

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RICARDO FERREIRA DOMINGUES

**TEMPERATURA NO POTENCIAL DE *Aphidius platensis* (BRÈTHES)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE, APHIDIINAE) PARA O CONTROLE
BIOLÓGICO DE *Melanaphis sorghi* (THEOBALD) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

UBERLÂNDIA/MG
2022

RICARDO FERREIRA DOMINGUES

**TEMPERATURA NO POTENCIAL DE *Aphidius platensis* (BRÈTHES)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE, APHIDIINAE) PARA O CONTROLE
BIOLÓGICO DE *Melanaphis sorghi* (THEOBALD) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

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

Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio

UBERLÂNDIA/MG
2022

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

D671 Domingues, Ricardo Ferreira, 1996-
2022 Temperatura no potencial de *Aphidius platensis*
(Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) para o
controle biológico de *Melanaphis sorghi* (Theobald)
(Hemiptera: Aphididae) [recurso eletrônico] / Ricardo
Ferreira Domingues. - 2022.

Orientador: Marcus Vinicius Sampaio.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Agronomia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.488>
Inclui bibliografia.

1. Agronomia. I. Sampaio, Marcus Vinicius, 1971-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-
graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

RICARDO FERREIRA DOMINGUES

**TEMPERATURA NO POTENCIAL DE *Aphidius platensis* (BRÈTHES)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE, APHIDIINAE) PARA O CONTROLE
BIOLÓGICO DE *Melanaphis sorghi* (THEOBALD) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

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

Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em 22 de agosto de 2022.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Flávio Lemes Fernandes	UFU
Prof ^a . Dr ^a . Vanessa Andaló Mendes de Carvalho	UFU
Prof. Dr. Orcial Ceolin Bortolotto	UEPG

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

UBERLÂNDIA/MG
2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Rodovia BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 206 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 2512-6715/6716 - www.ppga.iciag.ufu.br - posagro@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 015/2022, PPGAGRO				
Data:	Vinte e dois de agosto de dois mil e vinte e dois	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	17h 28mm
	12012AGR019				
Nome do Discente:	Ricardo Ferreira Domingues				
Título do Trabalho:	Temperatura no potencial de <i>Aphidius platensis</i> (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) para o controle biológico de <i>Melanaphis sorghi</i> (Theobald) (Hemiptera: Aphididae)				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Linha de pesquisa:	Produção Vegetal em Áreas de Cerrado				

Reuniu-se por videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Professores Doutores: Vanessa Andaló Mendes de Carvalho - UFU; Flávio Lemes Fernandes - UFV; Orcial Ceolin Bortolotto - UEPG; Marcus Vinicius Sampaio - UFU orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Marcus Vinicius Sampaio, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



§ 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Andalo Mendes de Carvalho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 22/08/2022, às 18:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flávio Lemes Fernandes, Usuário Externo**, em 23/08/2022, às 08:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Orcial Ceolin Bortolotto, Usuário Externo**, em 23/08/2022, às 14:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3848249** e o código CRC **E4A97B5A**.

AGRADECIMENTOS

A força que nos faz seguir em frente, o guia que chamamos de Deus, por me dar esta oportunidade e a resiliência necessária para passar por todas as provas. Pela vida, por todos os momentos e pessoas que coloca em meu caminho.

Aos meus pais, Gustavo Luiz Batista Domingues e Sandra Ferreira de Mendonça Domingues, por me fazerem ser quem eu sou, por todo o apoio e amor, independente do momento ou caminho que escolho seguir. Por serem o exemplo ao qual tento alcançar.

A minha família e amigos, por me apoiarem e proporcionarem momentos necessários de descontração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio, por todo o suporte durante todas as etapas, sem o qual este trabalho não seria realizado, pela paciência, companheirismo e amizade. Por ser um dos meus maiores exemplos do que um professor pode e deve ser.

Ao Dr. Adílio de Sá Júnior, Técnico do Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia, pela grande ajuda em consertar e alterar as câmaras climáticas do Laboratório de Entomologia e Controle Biológico, permitindo a continuidade do meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Juliano Brant Albuquerque, da Universidade Federal de Minas Gerais, e Mauricio Kuki por disponibilizarem as sementes de sorgo utilizadas durante todo o experimento.

A Marcela Silva Barbosa, companheira de mestrado, por me ajudar em parte das análises, deixando o ambiente de trabalho mais leve.

Ao Dr. Alexandre Kannebley de Oliveira, da Universidade Federal de São Carlos, por nos permitir utilizar a imagem de *Melanaphis sacchari*, que foi obtida por suporte financeiro da FAPESP (Processo de número 11/50213-5).

Aos membros da banca, pela prontidão e contribuições ao trabalho.

A Universidade Federal de Uberlândia e ao Instituto de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realizar a graduação e pós-graduação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante os anos de curso.

Muito obrigado a todos e até a próxima etapa.

“Em silêncio, homem e sombra se encontraram frente a frente e pararam.”...

“E as duas vozes se tornaram uma.”

Ursula K. Le Guin

RESUMO GERAL

DOMINGUES, Ricardo Ferreira. **Temperatura no potencial de *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) para o controle biológico de *Melanaphis sorghi* (Theobald) (Hemiptera: Aphididae).** 2022. 64 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. 2022.

Melanaphis sorghi (Theobald) é uma espécie invasora no continente americano, reportada pela primeira vez em 2019 no Brasil, e vem causando grandes perdas na cultura do sorgo. O levantamento de inimigos naturais pode ajudar no estabelecimento de um manejo integrado mais eficiente para esta praga. O potencial dos parasitoides (Braconidae: Aphidiinae) como inimigos naturais tende a ser mais reduzido em altas temperaturas do que o potencial de crescimento populacional de seus afídeos hospedeiros. Este trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência de parasitoides que utilizam *M. sorghi* como hospedeiro e avaliar o seu potencial como inimigos naturais do pulgão em diferentes temperaturas. Nos levantamentos realizados nos municípios de Uberlândia e Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, durante o ano de 2021, foi encontrado o parasitoide primário *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) emergindo de múmias de *M. sorghi*, espécie previamente introduzida. O potencial desta espécie para o controle biológico de *M. sorghi* foi avaliado por meio da comparação de características biológicas e índices da tabela de vida do parasitoide com o pulgão em temperatura dentro (23°C) e outra acima (29°C) da faixa ótima para o desenvolvimento do parasitoide. Os testes foram realizados em placas de Petri (5 cm), contendo solução de ágar-água a 1% e disco foliar de sorgo, em câmaras climatizadas tipo B.O.D. (demanda bioquímica de oxigênio). As temperaturas influenciaram o potencial de *A. platensis* como inimigo natural, apresentando maiores valores a 23±1°C para emergência (74,9±4,54%), fecundidade potencial (120,2±5,41 óvulos por fêmea), fecundidade total estimada (363,2±16,34 ovos por fêmea) e longevidade (10,72±0,51 dias) do que para 29±1°C (respectivamente, 57,2±5,47%, 95,9±7,28 óvulos, 289,9±21,99 ovos e 2,55±0,20 dias), indicando que o seu desenvolvimento foi favorecido na menor temperatura avaliada. Apesar de *A. platensis* apresentar maior taxa líquida de reprodução (R_0) a 23±1°C (96,4±4,33) comparado com 29±1°C (58,8±4,46), não apresentou diferenças para a taxa líquida de aumento populacional (r_m) nestas duas temperaturas (0,30±0,006 e 0,29±0,006, respectivamente). O pulgão *M. sorghi* se desenvolveu bem em ambas as temperaturas, porém, apresentou maior r_m a 29±1°C (0,54±0,01) do que a 23±1°C (0,41±0,01). *Aphidius platensis* foi o único parasitoide encontrado parasitando *M. sorghi* e apresentou menores valores de r_m do que seu hospedeiro em ambas as temperaturas avaliadas,

o que indica que tem menor potencial de crescimento e pode não ser suficiente para regular a população de *M. sorghi* em condições de campo.

Palavras-chave: controle biológico; parasitoide; afídeo.

GENERAL ABSTRACT

DOMINGUES, Ricardo Ferreira. **The effect of temperature on the potential of *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) on the biological control of *Melanaphis sorghi* (Theobald) (Hemiptera: Aphididae).** 2022. 64 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. 2022.

Melanaphis sorghi (Theobald) is an invasive species in the American continent, reported for the first time in 2019 in Brazil, causing great loss in the sorghum culture. The survey of natural enemies can be helpful to establish a more efficient integrated management of this pest. The potential of aphid parasitoids (Braconidae: Aphidiinae) as natural enemies tend to be more affected at higher temperatures than the population growth potential of its aphid hosts. The objective of this research was to evaluate the occurrence of parasitoids that use *M. sorghi* as host and study the potential of these as natural enemies of the aphid in different temperatures. In the surveys carried out in the cities of Uberlândia and Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil, during 2021, the primary parasitoid *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae), a previously introduced species, was found emerging from mummies of *M. sorghi*. The potential of this species to the biological control of *M. sorghi* was evaluated comparing the biological characteristics and fertility life table parameters of the parasitoid with those of the aphid at temperatures in (23°C) and above (29°C) the optimal range for the development of the parasitoid. The tests were performed in Petri dishes (5 cm) containing leaf discs of sorghum, in B.O.D. (Bio-oxygen demand) climatic chambers. The temperatures influenced the potential of *A. platensis* as a natural enemy, resulting in higher values of emergence (74,9±4,54%), potential fecundity (120,2±5,41 eggs per female), estimated total fecundity (363,2±16,34 eggs per female) and longevity (10,72±0,51 days) at 23±1°C when compared with 29±1°C (respectively, 57,2±5,47%, 95,9±7,28 eggs, 289,9±21,99 eggs and 2,55±0,20 days), showing that its development was favored in the lower evaluated temperature. Despite a higher liquid reproductive rate (Ro) at 23±1°C (96,4±4,33) compared with 29±1°C (58,8±4,46), *A. platensis* didn't show difference for the rate of population increase (r_m) in these two temperatures (0,30±0,006 and 0,29±0,006, respectively). The aphid *M. sorghi* developed well in both temperatures, but had a greater r_m at 29±1°C (0,54±0,01) than at 23±1°C (0,41±0,01). *Aphidius platensis* was the only parasitoid species found parasitizing *M. sorghi* and had lower values of r_m than its host in both evaluated temperatures, which suggests that it has a lower growth potential and may not regulate the population of this pest in field conditions.

Keywords: biological control; parasitoid; aphid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2

FIGURA 1. <i>Melanaphis sacchari</i> (Zehntner): pt – processo terminal da antena; siph – sífunculo; ht – tíbia posterior.....	33
---	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1. Comprimento de características morfológicas (em μm) e razões (sem unidade) de fêmeas ápteras (valores médios, com variação entre parênteses) de *Melanaphis sacchari* e *M. sorghi* de acordo com Nibouche et al. (2021) e para *M. sacchari* e *M. sorghi* coletados em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, respectivamente, em cana-de-açúcar e sorgo.....34

CAPÍTULO 3

TABELA 1. Médias \pm erro padrão (N) das porcentagens de parasitismo por pulgões com larvas e pela formação de múmias, de sobrevivência de larvas, de emergência (sobrevivência de pupas) e de fêmeas, longevidade, período de desenvolvimento (em dias) e comprimento da tibia posterior (em μm) de fêmeas do parasitoide e de sua respectiva múmia, de *A. platensis* sobre *M. sorghi* em $23\pm 1^\circ\text{C}$ e $29\pm 1^\circ\text{C}$49

TABELA 2. Médias \pm erro padrão (N) da fecundidade potencial (n° de óvulos nos ovários ao emergir), fecundidade total, taxa líquida de reprodução (R_0), taxa líquida de aumento populacional (r_m) e período médio entre gerações (T), de *A. platensis* sobre *M. sorghi* em $23\pm 1^\circ\text{C}$ e $29\pm 1^\circ\text{C}$50

TABELA 3. Médias \pm erro padrão (N) do período de desenvolvimento (dias), longevidade (dias), porcentagem de sobrevivência, fecundidade (n° ninfas), período reprodutivo (dias) e comprimento da tibia posterior (em μm) de *M. sorghi* em $23\pm 1^\circ\text{C}$ e $29\pm 1^\circ\text{C}$50

TABELA 4. Médias \pm erro padrão do tempo para duplicar a população (TD, semanas), taxa líquida de reprodução (R_0), taxa líquida de aumento populacional (r_m) e período médio entre gerações (T), de *M. sorghi* em $23\pm 1^\circ\text{C}$ e $29\pm 1^\circ\text{C}$51

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	6
GENERAL ABSTRACT.....	8
CAPÍTULO 1	14
1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 OBJETIVOS	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 Pulgões em sorgo	18
3.2 Aspectos taxonômicos e biológicos de <i>Aphidius platensis</i>	19
3.3 Avaliação de parasitoides como agentes de controle	20
3.4 Influência da temperatura no desenvolvimento de insetos	22
REFERÊNCIAS	24
CAPÍTULO 2	32
<i>Melanaphis sorghi</i> (Theobald) (Hemiptera: Aphididae), uma praga invasora do sorgo no continente americano, é um hospedeiro de <i>Aphidius platensis</i> (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) no brasil	32
RESUMO	32
ABSTRACT	32
1 INTRODUÇÃO	33
2 MATERIAL E MÉTODOS	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO 3	43
Potencial de <i>Aphidius platensis</i> (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) para o controle biológico de <i>Melanaphis sorghi</i> (Theobald) (Hemiptera: Aphididae) em duas temperaturas.....	43
RESUMO	43
ABSTRACT	44
1 INTRODUÇÃO	45
2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Criação dos insetos	47
2.2 Características biológicas e tabela de vida de <i>A. platensis</i>	48

2.3 Tabela de vida de fertilidade de <i>M. sorghi</i>	50
2.4 Análises estatísticas	51
3 RESULTADOS	51
3.1 Características biológicas e tabela de vida de <i>A. platensis</i>	51
3.2 Características biológicas e tabela de vida de fertilidade de <i>M. sorghi</i>	53
4 DISCUSSÃO	54
5 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O controle biológico é um processo natural em que a população de um organismo atua sobre outro, como seu inimigo natural, regulando-o até um nível de equilíbrio. Os inimigos naturais podem ser predadores, parasitoides ou patógenos. O controle biológico pode ser feito de maneira clássica, introduzindo espécies exóticas do mesmo centro de origem do inseto praga, de maneira aplicada, por liberações inundativas de agentes produzidos em laboratório, geralmente feitas com o uso de espécies nativas ou previamente introduzidas que possam ser viáveis como inimigos naturais, e de forma natural, referente às populações de organismos que ocorre naturalmente (PARRA *et al.*, 2002). Também podem ser aplicadas técnicas de manutenção do inimigo natural no campo, mudando o habitat, chamado de controle biológico conservativo (SAMPAIO *et al.*, 2010; COLMENAREZ *et al.*, 2020). Uma prática que pode resultar em uma permanência prolongada dos inimigos naturais no campo é a implantação de “banker plants”, que fiquem infestadas com hospedeiros secundários, utilizados caso a população do inseto praga diminua ou fique ausente do campo (MILLER; REBEK, 2018).

A introdução de espécies exóticas de inimigos naturais para o controle de pragas apresenta diversos casos de sucesso, como no controle do pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae), pelo parasitoide *Xenostigmus bifasciatus* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), sendo observado posteriormente em Minas Gerais, onde não foram realizadas aplicações durante a introdução, indicando a dispersão da espécie (REIS FILHO; PENTEADO; IEDE, 2004; STARÝ; SAMPAIO; BUENO, 2007). Outro importante exemplo é o programa de controle biológico dos pulgões do trigo, em que foram introduzidas doze espécies de parasitoides em seis estados brasileiros de 1979 a 1992, ultrapassando o objetivo de controle de 10 a 15% da população de afídeos, atingindo um nível de parasitismo de até 60% observado em campo e reduzindo o uso de inseticidas em 90% das áreas cultivadas no Rio Grande do Sul (GASSEN; TAMBASCO, 1983; SALVADORI; SALLES, 2002; STARÝ; SAMPAIO; BUENO, 2007).

Porém, a introdução de espécies exóticas apresenta diversos riscos, como o ataque e competição com espécies nativas não alvo, diminuindo a abundância da diversidade local, como no caso da introdução de *Harmonia axyridis* (Pallas) no Brasil, passando a ser a espécie predominante e reduzindo a diversidade de espécies de Coccinellidae nativas observadas (MARTINS *et al.*, 2009; MILLÉO *et al.*, 2008), podendo levar espécies à extinção e a possível

introdução de novos patógenos no local, caso a espécie exótica seja um vetor (VAN LENTEREN *et al.*, 2006).

Além de evitar riscos potenciais de interferência nas populações locais com a introdução de inimigos naturais exóticos, o estudo de espécies nativas ou de espécies já estabelecidas de inimigos naturais é um processo que demanda tempo e recursos necessários consideravelmente menores (VAN LENTEREN, 2012). Com isso, cria-se a oportunidade de se utilizar os controles biológicos conservativo e aumentativo, os quais apresentam grande potencial para o controle de pragas nas regiões tropicais (SAMPAIO *et al.*, 2010; COLMENAREZ *et al.*, 2020).

Atualmente no Brasil, nove espécies de parasitoides são registradas para comercialização (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2022). Já em escala mundial, a quantidade de inimigos naturais disponíveis comercialmente vem crescendo consideravelmente, com um aumento de 120 espécies registradas em um período de 4 anos, com aproximadamente 350 utilizadas em 2016 (VAN LENTEREN, 2012; VAN LENTEREN *et al.*, 2018).

Dentre todas estas espécies o parasitoide *Aphidius colemani* (Viereck) recebe grande destaque, sendo produzida e utilizada no controle biológico aumentativo em regiões da Europa, Norte e Sul da África, América do Norte, Ásia, Austrália, Nova Zelândia, Argentina e Japão, e considerada uma das espécies mais importantes, utilizado em mais de 20 países para o controle de várias espécies de afídeos, em uso desde 1992 (VAN LENTEREN, 2003; VAN LENTEREN, 2012; GRECO; WALSH; LUNA, 2020; YANO, 2021). Este parasitoide faz parte do “*Aphidius colemani* species group”, complexo de espécies formado por *A. colemani*, *Aphidius transcaspicus* (Telenga) e *Aphidius platensis* (Brèthes) (TOMANOVIĆ *et al.*, 2014), sendo difícil a diferenciação morfológica entre as espécies. No Brasil os diversos registros de *A. colemani* (STARÝ; SAMPAIO; BUENO, 2007) provavelmente são de *A. platensis*, sendo apenas esta espécie reportada após a redescrição por Tomanović *et al.* (2014).

Um fator abiótico importante que atua no desenvolvimento e comportamento das populações de insetos é a temperatura, sendo que cada indivíduo apresenta uma faixa em que consegue se estabelecer. É uma característica que deve ser estudada, pois um inimigo natural pode ser indicado para o controle de determinada praga, mas não se adaptar ao clima no local em que se deseja fazer a liberação (LAUMANN; SAMPAIO, 2020). Parasitoides de pulgões apresentam, de maneira geral, a faixa ótima de desenvolvimento entre 19 e 25°C, e podem sofrer mais os efeitos da temperatura alta (acima de 25°C) (RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2004; SAMPAIO *et al.*, 2005; SAMPAIO *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2017) do

que seus pulgões hospedeiros (KERSTING; SATAR; UYGUM, 1999; SOGLIA; BUENO; SAMPAIO, 2002; SAMPAIO *et al.*, 2007), resultando em problemas de controle.

Uma praga de recente introdução no continente americano, em 2013 nos Estados Unidos e México e 2019 no Brasil, é o afídeo *Melanaphis sorghi* (Theobald) (Hemiptera: Aphididae). Inicialmente, esta espécie foi considerada um novo biótipo de *Melanaphis sacchari* (Zehntner), espécie que ocorria principalmente em cana-de-açúcar, porém, foi confirmado por métodos moleculares e taxonômicos que se trata de outra espécie com grande afinidade com o sorgo, e que vem causando grandes danos a esta cultura (BOWLING *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2019; NIBOUCHE *et al.*, 2021). Em levantamentos realizados para se avaliar a ocorrência de inimigos naturais sobre este afídeo, foram encontradas as espécies de parasitoides primários *Aphelinus* sp., *Aphelinus nigritus* (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae), e *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) ocorrendo na região do Texas, nos Estados Unidos (BOWLING *et al.*, 2016; FARIS; BREWER; ELLIOT, 2022; BREWER *et al.*, 2022) e *Aphelinus* sp., *L. testaceipes* e *Aphelinus varipes* nas regiões de Tamaulipas e Coahuila, no México (RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE *et al.*, 2018; GARCÍA-GONZÁLES *et al.*, 2018). Trabalhos similares sobre esta ocorrência ainda não foram realizados no Brasil.

Uma das formas de avaliar o potencial de uma espécie como inimigo natural é comparando as suas características biológicas com as da espécie praga, por meio de características como a sua taxa líquida de reprodução (R_0) e de aumento populacional (r_m), sendo desejáveis maiores índices de R_0 e r_m para os inimigos naturais em relação à praga. Como a temperatura pode interferir diretamente nos aspectos biológicos das pragas e de seus inimigos naturais, é desejável que se compare o R_0 e o r_m desses organismos em diferentes faixas de temperatura (VAN LENTEREN, 2010; LAUMANN; SAMPAIO, 2020).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência de parasitoides utilizando como hospedeiro a praga invasora do sorgo no Brasil, *M. sorghi*, no campo, e avaliar o efeito de duas temperaturas, uma dentro (23°C) e outra acima (29°C) da faixa ótima para o desenvolvimento do parasitoide, no potencial deste como inimigo natural de *M. sorghi*.

2 OBJETIVOS

Objetivo geral: Avaliar o potencial de parasitoides que ocorrem em Minas Gerais para o controle biológico do inseto praga exótico, *M. sorghi*.

Objetivo específico 1: Verificar a ocorrência de espécies de parasitoides estabelecidas em Minas Gerais utilizando *M. sorghi* como hospedeiro.

Hipótese nula (H0): Não há espécies de parasitoide ocorrendo naturalmente sobre *M. sorghi* em Minas Gerais.

Hipótese alternativa (H1): Há, pelo menos, uma espécie de parasitoide ocorrendo naturalmente sobre *M. sorghi* em Minas Gerais.

Objetivo específico 2: Avaliar o efeito da temperatura no potencial para o controle biológico da espécie de parasitoide encontrada em *M. sorghi*.

Hipótese nula (H0₁): As diferentes temperaturas não influenciam o potencial como inimigo natural do parasitoide.

Hipótese alternativa (H1₁): As diferentes temperaturas influenciam o potencial como inimigo natural do parasitoide.

Hipótese nula (H0₂): O parasitoide tem baixo potencial de crescimento populacional comparado com o do afídeo.

Hipótese alternativa (H1₂): O parasitoide tem potencial de crescimento populacional maior ou igual ao do afídeo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Pulgões em sorgo

Os afídeos são importantes insetos praga em diversas culturas, pertencem à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhynca, com as principais espécies de importância agrícola pertencentes à família Aphididae, subfamília Aphidinae e tribos Aphidini e Macrosiphini. Causam danos de forma direta por meio de sua alimentação, feita pela inserção de seu estilete nos tecidos vegetais, e de forma indireta, por meio da possível transmissão de vírus (BLACKMAN; EASTOP, 2007).

Antes de 2013, no continente americano, se observava principalmente duas espécies de afídeos causando danos na cultura do sorgo. A primeira, *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), também conhecida como pulgão-verde, infesta as plantas durante todo o seu ciclo, preferindo a área da bainha e de folhas baixas, podendo causar bronzeamento e morte do tecido foliar. A outra espécie observada é *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae), chamada comumente de pulgão-do-milho, que tem preferência por tecidos mais novos da planta, como o cartucho, panícula e gemas florais, sendo a sua infestação geralmente menos prejudicial à planta quando comparado a *S. graminum* (WAQUIL; VIANA; MENDES, 2015). Essa situação foi alterada drasticamente com a ocorrência de uma nova espécie praga em sorgo, a qual acreditava-se tratar de *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae), com registro de ocorrência em sorgo em 2013 nos EUA e México e em 2019 no Brasil (BOWLING *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2019).

O pulgão da cana-de-açúcar, *Melanaphis sacchari*, foi observado pela primeira vez nos Estados Unidos na década de 70 (BOWLING *et al.*, 2016), causando danos na cultura por ser o vetor do vírus do amarelecimento foliar, não sendo reportado prejuízos significativos em outros cultivos (NIBOUCHE *et al.*, 2018). Porém, em 2013, foram confirmadas infestações consideradas ser deste pulgão, causando danos na cultura do sorgo em 38 condados dos Estados Unidos, nos estados do Texas, Luisiana, Oklahoma e Mississipi, e em três estados no nordeste do México, sendo reportadas perdas que variaram de 10 a mais de 50% da produção (BOWLING *et al.*, 2016). No Brasil esse pulgão foi registrado prejudicando a cultura do sorgo em várias regiões produtoras, como no Alto Paranaíba, em Minas Gerais, onde impediu a emissão das panículas pelas plantas em áreas com infestações altas, de até 500 afídeos por folha, e sem a realização de qualquer tipo de controle (BOWLING *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2019).

A distinção entre a espécie *M. sacchari* e *Melanaphis sorghi* (Hemiptera: Aphididae), sendo essa a responsável pelos danos causados desde 2013, foi confirmada em 2021. A principal característica morfológica de diferenciação entre as duas é a razão do comprimento da tíbia posterior em relação ao comprimento do processo terminal da antena, sendo maior para *M. sorghi* (2,0 – 3,0) do que para *M. sacchari* (1,4 – 2,2). A separação pode ser ambígua apenas com esta característica, mas foi comprovada de forma definitiva com o uso de microssatélites, avaliando os espécimes separados baseados na morfologia e resultando em uma concordância entre os dados de 95,8% (NIBOUCHE *et al.*, 2021).

O que foi confirmado como uma nova espécie por Nibouche *et al.* (2021) foi também verificado por Paudyal *et al.* (2019), observando que os pulgões reportados ocorrendo em sorgo não se desenvolviam bem em cana-de-açúcar, sendo o contrário também verdade. Indivíduos coletados em sorgo apresentaram uma taxa líquida de reprodução (r_m) de $0,48 \pm 0,02$ e de $0,00 \pm 0,00$, e os coletados em cana-de-açúcar de $0,07 \pm 0,03$ e $0,21 \pm 0,38$ quando transferidos para sorgo e cana-de-açúcar, respectivamente.

Dentre os sintomas de seu ataque estão o amarelecimento de folhas, que pode evoluir para manchas necróticas dependendo do nível de infestação, redução do tamanho das panículas e quantidade de grãos produzidos e diminuição da eficiência fotossintética da planta por meio do desenvolvimento de fumagina, estimulado por sua excreção açucarada denominada “honeydew”, que também pode dificultar a colheita, caso exista um excesso desta excreção, deixando a parte superior da planta grudenta (BOWLING *et al.*, 2016).

3.2 Aspectos taxonômicos e biológicos de *Aphidius platensis*

O parasitoide *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) pertence ao grupo de espécies *Aphidius colemani* (Viereck), composto por *A. platensis*, *A. colemani* e *A. transcapicus*, sendo de difícil identificação e diferenciação. As espécies deste grupo têm distribuição cosmopolita, com origem na região do Mediterrâneo e Ásia Central, mais especificamente, originários da Índia, e parasitam uma grande diversidade de espécies de pulgões (STARÝ, 1972; STARÝ, 1975; TOMANOVIĆ *et al.*, 2014). No Brasil é provável que os registros de *A. colemani* sejam na verdade de *A. platensis* (TOMANOVIĆ *et al.* 2014), tendo sido reportado parasitando 18 gêneros de afídeos, totalizando 33 espécies, dentre as quais se encontram *S. graminum* e *R. maidis*, espécies chave para a cultura do sorgo (STARÝ; SAMPAIO; BUENO, 2007).

Utilizando *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) como hospedeiro para *A. colemani*, Sampaio *et al.* (2007) observaram que este parasitoide tem melhor adequação às

temperaturas de 22 e 25°C, com um menor tempo de desenvolvimento de 12,6 e 10,5 dias, respectivamente, quando comparado à média de 19,4 dias a 16°C. Uma maior longevidade do parasitoide foi observada quando se forneceu uma mistura de mel diluído a 50% e água como fontes de alimentação, resultando em uma média de 10 dias, muito superior à de 1,31 dias, sem o fornecimento de qualquer fonte de alimento (BUENO *et al.*, 2006).

Já em avaliação da qualidade de hospedeiros para *A. colemani*, foi observado que este parasitoide consegue se desenvolver em várias espécies de importância agrícola. Por exemplo, avaliando a porcentagem de parasitismo de *A. colemani* sobre *A. gossypii*, Sampaio *et al.* (2007) obtiveram o valor de 91,4%, com uma taxa de emergência correspondente de 94,5%. Valores mais baixos de parasitismo e emergência deste parasitoide foram encontrados por Sampaio, Bueno e van Lenteren (2001) sobre *A. gossypii*, 75 e 85,9%, respectivamente. Esses mesmos autores encontraram para *A. colemani* sobre o hospedeiro *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), 52% de parasitismo e 81% de emergência. Já Sampaio *et al.* (2008) observaram taxas de parasitismo de 78,5% em *A. gossypii* e 21,2% em *M. persicae*, com 97,8 e 100% de emergência, respectivamente. Além disto, esses autores observaram que um afídeo se destacou como hospedeiro de *A. colemani*, *R. maidis*, apresentando 93,8% de parasitismo e 100% de emergência.

3.3 Avaliação de parasitoides como agentes de controle

Para avaliar o potencial de inimigos naturais para o controle biológico é importante fazer a avaliação de suas características biológicas, o que permite a comparação entre as diferentes espécies de inimigos naturais com as de insetos praga. As características avaliadas são o período de desenvolvimento e sobrevivência para fases imaturas e fecundidade, longevidade, razão sexual e índices de tabela de vida de fertilidade, como taxa líquida de reprodução (R_0), taxa líquida de aumento populacional (r_m), intervalo médio entre gerações (T) e tempo para duplicar a população inicial (TD) para indivíduos adultos. Quanto maior forem os índices da tabela de vida do inimigo natural em relação à praga que se deseja controlar, como o R_0 e o r_m , maior é o seu potencial de controle. No caso de parasitoides é favorável um desenvolvimento acelerado, o que diminui a sua exposição a fatores que podem representar riscos de mortalidade, como intempéries ambientais, e uma maior longevidade, aumentando a chance de o indivíduo adulto ser bem-sucedido em encontrar seu hospedeiro. Para parasitoides é importante avaliar a fecundidade potencial, pelo número de ovariolos, pois esta característica está diretamente associada com o controle do hospedeiro (LAUMANN; SAMPAIO, 2020).

Os parasitoides avaliam a qualidade de seu hospedeiro por meio de toques com as antenas e toques com o ovopositor, denominados de provas. Apesar de haver preferência por hospedeiros de maior qualidade, os de menor qualidade também são aceitos e parasitados (BUENO; SAMPAIO, 2009). Caso o hospedeiro avaliado não apresente uma boa qualidade para o parasitoide, pode-se ter um reflexo negativo nas características avaliadas. Exemplos geralmente observados são uma menor longevidade, fecundidade, peso, tempo de desenvolvimento maior, menor tamanho, verificando-se a medida da tíbia posterior dos indivíduos, e menor razão sexual (maior porcentagem de machos) em parasitoides que se desenvolvem em hospedeiros de menor qualidade (BUENO; SAMPAIO, 2009). A alteração nas características biológicas do parasitoide irá afetar os índices da tabela de vida de fertilidade, reduzindo o seu potencial como inimigo natural (LAUMANN; SAMPAIO, 2020).

Aphidius colemani sobre o hospedeiro *A. gossypii*, avaliado em laboratório, apresentou r_m de 0,384 a uma temperatura de $22\pm 1^\circ\text{C}$ (TORRES *et al.*, 2007), um valor superior ao encontrado para seu hospedeiro sobre plantas de algodão na temperatura de $20\pm 1^\circ\text{C}$, r_m de 0,253, e próximo ao observado em temperaturas maiores, 0,337 a $25\pm 1^\circ\text{C}$ e de 0,413 a $30\pm 1^\circ\text{C}$, demonstrando uma possível opção para programas de controle biológico desta praga (KERSTING; SATAR; UYGUM, 1999). Além disso, pode ser efetivo para o controle de *M. persicae*, também seu hospedeiro, que apresentou valores de r_m de 0,188, 0,235 e 0,224 para as temperaturas de 20, 23 e 25°C , sobre plantas de couve (CIVIDANES; SOUZA, 2003).

O desenvolvimento de métodos para a avaliação de inimigos naturais em laboratório que sejam simples de se executar e confiáveis é um desafio. Para parasitoide de pulgões, a avaliação do parasitismo utilizando placas de Petri com solução ágar/água, discos foliares, 20 a 30 ninfas do pulgão e o tempo de exposição de uma ou duas horas para uma fêmea do parasitoide mostrou-se promissora (SAMPAIO; BUENO; DE CONTI, 2008; SILVA; BUENO; SAMPAIO, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2013; VIEIRA; FRANCO; SAMPAIO, 2019). Esta metodologia de laboratório conseguiu estimar a diferença na fecundidade de *L. testaceipes* quando se desenvolveu em *R. maidis* e *A. gossypii* (SILVA; BUENO; SAMPAIO, 2008; SILVA *et al.*, 2008), o parasitismo em casa-de-vegetação deste parasitoide sobre *A. gossypii* em plantas de crisântemo (RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2005; SOGLIA *et al.*, 2006) e a diferença no parasitismo de *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) no campo sobre *Brevicoryne brassicae* (Lineu), *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) e *M. persicae* (OLIVEIRA *et al.*, 2013; SAMPAIO *et al.*, 2017).

3.4 Influência da temperatura no desenvolvimento de insetos

A temperatura é um fator ambiental que exerce grande influência em diversos aspectos no desenvolvimento dos insetos, podendo ser determinante na sua adaptação ou na impossibilidade de estabelecimento em determinados ambientes. Cada inseto possui uma faixa ideal de desenvolvimento em relação à temperatura, possuindo limites mínimos (temperatura base inferior) e máximos, que paralisam o seu desenvolvimento, sendo para a maioria das espécies de 10 a 38°C, podendo alterar desde o seu desenvolvimento embrionário, até o seu comportamento e fecundidade como adultos. Devido a essa interação, deve-se avaliar a adaptabilidade dos inimigos naturais às condições climáticas, definindo os ambientes em que estes podem ser utilizados (GONÇALVES; ALMEIDA; MOTA, 2008; RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2004).

Avaliando o desenvolvimento de *L. testaceipes* sobre o hospedeiro *A. gossypii* nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C, Rodrigues, Bueno e Sampaio (2004) determinaram que 25°C foi a mais indicada para a sua reprodução, apresentando um curto período de desenvolvimento, de 11,3 dias, e taxas de parasitismo e emergência acima de 60%. Em comparação, na temperatura de 15°C, o período de desenvolvimento foi de 26,9 dias, mais do que o dobro avaliado na temperatura indicada. Com a mudança de 25 a 30°C observou-se uma queda na taxa de parasitismo de 65 para 40% e na taxa de emergência de 62 para 14% com o aumento da temperatura, indicando que 30°C está fora da sua faixa ideal de desenvolvimento.

Já o afídeo *A. gossypii* apresentou uma redução no seu período de desenvolvimento médio, de 13,5, 6,9, 5,6 e 5,0 dias com o aumento das temperaturas avaliadas, de 15, 20, 25 e 30°C, respectivamente. As temperaturas mais altas se demonstraram mais favoráveis para o desenvolvimento das fases imaturas desta espécie, não havendo diferença significativa no índice de sobrevivência com a alteração da temperatura (SOGLIA; BUENO; SAMPAIO, 2002).

Avaliando o desenvolvimento do parasitoide *A. colemani* a 16, 19, 22, 25, 28 e 31±1°C, Sampaio *et al.* (2007) determinaram que a temperatura em que se obteve o melhor desenvolvimento foi 22°C, com um tempo de desenvolvimento de 12,6 dias, maior taxa de emergência, de 94,5%, e longevidade de 14,1 dias. Na menor temperatura avaliada o tempo de desenvolvimento foi de 19,4 dias e emergência de 89,7%, valores menos favoráveis para o seu uso como inimigo natural. As taxas de parasitismo mantiveram-se acima de 90% nas temperaturas abaixo de 22°C, decrescendo de 86,5% para 73,3% de 25 para 28°C, e emergência

de 86,4% para 26,8%, respectivamente, não havendo a formação de múmias na maior temperatura avaliada.

A adaptação do hospedeiro a temperaturas mais altas pode resultar em uma maior qualidade para o desenvolvimento de parasitoides, quando comparado a hospedeiros não adaptados. Esse argumento foi sustentado pela comparação dos hospedeiros *M. persicae* e *L. pseudobrassicae* no desenvolvimento de *D. rapae* em diferentes temperaturas. Ambos os hospedeiros foram avaliados a 19 e 28°C, resultando em uma maior fecundidade (49,78 ninfas/fêmea), e sobrevivência (80%) para *L. pseudobrassicae* na maior temperatura comparado a *M. persicae* (29,58 ninfas e 63,33% de sobrevivência), demonstrando que *L. pseudobrassicae* é melhor adaptado a maiores temperaturas que *M. persicae*. Quando utilizados como hospedeiros para *D. rapae*, *L. pseudobrassicae* gerou menores reduções na porcentagem de emergência com o aumento da temperatura, de 94,58%, 90,34% e 80,90% a 25, 28 e 31°C, comparados a 94,56%, 82,40% e 57,49% quando o parasitoide se desenvolveu sobre *M. persicae*, respectivamente. A adaptação a maiores temperaturas fez com que *L. pseudobrassicae* fosse um hospedeiro de melhor qualidade para *D. rapae* nessas condições (SOUZA *et al.*, 2017).

REFERÊNCIAS

- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. Taxonomic issues. *In*: VAN EMDEN, H. F.; HARRINGTON, R. **Aphids as Crop Pests**. Wallingford: CABI, p. 1-29, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1079/9780851998190.0000>. Disponível em: <https://cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851998190.0000>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- BOWLING, R. D.; BREWER, M. J.; KERNS, D. L.; GORDY, J.; SEITER, N.; ELLIOTT, N. E.; BUNTIN, G. D.; WAY, M. O.; ROYER, T. A.; BILES, S.; MAXSON, E. Sugarcane Aphid (Hemiptera: Aphididae): A New Pest on Sorghum in North America. **Journal of Integrated Pest Management**, Oxford, v. 7, n. 1, Jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmw011>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jipm/article/7/1/12/2658146>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- BREWER, M. J.; ELLIOTT, N. C.; ESQUIVEL, I. L.; JACOBSON, A. L.; FARIS, A. M.; SZCZEPANIEC, A.; ELKINS, B. H.; GORDY, J. W.; PEKARCIK, A. J.; WANG, H-H.; KORALEWSKI, T. E.; GILES, K. L.; JESSIE, C. N.; GRANT, W. E. Natural enemies, mediated by landscape and weather conditions, shape response of the sorghum agroecosystem of North America to the invasive aphid *Melanaphis sorghi*. **Frontiers in Insect Science**, Lausanne, Switzerland, v. 2, April 2022. <https://doi.org/10.3389/finsc.2022.830997>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/finsc.2022.830997/full>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; VAN LENTEREN, J. C.; DE CONTI, B. F.; SILVA, R. J.; RODRIGUES, S. M. M.; CARNEVALE, A. B. Evaluation of two aphid parasitoids as candidates for biocontrol of aphid pests in protected cultivation in Brazil. **Bulletin OILB/SROP**, [s.l.], v. 29, n. 4, p. 175-180, 2006. Disponível em: http://www.iobc-wprs.org/pub/bulletins/iobc-wprs_bulletin_2006_29_04.pdf#page=187. Acesso em: 02 ago. 2022.
- BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e multiplicação de parasitoides de pulgões. *In*: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009, p. 117-168.
- CIVIDANES, F. J.; SOUZA, V. P. Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 32, n. 3, p. 413-419, Set. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000300005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/kT8J987d5Dyv9HX4SqJNWNp/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- COLMENAREZ, Y. C.; CORNIANI, N.; JAHNKE, S. M.; SAMPAIO, M. V.; VÁSQUEZ, C. Use of parasitoids as a biocontrol agent in the Neotropical Region: challenges and potential. *In*: BAIMEY, H. K.; HAMAMOUCHE, N.; KOLOMBIA, Y. A. **Horticultural Crops**. London: IntechOpen, 2020, p. 171-193. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.80720>. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/64004>. Acesso em: 13 ago. 2022.

FARIS, A. M.; BREWER, M. J.; ELLIOTT, N. C. Parasitoides and predators of the invasive aphid *Melanaphis sorghi* found in sorghum and non-crop vegetation of the sorghum agroecosystem. **Insects**, Basel, Switzerland, v. 13, n. 7, July 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13070606>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4450/13/7/606>. Acesso em: 22 ago. 2022.

GÁRCIA-GONZÁLES, F.; RAMÍREZ-DELGADO, M.; CORTEZ-MADRIGAL, H.; RAMÍREZ-AHUJA, M. L. New Reports of Parasitoids and Hyperparasitoids of *Melanaphis sacchari* (Zehntner) in México. **Southwestern Entomologist**, Canyon, Texas, v. 43, n. 3, Set. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.043.0324>. Disponível em: <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-43/issue-3/059.043.0324/New-Reports-of-Parasitoids-and-Hyperparasitoids-of-Melanaphis-sacchari-Zehntner1/10.3958/059.043.0324.short>. Acesso em: 22 ago. 2022.

GASSEN, D. N.; TAMBASCO, F. J. Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 9, n. 104, p. 49-51, Ago. 1983. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1037603/1/ID435601983InformeAgropecuáriov9n104p49.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

GONÇALVES, L.; ALMEIDA, F.; MOTA, F. M. Efeitos da temperatura no desenvolvimento e reprodução de *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, PR, v. 37, n. 1-2, p. 111-121, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/acta/article/view/13248/8993>. Acesso em: 22 ago. 2022.

GRECO, N. M.; WALSH, G. C.; LUNA, M. G. Biological Control in Argentina. In: VAN LENTEREN, K. C.; BUENO, V. H. P.; LUNA, M. G.; COLMENAREZ, Y. C.; **Biological Control in Latin America and the Caribbean**. Wallingford: CABI, p. 21-42, 2020. Disponível em: <https://cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/9781789242430.0000>. Acesso em: 23 ago. 2022.

KERSTING, U.; SATAR, S.; UYGUM, N. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L.. **Journal of Applied Entomology**, [s.l.], v. 123, n. 1, p. 23-27, Abr. 1999. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.1999.00309.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1439-0418.1999.00309.x>. Acesso em: 23 ago. 2022.

LAUMANN, R. A.; SAMPAIO, M. V. Controle de artrópodes-praga com parasitoides. In: FONTES, E. M. G.; VALADERES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2020, p. 65-112. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212490/1/CBdocument.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2022.

MARTINS, C. B. C.; ALMEIDA, L. M.; ZONTA-DE-CARVALHO, R. C.; CASTRO, C. F.; PEREIRA, R. A. *Harmonia axyridis*: a threat to Brazilian Coccinelidae?. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, PR, v. 53, n. 4, p. 663-671, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000400018>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbent/a/xkT7VNQJ6J939QtrwY9Qy8P/?lang=en>. Acesso em: 13 ago. 2022.

MENDES, S. M.; VIANA, P. A.; OLIVEIRA, I. R.; MENEZES, C. B.; WAQUIL, J. M.; TOMPSON, W. Pulgão-da-cana-de-açúcar no sorgo: um velho conhecido, mas um novo problema!. **Grão em Grão, Embrapa**, Sete Lagoas, ano 13, n. 112, Set. 2019. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1117048>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MILLÉO, J.; SOUZA, J. M. T.; BARBOLA, I. F.; HUSCH, P. E. *Harmonia axyridis* em árvores frutíferas e impacto sobre outros coccinelídeos predadores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 4, p. 537-540, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000400013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/fPCQrBxYQgGvTqV8c7CC9rQ/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.

MILLER, T. L. P.; REBEK, E. J. Banker plants for aphid biological control in Greenhouses. **Journal of Integrated Pest Management**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmy002>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jipm/article/9/1/9/4925476>. Acesso em: 22 ago. 2022.

MNISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários (AGROFIT)**, 2022. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 23 ago. 2022.

NIBOUCHE, S.; COSTET, L.; HOLT, J. R.; JACOBSON, A.; PEKARCIK, A.; SADEYEN, J.; ARMSTRONG, J. S.; PETERSON, G. C.; MCLAREN, N.; MEDINA, R. F. Invasion of sorghum in the Americas by a new sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) superclone. **PLoS ONE**, San Francisco, California, v. 13, n. 4, April 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196124>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0196124>. Acesso em: 10 ago. 2022.

NIBOUCHE, S.; COSTET, L.; MEDINA, R. F.; HOLT, J. R.; SADEYEN, J.; ZOOGONES, A. S.; BROWN, P.; BLACKMAN, R. L. Morphometric and molecular discrimination of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari*, (Zehntner, 1897) and the sorghum aphid *Melanaphis sorghi* (Theobald, 1904). **PLoS ONE**, San Francisco, California, v. 16, n. 3, Mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241881>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0241881>. Acesso em: 15 ago. 2022.

OLIVEIRA, R. S.; SAMPAIO, M. V.; FERREIRA, S. E.; RIBEIRO, L. C. M.; TANNÚS-NETO, J. Low parasitism by *Diaretiella rapae* (Hy.: Braconidae) of *Lipaphis pseudobrassicae* (Hemip.: Aphididae): pre- or post-ovipositional host resistance?. **Biocontrol Science and Technology**, England, v. 23, p. 79-91, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/09583157.2012.736473>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2012.736473>. Acesso em: 22 ago. 2022.

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: Manole, 2002.

PAUDYAL, S.; ARMSTRONG, J. S.; HARRIS-SHULTZ, K. R.; WANG, H.; GILES, K. L.; ROTT, P. C.; PAYTON, M. E. Evidence of host plant specialization among the U.S. sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae) genotypes. **Trends in Entomology**, [s.l.] v. 15, p. 47-58, 2019. Disponível em: <https://agritrop.cirad.fr/594367/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

REIS FILHO, W. R.; PENTEADO, S. R. C.; IEDE, E. T. Controle Biológico de pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae), pelo parasitóide, *Xenostigmus bifasciatus*. (Hymenoptera: Braconidae). Comunicado Técnico 122, **Embrapa Florestas**, Colombo, 2004. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/36793/1/com_tec122.pdf. Acesso em: 22 ago. 2022.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Influência da temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 33, n. 3, p. 341-346, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2004000300011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/gKcXsF6QRhWY3BCVy4xW7ny/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Efeito da liberação inoculativa sazonal de *Lysiphlebus testaceipes* (Hym.: Aphidiidae) na população de *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae) em cultivo de crisântemo em casa de vegetação comercial. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 31, p. 199-207, 2005. Disponível em: https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-31-02_199-207.pdf. Acesso em: 22 ago. 2022.

RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE, L. A.; RODRÍGUEZ-VÉLEZ, B.; SARMIENTO-CORDERO, M. A.; ARREDONDO-BERNAL, H. C. Natural Enemies of *Melanaphis sacchari* on grain sorghum in Northeastern Mexico. **Southwestern Entomologist**, Canyon, Texas, v. 43, n. 1, Mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.043.0103>. Disponível em: <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-43/issue-1/059.043.0103/Natural-Enemies-of-Melanaphis-sacchari-1-on-Grain-Sorghum-in-Northeastern/10.3958/059.043.0103.short>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SALVADORI, J. R.; SALLES, L. A. Controle biológico dos pulgões do trigo. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 427-447.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C. Preferência de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) por *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 30, n. 4, p. 655-660, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000400021>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/zbyMDrrGJBtMdq8Q5qtXVbz/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SOGLIA, M. C. M. Resposta à temperatura de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) originário

de três regiões climáticas de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, PR, v. 49, n. 1, p. 141-147, Mar. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262005000100016>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbent/a/5Zj4jgqByKPDMY8t5Cktgdq/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SOGLIA, M. C. M.; CONTI, B. F. Desenvolvimento de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e alterações causadas pelo parasitismo no hospedeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 36, n. 3, p. 436-444, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000300012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/f556bFDJZcSRfmkSqywcZGq/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; DE CONTI, B. F. The effect of the quality and size of host species on the biological characteristics of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **European Journal of Entomology**, Czech Republic, v. 105, n. 3, p. 489-494, 2008. DOI: <https://doi.org/10.14411/eje.2008.063>. Disponível em: https://www.eje.cz/artkey/eje-200803-0018_the_effect_of_the_quality_and_size_of_host_aphid_species_on_the_biological_characteristics_of_aphidius_colemani.php. Acesso em: 15 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; SILVEIRA, L. C. P.; AUAD, A. M. Biological control of insect pests in the tropics. In: DEL CLARO, K. **Tropical Biology and conservation management**, [s.l.]: UNESCO/EOLSS, 2010, v. 3, p. 28-70. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265755186_Biological_control_of_insect_pests_in_the_tropics. Acesso em: 10 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; KORNDÖRFER, A. P.; PUJADE-VILLAR, J.; HUBAIDE, J. E. A.; FERREIRA, S. E.; ARANTES, S. O.; BORTOLETTO, D. M.; GUIMARÃES, C. M.; SÁNCHEZ-ESPIGARES, J. A.; CABALLERO-LÓPES, B. Brassica aphid (Hemiptera: Aphididae) populations are conditioned by climatic variables and parasitism level: a study case of Triângulo Mineiro, Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, [s.l.], v. 107, p. 410-418, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485317000220>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/brassica-aphid-hemiptera-aphididae-populations-are-conditioned-by-climatic-variables-and-parasitism-level-a-study-case-of-triangulo-mineiro-brazil/CE8A817606176F6439BA9B0FDBDD4CFF>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SILVA, R. J.; BUENO, V. H. P.; SILVA, D. B.; SAMPAIO, M. V. Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) em *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, PR, v. 52, n. 1, p. 124-130, Mar. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262008000100021>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/STRZjXdSNnHwpC9qkFwmH4B/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SILVA, R. J.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera:

Braconidae, Aphidiinae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 37, n. 2, p. 173-179, Abr. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000200011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/F4kTTgXBDWDgSx3cPbjbzJz/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e Sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em Diferentes Temperaturas e Cultivares Comerciais de Crisântemo. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 31, n. 2, p. 211-216, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2002000200006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/mPMkbTVCYXdZhqk6fHGgSRK/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; RODRIGUES, S. M. M.; LEDO, C. A. S. Desenvolvimento e Parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) e *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em duas cultivares de crisântemo. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 35, n. 3, p. 364-370, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000300011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/NvyBtNRr4CzXCGdLN8Z3ZmD/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SOUZA, M. F.; VELOSO, L. F. A.; SAMPAIO, M. V.; DAVIS, J. A. Influence of Host Quality and Temperature on the Biology of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). **Environmental Entomology**, Oxford, v. 46, n. 4, p. 995-1004, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvx108>. Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article/46/4/995/3964560>. Acesso em: 20 ago. 2022.

STARÝ, P. *Aphidius platensis* Brethes, its distribution and host range (Hym.: Aphidiidae). **Oriental Insects**, United Kingdom, v. 6, n. 3, p. 359-370, July 1972. DOI: <https://doi.org/10.1080/00305316.1972.10434086>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00305316.1972.10434086>. Acesso em: 15 ago. 2022.

STARÝ, P. *Aphidius colemani* Viereck: Its taxonomy, distribution and host range (Hymenoptera, Aphidiidae). **Acta Entomologica Bohemoslovaca**, Praga, v. 72, p. 156-163, 1975. Disponível em: <https://kramerius.lib.cas.cz/view/uuid:bd0f4613-148b-11e1-1729-001143e3f55c?page=uuid:bd0f46c5-148b-11e1-1729-001143e3f55c>. Acesso em: 05 ago. 2022.

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**, Curitiba, PR, v. 51, n. 1, p. 107-118, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262007000100018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/WhByyjvndjmv3Ly9tLkQYRx/abstract/?lang=en>. Acesso em: 22 ago. 2022.

TOMANOVIĆ, Ž.; PETROVIĆ, A.; MITROVIĆ, M.; KAVALLIERATOS, N. G.; STARÝ, P.; RAKHSHANI, R.; RAKHSHANIPOUR, M.; POPOVIĆ, A.; SHUKSHUK, A. H.; IVANOVIĆ, A. Molecular and morphological variability within the *Aphidius colemani* group with redescription of *Aphidius platensis* Brethes (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae).

- Bulletin of Entomological Research**, [s.l.] v. 104, p. 552-565, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485314000327>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/molecular-and-morphological-variability-within-the-aphidius-colemani-group-with-redescription-of-aphidius-platensis-brethes-hymenoptera-braconidae-aphidiinae/7EE06E2621EF99DD383B2739C35FCE3A>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- TORRES, A. F.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; CONTI, B. F. Tabela de vida de fertilidade de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 34, n. 4, p.532-536, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000400009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/xsDqKPZn6vF9tX3mRXH9hsL/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- VAN LENTEREN, J. C. Commercial Availability of Biological Control Agents. In: VAN LENTEREN, J. C.; **Quality Control and Production of Biological Control Agents Theory and Testing Procedures**. Wallingford: CABI, p. 167-179, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1079/9780851996882.0000>. Disponível em: <https://cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851996882.0000>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- VAN LENTEREN, J. C. **Ecology**: Cool Science, But Does it Help?. Wageningen, The Netherlands: Wageningen University, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283336193_Ecology_cool_science_but_does_it_help/citations. Acesso em: 10 ago. 2022.
- VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, [s.l.], v. 57, p. 1-20, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-011-9395-1>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- VAN LENTEREN, J. C.; BALE, J.; BIGLER, F.; HOKKANEN, H. M. T.; LOOMANS, A. J. M. Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests. **Annual Review of Entomology**, San Mateo, California, v. 51, p. 609-634, Jan. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151129>. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ento.51.110104.151129>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, [s.l.], v. 63, p. 39-59, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-017-9801-4>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- VIEIRA, L. J. P.; FRANCO, G. M.; SAMPAIO, M. V. Host preference and fitness of *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Braconidae) in different instars of the aphid *Schizapis graminum*. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 48, p. 391-398, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0662-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-018-0662-z>. Acesso em: 15 ago. 2022.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M. Sistemas de produção Embrapa: Cultivo do Sorgo, **Embrapa Milho e Sorgo**, Brasília, n. 2, Jul. 2015. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoof6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8301&p_r_p_-996514994_topicoId=9207. Acesso em: 14 ago. 2022.

YANO, E. Augmentative biological control in greenhouses in Japan. **Cabi Reviews**, [s.l.], v. 16, n. 60, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1079/pavsnr202116060>. Disponível em: <https://cabidigitalibrary.org/doi/10.1079/PAVSNR202116060>. Acesso em: 22 ago. 2022.

CAPÍTULO 2

***Melanaphis sorghi* (Theobald) (Hemiptera: Aphididae), uma praga invasora do sorgo no continente americano, é um hospedeiro de *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) no Brasil¹**

RESUMO

Melanaphis sorghi (Theobald) é uma espécie invasora introduzida recentemente no continente americano e vem causando grandes perdas na cultura do sorgo. Em levantamentos realizados nos municípios de Uberlândia e Sete Lagoas, estado de Minas Gerais, Brasil, durante o ano de 2021 foram obtidos exemplares de *M. sorghi* mumificados em plantas de sorgo, dos quais emergiram o parasitoide *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e os hiperparasitoides *Syrphophagus* sp. e *Pachyneuron* sp. Este é o primeiro registro de *A. platensis* parasitando *M. sorghi* no Brasil.

Palavras-chave: afídeo, parasitoide, controle biológico.

ABSTRACT

Melanaphis sorghi (Theobald) is an invasive species recently introduced in the American continent and has been causing great losses in the sorghum crop. In surveys carried out in the cities of Uberlândia and Sete Lagoas, state of Minas Gerais, Brazil, during the year 2021, mummified specimens of *M. sorghi* were collected on sorghum plants, from which the parasitoid *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) and the hyperparasitoids *Syrphophagus* sp. and *Pachyneuron* sp. emerged. This is the first record of *A. platensis* parasitizing *M. sorghi* in Brazil.

Keywords: aphid, parasitoid, biological control.

¹Publicado em 03 de Junho, 2022, na revista Entomological Communications. SAMPAIO, M. V.; DOMINGUES, R. F.; MENDES, S. M.; AVELLAR, G. S. *Melanaphis sorghi* (Theobald, 1904) (Hemiptera: Aphididae), an invasive sorghum pest in the American continent, is a host of *Aphidius platensis* (Brèthes, 1913) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Brazil. **Entomological Communications**, Goiás, v. 4, 2022. DOI: <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec04016>. Disponível em:

<https://www.entomologicalcommunications.org/index.php/entcom/article/view/ec04016>.

Acesso em: 23 ago. 2022.

1 INTRODUÇÃO

Melanaphis Van der Goot é um gênero de pulgão com aproximadamente 25 espécies de origem Paleártica (BLACKMAN; EASTOP, 2000). O pulgão da cana-de-açúcar, *Melanaphis sacchari* (Zehntner), foi, por muito tempo, a única espécie deste gênero presente no continente americano capaz de colonizar o sorgo, com registro desde o fim da década de 60 no Brasil (COSTA; EASTOP; COSTA, 1972) e do fim da década de 70 nos Estados Unidos (BOWLING *et al.*, 2016). Essa espécie coloniza, preferencialmente, a cultura da cana-de-açúcar, causando danos por ser vetor do *Sugarcane yellow leaf virus*, com ocorrência esporádica e em pequenas populações em lavouras de sorgo (NIBOUCHE *et al.*, 2018). Porém, em 2013, foram reportadas diversas ocorrências de *M. sacchari* causando perdas de até 50% na produção de sorgo em regiões do sul dos Estados Unidos e norte do México (BOWLING *et al.*, 2016). No Brasil, *M. sacchari* não era mencionado como praga na cultura do sorgo (MENDES *et al.*, 2014), porém, eventos semelhantes aos dos Estados Unidos e do México foram observados em 2019, iniciando em lavouras de sorgo na região do Triângulo Mineiro, Brasília e São Paulo (MENDES *et al.*, 2019). Inicialmente, a espécie causadora de danos em sorgo no continente americano foi considerada um novo biótipo de *M. sacchari*, porém, foi determinada por meios moleculares e morfológicos que se tratava de uma espécie críptica, *Melanaphis sorghi* (Theobald) (NIBOUCHE *et al.*, 2021).

Possivelmente o continente asiático é centro de origem para ambos *M. sacchari* e *M. sorghi* (NIBOUCHE *et al.*, 2018) e apesar da dificuldade em se diferenciar essas espécies por características morfológicas (NIBOUCHE *et al.*, 2021), as grandes populações observadas no Brasil e os sintomas em plantas de sorgo revelaram a presença de *M. sorghi* (FERNANDES *et al.*, 2021). A presença dessa espécie foi confirmada por meio de técnicas moleculares aplicadas em uma amostra de afídeos coletadas em sorgo, na cidade de Sete Lagoas, estado de Minas Gerais (NIBOUCHE *et al.*, 2021), e como a única espécie de afídeo do gênero *Melanaphis* (Superclone MLL-F *M. sorghi*) coletada em sorgo em 39 amostras em 10 cidades nos estados da Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraná e no Distrito Federal (HARRIS-SHULTZ *et al.*, 2022).

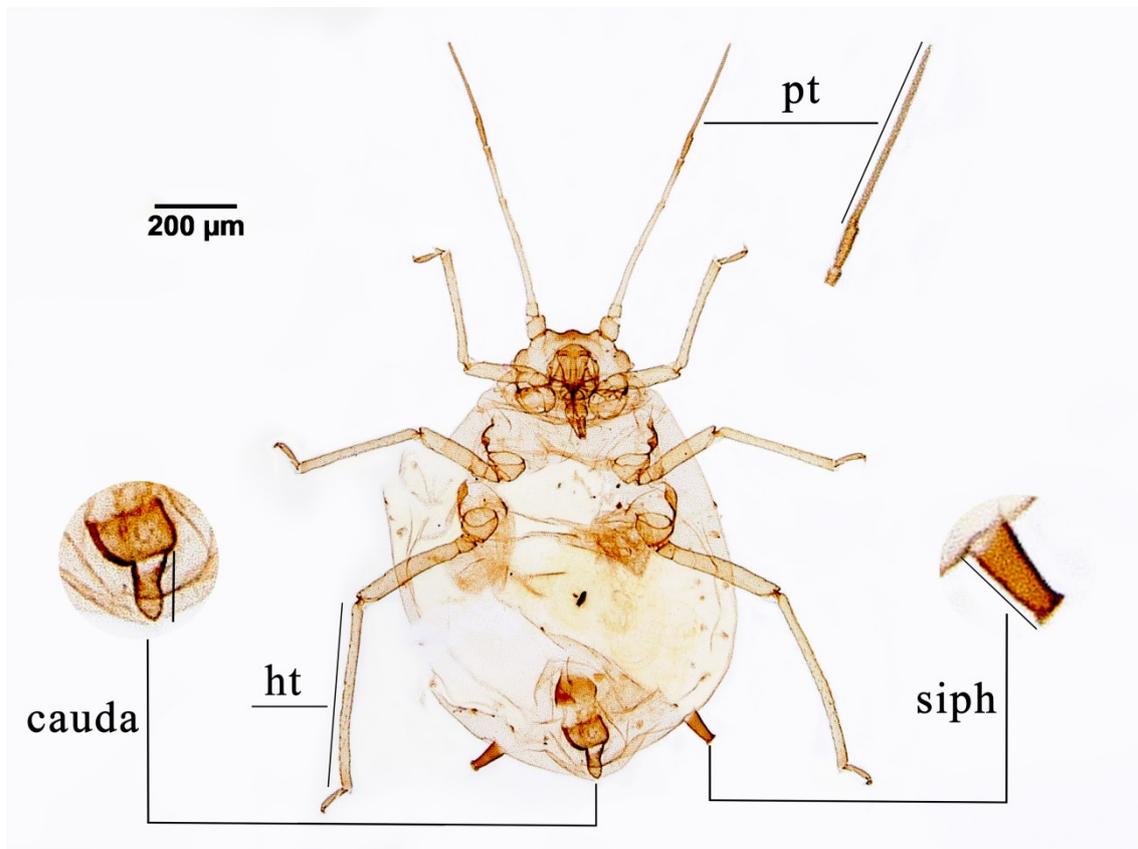
Em função da ocorrência de grandes populações de *M. sorghi* na cultura do sorgo no Brasil, a avaliação de seus inimigos naturais torna-se importante para entender as dinâmicas populacionais e propor soluções para o manejo dessa praga. Dessa forma, após a observação de *M. sorghi* parasitados (múmias), foram realizadas coletas para a determinação das espécies de parasitoide que utilizam essa espécie como hospedeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Pulgões e múmias de *M. sorghi* foram coletados em plantas de sorgo nos municípios de Uberlândia e Sete Lagoas, no estado de Minas Gerais. Em Uberlândia foram coletados em três localidades, na Fazenda Capim Branco (18°53'23.677"S, 48°20'27.089"O), na fazenda do Glória (18°56'54.713"S, 48°13'54.713"O) e em plantas de sorgo cultivadas no perímetro urbano (18°55'0.371"S, 48°16'3.136"O). Já em Sete Lagoas a coleta foi feita na Embrapa Milho e Sorgo (19°44'89.06" S, 44°17'68.82"O).

Amostras dos pulgões coletados em Uberlândia e Sete Lagoas foram mantidas em álcool 70% e identificados com auxílio de microscópio estereoscópico. Quatorze exemplares ápteros coletados em Uberlândia foram montados em lâminas (adaptado de BLACKMAN; EASTOP, 2000) para análise morfométrica. Como comparação foram utilizados sete exemplares ápteros de *M. sacchari* mantidos em lâminas e coletados em cana-de-açúcar na cidade de Uberlândia em 15/V/2009 (Fazenda do Glória, 18°56'54.713"S, 48°13'54.713"O, 3 indivíduos) e 18/VI/2009 (Agroteste, 18°53'31.560"S, 48°8'24.684"O, 4 indivíduos). Os insetos mantidos em lâminas tiveram os comprimentos do processo terminal da antena (pt), cauda, sífunculo (siph) e tibia posterior (ht) (Figura 1), mensurados usando câmera digital para microscopia (ScopeTek® modelo DCM 130). Os programas ScopePhoto® e Mini See® foram utilizados para determinar o comprimento. As mensurações foram utilizadas para calcular as razões entre pt:cauda, pt:siph e ht:pt, sendo as três proporções confiáveis para identificar *M. sacchari* em comparação com *M. sorghi*, de acordo com Nibouche *et al.* (2021). As múmias foram individualizadas em tubos de plástico para centrífuga (5 mL) e mantidos em laboratório até a emergência dos parasitoides. Os insetos emergidos foram mantidos em álcool 70% para posterior identificação. Os parasitoides primários foram identificados de acordo com descrições de Tomanović *et al.* (2014) e Santos *et al.* (2019). Os gêneros dos hiperparasitoides foram identificados de acordo com Powell (1982).

Figura 1. *Melanaphis sacchari* (Zehntner): pt – processo terminal da antena; siph – sifúnculo; ht – tibia posterior.



Fonte: Espécime número 1027 da Coleção de Afídeos (Coleafis) do Departamento de Ecologia e Biologia Evolucionária (DEBE) da Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil. Afídeo coletado em cana-de-açúcar (03 de janeiro de 2012), em Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as razões pt:cauda, pt:siph e ht:pt de *M. sacchari* de Uberlândia (Tabela 1) observa-se que o limite inferior de pt:cauda foi menor do que o descrito para essa espécie e o limite superior foi maior do que o de *M. sorghi* segundo o que foi encontrado por Nibouche *et al.* (2021). Já as razões pt:siph e ht:pt não foram compatíveis com o descrito para essa espécie, pelo contrário, apresentaram-se dentro dos limites inferior e superior descritos por Nibouche *et al.* (2021) para *M. sorghi*. Já a razão ht:pt de *M. sorghi* (Tabela 1) teve o limite inferior um pouco abaixo do encontrado para esta espécie por Nibouche *et al.* (2021), porém, o limite superior foi bem maior do que o de *M. sacchari*, estando compatível com o descrito para *M. sorghi*.

Tabela 1. Comprimento de características morfológicas (em μm) e razões (sem unidade) de fêmeas ápteras (valores médios, com variação entre parênteses) de *Melanaphis sacchari* e *M. sorghi* de acordo com Nibouche *et al.* (2021) e para *M. sacchari* e *M. sorghi* coletados em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, em cana-de-açúcar e sorgo, respectivamente.

Comprimento ou razão	Nibouche et al. (2021)		Uberlândia	
	<i>M. sacchari</i>	<i>M. sorghi</i>	<i>M. sacchari</i>	<i>M. sorghi</i>
pt	308 (258–359)	294 (207–345)	328 (296-345)	268 (234-297)
cauda	126 (96–151)	147 (103–180)	143 (129-159)	130 (111-152)
siph	95 (67–123)	108 (77–130)	126 (100-146)	94 (81-122)
ht	530 (413–628)	585 (419–707)	649 (582-701)	489 (428-587)
pt:cauda	2,46 (2,19–2,8)	2,02 (1,72–2,35)	2,30 (2,06-2,54)	2,07 (1,79-2,29)
pt:siph	3,33 (2,71–4,28)	2,75 (2,26–3,19)	2,63 (2,28-2,95)	2,86 (2,21-3,19)
ht:pt	1,73 (1,54–1,93)	2,00 (1,8–2,31)	1,98 (1,89-2,06)	1,83 (1,69-2,17)

pt- comprimento do processo terminal da antena; cauda – comprimento da cauda; siph – comprimento do sífúnculo; ht- comprimento da tibia posterior; pt:cauda - razão comprimento do processo terminal da antena / comprimento da cauda; pt:siph – razão comprimento do processo terminal da antena / comprimento do sífúnculo; ht:pt – comprimento da tibia posterior / comprimento do processo terminal da antena. Fonte: De autoria própria.

Segundo Nibouche *et al.* (2021) a identificação morfológica de *M. sacchari* e de *M. sorghi* é difícil, mas é possível, pela comparação entre as razões pt:cauda, pt:siph e ht:pt de um conjunto de pulgões e não são indicadas para a identificação de um indivíduo separadamente. De maneira geral, somente pela razão pt:cauda foi possível identificar os indivíduos de *M. sacchari* e *M. sorghi* de Uberlândia comparando com os resultados morfométricos apontados por Nibouche *et al.* (2021). Os indivíduos de *M. sorghi* de Uberlândia apresentaram as razões pt:cauda, pt:siph e ht:pt compatíveis com as descritas para essa espécie por Nibouche *et al.* (2021). Porém, apesar de espécimes coletados em cana-de-açúcar em Uberlândia um mês antes (16/IV/2009) dos utilizados no presente trabalho terem sido identificados por meios moleculares e morfológicos como *M. sacchari* (NIBOUCHE *et al.*, 2014; 2021) e utilizados para as análises morfométricas por Nibouche *et al.* (2021), os indivíduos de *M. sacchari* de Uberlândia utilizados no presente trabalho não tiveram a mesma compatibilidade com o descrito para *M. sacchari* pelas razões pt:siph e ht:pt.

Das múmias de *M. sorghi* foram obtidas uma espécie de parasitoide primário e duas de hiperparasitoides. O parasitoide primário *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) emergiu das múmias de dois dos três locais de Uberlândia e de Sete Lagoas. Em Uberlândia foram obtidas duas fêmeas da fazenda Capim Branco e 59 fêmeas e 46 machos em plantas de sorgo cultivadas dentro do perímetro urbano, totalizando 61 fêmeas e 46 machos. No município de Sete Lagoas foram obtidos 11 fêmeas e 8 machos de *A. platensis*. Das múmias de *M. sorghi* de Uberlândia emergiram também os hiperparasitoides *Syrphophagus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) (10 fêmeas e 5 machos da fazenda do Glória) e *Pachyneuron* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) (1 fêmea e 2 machos – Capim Branco e 1 fêmea – Glória).

O parasitoide *A. platensis* é uma espécie cosmopolita e, provavelmente, de origem Mediterrânea (TOMANOVIĆ *et al.*, 2014). Problemas na identificação de *A. platensis* dificultam a determinação de sua gama de hospedeiros e distribuição geográfica. Este afidiíneo faz parte do complexo de três espécies chamado de “*Aphidius colemani* species group”, composto por *A. colemani* (Viereck), *Aphidius transcaspicus* (Telenga) e *A. platensis* (TOMANOVIĆ *et al.*, 2014). Apesar das inúmeras menções a *A. colemani* no Brasil e na América do Sul (STARÝ; SAMPAIO; BUENO, 2007), é provável que as ocorrências sejam de *A. platensis* (TOMANOVIĆ *et al.*, 2014). De fato, após Tomanović *et al.* (2014), apenas *A. platensis* foi relatado no Brasil dentre as espécies que formam o “*A. colemani* species group” (SOUZA *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2019; VENÂNCIO *et al.*, 2020; ENGEL *et al.*, 2021).

Existem relatos de parasitoides ocorrendo em *M. sorghi* em plantas de sorgo na América do Norte, porém, os autores tratam como *M. sachari* ou como *M. sacchari/sorghii* devido a difícil identificação dessas espécies (COLARES *et al.*, 2015, BOWLING *et al.*, 2016, GÁRCIA-GONZÁLES *et al.*, 2018, RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE *et al.*, 2018, LAHIRI *et al.*, 2020, MERCER; BESSIN; OBRYCKI, 2020). Porém, considerando que não existem relatos de *M. sacchari* em grandes populações em sorgo antes de 2013 nas Américas, ano da ocorrência de *M. sorghi* no continente, provavelmente todos os registros em sorgo são de *M. sorghi*. Por isso, as menções de parasitoides ocorrendo em *M. sacchari*, relatadas em grandes populações desse pulgão em plantas de sorgo, a partir de 2013, na América do Norte, foram consideradas como *M. sorghi* para a discussão do parágrafo a seguir.

Em condições de laboratório, *A. colemani*, assim como outros parasitoides utilizados comercialmente no controle de pulgões na América do Norte, *Aphelinus abdominalis* (Dalman) (Hymenoptera: Aphelinidae), *Aphidius ervi* (Haliday) e *Aphidius matricariae* (Haliday) foram capazes de parasitar *M. sorghi* (MERCER; BESSIN; OBRYCKI, 2020). Com relação à

condições de campo, pelo menos duas espécies de parasitoides primários e três espécies de hiperparasitoides foram registradas no continente americano utilizando *M. sorghi* como hospedeiro em plantas de sorgo. No Texas, Estados Unidos, foram encontrados em *M. sorghi* os parasitoides primários *Aphelinus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae), como espécie predominante, e raras ocorrências do afidiíneo *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), além do hiperparasitoide *Syrphophagus aphidivorus* (Mayr) (Hymenoptera: Encyrtidae) (BOWLING *et al.*, 2016). No mesmo país, porém na Georgia, *L. testaceipes* foi registrado ocorrendo em maior quantidade em estufas do que no campo (LAHIRI *et al.*, 2020) e no Kansas foi registrado *Aphelinus* sp. em *M. sorghi* (COLARES *et al.*, 2015). De maneira análoga, no México, foram registrados em *M. sorghi* os parasitoides primários *Aphelinus* sp. e *L. testaceipes* e os hiperparasitoides *Pachyneuron aphidis* (Bouché) (Hymenoptera: Pteromalidae) e *S. aphidivorus* em Tamaulipas (RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE *et al.* 2018). Além de *Aphelinus varipes* (Förster) e *L. testaceipes* como parasitoides primários e *S. aphidivorus*, *P. aphidis* e *Alloxysta* sp. (Hymenoptera: Figitidae) como hiperparasitoides em Coahuila (GÁRCIA-GONZÁLES *et al.*, 2018).

4 CONCLUSÃO

Desta forma, de acordo com nossos estudos, essa é a primeira ocorrência de *A. platensis* parasitando *M. sorghi* no Brasil. A ocorrência de *A. platensis* no Brasil e de outras espécies de parasitoides nos EUA e no México parasitando *M. sorghi* contribuem para o desenvolvimento de programas de Manejo Integrado desse pulgão, considerado uma nova praga introduzida no continente americano.

REFERÊNCIAS

- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the World's Crops: an identification and information guide**. 2. ed. Chichester: John Wiley and Sons, 2000.
- BOWLING, R. D.; BREWER, M. J.; KERNS, D. L.; GORDY, J.; SEITER, N.; ELLIOTT, N. E.; BUNTIN, G. D.; WAY, M. O.; ROYER, T. A.; BILES, S.; MAXSON, E. Sugarcane Aphid (Hemiptera: Aphididae): A new pest on sorghum in North America. **Journal of Integrated Pest Management**, Oxford, v. 7, n. 1, Jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmw011>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jipm/article/7/1/12/2658146>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- COLARES, F.; MICHAUD, J. P.; BAIN, C. L.; TORRES, J. B. Recruitment of aphidophagous arthropods to sorghum plants infested with *Melanaphis sacchari* and *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae). **Biological Control**, [s.l.], v. 90, p. 16-24, Nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.05.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964415001139?via%3Dihub>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- COSTA, C. L.; EASTOP, V. F.; COSTA, A. S. A list of the aphid species (Homoptera: Aphidoidea), Collected in São Paulo, Brazil. **Revista Peruana de Entomologia**; Lima, Peru, v. 15, n. 1, p. 131-134, 1972.
- ENGEL, E.; LAU, D.; GODOY, W. A. C.; PASINI, M. P. B.; MALAQUIAS, J. B.; SANTOS, C. D. R.; PIVATO, J.; PEREIRA, P. R. V. S. Oscillation, synchrony, and multi-factor patterns between cereal aphids and parasitoid populations in southern Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, [s.l.], 2021. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485321000729>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/oscillation-synchrony-and-multifactor-patterns-between-cereal-aphids-and-parasitoid-populations-in-southern-brazil/6C26A0295B468864528E67597A5CA531>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- FERNANDES, F. O.; SOUZA, C. S. F.; AVELLAR, G. S.; NASCIMENTO, P. T.; DAMASCENO, N. C. R.; SANTOS, N. M.; LIMA, P. F.; SANTOS, V. M. C.; SIMEONE, M. L. F.; PARRELLA, R. A. C.; MENEZES, C. B.; OLIVEIRA, I. R.; MENDES, S. M. **Manejo do pulgão da cana-de-açúcar (*Melanaphis sacchari/sorghii*) na cultura do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. Comunicado Técnico, 249. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222934/1/COT-249.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- GÁRCIA-GONZÁLES, F.; RAMÍREZ-DELGADO, M.; CORTEZ-MADRIGAL, H.; RAMÍREZ-AHUJA, M. L. New reports of parasitoids and hyperparasitoids of *Melanaphis sacchari* (Zehntner) in México. **Southwestern Entomologist**, Canyon, Texas, v. 43, n. 3, Set. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.043.0324>. Disponível em: <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-43/issue-3/059.043.0324/New-Reports-of-Parasitoids-and-Hyperparasitoids-of-Melanaphis-sacchari-Zehntner1/10.3958/059.043.0324.short>. Acesso em: 15 ago. 2022.

- HARRIS-SHULTZ, K.; ARMSTRONG, J. S.; CARVALHO, G., JR.; SEGUNDO, J.P.; NI, X. *Melanaphis sorghi* (Hemiptera: Aphididae) clonal diversity in the United States and Brazil. **Insects**, Basel, Switzerland, v. 13 n. 5, p. 1-8, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13050416>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4450/13/5/416>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- LAHIRI, S.; NI, X.; BUNTIN, G. D.; TOEWS, M. D. Parasitism of *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) by *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Braconidae) in the Greenhouse and Field. **Journal of Entomological Science**, Lawrence, Kansas, v. 55, n. 1, p. 14-24, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18474/0749-8004-55.1.14>. Disponível em: <https://bioone.org/journals/Journal-of-Entomological-Science/volume-55/issue-1/0749-8004-55.1.14/Parasitism-of-Melanaphis-sacchari-Hemiptera--Aphididae-by-Lysiphlebus-testaceipes/10.18474/0749-8004-55.1.14.short>. Acesso em: 13 ago. 2022.
- MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SAMPAIO, M. V.; VIANA, P. A. Manejo de pragas na cultura do sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 35, n. 278, p. 89-99, 2014. Disponível em: <http://www.epamig.br/download/informe-agropecuario-278-sorgo-inovacoes-tecnologicas/?wpdmdl=6597&refresh=61be5b50ee4061639865168>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- MENDES, S. M.; VIANA, P. A.; OLIVEIRA, I. R.; MENEZES, C. B.; WAQUIL, J. M.; TOMPSON, W. Pulgão-da-cana-de-açúcar no sorgo: um velho conhecido, mas um novo problema!. **Grão em Grão**, Embrapa, Sete Lagoas, ano 13, n. 112, Set. 2019. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1117048>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- MERCER, N. H.; BESSIN, R. T.; OBRYCKI, J. J. Parasitization of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari*, by commercially available aphid parasitoids. **BioControl**, [s.l.], v. 66, p. 181-191, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-020-10051-w>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-020-10051-w>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- NIBOUCHE, S.; FARTEK, B.; MISSISSIPI, S.; DELATTE, H.; REYNAUD, B.; COSTET, L. Low Genetic Diversity in *Melanaphis sacchari* Aphid Populations at the Worldwide Scale. **PLoS ONE**, San Francisco, California, v. 9, n. 8, p. 1-10, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106067>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0106067>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- NIBOUCHE, S.; COSTET, L.; HOLT, J. R.; JACOBSON, A.; PEKARCIK, A.; SADEYEN, J.; ARMSTRONG, J. S.; PETERSON, G. C.; MCLAREN, N.; MEDINA, R. F. Invasion of sorghum in the Americas by a new sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) superclone. **PLoS ONE**, San Francisco, California, v. 13, n. 4, p. 1-15, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196124>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0196124>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- NIBOUCHE, S.; COSTET, L.; MEDINA, R. F.; HOLT, J. R.; SADEYEN, J.; ZOOGONES, A. S.; BROWN, P.; BLACKMAN, R. L. Morphometric and molecular discrimination of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari*, (Zehntner, 1897) and the sorghum aphid *Melanaphis*

sorgi (Theobald, 1904). **PLoS ONE**, San Francisco, California, v. 16, n. 3, p. 1-17, Mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241881>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0241881>. Acesso em: 13 ago. 2022.

POWELL, W. The identification of hymenopterous parasitoids attacking cereal aphids in Britain. **Systematic Entomology**, United Kingdom, v. 7, p. 465-473, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.1982.tb00457.x>. Disponível em: <https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3113.1982.tb00457.x>. Acesso em: 20 ago. 2022.

RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE, L. A.; RODRÍGUEZ-VÉLEZ, B.; SARMIENTO-CORDERO, M. A.; ARREDONDO-BERNAL, H. C. Natural Enemies of *Melanaphis sacchari* on Grain Sorghum in Northeastern Mexico. **Southwestern Entomologist**, Canyon, Texas, v. 43, n. 1, Mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.043.0103>. Disponível em: <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-43/issue-1/059.043.0103/Natural-Enemies-of-Melanaphis-sacchari1-on-Grain-Sorghum-in-Northeastern/10.3958/059.043.0103.short>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SANTOS, C. D. R. D.; SAMPAIO, M. V.; LAU, D.; REDAELLI, L. R.; JAHNKE, S. M.; PIVATO, J.; CARVALHO, F. J. Taxonomic Status and Populations Oscillations of *Aphidius colemani* Species Group (Hymenoptera: Braconidae) in Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 48, p. 983-991, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-019-00716-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-019-00716-2>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SOUZA, I. L.; TOMAZELLA, V. B.; SANTOS, A. J. N.; MORAES, T.; SILVEIRA, L. C. P. Parasitoids diversity in organic Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, SP, v. 79, n. 4, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.185417>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/7KVGLps7MDLTS8FfbVgXjp/?lang=en>. Acesso em: 20 ago. 2022.

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**, Curitiba, PR, v. 51, n. 1, p. 107-118, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262007000100018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/WhByyjvndjmv3Ly9tLkQYRx/abstract/?lang=en>. Acesso em: 20 ago. 2022.

TOMANOVIĆ, Ž.; PETROVIĆ, A.; MITROVIĆ, M.; KAVALLIERATOS, N. G.; STARÝ, P.; RAKHSHANI, R.; RAKHSHANIPOUR, M.; POPOVIĆ, A.; SHUKSHUK, A. H.; IVANOVIĆ, A. Molecular and morphological variability within the *Aphidius colemani* group with redescription of *Aphidius platensis* Brethes (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **Bulletin of Entomological Research**, [s.l.], v. 104, n. 5, p. 1-14, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485314000327>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/molecular-and-morphological-variability-within-the-aphidius-colemanii>

group-with-redescription-of-aphidius-platensis-brethes-hymenoptera-braconidae-aphidiinae/7EE06E2621EF99DD383B2739C35FCE3A. Acesso em: 20 ago. 2022.

VENÂNCIO, H.; BIANCHI, R. A.; LOBATO, T. O. S.; SAMPAIO, M. V.; SANTOS, J. C. Tritrophic interaction between the Mexican sunflower, the aphid *Aphis gossypii* and natural enemies in a greenhouse experiment. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Universidade Estadual de Maringá, v. 42, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v42i1.47120>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/47120>. Acesso em: 20 ago. 2022.

CAPÍTULO 3

Potencial de *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) para o controle biológico de *Melanaphis sorghi* (Theobald) (Hemiptera: Aphididae) em duas temperaturas

RESUMO

Melanaphis sorghi (Theobald) é uma espécie invasora no continente americano, sendo reportada pela primeira vez em 2013 nos Estados Unidos e 2019 no Brasil, onde desde então vem causando grandes danos na cultura do sorgo. O parasitoide *Aphidius platensis* (Brèthes) foi a única espécie encontrada parasitando *M. sorghi* no Brasil. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do parasitoide *A. platensis* como agente de controle biológico de *M. sorghi* em laboratório em duas temperaturas. Para isso, os índices da tabela de vida de fertilidade de *A. platensis* foram comparados com os de *M. sorghi* em duas temperaturas, uma dentro ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$) e outra acima ($29\pm 1^{\circ}\text{C}$) da faixa ótima de desenvolvimento do parasitoide. Os testes foram realizados em placas de Petri, contendo disco foliar de sorgo, em câmaras climatizadas. *Aphidius platensis* apresentou maiores valores a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ para sobrevivência de pupas ($74,9\pm 4,54\%$), fecundidade potencial ($120,2\pm 5,41$ óvulos por fêmea), fecundidade total estimada ($363,2\pm 16,34$ ovos por fêmea) e longevidade ($10,72\pm 0,51$ dias) do que para $29\pm 1^{\circ}\text{C}$ (respectivamente, $57,2\pm 5,47\%$, $95,9\pm 7,28$ óvulos, $289,9\pm 21,99$ ovos e $2,55\pm 0,20$ dias), indicando que o seu desenvolvimento foi favorecido na menor temperatura avaliada. O parasitoide também obteve uma maior taxa líquida de reprodução (R_0) a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($96,4\pm 4,33$) comparado com $29\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($58,8\pm 4,46$), porém não apresentou diferenças para a taxa líquida de aumento populacional (r_m), com $0,30\pm 0,006$ e $0,29\pm 0,006$, respectivamente. O pulgão *M. sorghi* se desenvolveu bem em ambas as temperaturas, com as diferenças mais marcantes no menor tamanho da tibia posterior ($489,51\pm 8,46$ μm) e maior r_m ($0,54\pm 0,01$) a $29\pm 1^{\circ}\text{C}$ do que a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($573,68\pm 14,43$ μm e $0,41\pm 0,01$, respectivamente). As temperaturas influenciam o potencial como inimigo natural de *A. platensis*, se desenvolvendo melhor a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$. O parasitoide apresentou menores valores de R_0 e r_m do que seu hospedeiro em ambas as temperaturas avaliadas, indicando que *A. platensis* tem menor potencial de crescimento do que o pulgão, podendo não ser suficiente para regular a população de *M. sorghi* em condições de campo.

Palavras-chave: controle biológico, parasitoide, pulgão.

ABSTRACT

Melanaphis sorghi (Theobald) is a recent invasive species in the American continent, first reported in 2013 in the United States and 2019 in Brazil, where it has been causing great loss in the sorghum culture. The parasitoid *Aphidius platensis* (Brèthes) was the only species found parasitizing *M. sorghi* in Brazil. With that in mind, the objective of this research was to evaluate the potential of the parasitoid *A. platensis* as an agent of biological control of *M. sorghi* at two temperatures in the laboratory. The fertility life table parameters of *A. platensis* were compared to those of *M. sorghi* at two temperatures, one at (23±1°C) and another above (29±1°C) the optimal range for the development of the parasitoid. The experiments were carried out in Petri dishes containing leaf discs of sorghum, in climatic chambers. The survival of pupae (74,9±4,54%), potential fecundity (120,2±5,41 eggs per female), estimated total fecundity (362,2±16,34 eggs per female) and longevity (10,72±0,51 days) were greater at 23±1°C for *Aphidius platensis* than at 29±1°C (respectively, 57,2±5,47%, 95,9±7,28 eggs, 289,9±21,99 eggs e 2,55±0,20 days), showing that its development was favored at the lower evaluated temperature. The parasitoid also had a greater liquid reproductive rate (R_0) at 23±1°C (96,4±4,33) than at 29±1°C (58,8±4,46), but it didn't show distinction in the rate of population increase (r_m), with 0,30±0,006 and 0,29±0,006, respectively. The aphid *M. sorghi* developed well in both temperatures, with the strongest differences being the smaller hind tibia (489,51±8,46 µm) and a bigger r_m (0,54±0,01) at 29±1°C than at 23±1°C (573,68±14,43 µm and 0,41±0,01, respectively). The potential of *A. platensis* as a natural enemy is influenced by the temperature, showing a better development at 23±1°C. The parasitoid had lower values of R_0 and r_m when compared to its host in both evaluated temperatures, indicating that the *A. platensis* has a lower growth potential than the aphid and that it may not regulate the population of *M. sorghi* in field conditions.

Keywords: biological control, parasitoid, aphid.

1 INTRODUÇÃO

Espécies invasoras representam um grande risco para o equilíbrio do ambiente, são definidas por não ocorrerem em determinado habitat originalmente, sendo introduzidas e se estabelecendo no local, processo muitas vezes auxiliado pela ação humana. No caso de insetos invasores, a interação com o ambiente pode ocorrer principalmente por meio do estabelecimento em plantas nativas, atuar como vetores de novas doenças e estabelecer competição por alimento com espécies que ocorrem naturalmente no local (KENIS *et al.*, 2008; SIMBERLOFF, 2010).

Uma das melhores formas de se controlar espécies invasoras ou locais de insetos danosos é por meio da aplicação de um programa de controle biológico, levando a população ao equilíbrio e a mantendo abaixo do nível de dano econômico por meio do uso de inimigos naturais, de maneira sustentável e não prejudicial ao ambiente (SAMPAIO, 2009). Os parasitoides estão entre os inimigos naturais mais utilizados no mundo em programas de controle biológico de pragas, sendo feito tanto por meio do controle biológico clássico, em que se introduz uma espécie não presente anteriormente na região, do mesmo centro de origem da praga invasora, ou pela liberação e manutenção de inimigos naturais, com o controle biológico aumentativo ou conservativo (LAUMANN; SAMPAIO, 2020). Esses últimos, aumentativo e conservativo, são muito indicados para regiões tropicais, pois se tem uma grande diversidade de insetos que ocorrem naturalmente a ser explorada, evitando a introdução desnecessária de espécies exóticas, processo mais demorado e oneroso (SAMPAIO *et al.*, 2010).

Para o controle biológico aumentativo, é necessário avaliar o potencial que o inimigo natural possui para controlar a espécie praga alvo. A avaliação do inimigo natural pode ser realizada por levantamentos feitos em campo, que demandam tempo para serem realizados. Por isso, métodos de laboratório que conseguem estimar o que ocorre no campo podem ser utilizados em estágios iniciais de avaliação, indicando os inimigos naturais mais promissores, como a utilização da tabela de vida de fertilidade (SOUTHWOOD, 1978; VAN LENTEREN *et al.*, 2019; LAUMANN; SAMPAIO, 2020). No caso de parasitoides de pulgões, a avaliação do parasitismo e da emergência em laboratório tem relevância na seleção das espécies com potencial de controle.

O parasitismo em laboratório teve relação com a fecundidade e com o parasitismo em casa-de-vegetação (RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2004; RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2005) e no campo (OLIVEIRA *et al.*, 2013; SAMPAIO *et al.*, 2017), e a emergência foi a principal característica para definir os limites ideais de temperatura para o

desenvolvimento dos parasitoides (RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2004; SAMPAIO *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2017).

Para avaliar a eficiência de inimigos naturais utilizam-se as características biológicas, que permitem a sua comparação com as pragas-alvo. As características avaliadas incluem os índices de tabela de vida de fertilidade, como a taxa líquida de aumento populacional (r_m) e taxa líquida de reprodução (R_o) (VAN LENTEREN; WOETS, 1988; VAN LENTEREN, 2010; LAUMANN; SAMPAIO, 2020). Idealmente se procura inimigos naturais com alta fecundidade, período de desenvolvimento curto e crescimento populacional (r_m e R_o) maior do que a praga (LAUMANN; SAMPAIO, 2020).

A avaliação do r_m para insetos predadores pode não ser suficiente, pois indica o crescimento da população, e não uma estimativa de quantos hospedeiros são controlados, sendo indicada a utilização de outro parâmetro adicional, como a taxa de controle de hospedeiros (K_m) (VAN LENTEREN *et al.*, 2019). No entanto, para a avaliação de parasitoides o r_m é um dos índices com maior importância, pois quando é maior ou igual que o de seu hospedeiro, indica que este deve conseguir parasitar e matar mais hospedeiros do que o inseto praga consegue se reproduzir (VAN LENTEREN, 2010; VAN LENTEREN *et al.*, 2019). A reprodução do parasitoide está diretamente ligada ao controle do inseto praga, pois, teoricamente, cada ovo posto gera a morte de um hospedeiro e o nascimento de um novo parasitoide, para parasitoides de afídeos (VAN LENTEREN, 2010; VAN LENTEREN *et al.*, 2019).

O comportamento e eficiência dos inimigos naturais também são regulados por fatores abióticos, como a temperatura, que afeta todo o desenvolvimento de fases imaturas e comportamento dos adultos. Somente por meio do estudo deste fator pode se determinar a adaptabilidade dos inimigos naturais aos diversos ambientes em que estes podem ser aplicados (GONÇALVES; ALMEIDA; MOTA, 2008; RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2004). Os parasitoides de pulgões, normalmente, são mais prejudicados do que seus hospedeiros em temperaturas altas, apresentando alta mortalidade em temperaturas constantes em laboratório acima de 25°C (RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2004; SAMPAIO *et al.*, 2005; SAMPAIO *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2017).

O afídeo *Melanaphis sorghi* (Theobald) (Hemiptera: Aphididae), praga de recente introdução no continente americano, reportado nos Estados Unidos e México em 2013 e no Brasil em 2019, causa grandes danos à cultura do sorgo desde sua ocorrência, com perdas de até 50% da produção (BOWLING *et al.*, 2016). Inicialmente identificado como *Melanaphis sacchari* (Zehntner), espécie que já ocorria na cultura da cana-de-açúcar nestes locais

(BOWLING *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2019), foi identificado como uma nova espécie posteriormente (NIBOUCHE *et al.*, 2021).

Por ser uma nova espécie, levantamentos sobre possíveis inimigos naturais são importantes para se ampliar o conhecimento de sua dinâmica populacional e tornar possível a proposta de programas de manejo integrado para o controle deste inseto praga. Para o Brasil se destaca a ocorrência do parasitoide *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) como a única espécie encontrada, até o momento, parasitando *M. sorghi*, em campo (SAMPAIO *et al.*, 2022). Esta espécie de parasitoide pertence ao “*Aphidius colemani* (Viereck) species group”, composto por três espécies de difícil diferenciação, *A. colemani*, *Aphidius transcaspicus* (Telenga) e *A. platensis*, e foi identificada como *A. colemani* na literatura antes da redescritção por Tomanović *et al.* (2014).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do parasitoide *A. platensis* como inimigo natural da espécie de pulgão invasora, *M. sorghi*, em laboratório, por meio do parasitismo, características biológicas e de tabela de vida de fertilidade em uma temperatura dentro ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$) e outra acima ($29\pm 1^{\circ}\text{C}$) da faixa ótima de desenvolvimento do parasitoide.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Criação dos insetos

Tanto na criação dos insetos como nos experimentos foram utilizadas plantas de sorgo da cultivar Volumax, um híbrido de ciclo semiprecoce (115 a 125 dias), conduzidas no perímetro urbano da cidade de Uberlândia ($18^{\circ}55'0.371''\text{S}$, $48^{\circ}16'3.136''\text{O}$). As mudas de sorgo foram obtidas a partir da semeadura em vasos plásticos com capacidade de 1,7 litros, utilizando uma mistura de dois terços de substrato para vasos e um terço de terra vegetal, ambos da marca Terral, e utilizadas para a criação de insetos e nos experimentos com 40 a 60 dias após a semeadura.

O pulgão *M. sorghi* foi obtido a partir de ocorrência natural nestas plantas de sorgo, e por meio de coletas em lavouras de sorgo presentes no campo, nas fazendas experimentais Capim Branco ($18^{\circ}53'23.677''\text{S}$, $48^{\circ}20'27.089''\text{O}$) e Glória ($18^{\circ}56'54.713''\text{S}$, $48^{\circ}13'54.713''\text{O}$). Os pulgões foram mantidos em gaiolas de acrílico (30 x 30 x 60 cm) contendo plantas de sorgo, em sala climatizada a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ com fotofase de 12 horas de luz. Novas plantas foram introduzidas nas gaiolas semanalmente para a criação de manutenção dos pulgões, colocadas

próximas às outras plantas para a transferência dos pulgões, os quais foram utilizados para a criação dos parasitoides e nos experimentos.

O parasitoide *A. platensis* foi coletado no perímetro urbano de Uberlândia sobre *M. sorghi* em sorgo (18°55'0.371"S, 48°16'3.136"O), sendo as múmias dos pulgões individualizadas em tubos de plástico para centrífuga (5 mL), e os parasitoides adultos emergidos identificados quanto ao seu sexo, sendo a fêmea diferenciada pela presença do ovopositor. Foi utilizada a metodologia de Vieira, Franco e Sampaio (2019), para os experimentos descritos a seguir. Após a obtenção dos parasitoides, foram liberados 15 casais em uma gaiola acrílica, contendo uma planta de sorgo infestada por *M. sorghi*, para que pudessem se reproduzir. Após 9 a 12 dias as múmias foram removidas, individualizadas em tubos de plástico para centrífuga e mantidas em laboratório até a emergência dos parasitoides adultos. Os adultos emergidos foram utilizados para a criação de manutenção dos parasitoides e nos experimentos. Todos os indivíduos foram alimentados com mel diluído a 50% e água, de acordo com Bueno *et al.* (2006), para que apresentassem a maior longevidade possível.

2.2 Características biológicas e tabela de vida de *A. platensis*

Os experimentos seguiram metodologia proposta por Vieira, Franco e Sampaio (2019) e Sampaio *et al.* (2020). Para a padronização de ninfas de 3º instar de *M. sorghi*, a serem utilizadas no experimento, dez pulgões adultos provenientes da criação de manutenção foram dispostos em placas de Petri de vidro (50 mm de diâmetro) contendo secções de folha de sorgo sobre uma solução de ágar-água a 1%, fechadas com filme de PVC perfurado, para ocorrer troca de ar. As placas foram mantidas por 24 horas em câmaras climáticas à 23±1°C ou 29±1°C, com fotofase de 12 horas e utilizadas 32 placas por temperatura. Após este período, os adultos foram retirados, permanecendo apenas as ninfas de primeiro instar, as quais foram mantidas nas placas por 3 dias, trocando de instar a cada 24, aproximadamente, até atingirem o terceiro instar, quando foram utilizadas no experimento.

No experimento foram mantidas 40 ninfas de 3º instar de *M. sorghi* por placa e foi liberada uma fêmea de *A. platensis* acasalada, sem experiência de ovoposição e com menos de 24 horas de vida por placa. Após a liberação da fêmea, seu comportamento foi observado sob microscópio estereoscópico até que encontrasse o hospedeiro e iniciasse a ovoposição. Após aceitar o primeiro hospedeiro, a fêmea foi mantida na placa por 40 minutos em sala climatizada a 23±1°C para realizar o parasitismo, sendo retirada em seguida. As 64 placas contendo ninfas de *M. sorghi* expostas ao parasitismo por *A. platensis* foram mantidas em câmara climática, 32 placas a 23±1°C e 32 placas a 29±1°C e, após 72 horas, foi realizada a dissecação dos pulgões

de 16 placas por temperatura, para avaliar a presença de larvas do parasitoide em seu interior. Os pulgões das 16 placas de Petri restantes por temperatura foram mantidos nas mesmas condições climáticas até a formação das múmias. Dois dias após a formação das múmias, os pulgões não mumificados foram retirados e as múmias observadas diariamente até a emergência dos parasitoides. Todos os parasitoides emergidos tiveram o seu sexo determinado, dos quais 67 fêmeas (33 a $23\pm 1^\circ\text{C}$ e 34 a $29\pm 1^\circ\text{C}$) foram utilizadas para avaliar a longevidade e 31 fêmeas (16 a $23\pm 1^\circ\text{C}$ e 15 a $29\pm 1^\circ\text{C}$) foram dissecadas para a avaliação do número de óvulos maduros nos ovariolos (fecundidade potencial) e estimar o tamanho dos parasitoides e dos hospedeiros, por meio do comprimento da tibia posterior das fêmeas e suas respectivas múmias. Cada fêmea utilizada para determinação da longevidade foi individualizada em placa de Petri contendo secções de folha de sorgo sobre uma solução de ágar-água a 1%, alimentadas diariamente com mel diluído a 50% e água e avaliada diariamente até a sua morte.

Para a padronização da idade das fêmeas utilizadas para a avaliação da fecundidade potencial, imediatamente antes do início da fotofase, todos os parasitoides emergidos durante a noite foram retirados. A partir daí, foi observada a emergência dos parasitoides e as fêmeas foram dissecadas com menos de três horas após a sua emergência, evitando a produção de novos óvulos. A dissecação foi realizada em lâmina para microscopia (2,5 x 7,5 cm) sob microscópio estereoscópico, utilizando seringas de 3 mL. Primeiro, o abdome foi separado do restante do corpo, os urômeros foram retirados, expondo os ovariolos, os quais foram rompidos para a liberação dos óvulos, permitindo a sua contagem sob microscópio ótico com aumento de 100 vezes. As tíbias posteriores das fêmeas de *A. platensis* e de suas respectivas múmias foram retiradas e mensuradas. As tíbias foram montadas em lâmina e lamínula, fotografadas utilizando câmera digital para microscopia (ScopeTek® modelo DCM 130), sendo então mensuradas por meio dos softwares ScopePhoto e ImageJ (VIEIRA; FRANCO; SAMPAIO, 2019).

Os dados biológicos obtidos em cada temperatura foram utilizados para estimar os parâmetros da tabela de vida de fertilidade segundo Laumann e Sampaio (2020). A taxa líquida de reprodução (R_0) foi calculada pela fórmula:

$$R_0 = v \times f \times s$$

Onde:

v = viabilidade de imaturos;

f = fecundidade total; e

s = porcentagem de fêmeas

A fecundidade total foi estimada como 3,02 vezes maior que a fecundidade potencial, número de óvulos que a fêmea produz ao longo de sua vida (SAMPAIO; BUENO; DE CONTI, 2008; TORRES *et al.*, 2007).

A taxa líquida de aumento populacional (r_m) foi calculada pela fórmula:

$$r_m = \ln (R_0) / T$$

Onde:

T = período médio entre gerações, estimado como o período de desenvolvimento somado a 1,7 dias, período em que a fêmea leva para depositar 50% de seus óvulos (TORRES *et al.*, 2007).

Foram avaliados a porcentagem de parasitismo pelo número de pulgões com larvas; a porcentagem de parasitismo pelo número de pulgões mumificados; a sobrevivência de larvas (razão entre o número de pulgões mumificados por placa e o número médio de pulgões com larvas); sobrevivência de pupas (razão entre o número de adultos emergidos e o número de pulgões mumificados); sobrevivência de imaturos (razão entre o número de adultos emergidos e o número médio de pulgões com larvas); a porcentagem de fêmeas; o período de desenvolvimento (tempo entre a ovoposição e emergência do adulto); a longevidade dos adultos emergidos; R_0 ; T; e r_m dos parasitoides.

2.3 Tabela de vida de fertilidade de *M. sorghi*

Para a avaliação dos aspectos biológicos de *M. sorghi* em duas temperaturas, quatro pulgões adultos provenientes da criação de manutenção foram mantidos por placa de Petri (50 mm de diâmetro), contendo seções foliares de sorgo sobre uma solução de ágar-água a 1% e mantidos por 24 horas em câmara climática, 20 placas a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e 20 placas a $29 \pm 1^\circ\text{C}$. Após este período, os adultos foram retirados e as ninfas de primeiro instar foram mantidas nas mesmas condições e avaliadas diariamente até que uma ninfa atingisse a fase adulta. Os outros indivíduos da placa foram removidos, mantendo-se um adulto por placa. A partir da individualização de um pulgão adulto por placa, foram realizadas avaliações diárias, contabilizando o número de ninfas produzidas por dia até a morte do adulto. Após sua morte, a tibia posterior de cada adulto foi montada em lâmina e lamínula e fotografada utilizando câmera digital para microscopia (ScopeTek® modelo DCM 130), sendo então mensurada por meio dos softwares ScopePhoto e ImageJ (VIEIRA; FRANCO; SAMPAIO, 2019).

Foram avaliados a sobrevivência de imaturos (razão do número de pulgões na placa quando a primeira ninfa atingiu a fase adulta e o número de ninfas de primeiro instar que iniciaram o experimento), o período de desenvolvimento (do nascimento até a primeira ninfa atingir a fase adulta), fecundidade (ninfas/fêmea), a longevidade, o tamanho da tibia posterior de cada pulgão, tempo para duplicar a população inicial (TD), r_m , R_o e T.

2.4 Análises estatísticas

O experimento utilizou um delineamento inteiramente casualizado em dois tratamentos (23 ± 1 e $29\pm 1^\circ\text{C}$). Os dados foram testados para normalidade dos resíduos por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov corrigido por Lilliefors e a homogeneidade das variâncias por Levene a 1% de significância, utilizando o software R, versão 3.6.3. Tendo a confirmação da homogeneidade das variâncias, os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste F a 5% de significância.

Os dados de fertilidade de tabela de vida de *M. sorghi*, sendo eles o tempo para duplicar a população inicial (TD), taxa líquida de aumento populacional (r_m), taxa líquida de reprodução (R_o) e intervalo médio entre gerações (T), foram analisados utilizando o método de Jackknife (MEYER *et al.*, 1986), e as médias comparadas por teste de “t” de Student, por meio de uma versão do *lifetable.sas* (MAIA; LUIZ; CAMPANHOLA, 2000), realizada utilizando o software R (MAIA *et al.*, 2014).

3 RESULTADOS

3.1 Características biológicas e tabela de vida de *A. platensis*

Não houve diferença para as porcentagens de pulgões com larvas (GL = 1; 30; P = 0,5992), de múmias (GL = 1; 24; P = 0,5721), de sobrevivência de larvas (GL = 1; 24; P = 0,6744), de sobrevivência de imaturos (GL = 1; 24; P = 0,1810) e de fêmeas emergidas (GL = 1; 24; P = 0,8499) de *A. platensis* sobre *M. sorghi* quando comparadas as temperaturas de $23\pm 1^\circ\text{C}$ e $29\pm 1^\circ\text{C}$. Porém, a porcentagem de emergência, que indica a sobrevivência de pupas, foi maior (GL = 1; 24; P = 0,0197) a $23\pm 1^\circ\text{C}$ do que a $29\pm 1^\circ\text{C}$ (Tabela 1).

Tabela 1. Médias \pm erro padrão (N^o parcelas) das porcentagens de parasitismo por pulgões com larvas e pela formação de múmias, de sobrevivência de larvas, de emergência (sobrevivência de pupas) e de fêmeas, longevidade, período de desenvolvimento (em dias) e comprimento da tibia posterior das fêmeas do parasitoide e de sua respectiva múmia (μm), de *A. platensis* sobre *M. sorghi* sob temperaturas de 23 ± 1 e $29\pm 1^\circ\text{C}$.

Tratamento	Temperatura		CV (%)
	23°C	29°C	
Pulgões com Larvas (%)	65,8 \pm 3,53 (16)a	68,2 \pm 2,59 (16)a	18,50
Múmias (%)	43,9 \pm 4,81 (13)a	47,4 \pm 3,95 (13)a	34,75
Sobrevivência Larvas (%)	65,5 \pm 7,22 (13)a	69,2 \pm 5,61 (13)a	33,28
Emergência de adultos (%)	74,9 \pm 4,54 (13)a	57,2 \pm 5,47 (13)b	27,45
Sobrevivência imaturos (%)	49,0 \pm 5,65 (13)a	38,9 \pm 4,66 (13)a	42,45
Fêmeas (%)	50,0 \pm 7,30 (13)a	52,1 \pm 8,57(13)a	56,23
Período de desenvolvimento	13,7 \pm 0,23 (16)a	12,5 \pm 0,20 (15)b	6,58
Longevidade	10,7 \pm 0,51 (11)a	2,5 \pm 0,20 (11)b	19,49
Tibia múmia	402,3 \pm 16,89 (16)a	388,3 \pm 13,17 (15)a	15,21
Tibia parasitoide	430,7 \pm 8,55 (16)a	385,9 \pm 10,27 (15)b	9,04

Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de F ($P > 0,05$). Fonte: De autoria própria.

O período de desenvolvimento (GL = 1; 29; $P = 0,0004$) e a longevidade (GL = 1; 20; $P = 0,0007$) de *A. platensis* foram maiores a $23\pm 1^\circ\text{C}$ do que a $29\pm 1^\circ\text{C}$. Não houve diferença no tamanho da tibia posterior das múmias de *M. sorghi* (GL = 1; 29; $P = 0,5204$) nas duas temperaturas, mas os parasitoides obtidos em $23\pm 1^\circ\text{C}$ apresentaram a tibia posterior maior (GL = 1; 29; $P = 0,0021$) do que o observado para $29\pm 1^\circ\text{C}$ (Tabela 1).

Em relação às características da tabela de vida, o número de óvulos na emergência (GL = 1; 29; $P = 0,0115$), a fecundidade total (GL = 1 ; 29; $P = 0,0115$), a taxa líquida de reprodução (R_o) (GL = 1; 29; $P = 0,0176$) e o período médio entre gerações (T) (GL = 1; 29; $P = 0,0004$) foram maiores a $23\pm 1^\circ\text{C}$ do que a $29\pm 1^\circ\text{C}$; enquanto que a taxa líquida de aumento populacional (r_m) (GL = 1; 29; $P = 0,1875$) não apresentou diferença para as temperaturas avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2. Médias \pm erro padrão (N^o de parcelas) da fecundidade potencial (n^o de óvulos nos ovários ao emergir), fecundidade total, taxa líquida de reprodução (Ro), taxa líquida de aumento populacional (r_m) e período médio entre gerações (T), de *A. platensis* sobre *M. sorghi* sob temperaturas de 23 \pm 1 e 29 \pm 1°C.

Tratamento	Temperatura		CV (%)
	23°C	29°C	
Fecundidade Potencial	120,2 \pm 5,41 (16)a	95,9 \pm 7,28 (15)b	23,06
Fecundidade Total*	363,2 \pm 16,34 (16)a	289,9 \pm 21,99 (15)b	23,06
Ro	96,4 \pm 4,33 (16)a	58,8 \pm 4,46 (15)b	22,14
r_m	0,30 \pm 0,01 (16)a	0,29 \pm 0,01 (15)a	7,99
T**	15,4 \pm 0,23 (16)a	14,2 \pm 0,20 (15)b	6,58

Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de F ($P > 0,05$). *Fecundidade Total – Estimada como 3,02 vezes maior que a fecundidade potencial (SAMPAIO; BUENO; DE CONTI, 2008; TORRES *et al.*, 2007). **T – Estimado como o período de desenvolvimento somado a 1,7 dias (TORRES *et al.*, 2007). Fonte: De autoria própria.

3.2 Características biológicas e tabela de vida de fertilidade de *M. sorghi*

Na temperatura de 23 \pm 1°C observou-se maior período de desenvolvimento (GL = 1; 38; $P < 0,0001$), longevidade (GL = 1; 38; $P < 0,0001$) e comprimento da tibia posterior de *M. sorghi* (GL = 1; 34; $P < 0,0001$) do que a 29 \pm 1°C (Tabela 3). Não houve diferença para a porcentagem de sobrevivência (GL = 1; 38; $P = 0,6210$), na fecundidade (GL = 1; 38; $P = 0,4368$) e no período reprodutivo (GL = 1; 38; $P = 0,0506$) quando comparadas essas duas temperaturas.

Tabela 3. Médias \pm erro padrão (N^o de parcelas) do período de desenvolvimento (dias), longevidade (dias), porcentagem de sobrevivência, fecundidade (n^o ninfas), período reprodutivo (dias) e comprimento da tibia posterior (em μ m) de *M. sorghi* sob temperaturas de 23 \pm 1 e 29 \pm 1°C.

Tratamento	Temperatura		CV (%)
	23°C	29°C	
Período de Desenvolvimento	6,1 \pm 0,07 (20)a	4,6 \pm 0,11 (20)b	7,79
Longevidade	36,0 \pm 1,56 (20)a	24,8 \pm 1,37 (20)b	21,60
% Sobrevivência	91,8 \pm 3,95 (20)a	88,2 \pm 5,92 (20)a	25,01
Fecundidade	87,2 \pm 3,84 (20)a	82,7 \pm 4,16 (20)a	21,07
Período Reprodutivo	14,1 \pm 0,67 (20)a	12,4 \pm 0,50 (20)a	20,02
Tibia Pulgão	573,7 \pm 14,44 (16)a	489,5 \pm 8,46 (20)b	9,04

Média seguida por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de F ($P > 0,05$). Fonte: De autoria própria.

O tempo para duplicar a população (TD) ($P < 0,0001$; $t = 8,7118$) e tempo médio entre gerações (T) ($P < 0,0001$; $t = 15,8901$) de *M. sorghi* foram maiores a 23 \pm 1°C do que a 29 \pm 1°C. Já a taxa líquida de aumento populacional (r_m) ($P < 0,0001$; $t = 8,1075$) foi maior a 29 \pm 1°C do que a 23 \pm 1°C, o que pode ser explicado pelos menores valores de T na maior temperatura,

enquanto a taxa líquida de reprodução (R_o) ($P = 0,5124$; $t = 0,6616$) foi o único parâmetro da tabela de vida de fertilidade de *M. sorghi* a não apresentar diferença entre as temperaturas avaliadas (Tabela 4).

Tabela 4. Médias \pm erro padrão do tempo para duplicar a população (TD, semanas), taxa líquida de reprodução (R_o), taxa líquida de aumento populacional (r_m) e período médio entre gerações (T), de *M. sorghi* sob temperaturas de 23 ± 1 e 29 ± 1 °C.

Tratamento	Temperatura	
	23°C	29°C
TD	1,7 \pm 0,03a	1,3 \pm 0,03b
R_o	80,2 \pm 5,06a	74,9 \pm 6,15a
r_m	0,42 \pm 0,01b	0,54 \pm 0,01a
T	10,5 \pm 0,12a	8,0 \pm 0,11b

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste “t” ($P < 0,05$). Fonte: De autoria própria.

4 DISCUSSÃO

O parasitoide *A. platensis* conseguiu se desenvolver em ambas as temperaturas avaliadas, de 23 ± 1 e 29 ± 1 °C, sem alterações na porcentagem de múmias formadas e sobrevivência de larvas do parasitoide. Porém, a temperatura de 23 ± 1 °C se demonstrou mais favorável ao desenvolvimento da fase adulta de *A. platensis*, já que este obteve porcentagem de emergência e tamanho da tibia, aproximadamente, 20 e 10% maiores nesta temperatura do que a 29 ± 1 °C. Além disso, a longevidade do parasitoide foi mais de 4 vezes maior a 23 ± 1 °C do que a 29 ± 1 °C, indicando que a temperatura maior afetou a emergência e a biologia do adulto.

O melhor desenvolvimento de *A. platensis* na temperatura de 23 ± 1 °C também foi evidenciado pelas características de tabela de vida das fêmeas avaliadas, com uma maior fecundidade potencial e taxa líquida de reprodução (R_o), gerando adultos com uma capacidade reprodutiva maior nesta temperatura. Porém, o parasitoide apresentou maior período de desenvolvimento a 23 ± 1 °C, o que afetou diretamente o período médio entre gerações (T), que por sua vez, resultou na igualdade da taxa líquida de aumento populacional (r_m) observada em ambas as temperaturas, mesmo com um índice de R_o maior a 23 ± 1 °C.

Levando em consideração a identificação de *A. platensis* como *A. colemani* na literatura antes da redescritção por Tomanović *et al.* (2014), dados de *A. colemani* serão utilizados para comparação com *A. platensis* nos parágrafos abaixo.

Assim como o encontrado no presente trabalho para *A. plantensis*, o desenvolvimento de parasitoides de pulgões (Braconidae) é melhor em temperaturas amenas, próximas a 23 ± 1 °C,

do que naquelas acima de $25\pm 1^\circ\text{C}$ (RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2004; SAMPAIO *et al.*, 2005; SAMPAIO *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2017). O parasitoide *A. colemani* obteve, em média, reduções de 40% na porcentagem de emergência e de 10 dias na longevidade, com o aumento da temperatura de 22 para $28\pm 1^\circ\text{C}$ (SAMPALIO *et al.*, 2005). Já Sampaio *et al.* (2007) reportou uma queda de 67,7% na emergência e 12,4 dias na longevidade de *A. colemani* entre as temperaturas de 22 e $28\pm 1^\circ\text{C}$, não se observando a formação de múmias a $31\pm 1^\circ\text{C}$. Reduções na emergência e longevidade também foram observadas em *L. testaceipes* (RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2004), e em *D. rapae* (SOUZA *et al.*, 2017). De maneira geral, assim como o observado no presente estudo, o período de desenvolvimento reduz com o aumento da temperatura para os parasitoides de pulgões, com as temperaturas acima de 25°C promovendo o desenvolvimento mais rápido de fases imaturas do parasitoide, porém, reduzindo a longevidade e emergência (RODRIGUES; BUENO; SAMPAIO, 2004; SAMPAIO *et al.*, 2005; 2007; SOUZA *et al.*, 2017).

As porcentagens médias de mumificação de *A. colemani* sobre o hospedeiro *Aphis gossypii* (Glover) (55% e 59,6%, respectivamente, a 22 e $28\pm 1^\circ\text{C}$) (SAMPALIO *et al.*, 2005) foram ligeiramente maiores do que as obtidas por *A. platensis* sobre *M. sorghi* (43,9 \pm 4,81% e 47,4 \pm 3,95%, respectivamente, a 23 e $29\pm 1^\circ\text{C}$). Os valores médios de r_m de *A. platensis* no presente estudo com *M. sorghi* como hospedeiro (0,30 e 0,29 a 23 ± 1 e $29\pm 1^\circ\text{C}$, respectivamente) também foram menores do que os de *A. colemani* sobre o hospedeiro *A. gossypii* (0,35 e 0,44) nas temperaturas de 20 e 25°C , respectivamente (VAN STEENIS, 1993) e do que a $22\pm 1^\circ\text{C}$ (0,38), também sobre *A. gossypii* (TORRES *et al.*, 2007). Estes resultados indicam que *M. sorghi* é um hospedeiro que o parasitoide tem menor preferência e que apresenta menor qualidade do que *A. gossypii* para *A. platensis*.

Ninfas de *A. gossypii*, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) e *Schizapis graminum* (Rondani), avaliadas como hospedeiras de *A. colemani* a $22\pm 1^\circ\text{C}$, sobre discos foliares de couve, resultaram em maiores porcentagens de parasitismo (77,8 a 93,8%) e maior número de óvulos na emergência (139,1 a 217,2) (SAMPALIO *et al.*, 2008), quando comparados ao obtido por *A. platensis* sobre *M. sorghi*, a $23\pm 1^\circ\text{C}$, neste trabalho (45,65% de emergência e 120,2 óvulos). Apenas *M. persicae* apresentou um menor valor de parasitismo (21,2%) (SAMPALIO *et al.*, 2008). Porém, quando avaliado sobre discos foliares de pimentão, planta hospedeira de maior qualidade para essa espécie, *M. persicae* obteve um parasitismo de 53,3% de *A. colemani* (SAMPALIO; BUENO; PÉREZ-MALUF, 2001), valor ligeiramente superior ao observado com *M. sorghi*. Estes resultados sugerem que *M. sorghi* pode ser um hospedeiro de menor qualidade

quando comparado a outras espécies de pulgões testadas (SAMPAIO; BUENO; VAN LENTEREN, 2001; SAMPAIO; BUENO; DE CONTI, 2008).

A emergência de *A. colemani* sobre o hospedeiro *A. gossypii* na temperatura de $28\pm 1^\circ\text{C}$ (26,8%) (SAMPAIO *et al.*, 2007), foi inferior ao observado no presente estudo para *A. platensis* sobre *M. sorghi* a $29\pm 1^\circ\text{C}$ (57,2). Isso sugere que *M. sorghi* pode ser um pulgão com melhor adaptação a maiores temperaturas, resultando em um hospedeiro de maior qualidade em temperaturas mais elevadas. Segundo Souza *et al.* (2017), a adaptabilidade a altas temperaturas de *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) fez com que este hospedeiro tivesse maior qualidade para *Diaeretiella rapae* (McIntosh) do que *Myzus persicae* (Sulzer) a $28\pm 1^\circ\text{C}$, enquanto a $22\pm 1^\circ\text{C}$ esta diferença na qualidade do hospedeiro não foi observada.

Embora seja provável que *M. sorghi* não esteja entre os hospedeiros de maior preferência e com melhor qualidade para *A. platensis*, outras espécies de parasitoides testadas apresentaram resultados inferiores ao obtido no presente estudo. Lahiri *et al.* (2020), utilizando *M. sacchari/sorghi* como hospedeiro de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), obtiveram uma porcentagem de mumificação de $15,2\pm 3,3\%$ a $25\pm 1^\circ\text{C}$. Já Mercer, Bessin e Obrycki (2020) utilizando *M. sacchari* como hospedeiro de *Aphidius ervi* (Haliday), *Aphidius matricariae* (Haliday) e *Aphelinus abdominalis* (Dalman) obteve uma porcentagem média de mumificação de $28,33\pm 8,83\%$, $17,16\pm 6,33\%$ e $0,33\pm 0,33\%$, respectivamente, a $25\pm 1^\circ\text{C}$. Se avaliando o parasitoide *A. colemani* nestas mesmas condições, se obteve mumificação de $44,5\pm 5,5\%$ (MERCER; BESSIN; OBRYCKI, 2020), valor similar ao obtido por *A. platensis* sobre *M. sorghi* neste trabalho (média de $45,65\pm 4,38\%$).

O pulgão *M. sorghi* se desenvolveu bem em ambas as temperaturas avaliadas, apresentando altas porcentagens de sobrevivência a 23 ± 1 e a $29\pm 1^\circ\text{C}$, com uma produção total de ninfas, período reprodutivo e taxa líquida de reprodução (R_0) similares em ambas as temperaturas. O período de desenvolvimento de *M. sorghi* foi menor a $29\pm 1^\circ\text{C}$, o que influenciou diretamente nas características de tabela de vida de fertilidade do pulgão, com um menor tempo para duplicar a população inicial (TD), intervalo médio entre gerações e uma maior taxa líquida de aumento populacional (r_m). Porém a longevidade e o tamanho de *M. sorghi* foram menores na maior temperatura. A alteração na longevidade não resultou em uma menor reprodução destes pulgões, mas o menor tamanho pode fazer com que este seja um hospedeiro de pior qualidade para parasitoides nesta temperatura (SAMPAIO; BUENO; DE CONTI, 2008). Desta forma, foi possível observar que *M. sorghi* não sofreu os efeitos deletérios da temperatura mais alta na mesma proporção que seu parasitoide *A. platensis*.

A taxa líquida de aumento populacional observada por Paudyal *et al.* (2019) para *M. sacchari*, coletados e reproduzidos sobre plantas de sorgo em câmaras climáticas a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ foi de $0,48\pm 0,02$ e período reprodutivo de $15,9\pm 0,8$ dias, resultados similares ao observado a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ neste trabalho. A longevidade foi de $28,1\pm 1,2$ dias, valor menor do que o obtido a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$, porém não é um valor contraditório, já que há uma redução neste período com o aumento da temperatura, como visto na comparação de $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ com $29\pm 1^{\circ}\text{C}$. De forma distinta, Souza e Davis (2020) avaliando *M. sacchari* na temperatura de 30°C , apesar de obterem um tempo de desenvolvimento similar (4,8 dias) ao do presente estudo, encontraram menores valores de r_m ($0,12\pm 0,02$), o que foi causado por uma baixa reprodução média observada ($4\pm 1,4$ ninfas por pulgão), com período reprodutivo e longevidade de apenas $1,5\pm 0,4$ e $6,5\pm 0,4$ dias, respectivamente.

Melanaphis sorghi apresentou um r_m alto ($0,42$ a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $0,54$ a $29\pm 1^{\circ}\text{C}$) quando comparado a outras espécies de pulgões, como *M. persicae*, que obteve a maior taxa a 25°C , de $0,31$ (BARBOSA *et al.*, 2011), *R. maidis*, de $0,33$ a 25°C (KUO; CHIU; PERNG, 2006), *A. gossypii*, de $0,35$ a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ (FUNICHELLO; COSTA; BUSOLI, 2012) e *S. graminum*, de $0,26$ a 26°C (SANTOS *et al.*, 2006). Isso indica que *M. sorghi* necessita de inimigos naturais que tenham um potencial de crescimento similar, ou a presença de uma grande população, para que tenha a sua população suprimida.

O ideal, para que o controle biológico seja bem-sucedido, é que o inimigo natural tenha um maior potencial de crescimento populacional do que a praga (LAUMANN; SAMPAIO, 2020). Levando isso em consideração, a utilização de *A. platensis* pode auxiliar na regulação da população de *M. sorghi*, caso aplicado em conjunto com outras práticas de controle.

5 CONCLUSÃO

O potencial do parasitoide *A. platensis* no controle biológico de *M. sorghi* foi influenciado pelas temperaturas, sendo maior a $23\pm 1^\circ\text{C}$, com maior porcentagem de emergência, fecundidade total, taxa líquida de reprodução, longevidade e indivíduos com maior tamanho. O pulgão *M. sorghi* adaptou-se bem a ambas as temperaturas avaliadas, não obtendo diferença na sobrevivência de imaturos e na fecundidade, porém um período mais longo de desenvolvimento a $23\pm 1^\circ\text{C}$ resultou em uma maior taxa líquida de aumento populacional (r_m) a $29\pm 1^\circ\text{C}$. O parasitoide *A. platensis* apresentou o potencial de crescimento populacional menor do que o do afídeo nas duas temperaturas avaliadas, podendo não ser suficiente para a regulação da população de *M. sorghi* em condições de campo.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, L. R.; CARVALHO, C. F.; AUAD, A. M.; SOUZA, B.; BATISTA, E. S. P. Tabelas de esperança de vida e fertilidade de *Myzus persicae* sobre pimentão em laboratório e casa de vegetação. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 70, n. 2, p. 375-382, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000200018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/TLTMSmW8mW3ZC9T5kDGMmZS/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- BOWLING, R. D.; BREWER, M. J.; KERNS, D. L.; GORDY, J.; SEITER, N.; ELLIOTT, N. E.; BUNTIN, G. D.; WAY, M. O.; ROYER, T. A.; BILES, S.; MAXSON, E. Sugarcane Aphid (Hemiptera: Aphididae): A New Pest on Sorghum in North America. **Journal of Integrated Pest Management**, Oxford, v. 7, n. 1, Jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmw011>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jipm/article/7/1/12/2658146>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; VAN LENTEREN, J. C.; DE CONTI, B. F.; SILVA, R. J.; RODRIGUES, S. M. M.; CARNEVALE, A. B. Evaluation of two aphid parasitoids as candidates for biocontrol of aphid pests in protected cultivation in Brazil. **Bulletin OILB/SROP**, [s.l.], v. 29, n. 4, p. 175-180, 2006. Disponível em: http://www.iobc-wprs.org/pub/bulletins/iobc-wprs_bulletin_2006_29_04.pdf#page=187. Acesso em: 10 ago. 2022.
- FUNICHELLO, M.; COSTA, L. L.; BUSOLI, A. C. Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em cultivares de algodoeiro deltaopal e nuopal. **Arquivos do Instituto Biológico**, Vila Mariana, SP, v. 79, n. 1, p. 84-90, Mar. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/xzghpWzccPPNfz9NDZDqjh/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- GONÇALVES, L.; ALMEIDA, F.; MOTA, F. M. Efeitos da temperatura no desenvolvimento e reprodução de *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, PR, v. 37, n. 1,2, p. 111-121, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/acta/article/view/13248/8993>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- KENIS, M.; AUGER-ROZENBER, M. A.; ROQUES, A.; TIMMS, L.; PÉRÉ, C.; COCK, M. J. W.; SETTELE, J.; AUGUSTIN, S.; LOPEZ-VAAMONDE, C. Ecological effects of invasive alien insects. **Biological Invasions**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 21-45, Jul. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-008-9318-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-008-9318-y>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- KUO, M. H.; CHIU, M. C.; PERNG, J. J. Temperature effects on life history traits of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae) on corn in Taiwan. **Applied Entomology and Zoology**, [s.l.], v. 41, n. 1, p. 171-177, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1303/aez.2006.171>. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/aez/41/1/41_1_171/_article. Acesso em: 20 ago. 2022.
- LAHIRI, S.; NI, X.; BUNTIN, G. D.; TOEWS, M. D. Parasitism of *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) by *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Braconidae) in the

Greenhouse and Field. **Journal of Entomological Science**, Lawrence, Kansas, v. 55, n. 1, p. 14-24, Jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.18474/0749-8004-55.1.14>. Disponível em: <https://bioone.org/journals/journal-of-entomological-science/volume-55/issue-1/0749-8004-55.1.14/Parasitism-of-Melanaphis-sacchari-Hemiptera--Aphididae-by-Lysiphlebus-testaceipes/10.18474/0749-8004-55.1.14.short>. Acesso em: 22 ago. 2022.

LAUMANN, R. A.; SAMPAIO, M. V. Controle de artrópodes-praga com parasitóides. *In*: FONTES, E. M. G.; VALADERES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2020, p. 65-112. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212490/1/CBdocument.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MAIA, A. H. N.; LUIZ, A. J. B.; CAMPANHOLA, C. Statistical Interferences on Associated Fertility Life Table Parameters Using Jackknife Technique: Computational Aspects. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 93, n. 2, p. 511-518, April 2000. DOI: <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.511>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article/93/2/511/768235>. Acesso em: 22 ago. 2022.

MAIA, A. H. N.; PAZIANOTTO, R. A. A.; LUIZ, A. J. B.; MARINHO-PRADO, J. S.; PERVEZ, A. Inference on Arthropod Demographic Parameters: Computational Advances Using R. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 107, n. 1, p. 432-439, Feb. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1603/EC13222>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article/107/1/432/2962123>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MENDES, S. M.; VIANA, P. A.; OLIVEIRA, I. R.; MENEZES, C. B.; WAQUIL, J. M.; TOMPSON, W. Pulgão-da-cana-de-açúcar no sorgo: um velho conhecido, mas um novo problema!. **Grão em Grão**, Embrapa, Sete Lagoas, ano 13, nº 112, Set. 2019. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1117048>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MERCER, N. H.; BESSIN, R. T.; OBRYCKI, J. J. Parasitization of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari*, by commercially available aphid parasitoids. **BioControl**, [s.l.], v. 66, p. 181-191, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-020-10051-w>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-020-10051-w>. Acesso em: 22 ago. 2022.

MEYER, J. S.; ITERSOLL, C. G.; MACDONALD, L. L.; BOYCE, M. S. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. **Ecology**, Washington, v. 67, n. 5, p. 1156-1166, Oct. 1986. DOI: <https://doi.org/10.2307/1938671>. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1938671>. Acesso em: 20 ago. 2022.

NIBOUCHE, S.; COSTEST, L.; MEDINA, R. F.; HOLT, J. R.; SADEYEN, J.; ZOOGONES, A. S.; BROWN, P.; BLACKMAN, R. L. Morphometric and molecular discrimination of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari*, (Zehntner, 1897) and the sorghum aphid *Melanaphis sorghi* (Theobald, 1904). **PLoS ONE**, San Francisco, California, v. 16, n. 3, Mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241881>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0241881>. Acesso em: 20 ago. 2022.

OLIVEIRA, R. S.; SAMPAIO, M. V.; FERREIRA, S. E.; RIBEIRO, L. C. M.; TANNÚS-NETO, J. Low parasitism by *Diaretiella rapae* (Hy.: Braconidae) of *Lipaphis pseudobrassicae* (Hemip.: Aphididae): pre- or post-ovipositional host resistance?. **Biocontrol Science and Technology**, England, v. 23, p. 79-91, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/09583157.2012.736473>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2012.736473>. Acesso em: 20 ago. 2022.

PAUDYAL, S.; ARMSTRONG, J. S.; HARRIS-SHULTZ, K. R.; WANG, H.; GILES, K. L.; ROTT, P. C.; PAYTON, M. E. Evidence of host plant specialization among the U.S. sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae) genotypes. **Trends in Entomology**, [s.l.], v. 15, p. 47-58, 2019. Disponível em: <https://agritrop.cirad.fr/594367/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Influência da temperatura no Desenvolvimento e Parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 33, n. 3, p. 341-346, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2004000300011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/gKcXsF6QRhWY3BCVy4xW7ny/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Efeito da liberação inoculativa sazonal de *Lysiphlebus testaceipes* (Hym.: Aphidiidae) na população de *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae) em cultivo de crisântemo em casa de vegetação comercial. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 31, p. 199-207, 2005. Disponível em: https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-31-02_199-207.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V. Controle biológico de pragas com o uso de parasitóides. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 30, p. 41-46, jul. 2009.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; PÉREZ-MALUF, R. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) em Diferentes Densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 30, n. 1, p. 81-87, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000100013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/qhzXTbHDMGh9FwGf9k8jSsc/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SOGLIA, M. C. M. Resposta à temperatura de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) originário de três regiões climáticas de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, PR, v. 49, n. 1, p. 141-147, Mar. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262005000100016>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/5Zj4jgqByKPDMY8t5Cktgdq/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SOGLIA, M. C. M.; CONTI, B. F. Desenvolvimento de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e alterações causadas pelo parasitismo no hospedeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera:

Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 36, n. 3, p. 436-444, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000300012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/f556bFDJZcSRfmkSqywcZGq/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; DE CONTI, B. F. The effect of the quality and size of host species on the biological characteristics of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **European Journal of Entomology**, Czech Republic, v. 105, n. 3, p. 489-494, 2008. DOI: <https://doi.org/10.14411/eje.2008.063>. Disponível em: https://www.eje.cz/artkey/eje-200803-0018_the_effect_of_the_quality_and_size_of_host_aphid_species_on_the_biological_characteristics_of_aphidius_colemani.php. Acesso em: 20 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; SILVEIRA, L. C. P.; AUAD, A. M. Biological control of insect pests in the tropics. In: DEL CLARO, K; **Tropical Biology and conservation management**, [s.l.], v. 3, p. 28-70. UNESCO/EOLSS, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265755186_Biological_control_of_insect_pests_in_the_tropics. Acesso em: 10 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; KORNDÖRFER, A. P.; PUJADE-VILLAR, J.; HUBAIDE, J. E. A.; FERREIRA, S. E.; ARANTES, S. O.; BORTOLETTO, D. M.; GUIMARÃES, C. M.; SÁNCHEZ-ESPIGARES, J. A.; CABALLERO-LÓPES, B. Brassica aphid (Hemiptera: Aphididae) populations are conditioned by climatic variables and parasitism level: a study case of Triângulo Mineiro, Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, [s.l.] v. 107, n. 3, p. 410-418, mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485317000220>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/brassica-aphid-hemiptera-aphididae-populations-are-conditioned-by-climatic-variables-and-parasitism-level-a-study-case-of-triangulo-mineiro-brazil/CE8A817606176F6439BA9B0FDBDD4CFF>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SAMPAIO, M. V.; FRANCO, G. M.; LIMA, D. T.; OLIVEIRA, A. R. C.; SILVA, P. F.; SANTOS, A. L. Z.; RESENDE, A. V. M.; SANTOS, F. A. A.; GIRÃO, L. V. C. Plant silicon amendment does not reduce population growth of *Schizapis graminum* or host quality for the parasitoid *Lysiphlebus testaceipes*. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 49, p. 745-757, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00775-w>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-020-00775-w>.

SAMPAIO, M. V.; DOMINGUES, R. F.; MENDES, S. M.; AVELLAR, G. S. *Melanaphis sorghi* (Theobald, 1904) (Hemiptera: Aphididae), an invasive sorghum pest in the American continent, is a host of *Aphidius platensis* (Brèthes, 1913) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Brazil. **Entomological Communications**, Goiás, v. 4, Jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec04016>. Disponível em: <https://www.entomologicalcommunications.org/index.php/entcom/article/view/ec04016>. Acesso em: 12 ago. 2022.

SANTOS, V.; BITENCOURT, D. R.; CARVALHO, E. S. M.; ÁVILA, C. J. Tabelas de esperança de vida e de fertilidade para *Schizapis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em aveia preta (*Avena strigosa*) e trigo (*Triticum aestivum* L.) em casa de vegetação. **Brazilian Journal of Agriculture**, [s.l.], v. 81, n. 2, p. 243-258, 2006. DOI:

<https://doi.org/10.37856/bja.v8i1i2.1435>. Disponível em:
<http://www.revistadeagricultura.org.br/index.php/revistadeagricultura/article/view/1435>.
 Acesso em: 10 ago. 2022.

SIMBERLOFF, D. Invasive species. In: SODHI, N. S.; EHRLICH, P. R. **Conservation Biology for all**. New York: Oxford University Press, 2010. Disponível em:
https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/822765/mod_resource/content/1/Conservation%20Biology%20for%20All%20%282010%29%20by%20Navjot%20S.%20Sodhi%20%20Paul%20Ralph%20Ehrlich.pdf. Acesso em: 24 ago. 2022.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods with particular reference to the study of insect populations**. 2. ed. London Methuen, 1978. Disponível em:
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-009-1225-0>. Acesso em: 23 ago. 2022.

SOUZA, M. F.; VELOSO, L. F. A.; SAMPAIO, M. V.; DAVIS, J. A. Influence of Host Quality and Temperature on the Biology of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). **Environmental Entomology**, Oxford, v. 46, n. 4, p. 995-1004, 2017. DOI:
<https://doi.org/10.1093/ee/nvx108>. Disponível em:
<https://academic.oup.com/ee/article/46/4/995/3964560>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SOUZA, M. F.; DAVIS, J. A. Potential population growth of *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae) under six constant temperatures on grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.). **Florida Entomologist**, [s.l.], v. 103, n. 1, p. 116-123, 2020. DOI:
<https://doi.org/10.1653/024.103.0419>. Disponível em: <https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-103/issue-1/024.103.0419/Potential-Population-Growth-of-Melanaphis-sacchari-Zehntner-Hemiptera--Aphididae/10.1653/024.103.0419.full>. Acesso em: 20 ago. 2022.

TOMANOVIĆ, Ž.; PETROVIĆ, A.; MITROVIĆ, M.; KAVALLIERATOS, N. G.; STARÝ, P.; RAKHSHANI, R.; RAKHSHANIPOUR, M.; POPOVIĆ, A.; SHUKSHUK, A. H.; IVANOVIĆ, A. Molecular and morphological variability within the *Aphidius colemani* group with redescription of *Aphidius platensis* Brethes (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **Bulletin of Entomological Research**, [s.l.], v. 104, n. 5, p. 552-565, 2014. DOI:
<https://doi.org/10.1017/S0007485314000327>. Disponível em:
<https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/molecular-and-morphological-variability-within-the-aphidius-colemanigroup-with-redescription-of-aphidius-platensis-brethes-hymenoptera-braconidae-aphidiinae/7EE06E2621EF99DD383B2739C35FCE3A>. Acesso em: 22 ago. 2022.

TORRES, A. F.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; CONTI, B. F. Tabela de Vida de Fertilidade de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 36, n. 4, p. 532-536, Ago. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000400009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/xsDqKPZn6vF9tX3mRXH9hsL/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.

VAN LENTEREN, J. C. **Ecology: Cool Science, But Does it Help?**. Wageningen, The Netherlands: Wageningen University, 2010. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/283336193_Ecology_cool_science_but_does_it_help/citations. Acesso em: 10 ago. 2022.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P.; BURGIO, G.; LANZONI, A.; MONTES, F. C.; SILVA, D. B.; JONG, P. W.; HEMERIK, L. Pest kill rate as aggregate evaluation criterion to rank biological control agents: a case study with Neotropical predators of *Tuta absoluta* on tomato. **Bulletin of Entomological Research**, [s.l.], v. 109, n. 6, p. 812-820, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485319000130>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/pest-kill-rate-as-aggregate-evaluation-criterion-to-rank-biological-control-agents-a-case-study-with-neotropical-predators-of-tuta-absoluta-on-tomato/80E72FF6C35D14B2187F9051163412EA>. Acesso em: 20 ago. 2022.

VAN LENTEREN, J. C.; WOETS, J. Biological and Integrated Pest Control in Greenhouses. **Annual Review of Entomology**, San Mateo, California, v. 33, n. 1, p. 239-269, 1988. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.33.010188.001323>. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.en.33.010188.001323>. Acesso em: 10 ago. 2022.

VAN STEENIS, M. J. Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Vier. (Hym., Braconidae), a parasitoid of *Aphid gossypii* Glov. (Hom., Aphididae), at different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, [s.l.], v. 116, n. 1-5, p. 192-198, Jan./Dec. 1993. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1993.tb01188.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0418.1993.tb01188.x>. Acesso em: 10 ago. 2022.

VIEIRA, L. J. P.; FRANCO, G. M.; SAMPAIO, M. V. Host preference and fitness of *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Braconidae) in different instars of the aphid *Schizapis graminum*. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 48, p. 391-398, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0662-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-018-0662-z>. Acesso em: 23 ago. 2022.