) for *Myzus persicae* (Sulzer) and *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). In: VIII International Symposium on Ecology of Aphidophaga: Biology, Ecology and Behaviour of Aphidophagous Insects, 2003, Ponta Delgada. **Proceedings of the 8th International Symposium on Ecology of Aphidophaga. Biology, Ecology, Behaviour of Aphidophagous Insects**. Arquipélago: Life and Marine Science, p. 17–20.
- CARNEVALE, A.B.; BUENO, V.H. P; SAMPAIO, M.V. Parasitismo e desenvolvimento de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym.:Aphidiidae) em *Aphis gossypii* Glover e *Mysus persicae*(Sulser) (Hem.: Aphididae), **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 293-297, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000200015>
- CHAU, A.; MACKAUER, M. Preference of the aphid parasitoid *Monoctonus paulensis* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) for different aphid species: female choice and offspring survival. **Biological Control**, v. 20, p.30–38, 2001. <https://doi.org/10.1006/bcon.2000.0881>
- CHAU, A.; MACKAUER, M. Host-instar selection in the aphid parasitoid *Monoctonus paulensis*(Hymenoptera: Braconidae, Aphidinae): a preference for small pea aphids. **European Journal of Entomology**, v. 97, p. 347-353, 2000. <https://doi.org/10.14411/eje.2000.052>
- COLINET, H.; SALIN, C.; BOIVIN, G.; HANCE, T. H.; Host age and fitness-related traits in a koinobiont aphid parasitoid. **Ecological Entomology**, v. 30, n. 4, p. 473-479, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2005.00716.x>
- ELLIOT, N. C.; WEBSTER, J. A.; KINDLER.S. D. Developmental response of *Lysiphlebus testaceipes* to temperature. **Southwestern Entomology**, v. 24, p. 1-4,1999.
- GODFRAY, H.C.G. **Parasitoids: behavioural and evolutionary ecology**. Princeton University Press, Chichester, UK.1994

- HALDER, J.; RAI A. B.; KODANDARAM, M. H. Parasitization preference of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) among different aphids in vegetable ecosystem. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.84(11), p. 1431-1433, 2014.
- HARVEY, J.A.; STRAND, M. R. The developmental strategies of endoparasitoid wasps vary with host feeding ecology. **Ecology**, v. 83, p. 2439–2451, 2002. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2439:TDSOEW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2439:TDSOEW]2.0.CO;2)
- HARVEY, J. A. Factors affecting the evolution of development strategies in parasitoid wasps: the importance of functional constraints and incorporating complexity. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 117, p. 1–13, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2005.00348.x>
- HE, X.Z.; WANG, Q. Asymmetric size effect of sexes on reproductive fitness in an aphid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae) **Biological control**, v. 36, p. 293–298, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.09.014>
- HENRY, L.M; GILLESPIE, D. R.; ROITBERG, B. D. Does mother really know best? Oviposition preference reduce reproductive performance in the generalist parasitoid *Aphidius ervi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 116, p. 167-174, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2005.00318.x>
- KOHYAMA, T.I; ONIZAWA, K.; KIMURA, M.T. Growth rate adjustment of two *Drosophila* parasitoids in response to the developmental stage of hosts. **Ecological Entomology**, v. 42, p.785-792, 2017. <https://doi.org/10.1111/een.12444>
- LATHAM, D. R.; MILLS, N. J. Host Instar preference and functional response of *Aphidius transcaspicus*, a parasitoid of mealy aphids (*Hyalopterus* species). **Biocontrol**, v. 57, n. 5, p.603-610, 12, 2012.
- MACKAUER, M.; MICHAUD, J. P.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. **The Cananian Entomologist**, v.128, p. 959-980, 1996. <https://doi.org/10.4039/Ent128959-6>
- MAY, A.; PARRELLA, R. A. C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMOENE, M. L. F. Sorgo como Matéria-Prima para Produção de Bioenergia: Etanol e Cogeração. **Informe Agropecuário**, v.35, n.278, p.14-20, 2014.
- OLIVEIRA, M. Opção produtiva. **Revista Pesquisa Fapesp**. Versão eletrônica. Ed. 193, Mar/2012. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/03/23/op%03%a7%0c-3%a3o-produtiva/> acesso em 08 de setembro de 2017.
- PEKAS, A.; TENA, A.; HARVEY, J. A.; GARCIA-MARÍ, F.; FRAGO, E. Host size and satio temporal patterns mediate the coexistence of specialist parasitoids. **Ecology**, v.7, p. 1345–1356, 2016. <https://doi.org/10.1890/15-0118.1>
- RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P. Parasitism rates of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym.: Aphidiidae) on *Schizaphis graminum* (Rond.) and *Aphis gossypii* Glover (Hym.: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 625-629, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000400017>

- RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; BUENO-FILHO, J. S. S.: Desenvolvimento e avaliação do sistema de criação aberta no controle de *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) por *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym.: Aphidiidae) em casa de vegetação. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 433-436, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300016>
- RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphididae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 637-642, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262003000400017>
- ROITBERG, B. D., BOIVIN, G., VET, L. E. M. Fitness, parasitoids, and biological control: an opinion. **The Canadian Entomologist**, v. 133, p. 429–438, 2001. <https://doi.org/10.4039/Ent133429-3>
- SAGARRA, L.A., VINCENTE, C., STEWART, R.K. Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 91, p. 363–367, 2001.
- SALVADORI, J. R.; TONET, G. E. L. **Manejo integrado dos pulgões do trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 52 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 34).
- SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P.; DE CONTI, B.B.F.; RODRIGUES, S.M.M.; SOGLIA, M.C.M. Co- occurrence of *Aphidius colemani* and other aphid parasitoids in some localities of Southeastern Brazil. **Integrated control in protected crops, temperature climate**. [S.l.]. IOBC/WPRS, 2005a. p. 217- 220. (IOBC/WPRS Bulletin, v. 28, n.1).
- SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; SOGLIA, M. C. M.; De CONTI, B. F.; RODRIGUES, S. M. M. Larval competition between *Aphidius colemani* and *Lysiphlebus testaceipes* after multiparasitism of the host *Aphis gossypii*. **Bulletin of Insectology**, v.59, p. 147–151, 2006.
- SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; DE CONTI, B. F. The effect of the quality and size of host aphid species on the biological characteristics of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). **European Journal of Entomology**, v. 105, p. 489-494, 2008. <https://doi.org/10.14411/eje.2008.063>
- SANTOS, R. F.; PLACIDO, H.F; GARCIA, E. B.; CANTU, C.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L.P.; FRIGO, K. D. A. Sorgo sacarino na produção de agroenergia. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, p. 01-12, 2015.
- SEQUEIRA R.; MACKAUER, M. Nutritional ecology of an insect host-parasitoid association: the pea aphid-*Aphidius ervi* system. **Ecology**, v. 73, p.183–189, 1992. <https://doi.org/10.2307/1938730>
- SEQUEIRA, R.; MACKAUER, M. The nutritional ecology of a parasitoid wasp, *Ephedrus californicus* Baker (Hymenoptera: Aphidiidae). **Canadian Entomologist**, v. 125, p. 423- 430, 1993. <https://doi.org/10.4039/Ent125423-3>
- SILVA, R. J.; BUENO, VANDA H.P.; SAMPAIO, M.V. Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitóide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)

(Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 173-179, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000200011>

STARÝ, P. Incomplete parasitization in aphids and its role in pest management (Hymenoptera: Aphidiidae). **Acta Entomologica Bohemoslovaca**, v. 86, p. 356–367, 1989.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n.1, p. 107-118, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262007000100018>

VINSON, S.B.; IWANTSCH, G.F. Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v.25 n.1, p. 397-419, 1980. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.25.010180.002145>

WALKER, A. M.; HOY, M. Responses of *Lipolexis oregmae* (Hymenoptera: Aphidiidae) to Different Instars of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, v.96, p. 1685-1692, 2004. <https://doi.org/10.1093/jee/96.6.1685>

WAQUIL, J. M; VIANA, P. A; CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do sorgo. Circular técnica 27, 2003. 25 p.