

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MONIQUE FERREIRA DE SOUZA

QUALIDADE HOSPEDEIRA E TEMPERATURA NA BIOLOGIA DE *Diaeretiella rapae*
(McINTOSH, 1855) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE, APHIDIINAE)

UBERLÂNDIA/MG
2014

MONIQUE FERREIRA DE SOUZA

QUALIDADE HOSPEDEIRA E TEMPERATURA NA BIOLOGIA DE
Diaeretiella rapae (McINTOSH, 1855) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE,
APHIDIINAE)

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

Orientador

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

MONIQUE FERREIRA DE SOUZA

QUALIDADE HOSPEDEIRA E TEMPERATURA NA BIOLOGIA DE *Diaeretiella rapae*
(McINTOSH, 1855) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE, APHIDIINAE)

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

APROVADA em 06 de agosto de 2014.

Dr^a. Ana Paula Körndorfer

UFU

Prof. Dr. Stephan Malfitano Carvalho

UFU

Prof^a. Dr^a. Marina Robles Angelini

IFTM

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

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

AGRADECIMENTOS

A Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

Aos meus familiares, especialmente a minha mãe Maria Helena, pelo apoio incondicional ao longo deste processo de dissertação e de muitos outros. Obrigada por acreditar em mim, mesmo quando eu não acreditava. Você é minha fortaleza.

Ao meu namorado, Reginaldo de Camargo, pelo amor, apoio, confiança e motivação incondicional, que sempre me impulsiona em direção às vitórias dos meus desafios.

Agradeço ao Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio, não só pela orientação e confiança, mas também pelos ensinamentos, palavras de incentivo, paciência e dedicação.

À Profa. Dra. Denise Garcia Santana, pela ajuda, ensinamentos, e contribuições com as análises estatísticas do trabalho. Também agradeço pelo espaço cedido em seu laboratório e consequentemente pela amizade que construí com os membros do LASEF - UFU. Também ao Quintiliano, da Faculdade de Matemática – UFU pela ajuda com os Modelos Lineares Generalizados.

Ao Prof. Dr. Lísias Coelho, e à Profa. Dra. Nilvanira Donizete Tebaldi, por gentilmente me cederem espaço em seus laboratórios.

Aos colegas do LACOB-UFU, pela ajuda nos momentos que mais precisei.

Aos membros da banca examinadora, professores doutores Stephan Malfitano Carvalho, Ana Paula Korndörfer e Marina Robles Angelini, pela disponibilidade e pelos ensinamentos.

E aos órgãos de fomento de pesquisa CAPES e CNPQ pela bolsa, FAPEMIG pelo apoio financeiro PROJETO Nº APQ-01744-12 e à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides da Região Sudeste Brasileira.

Sumário

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.2. Complexo de afídeos das Brassicaceae.....	5
3.3. Controle biológico	6
3.4. O parasitoide <i>Diaretiella rapae</i>	8
3.5. Qualidade do hospedeiro	9
3.6. O efeito da temperatura nos parasitoides.....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Produção de mudas para a criação dos insetos e utilização no experimento.....	14
4.2. Obtenção e multiplicação dos pulgões e dos parasitoides	14
4.3. Resposta à temperatura dos pulgões hospedeiros de <i>D. rapae</i>	15
4.4. Obtenção de <i>L. pseudobrassicae</i> suscetíveis ao parasitoide <i>D. rapae</i>	15
4.5. Relação entre a qualidade de <i>L. pseudobrassicae</i> e <i>M. persicae</i> como hospedeiros de <i>D. rapae</i> e a temperatura	16
5.1. Tamanho e instar do pulgão na mumificação e tamanho do parasitoide.....	17
4.6. Análise dos dados	18
5. RESULTADOS.....	20
5.2. Resposta à temperatura dos pulgões hospedeiros de <i>D. rapae</i>	20
5.3. Porcentagem de parasitismo, emergência e viabilidade total de <i>D. rapae</i>	21
5.3. Período de desenvolvimento e temperatura base inferior de <i>D. rapae</i>	24
5.4. Longevidade de <i>D. rapae</i>	27
5.5. Tamanho e instar do pulgão na mumificação e tamanho do parasitoide.....	29
6. DISCUSSÃO	33
7. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	48

RESUMO

SOUZA, Monique Ferreira de. **Qualidade hospedeira e temperatura na biologia de *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae).** 2014. 48 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Sabe-se que a sobrevivência, desenvolvimento, fertilidade, comportamento, longevidade, entre outros aspectos de *Diaeretiella rapae* (McIntosh) são condicionados pela temperatura e pelo hospedeiro. Entretanto, estudos de mudanças na qualidade do hospedeiro, em função de sua adaptabilidade a temperatura, ainda não foram realizados. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a adaptabilidade de *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) e *Myzus persicae* (Sulzer) à temperatura elevada, e determinar as alterações, tanto na qualidade desses hospedeiros, quanto na temperatura base de *D. rapae*, em função da adaptabilidade do hospedeiro à temperatura. Para a determinação da adaptabilidade à temperatura dos hospedeiros, a biologia dos pulgões foi comparada nas temperaturas de 19 e 28°C, utilizando-se 60 repetições por temperatura. Para verificar a mudança na qualidade do hospedeiro, em função da temperatura, uma fêmea de *D. rapae* foi mantida para ovipositar por uma hora em placa de Petri, contendo 30 ninfas de 2º instar de uma das espécies do pulgão hospedeiro. As placas, contendo os pulgões parasitados, foram mantidas nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C, para avaliar a biologia do parasitoide e o tamanho da tibia posterior da múmia e das fêmeas de *D. rapae*. Foram utilizadas 10 repetições por temperatura para cada hospedeiro. Com os dados do período de desenvolvimento, calculou-se a temperatura base de *D. rapae*. Na temperatura de 19°C não houve diferença entre as características analisadas de *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*. A 28°C, o período reprodutivo e a longevidade dos pulgões também não apresentaram diferença, já o período de desenvolvimento, a sobrevivência de imaturos e a fecundidade total foram maiores em *L. pseudobrassicae* do que em *M. persicae*. A porcentagem de emergência e a viabilidade total de *D. rapae* foram maiores em *L. pseudobrassicae*. O período de desenvolvimento de *D. rapae* foi menor em *L. pseudobrassicae* do que em *M. persicae* a 28 e 31°C para fêmeas, e a 31°C para os machos do parasitoide. A temperatura base de *D. rapae* foi 6,38 e 3,33°C para as fêmeas, e de 4,45 e 3,63°C para machos desenvolvidos em *L. pseudobrassicae* e em *M. persicae*, respectivamente. O tamanho de *M. persicae* mumificados foi maior do que *L. pseudobrassicae* em todas as temperaturas. O tamanho da tibia do parasitoide nas temperaturas de 25 e 28°C foi maior, quando desenvolvido em *L. pseudobrassicae*, do que em *M. persicae*. O hospedeiro *L. pseudobrassicae* apresentou maior adaptação que *M. persicae* à temperaturas elevadas, o que acarretou em maior qualidade como hospedeiro de *D. rapae* nas temperaturas de 28 e 31°C e na maior temperatura base do parasitoide, quando desenvolvido em *L. pseudobrassicae* do que em *M. persicae*. A adaptação do hospedeiro às temperaturas elevadas é um fator determinante de sua qualidade para o parasitoide nessas condições climáticas.

Palavras-chave: afídeo, controle biológico, *Lipaphis pseudobrassicae*, *Myzus persicae*, tamanho da tibia, parasitoide.

ABSTRACT

SOUZA, Monique Ferreira de. **Influence of host quality and temperature on the biology of *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae).** 2014. 48 p. Dissertation (Máster in Agronomy/Crop Science) - Federal University of Uberlândia, Uberlândia.

Survival, development time, fertility, behavior, longevity, and other biological features of *Diaeretiella rapae* (McIntosh) are conditioned by temperature and host. However, studies of host quality changes due to its temperature adaptability have not been performed yet. Therefore, this study evaluated the adaptability of *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) and *Myzus persicae* (Sulzer) to high temperature and its effect on the quality of these aphids as hosts and on the thermal threshold of *D. rapae*. The biology of the aphids was compared at 19 and 28°C, using 60 replicates per temperature, to determine the adaptability of the host to temperature. Changes in host quality as a function of different temperatures were determined by maintaining a female of *D. rapae* for one hour in a Petri dish containing thirty 2nd instar nymphs of one host species for oviposition. The plates containing the parasitized aphids were transferred to 16, 19, 22, 25, 28 or 31°C to evaluate the biological features of the parasitoid and the hind tibia length of the mummy and females of *D. rapae*, using 10 replicates per host and temperature. Thermal threshold of *D. rapae* was determined using the development time data. No differences in the biological features of *L. pseudobrassicae* and *M. persicae* were observed at 19°C. Reproductive period and longevity of aphids also did not differ at 28°C; however, development time, rate of immature survival and total fecundity rates were greater in *L. pseudobrassicae* than in *M. persicae*. Also, the percentage of emergence and total viability rate of *D. rapae* were greater in *L. pseudobrassicae*. The development time of *D. rapae* in *L. pseudobrassicae* was shorter than in *M. persicae* at 28 and 31°C for females and at 31 °C for males. The thermal threshold of *D. rapae* was 6.38 and 3.33°C for females and 4.45 and 3.63°C for males developed on *L. pseudobrassicae* and *M. persicae*, respectively. The hind tibia length of mummified *M. persicae* was greater than in *L. pseudobrassicae* at all temperatures. The hind tibia length of the parasitoid was greater at 25 and 28°C when reared on *L. pseudobrassicae* than on *M. persicae*. The host *L. pseudobrassicae* showed better adaptation than *M. persicae* to elevated temperatures, which resulted in better quality as host for *D. rapae* at temperatures of 28 and 31°C and higher base temperature when the parasitoid developed in the *L. pseudobrassicae* than in *M. persicae*. The adaptation of the host to high temperatures is determinant for the host quality for the parasitoid in that same climatic condition.

Keywords: aphid, biological control, *Lipaphis pseudobrassicae*, *Myzus persicae*, hind tibia length, parasitoid.

1. INTRODUÇÃO

A fase larval dos parasitoides se desenvolve sobre ou no interior do hospedeiro, o qual é a sua única fonte de nutrientes e é de fundamental importância no desenvolvimento do parasitoide. Desta forma, diferenças na qualidade do pulgão hospedeiro vão influenciar no desenvolvimento das formas jovens e na biologia do adulto do parasitoide (MACKAUER et al., 1996; CHAU; MACKAUER, 2001; HENRY et al., 2005).

A temperatura constitui um fator abiótico de grande importância no desenvolvimento dos insetos, podendo afetar a fertilidade, a razão sexual (HARRISON et al., 1985; SAMPAIO et al., 2005; DE CONTI et al., 2011), a sobrevivência (SAMPALIO et al., 2005; MICHELOTTO, 2005), e a dispersão dos insetos (HARRISON et al., 1985, BLEICHER; PARRA 1989); e afeta os três níveis tróficos: as plantas hospedeiras, os insetos fitófagos (WILSON; BARNETT, 1983) e os inimigos naturais (HARRISON et al., 1985, BLEICHER; PARRA 1990, SAMPAIO et al., 2001; SAMPAIO et al., 2005). O estudo das exigências térmicas dos insetos, como a temperatura base inferior de desenvolvimento, ajuda a entender a distribuição geográfica e sazonal dos insetos, já que são indicativos das adaptações desses organismos as diferentes faixas de temperatura (TAYLOR, 1981; HONEK; KOCOUREK, 1990; ROYER et al., 2001; SAMPAIO et al., 2003).

Desta forma, a sobrevivência, o desenvolvimento, a fertilidade, o comportamento, a longevidade, entre outros aspectos biológicos dos parasitoides são condicionados pela qualidade do hospedeiro (BLANDE et al., 2004; BLANDE et al., 2008; ANTOLIN et al., 2006; SILVA et al., 2011, OLIVEIRA et al., 2013) e pela temperatura (HAFEZ, 1961; HAYAKAWA et al., 1990; BERNAL; GONZÁLES, 1995; BERNAL; GONZÁLES, 1997; SILVA et al., 2011). Normalmente, os componentes dos sistemas bióticos são estudados separadamente. Por exemplo, estuda-se a qualidade de diferentes hospedeiros em uma temperatura constante, ou a qualidade de um único hospedeiro em várias temperaturas (THOMAS; BLANFORD, 2003). Porém, na natureza, esses componentes biológicos do indivíduo estão sob a influência dos fatores ambientais (ROFF, 1992). Assim, o ideal não é a avaliação de maneira isolada, mas considerar todas as interações dos componentes do ciclo de vida do indivíduo, como, por exemplo, os efeitos da qualidade do hospedeiro e sua interação com a temperatura (BAZZOCCHI et al., 2001; THOMAS; BLANFORD, 2003; RIS et al., 2004).

A qualidade do hospedeiro para os seus parasitas (THOMAS; BLANFORD, 2003) e parasitoides (BAZZOCCHI et al., 2003; RIS et al., 2004) é afetada pela temperatura. No entanto, não se sabe se as alterações na qualidade do hospedeiro estão relacionadas à adaptação deste hospedeiro às diferentes temperaturas e nem nas implicações que terão na biologia e na temperatura base inferior do parasitoide.

A temperatura ótima para a maioria dos insetos encontra-se abaixo dos 25°C, em que conseguem menor período de desenvolvimento com a maior taxa reprodutiva (SILVEIRA NETO, 1976). Para os pulgões, temperaturas acima de 25°C causam aumento do período de desenvolvimento e da mortalidade e redução da fecundidade. No entanto, existem espécies que apresentam desempenho muito pior em temperaturas maiores que 25°C (CIVIDANES; SOUZA, 2003; KANEGAE; LOMÔNACO, 2003; DE CONTI et al., 2010) do que outras, as quais apresentam maior tolerância à elevação da temperatura (VAN STEENIS; EL-KAWASS, 1995; SOGLIA et al., 2002; GODOY; CIVIDANES, 2002; TOFANGSAZI et al., 2010). O mesmo ocorre para os parasitoides de pulgões da subfamília Aphidiinae, pois que em temperaturas acima de 25°C são suficientes para causarem redução em seu desempenho, porém com variação entre as espécies (RODRIGUES et al., 2004; SAMPAIO et al., 2005). Contudo, essa diferença no desempenho dos parasitoides em temperaturas mais elevadas pode também estar relacionada à adaptação de seu hospedeiro e não só às características específicas do parasitoide.

O parasitoide *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) utiliza uma gama de pulgões como hospedeiros, inclusive os pulgões *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) e *Myzus persicae* (Sulzer) (PIKE et al., 1999; STARÝ et al., 2007). Tanto *L. pseudobrassicae* como *M. persicae* são pragas de plantas da família Brassicaceae, porém alguns estudos indicam que *L. pseudobrassicae* possui maior tolerância em temperaturas elevadas (ZHAO et al., 1990; GU et al., 1995; GODOY; CIVIDANES, 2001; HUGHES; BALE, 2010) do que *Myzus persicae* (Sulzer) (BARLOW, 1962; GU et al., 1995; CIVIDANES; SOUZA, 2003; KANEGAE; LOMÔNACO, 2003). A maior parte dos indivíduos de *L. pseudobrassicae* coletados em Uberlândia é resistente ao parasitoide *D. rapae*, porém os indivíduos suscetíveis apresentam grande qualidade para o parasitoide e são parasitados durante todo o ano, inclusive nas épocas mais quentes, quando outros hospedeiros são escassos (HUBAIDE, 2011; OLIVEIRA et al. 2013; FERREIRA, 2013).

O presente estudo teve como objetivo avaliar se a diferença na qualidade do hospedeiro para o parasitoide está relacionada à adaptação do hospedeiro à temperatura. Para confirmar a maior tolerância de *L. pseudobrassicae* do que *M. persicae* em temperaturas

elevadas, a biologia desses pulgões foi comparada em uma temperatura baixa (19°C) e em uma temperatura elevada (28°C). A biologia de *D. rapae* foi avaliada em seis temperaturas nas duas espécies hospedeiras e os dados biológicos do parasitoide foram utilizados para verificar as alterações na qualidade dos hospedeiros e para determinar a temperatura base inferior do parasitoide.

2. OBJETIVOS

2.1. Determinar a resposta à temperatura dos pulgões hospedeiros de *D. rapae*.

- Hipótese nula (H_0): *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* apresentam adaptação semelhante em diferentes temperaturas.
- Hipótese alternativa (H_1): *L. pseudobrassicae* apresenta melhor adaptação em temperaturas altas do que *M. persicae*.
- Hipótese alternativa (H_2): *M. persicae* apresenta melhor adaptação em temperaturas altas do que *L. pseudobrassicae*.

2.2. Determinar a relação entre a qualidade de *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* como hospedeiros de *D. rapae* e a temperatura.

- Hipótese nula (H_0): *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* apresentam qualidade semelhante como hospedeiros de *D. rapae* independentemente da temperatura.
- Hipótese alternativa (H_1): *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* apresentam qualidade diferente como hospedeiros de *D. rapae* independentemente da temperatura.
- Hipótese alternativa (H_2): *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* apresentam qualidade diferente como hospedeiros de *D. rapae*, dependendo da temperatura.

2.3. Determinar a temperatura base de *D. rapae* em hospedeiros com diferentes adaptações a temperatura.

- Hipótese nula (H_0): *D. rapae* apresenta temperatura base semelhante quando desenvolvido em hospedeiros com adaptação diferentes à temperatura.
- Hipótese alternativa (H_1): *D. rapae* apresenta temperatura base diferente quando desenvolvido em hospedeiros com adaptação diferentes à temperatura.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Pulgões como pragas

Uma das pragas, que causam prejuízos a diversas plantas cultivadas, são os pulgões. Pertencentes à ordem Hemiptera, superfamília Aphidoidea, os pulgões são insetos pequenos e pouco esclerotizados. Apresentam como característica principal a capacidade de reprodução elevada (BLACKAMN; EASTOP, 2000), a qual se dá por partenogênese telítica (sem a participação do macho). Assim, a reprodução só origina fêmeas, as quais podem ser ápteras, com função de reprodução dentro da colônia, ou aladas, responsáveis pela disseminação da colônia para outros locais (HOLMAN, 1974). Apesar dos afídeos predominarem em regiões temperadas, eles possuem uma ampla distribuição mundial (DIXON, 1998).

Ao se alimentarem, os pulgões podem causar prejuízos, devido aos danos diretos, causados pela sucção da seiva, e aos danos indiretos, como a excreção do “honeydew”, injeção de toxinas e à transmissão de vírus (CARRERA, 1973; BRITO, 2003). Os prejuízos diretos são causados pelo ataque intenso da praga, o que debilita e leva ao amarelecimento das plantas. Além disso, para sugarem a seiva picam a folha causando encarquilhamento e deformação dos brotos, prejudicando seriamente seu crescimento (FEPLAN, 1979).

As populações de pulgões excretam grande quantidade de seiva elaborada diretamente sobre as folhas das plantas, o chamado “honeydew”, o qual propicia o desenvolvimento do fungo causador da fumagina, *Capnodium* sp. A fumagina forma um revestimento preto pulverulento sobre diferentes órgãos da planta, prejudicando a capacidade fotossintética, por diminuir a área foliar exposta ao sol (DREES; JACKMAN, 1999).

Dos mais de 600 vírus de plantas que hoje são conhecidos, estima-se que metade desses seja transmitida por pulgões (LOZANO, 2005), sendo que um único indivíduo pode contaminar diversas plantas, causando grandes perdas na produção (SOUZA-SILVA; ILHARCO, 1995).

3.2. Complexo de afídeos das Brassicaceae

Poucas espécies de insetos são capazes de atacar as Brassicaceae, e o complexo de insetos pragas de plantas desta família é composto pelos pulgões, *L. pseudobrassicae*, *Brevicoryne brassicae* (Linné) e *M. persicae*; pela mosca-branca, *Bemisia tabaci* Biótipo B

(Gennadius); e pelos lepidópteros curuquerê-da-couve, *Ascia monuste orseis* (Latreille), traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus), lagarta-rosca, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), lagarta-mede-palmo, *Trichoplusia ni* (Huebner), e a broca-da-couve, *Hellula phidylealis* (Walker) (GALLO et al., 2002; ARAÚJO-JÚNIOR et al. 2007; FILGUEIRA, 2008).

Esse baixo número de espécies de insetos que atacam as brassicaceas é devido à produção de glucosinolatos (compostos tioglicosídeos que contêm azoto e enxofre) pelas plantas dessa família. Danos ao tecido da planta induzem à formação dos glucosinolatos. A hidrólise desse composto resulta na formação de uma série de compostos tóxicos para várias espécies. Os herbívoros capazes de se alimentar dessas espécies são capazes de excretar, metabolizar ou sequestrar em vacúolos os compostos tóxicos (HOPKINS, et al., 2009). Os afídeos especialistas *L. pseudobrassicae* e *B. brassicae* conseguem se alimentar, sem prejuízos, por meio do sequestro dos glucosinatos, evitando a hidrólise em compostos tóxicos (BRIDGES et al. 2002; KAZANA et al. 2007), já *M. persicae* parece somente tolerar e excretar esses compostos (WEBER et al., 1986).

O pulgão *L. pseudobrassicae* tem ampla distribuição mundial (BLACKMAN; EASTOP, 2007), ataca folhas completamente desenvolvidas (HUBAIDE, 2011) e partes terminais de talos e inflorescências de várias espécies de brassicaceas. Seu ataque causa encarquilhamento e amarelecimento das plantas, além de atuar como vetor de mais de 10 tipos de vírus fitopatogênicos, incluindo aqueles responsáveis pelo anel negro da couve e mosaicos da couve-flor, do rabanete e do nabo (PEÑA-MARTINEZ, 1992). Segundo Godoy e Cividanes (2002), *L. pseudobrassicae* apresenta pico reprodutivo a 25°C, reprodução intermediária a 20°C, e valores menores a 15 e 30°C, apresentando, em condições de campo, maior fecundidade diária e menor longevidade no verão que no inverno.

Pulgões da espécie *M. persicae* instalam-se preferencialmente nas folhas medianas e inferiores das plantas de couve (BORTOLETTO, 2008). Além do dano causado pela sucção da seiva, é um dos mais importantes vetores de vírus de plantas, sendo capaz de transmitir mais de 100 viroses (KENNEDY et al., 1962). Vários autores (KANEGAE; LOMÔNACO, 2003; CIVIDANES; SOUZA, 2003; MICHELOTTO et al., 2005) demonstraram que *M. persicae* tende a aumentar a fecundidade com a diminuição da temperatura, apresentando maior fecundidade em temperaturas de 15 a 20°C do que em temperaturas acima de 22°C.

3.3. Controle biológico

Controle biológico é a ação de organismos, como predadores, parasitoides, vírus, patógenos, nematoides, ácaros, aranhas, dentre outros, na redução populacional de artrópodes pragas (DEBACH; SCHLINGER, 1964). O controle biológico é um fenômeno dinâmico que sofre influência dos fatores climáticos, da disponibilidade de alimentos e da competição, assim como de outros aspectos. Esse tipo de controle foi primeiramente utilizado para controlar insetos, ácaros e ervas daninhas e hoje já é utilizado até mesmo para controle de vertebrados (PARRA et al., 2002).

O controle biológico é dividido em três tipos principais. O controle biológico clássico, o qual se baseia na importação de predadores ou parasitoides, visa o controle de pragas exóticas. Nele são feitas liberações de pequenas quantidades do inimigo natural sendo necessário o seu estabelecimento e aumento natural para que o controle seja efetivo. Trata-se de uma medida de longo prazo, geralmente aplicado em culturas perenes e semi-perenes. O controle biológico natural ou conservacionista, que tem como conceito a preservação dos predadores e parasitoides, através do manejo de seu ambiente, favorece sua manutenção e multiplicação. E por último o controle biológico aplicado, o qual trata de criações massivas e liberações inundativas de inimigos naturais, visando a rápida redução da população da praga (PARRA et al., 2002).

Dentre os inimigos naturais estão os predadores e parasitoides. Os predadores podem consumir várias presas em diversos estágios. São geralmente maiores que seus hospedeiros e precisam consumir vários indivíduos para completar seu ciclo de desenvolvimento (DEBACH; SCHILINGER, 1964; WAAGE, 1986). Já os parasitoides possuem preferência por estágios e espécies hospedeiras. Geralmente são menores que seus hospedeiros e utilizam um único indivíduo para completar seu ciclo de vida. O hospedeiro é consumido pelo imaturo e após seu completo desenvolvimento o adulto tem vida livre (van ALPHEN; VISSER, 1990; QUICKE, 1997).

A estimativa é que existam 800 mil espécies de parasitoides distribuídas mundialmente. Já foram descritas cerca de 70 mil espécies, sendo que a maioria pertence à ordem Hymenoptera (80%), 15% pertencem à ordem Diptera e 5% estão dentro de outras ordens (GODFRAY, 1994).

No Brasil um dos maiores exemplos de sucesso no uso de parasitoides foi para o controle dos pulgões do trigo *Sitobion avenae* (Fabricius), *Metopolophium dirhodum* (Walker), *Schizaphis graminum* (Rondani) e *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus), os quais na década de 70 foram as principais pragas da cultura, reduzindo em até 88% sua produtividade. A Embrapa Trigo, com o apoio da FAO, iniciou um trabalho para o controle dos pulgões,

liberando microhimenópteros, principalmente dos gêneros *Aphidius* e *Praon*, importados da Europa e da Ásia, locais de mesma origem dos pulgões. Assim, a população de pulgões do trigo foi controlada e o consumo de inseticidas caiu 94% após o uso dessa estratégia (SALVADORI, 2001).

3.4.O parasitoide *Diaeretiella rapae*

O parasitoide *D. rapae* foi descrito por Charles McIntosh em 1855 como *Aphidius rapae* (McINTOSH, 1855). Após ter sido descrito por vários autores e como diversas espécies ao longo do tempo, Starý (1961) descreveu o gênero *Diaeretiella* e nomeou *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) como a única espécie do gênero.

Classificação taxonômica de *D. rapae*:

Reino: Animalia

Filo: Artropoda

Classe: Insecta

Subclasse: Pterygota

Ordem: Hymenoptera

Subordem: Apocrita

Superfamília: Ichneumonoidea

Família: Braconidae

Subfamília: Aphidiinae

Tribo: Aphidiini

Subtribo: Aphidiina

Gênero: *Diaeretiella*

A subfamília Aphidiinae é a mais importante e numerosa família de parasitoides de pulgões. Os principais gêneros encontrados no Brasil que compõem essa subfamília são *Aphidius* Nees, *Binodoxys* Haliday, *Diaeretiella* Starý, *Ephedrus* Haliday, *Lysiphlebus* Foster, *Praon* Haliday e *Xenostigmus* Ashmead (STARÝ et al, 2007). *Diaeretiella rapae* teve origem no paleártico ocidental e junto com *Aphidius colemani* (Viereck) e *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) foi um dos primeiros parasitoides a ter a ocorrência relatada no Brasil (STARÝ et al., 2007).

Os afidiíneos são endoparasitoides, desenvolvem e se alimentam no interior do hospedeiro. São considerados cenobiontes, pois a oviposição é feita em um hospedeiro que

continua seu crescimento após o parasitismo e apresentam desenvolvimento holometabólico (GAULD; BOLTON, 1996). Seu ciclo biológico pode ser dividido em dois estágios, imaturo e adulto (van DRIESCHE; BELLOWS, 1996). No estágio imaturo a larva do parasitoide passa por três ínstares, os dois estágios iniciais alimentam-se da hemolinfa do hospedeiro e, o último, de seus tecidos (STARÝ, 1988; BUENO; SAMPAIO, 2009). Após o consumo dos tecidos interiores do hospedeiro resta apenas a epiderme do afídeo. A larva do parasitoide fixa o hospedeiro na superfície da folha por meio de secreções produzidas em glândulas especializadas e se transforma em pupa. A epiderme restante do pulgão endurece e forma a múmia (STARÝ, 1988; BUENO; SAMPAIO, 2009).

Diaeretiella rapae é capaz de parasitar mais de 60 espécies de afídeos, dos quais muitos têm importância agrícola (PIKE et al., 1999). Trata-se do principal parasitoide dos afídeos que utilizam as brassicáceas como planta hospedeira (SOUZA; BUENO, 1992; BUENO; SOUZA, 1993; CIVIDANES, 2002; MUSSURY; FERNANDES, 2002; VAZ et al., 2004; STARÝ et al., 2007), e é o único parasitoide de *Brevicorine brassicae* que tem desempenhado importante papel no controle de *L. pseudobrassicae* (DEVI et al., 1999), inclusive no Brasil (MUSSURY; FERNANDES, 2002). Também tem sido importado dos Estados Unidos para o controle biológico do afídeo *Diuraphis noxia* (Kurdjumov) na Rússia (BERNAL; GONZALES, 1993).

3.5. Qualidade do hospedeiro

Parasitoides restringem seu desenvolvimento em um único hospedeiro, ficando assim dependente dessa única fonte de nutrientes para seu completo desenvolvimento. A qualidade do hospedeiro é um fator preponderante para o desenvolvimento de um parasitoide adulto funcional. A qualidade é a capacidade do hospedeiro de satisfazer as condições necessárias para o completo desenvolvimento do parasitoide e trata-se de uma característica intrínseca do hospedeiro (MACKAUER et al., 1996; HENRY et al., 2005). Esse fator influencia a razão sexual, o tamanho, o tempo de desenvolvimento, a fecundidade e a longevidade de parasitoides (VINSON; IWANTSCH, 1980; MACKAUER, 1986; SEQUEIRA; MACKAUER, 1992; van ALPHEN; JERVIS, 1996; HARVEY; STRAND, 2002).

A composição nutricional do hospedeiro influencia o desenvolvimento do parasitoide. Estudos indicam que os níveis de carboidratos, aminoácidos e sacarídeos do hospedeiro são responsáveis, em parte, pela velocidade de desenvolvimento e pelo peso corporal dos parasitoides (THOMPSON, 1986). Embora essa composição nutricional do hospedeiro tenha

influencia no desenvolvimento do parasitoide, seu estudo fornece uma visão limitada de qualidade, pois não é possível a compreensão integral dos processos nutricionais e metabólicos do parasitoide através da investigação isolada do hospedeiro (THOMPSON, 1986). Assim, a avaliação do desempenho do parasitoide é um indicativo mais funcional da qualidade nutricional do hospedeiro. O desempenho de um indivíduo é um conceito utilizado para descrever o quanto melhor é a performance de um indivíduo em uma população. As características mais utilizadas para definir o desempenho são período de desenvolvimento, tamanho, fertilidade e longevidade (ROITBERG et al., 2001).

Outro fator que influencia a relação parasitoide-hospedeiro é o tipo de exploração do hospedeiro pelo parasitoide. O parasitoide pode ser idiobionte ou cenobionte. Os parasitoides idiobiontes são aqueles que paralisam o seu hospedeiro no momento da oviposição, já os cenobiontes permitem o desenvolvimento e crescimento de seu hospedeiro, regulando os processos fisiológicos do hospedeiro (STRAND, 1986). Ao se tratar de hospedeiros que não se alimentam, como ovos, pupas ou hospedeiros que são paralisados pelos parasitoides durante o parasitismo, os recursos para o desenvolvimento do parasitoide são determinados principalmente pelo tamanho do hospedeiro no momento da oviposição (STRAND, 1986). Ao contrário, o tamanho do hospedeiro não é um aspecto determinante em hospedeiros que continuam a se desenvolver após a oviposição, pois a qualidade nutricional desse hospedeiro será dinâmica ao longo da interação parasitoide-hospedeiro (HÄCKERMAN et al., 2007; SAMPAIO et al., 2001, 2008).

Parasitoides que se desenvolvem em hospedeiros de maior qualidade nutricional geralmente são maiores do que aqueles que se desenvolvem em um hospedeiro com menor qualidade nutricional. O tamanho diz respeito às reservas de lipídeos, as quais têm papel fundamental na manutenção corporal; no fornecimento de energia para voo, acasalamento e para o número e formação de ovos (ELLERS et al., 1998; ELLERS et al., 2001; CHAU; MACKAUER, 2001; CASAS et al., 2005). Por exemplo, o maior tamanho das fêmeas de *D. rapae* está diretamente relacionado com sua capacidade reprodutiva (KANT; SANDANAYAKA, 2009).

Comumente, em parasitoides, o tamanho do adulto tem correlação negativa com o período de desenvolvimento, pois para maximizar seu tamanho em hospedeiros de baixa qualidade, o parasitoide reduz sua taxa de crescimento e aumenta seu período de desenvolvimento (LEWONTIN, 1965; CLOUTIER et al., 1981; VISSER, 1994; WEST et al., 1996; ELLERS et al., 1998; EIJS; van ALPHEN, 1999; ROITBERG et al., 2001;).

O período de desenvolvimento do parasitoide em determinado hospedeiro é um forte indicativo da qualidade desse hospedeiro, sendo que, sob as mesmas condições ambientais, quanto maior for a taxa de crescimento do parasitoide, maior a qualidade nutricional do hospedeiro. A diminuição do período de desenvolvimento é uma forma dos parasitoides aumentarem seu desempenho reprodutivo (HARVEY; STRAND, 2002). Em machos o rápido desenvolvimento aumenta a chance de encontrar fêmeas virgens para o acasalamento (NADEL; LUCK 1985). Em algumas espécies a competição é tão acirrada que machos esperam a emergência das fêmeas ao lado de suas múmias. De maneira análoga, as fêmeas também são beneficiadas pelo acasalamento precoce, por possibilitar o maior número de óvulos fertilizados (WERREN, 1980)

Sendo *D. rapae* um parasitoide cenobionte, seu desenvolvimento está intimamente ligado ao desenvolvimento do hospedeiro. No trabalho com os hospedeiros *M. persicae*, *L. pseudobrassicae* e *B. brassicae*, Silva et al., (2011) indicaram que *M. persicae* conseguiu prover mais recursos, para que *D. rapae* se desenvolvesse em menor tempo, do que os demais hospedeiros. Stark e Acheampong (2007) observaram que *M. persicae* promoveu maior incremento populacional de *D. rapae*. Já Blande et al. (2004) relataram que *L. pseudobrassicae* proporcionou maior taxa de crescimento de *D. rapae* do que *M. persicae*, e em trabalhos de Wilson e Lambdin (1987) e de Elliot et al. (1994) *B. brassicae* foi o melhor hospedeiro de *D. rapae*.

A alimentação explorada pelo hospedeiro (HOFSVANG; HAVGAR, 1975), assim como mudanças na relação C/N do alimento, senescência e alterações fisiológicas da planta causam variações na qualidade nutricional do hospedeiro (LILL et al., 2002, URRUTIA et al., 2007). Fatores ambientais também causam mudanças significativas na qualidade nutricional do hospedeiro (FOX et al., 1967; FISHER et al., 2003), sendo a temperatura um fator abiótico de extrema importância na regulação do desenvolvimento e da dinâmica populacional de hospedeiros e parasitoides (CAMPBELL et al., 1974).

3.6. O efeito da temperatura nos parasitoides

A temperatura está dentre os fatores abióticos de maior influência em aspectos biológicos, tais como fecundidade, período de desenvolvimento, razão sexual e longevidade dos parasitoides (HARRISON et al., 1985, BLEICHER; PARRA 1989; SAMPAIO et al., 2001). Este fator também tem influência em parâmetros comportamentais como forrageamento, resposta funcional (BERNAL, et al., 1994; GITONGA et al., 2002, ZAMANI

et al., 2006; FREWIN et al., 2010), acasalamento (COLINET; HANCE, 2009), orientação espacial e velocidade de caminamento (LANGER, HANCE, 2004)

A temperatura tem importância fundamental no desenvolvimento dos parasitoides e no seu tamanho, quando adulto. O termo plasticidade fenotípica tem sido usado para descrever a habilidade de um indivíduo de alterar sua fisiologia, morfologia ou desenvolvimento em resposta a mudanças no ambiente (SISODIA; SINGH 2002; ANGILLETTA et al., 2004; PIGLIUCCI 2005). As mudanças no período de desenvolvimento, no tamanho dos parasitoides e em outras características, em resposta às variações na temperatura, são uma forma de plasticidade fenotípica. Em temperaturas mais baixas ocorre o aumento no período de desenvolvimento e um consequente aumento no tamanho do adulto, já em temperaturas elevadas é esperada redução no período de desenvolvimento e redução no tamanho do adulto (ATKINSON, 1994; ANGILLETTA; DUNHAM, 2003; ANGILLETTA et al., 2004; SIBLY; WALTER; HASSALL, 2006). Colinet et al. (2007) encontrou correlação negativa, não somente entre tamanho e período de desenvolvimento do parasitoide e a temperatura, mas também na massa seca e adiposa do imaturo. Essa diminuição na quantidade de tecido adiposo acumulado, com o aumento da temperatura, tem como consequências as alterações no tamanho dos parasitoides (ELLERS et al. 1998; EIJS; van ALPHEN 1999), as quais estão associadas com outros parâmetros, tais como fecundidade e longevidade, (ELLERS et al. 1998; CASAS et al. 2005).

Tal fenômeno é claramente observado em estudos com *D. rapae*, pois seus parâmetros biológicos seguem o padrão explicitado acima. A longevidade de *D. rapae* tende a diminuir com o aumento da temperatura, ocorrendo apenas diferenças na intensidade dessa relação nos diferentes trabalhos e temperaturas já estudados (HAFEZ, 1961; FUKUI; TAKADA, 1988; ABIDI et al., 1990; HAYAKAWA et al., 1990; REED et al., 1992; BERNAL; GONZALES, 1997). Já para a fecundidade de *D. rapae*, Bernal; Gonzáles (1997) encontraram correlação negativa entre temperatura e fecundidade. Já em estudo de Silva et al. (2011) não se estabeleceu um padrão, ocorrendo apenas relato de maior fecundidade do parasitoide a 25°C.

O sucesso do controle biológico de determinada praga, normalmente, está relacionado com a tolerância à temperatura das populações da praga e do inimigo natural (HALLMAN; DENLINGER, 1998; SAMPAIO et al., 2005). Insetos entomófagos, sejam predadores ou parasitoides, frequentemente apresentam a temperatura ótima diferente daquela de seu hospedeiro ou presa, fator que influencia a capacidade de controle do agente biológico. Por isso, o entendimento da resposta de pragas e inimigos naturais à temperatura é essencial para o manejo integrado de pragas (HORN, 1998). Estudando a biologia de um inseto em, no

mínimo, quatro temperaturas constantes, podemos desenvolver um gráfico no qual teremos, no eixo das abscissas, as temperaturas, e no eixo das ordenadas, o desenvolvimento do inseto. Se plotados no gráfico, os dados de desenvolvimento e a porcentagem de mortalidade, teremos uma curva sigmoide, para a taxa de desenvolvimento, e uma curva em U, para a porcentagem de mortalidade. A porção mediana da curva sigmoide apresenta aspecto linear, e representa a faixa de temperatura na qual os insetos apresentam condições ideais para seu desenvolvimento. A temperatura na qual a taxa de desenvolvimento é nula e quando a curva sigmoide toca o eixo das abscissas é chamada de temperatura base inferior de desenvolvimento (LIU et al., 1995). A importância na determinação da temperatura base está na detecção de picos populacionais e nos estudos de distribuição geográfica dos insetos (CAMPBELL et al., 1974; HADDAD; PARRA, 1984, BERNAL; GONZALEZ, 1993). Estudos para determinação de temperatura base podem ser utilizados em programas de Manejo Integrado de Pragas para a tomada de decisões, visando diminuir o contato de inimigos naturais com produtos fitossanitários e até diminuir o uso dos de inseticidas, quando os estudos indicarem aumento na população dos inimigos naturais (BERNAL; GONZALES, 1997; HALLMAN; DENLINGER, 1998; SAMPAIO et al., 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Produção de couve para a criação dos insetos e utilização no experimento

Mudas de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*), variedade Manteiga da Geórgia, foram produzidas em casa-de-vegetação, com sementes da marca comercial TopSeed®. Utilizou-se bandejas de isopor com 128 células as quais foram preenchidas com substrato orgânico da marca Bioplant®. Em cada célula foram semeadas duas sementes de couve e esperou-se a emergência das plântulas. Quando estas se apresentavam com um par de folhas definitivas, realizou-se o transplante para vasos plásticos (15 cm de altura e 13 cm de diâmetro), contendo substrato orgânico Bioplant®. Aproximadamente 60 dias após a semeadura as plantas apresentaram 6 folhas definitivas e foram utilizadas para a criação dos pulgões e/ou condução do experimento.

4.2. Obtenção e multiplicação dos pulgões e dos parasitoides

Para a criação dos insetos em laboratório, colônias de *M. persicae* e *L. pseudobrassicae*, contendo pulgões sadios e parasitados por *D. rapae*, foram coletadas em janeiro de 2014. As coletas foram realizadas em lavoura comercial de couve manteiga na zona urbana de Uberlândia – Minas Gerais. Colônias de *L. pseudobrassicae* foram coletadas também em rabanete (*Raphanus sativus*) em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia. A identificação das espécies foi feita no Laboratório de Entomologia e Controle Biológico da Universidade Federal de Uberlândia pelo Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio.

Para a criação de manutenção dos pulgões foram utilizados discos foliares de couve de 90 mm de diâmetro, posicionados em placas de Petri de 100 mm de diâmetro, contendo solução Agar/água 1%. Os pulgões foram mantidos nessas placas, em câmara climática ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR = $70\pm 10\%$, fotofase de 12 horas), e os discos foliares trocados a cada quatro dias.

Os pulgões parasitados (múmias) coletados foram individualizados em tubos ependorf e mantidos em laboratório ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR = $43\pm 10\%$, fotofase de 12 horas) até a emergência dos adultos. Após a emergência os adultos foram alimentados e transferidos para gaiola de

tela anti-afídica (45 x 90 x 50 cm), contendo uma ou duas plantas de couve previamente infestadas com *M. persicae* proveniente da criação em laboratório e mantidos em casa-de-vegetação. As plantas foram trocadas uma vez por semana, e as folhas, contendo os pulgões e as múmias, foram retiradas e acondicionadas sobre as plantas novas. As sucessivas gerações desses parasitoides foram utilizadas no experimento.

4.3.Resposta à temperatura dos pulgões hospedeiros de *D. rapae*

Foram avaliados os aspectos biológicos de *M. persicae* e *L. pseudobrassicae* em câmara climatizada do tipo “BOD” nas temperaturas de 19 e 28°C. Fêmeas adultas de cada espécie foram individualizadas em placas de Petri, contendo solução água/ágar a 1%. O pulgão adulto foi retirado vinte e quatro horas após e manteve-se uma ninfa de primeiro instar por placa. Foram avaliadas 60 ninfas de cada espécie de pulgão por temperatura e os dados de cada seis indivíduos foram considerados uma repetição, totalizando dez repetições. Foram realizadas observações diárias para verificar o período de desenvolvimento, a sobrevivência de imaturos, a fecundidade total, o período reprodutivo e a longevidade dos pulgões.

4.4.Obtenção de *L. pseudobrassicae* suscetíveis ao parasitoide *D. rapae*

A maior parte dos indivíduos de *L. pseudobrassicae* coletados em Uberlândia é resistente ao parasitoide *D. rapae* (OLIVEIRA et al. 2013; FERREIRA, 2013). Desta forma, foi preciso selecionar indivíduos suscetíveis para a realização dos experimentos. A partir dos pulgões coletados e mantidos em laboratório, dez fêmeas ápteras adultas foram individualizadas e identificadas com a nomenclatura de C1 a C10 para as fêmeas coletadas em couve, e R1 a R10 para as coletadas em rabanete. Cada fêmea foi colocada em uma placa de Petri de 100 mm, contendo um disco foliar de 90 mm couve, posicionado sobre a solução ágar/água a 1%. As placas foram mantidas em câmara climática (23±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h) até que uma colônia fosse formada. Como os pulgões se reproduzem por partenogênese telítica, cada colônia, proveniente de um único indivíduo, foi formada por clones, indivíduos geneticamente idênticos.

A detecção da susceptibilidade dos clones foi feita em ninfas de segundo instar. Para a obtenção dessas ninfas, pulgões adultos de cada clone foram colocados em placas de Petri contendo um disco foliar de couve sobre a solução ágar/água a 1% e retirados após 24 horas,

mantendo-se apenas as ninfas de 1º instar. Após um período de mais 24 horas, as ninfas se encontravam no 2º instar e foram utilizadas para o teste de susceptibilidade.

Uma fêmea, de até 48 horas de idade de *D. rapae*, proveniente de múmias de *M. persicae*, em plantação de couve manteiga, na zona urbana de Uberlândia, foi posta para acasalar e liberada na placa contendo 10 ninfas de 2º instar de um mesmo clone, e observada sob microscópio estereoscópico. Após todos os pulgões receberem uma oviposição, cada pulgão foi individualizado em nova placa de Petri e mantido em câmara climática para a observação da formação de múmias durante um período de até dez dias. Como todos os indivíduos receberam uma oviposição do parasitoide, os clones suscetíveis foram aqueles que se transformaram em múmia, e os resistentes àqueles que permaneceram vivos (FERREIRA, 2013).

Dos 20 clones avaliados, em apenas 4 (C1, C4, C6 e C9), provenientes da coleta em couve, houve cem por cento de formação de múmias. Para comprovar a susceptibilidade dos clones, realizou-se novamente o procedimento descrito acima, entretanto usou-se vinte ninfas de segundo instar de cada clone. A total susceptibilidade dos clones C1, C4, C6 e C9 foi então comprovada. As colônias dos clones suscetíveis obtidos foram mantidas e multiplicadas utilizando-se placas de Petri, em câmaras climáticas, conforme descrito anteriormente.

4.5. Relação entre a qualidade de *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* como hospedeiros de *D. rapae* e a temperatura

O período de montagem do experimento para avaliação da qualidade hospedeira em diferentes temperaturas foi de 22 de abril de 2014 a 13 de maio de 2014. Durante o período do experimento, utilizou-se somente plantas de couve provenientes de um mesmo lote, no qual a semeadura e o transplante de todas as plantas ocorreram nos mesmos dias. Devido à maior quantidade de indivíduos, foram utilizados os clones C1 e C9 de *L. pseudobrassicae* suscetíveis ao parasitoide.

Para o experimento, uma fêmea de *D. rapae* com menos de 48 horas de vida, previamente acasalada e sem experiência de oviposição foi liberada por placa de Petri (5 cm de diâmetro). Cada placa continha 30 ninfas de 2º instar de uma das espécies de pulgão hospedeiro (*M. persicae* ou *L. pseudobrassicae*) sobre um disco foliar de couve em uma camada de solução de ágar/água (1%). As placas com os pulgões e a fêmea do parasitoide foram mantidas por uma hora em sala climatizada a $23 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70\% \pm 10$, para a oviposição. Após este período, a fêmea do parasitoide foi retirada e as placas contendo as

ninfas dos pulgões foram mantidas em câmaras climatizadas reguladas a 16, 19, 22, 25, 28 e 31± 1°C, com UR média de 47% e 12 horas de fotofase. Foram utilizadas 10 placas para cada espécie de pulgão por temperatura e cada placa correspondeu a uma repetição.

As placas contendo as ninfas parasitadas foram observadas diariamente. As ninfas foram transferidas para novos discos foliares, sempre que havia necessidade, até a completa mumificação. Os pulgões mumificados foram individualizados em tubos de vidro (2,5x8,5 mm). Após a individualização das múmias foram feitas quatro observações diárias durante a fotofase (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas), para verificar a emergência e a morte dos parasitoides adultos. Posteriormente à emergência do adulto, os mesmos foram alimentados diariamente com solução de mel/água (1:3), depositado na forma de gotícula na parede do tubo com o auxílio de uma seringa.

Foram avaliadas as porcentagens de parasitismo, emergência, viabilidade total e de fêmeas, além do período de desenvolvimento (de ovo a adulto) e a longevidade do parasitoide em cada hospedeiro e em cada temperatura. Com os dados de período de desenvolvimento foi determinado limite térmico inferior de desenvolvimento, ou temperatura base do parasitoide pelo método da Hipérbole (CAMPBELL et al., 1974; HADDAD; PARRA 1984).

O percentual de parasitismo, emergência, viabilidade total e fêmeas foram calculados como demonstrado:

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{total de múmia}}{\text{total de múmias} + \text{indivíduos não parasitados}} \times 100$$

$$\% \text{ de emergência} = \frac{\text{total de adultos emergidos}}{\text{total de múmias formadas}} \times 100$$

$$\% \text{ viabilidade total} = \frac{\text{total de adultos emergido}}{\text{total de múmias} + \text{indivíduos não parasitados}} \times 100$$

$$\% \text{ de fêmeas} = \frac{\text{total de fêmeas}}{\text{total de adultos emergidos}} \times 100$$

5.1. Tamanho e instar do pulgão na mumificação e tamanho do parasitoide

O comprimento da tíbia posterior foi utilizado para estimar o tamanho de fêmeas de *D. rapae* e do pulgão hospedeiro mumificado. O comprimento da tíbia é utilizado como padrão para estimativa de tamanho (GODFRAY, 1994), pois possui alta correlação com o tamanho

corporal (COLINET et al., 2007), com a massa seca (CHAU; MACKAUER, 2001) e com a fertilidade (SAMPAIO et al., 2008) dos parasitoides. Para determinar o tamanho dos hospedeiros e do parasitoide foram utilizadas, aleatoriamente, 15 fêmeas de *D. rapae* e suas múmias em cada temperatura, em cada hospedeiro, exceto a 31°C em *M. persicae*, em que foram obtidas somente nove fêmeas de *D. rapae* em função da alta mortalidade neste hospedeiro na temperatura de 31°C.

Após a finalização das avaliações de longevidade, a tibia posterior direita foi retirada, tanto do parasitoide quanto de sua respectiva múmia, montadas em lâmina e lamínula e medidas sob microscópio estereoscópico. Uma câmera digital para microscopia (ScopeTek® modelo DCM 130) e o software ScopePhoto foram utilizados para determinar o comprimento da tibia.

4.6. Análise dos dados

Os dados foram avaliados quanto a homogeneidade e a normalidade dos resíduos pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, ambos a 1 e 5% de significância. O experimento para a avaliação da resposta à temperatura dos pulgões hospedeiros de *D. rapae* foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 2 tratamentos (espécies de pulgão) em cada temperatura. Os dados biológicos de *L. pseudobrassicae* e de *M. persicae* foram agrupados para cada seis pulgões, formando 10 repetições por tratamento. As médias das duas espécies dentro de cada temperatura foram comparadas pelo teste “t” de Bonferroni, a 5% de significância.

O experimento de avaliação da qualidade hospedeira em diferentes temperaturas foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se esquema fatorial 2 x 6 (2 hospedeiros x 6 temperaturas). Cada temperatura estudada foi formada por 10 repetições por hospedeiro. Uma repetição foi constituída por uma placa com 30 ninfas de segundo instar do hospedeiro e as análises foram realizadas utilizando-se as médias de cada placa.

Os dados de longevidade de machos e fêmeas do parasitoide foram transformados para a sua raiz e a porcentagem de fêmeas (ou razão sexual) e a porcentagem de emergência foram transformadas para o arco seno de sua raiz.

Os dados que apresentaram homogeneidade e normalidade (porcentagem de parasitismo, emergência, viabilidade total, fêmeas e longevidade) foram submetidos à análise da variância conjunta, uma vez que a razão entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo, para cada variável nas seis temperaturas, foi menor que sete (BARBIN, 2003). As

médias de cada espécie de hospedeiro dentro de cada temperatura foram comparadas pelo teste de F a 5% de significância.

O período de desenvolvimento de machos e fêmeas de *D. rapae* e o comprimento das tíbias dos parasitoides e das múmias não apresentaram distribuição normal dos resíduos e/ou homogeneidade das variâncias, e foram analisadas por meio dos Modelos Lineares Generalizados (MLG). Nessa análise a constatação da significância entre os efeitos foi feita pelo teste de qui-quadrado de Wald (NELDER; WEDDERBURN 1972; MCCULLAGH; NELDER 1989; LEE et al. 2006). Os dados de período de desenvolvimento foram ajustados com distribuição gama e função de ligação recíproca. Já o comprimento de tíbias do parasitoide foi ajustado à distribuição normal inversa e com função de ligação quadrado da recíproca, e o tamanho de tibia das múmias foi ajustado a uma distribuição normal e função de ligação logarítmica.

Para analisar o efeito das diferentes temperaturas nos aspectos biológicos do parasitoide e no tamanho de *D. rapae* e de seus hospedeiros, no momento da mumificação, os dados foram ajustados a modelos de regressão. Para a determinação dos modelos de regressão foi observada a significância da regressão pelo teste F de ajustamento global do modelo e o coeficiente de determinação (R^2). O teste F de ajustamento global do modelo foi feito manualmente, calculando-se a razão entre quadrado médio da regressão e o quadrado médio do resíduo (F_c), e comparando o mesmo com os valores tabelados de F-Snedecor ($F_t = \text{grau de liberdade da regressão; grau de liberdade do resíduo}$), ao nível de significância 0,05. Se $F_c > F_t$ (0,05), rejeitou-se H_0 e o efeito global do fator explicou a variabilidade de y e o modelo foi considerado adequado. O coeficiente de determinação foi usado para comparar a eficiência na correta representação dos dados entre diferentes modelos adequados (BARROS NETO; SCARMINIO, 2001).

Para a averiguação da homogeneidade das variâncias e da distribuição normal dos resíduos foi usado o software SPSS - Statistical Package for Social Sciences, versão 20.0 (IBM, 2011). Para as análises de variâncias e teste “t” de Bonferroni empregou-se o software SISVAR 4.6 (SISVAR, 2000). As análises de Modelos Lineares Generalizados foram obtidas usando o software R 3.1.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) e os modelos de regressão foram construídos por meio do software SigmaPlot 11.0 (SigmaPlot, 2008).

5. RESULTADOS

5.2. Resposta à temperatura dos pulgões hospedeiros de *D. rapae*

Na temperatura de 19°C não houve diferença entre o período de desenvolvimento ($t = 0,003$; $P = 0,9566$), sobrevivência de ninfas ($F = 0,200$; $P = 0,6601$), fecundidade total ($F = 0,048$; $P = 0,8283$), período reprodutivo ($F = 0,635$; $P = 0,4358$) e longevidade ($F = 0,621$; $P = 0,4409$) de *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* (Tabela 1).

Tabela 1: Média (\pm erro padrão) do período de desenvolvimento, período reprodutivo e longevidade (em dias), proporção média da sobrevivência de imaturos e fecundidade total por fêmea de *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* a 19 e 28°C.

Temperatura	19°C		28°C	
Espécie de Pulgão	<i>Lipaphis pseudobrassicae</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Lipaphis pseudobrassicae</i>	<i>Myzus persicae</i>
Desenvolvimento	8,52 \pm 0,10 A	8,53 \pm 0,15 A	7,78 \pm 0,17 A	6,88 \pm 0,29 B
Reprodutivo	14,96 \pm 0,88 A	15,97 \pm 0,91 A	10,88 \pm 0,48 A	10,49 \pm 0,77 A
Longevidade	17,64 \pm 0,91 A	18,68 \pm 0,96 A	12,60 \pm 0,61 A	12,52 \pm 0,76 A
Sobrevivência	89,90 \pm 0,03 A	88,33 \pm 0,03 A	80,00 \pm 0,04 A	63,33 \pm 0,06 B
Fecundidade	43,55 \pm 4,19 A	42,12 \pm 4,99 A	49,78 \pm 3,66 A	29,58 \pm 2,96 B

* Médias seguidas de mesma letra na linha, em cada temperatura, não diferem entre si pelo teste “t” de Bonferroni (5% de significância).

O período reprodutivo ($F = 0,182$; $P = 0,6746$) e a longevidade ($F = 0,006$; $P = 0,9367$) dos pulgões também não apresentaram diferença a 28°C. No entanto, o período de desenvolvimento ($F = 7,073$; $P = 0,0160$), a sobrevivência de imaturos ($F = 5,233$; $P = 0,0345$) e a fecundidade total ($F = 18,428$; $P = 0,0004$) foram maiores em *L. pseudobrassicae* do que em *M. persicae* (Tabela 1). A semelhança nos aspectos biológicos das duas espécies de pulgões a 19°C e a maior sobrevivência de imaturos e fecundidade de *L. pseudobrassicae* a 28°C sugerem que este pulgão apresenta melhor adaptação às temperaturas mais altas do que *M. persicae*.

5.3. Porcentagens de parasitismo, emergência, viabilidade total e de fêmeas de *D. rapae*

Não houve interação para os fatores temperatura e hospedeiro na porcentagem de parasitismo ($F = 3,430$; $P = 0,102$), de emergência ($F = 1,172$; $P = 0,2933$), viabilidade total ($F = 2,026$; $P = 0,0926$) (Tabela 2) e para a porcentagem de fêmeas de *D. rapae* ($F = 0,008$; $P = 1,000$) (Tabela 3).

A porcentagem de parasitismo no presente trabalho foi influenciada pelo comportamento do parasitoide na aceitação ou não dos hospedeiros e pela sobrevivência dos estágios iniciais de desenvolvimento do parasitoide em cada hospedeiro e nas diferentes temperaturas. Como o parasitismo pelas fêmeas de *D. rapae* foi realizado nas mesmas condições, espera-se que o efeito do comportamento das fêmeas tenha sido minimizado quando se compara o parasitismo em uma das espécies de pulgões em diferentes temperaturas. O parasitismo de *D. rapae* foi semelhante para as duas espécies de pulgões ($F=3,455$; $P=0,0695$) (Tabela 1), não indicando diferença na qualidade desses hospedeiros ao ponto de influenciar na aceitação da fêmea ou na sobrevivência das fases iniciais de *D. rapae*. Porém, o aumento da temperatura causou diminuição linear na porcentagem de parasitismo ($F = 14,189$, $P < 0,0001$) (Figura 1), indicando que houve maior mortalidade dos imaturos de *D. rapae* com o aumento da temperatura.

A porcentagem de emergência é um indicativo da sobrevivência das larvas de último instar e das pupas do parasitoide, e *D. rapae* apresentou maior emergência quando se desenvolveu em *L. pseudobrassicae* do que em *M. persicae* ($F = 5,132$; $P = 0,0284$) (Tabela 2). Já em relação ao efeito da temperatura, houve pequeno decréscimo na porcentagem de emergência entre 16 e 19°C, com tendência a se estabilizar entre 19 e 25°C. Nas temperaturas mais altas, 28 e 31°C, houve queda acentuada na emergência de *D. rapae* ($F = 27,753$; $P < 0,0001$) (Figura 1).

Já a viabilidade total indica o somatório da viabilidade das formas imaturas do parasitoide. O hospedeiro *L. pseudobrassicae* proporcionou maior viabilidade total para *D. rapae* ($F = 5,943$; $P = 0,0187$) (Tabela 2) e o aumento da temperatura levou à diminuição linear da viabilidade total do parasitoide ($F = 32,183$; $P < 0,0001$) (Figura 1).

Tabela 2: Porcentagens (média \pm erro padrão) de parasitismo, emergência e viabilidade total de *D. rapae* nos hospedeiros *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* em diferentes temperaturas.

Temperatura (C°)	Espécie do Hospedeiro	
	<i>L. pseudobrassicae</i>	<i>M. persicae</i>
Parasitismo (%)		
16	70,55 \pm 6,43	80,28 \pm 3,64
19	74,92 \pm 6,59	74,28 \pm 4,70
22	69,14 \pm 4,74	67,01 \pm 8,09
25	64,65 \pm 7,18	45,70 \pm 7,03
28	63,10 \pm 10,99	45,77 \pm 7,60
31	63,91 \pm 10,61	42,60 \pm 8,09
Média	67,76 \pm 3,20 A	59,38 \pm 3,29 A
Emergência (%)		
16	99,00 \pm 1,00	97,41 \pm 1,42
19	95,82 \pm 1,82	96,22 \pm 1,35
22	96,61 \pm 2,06	89,71 \pm 6,04
25	94,58 \pm 2,61	94,56 \pm 2,29
28	90,34 \pm 4,10	82,40 \pm 4,91
31	81,90 \pm 7,27	57,49 \pm 10,02
Média	93,01 \pm 1,66 A	87,61 \pm 2,52 B
Viabilidade Total (%)		
16	69,83 \pm 6,46	78,36 \pm 4,07
19	71,46 \pm 6,46	71,63 \pm 4,92
22	66,93 \pm 5,09	61,85 \pm 11,09
25	61,47 \pm 6,92	42,30 \pm 6,10
28	55,25 \pm 9,83	36,94 \pm 6,67
31	55,23 \pm 10,81	22,26 \pm 5,48
Média	63,39 \pm 3,19 A	52,88 \pm 3,68 B

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de F (5% de significância).

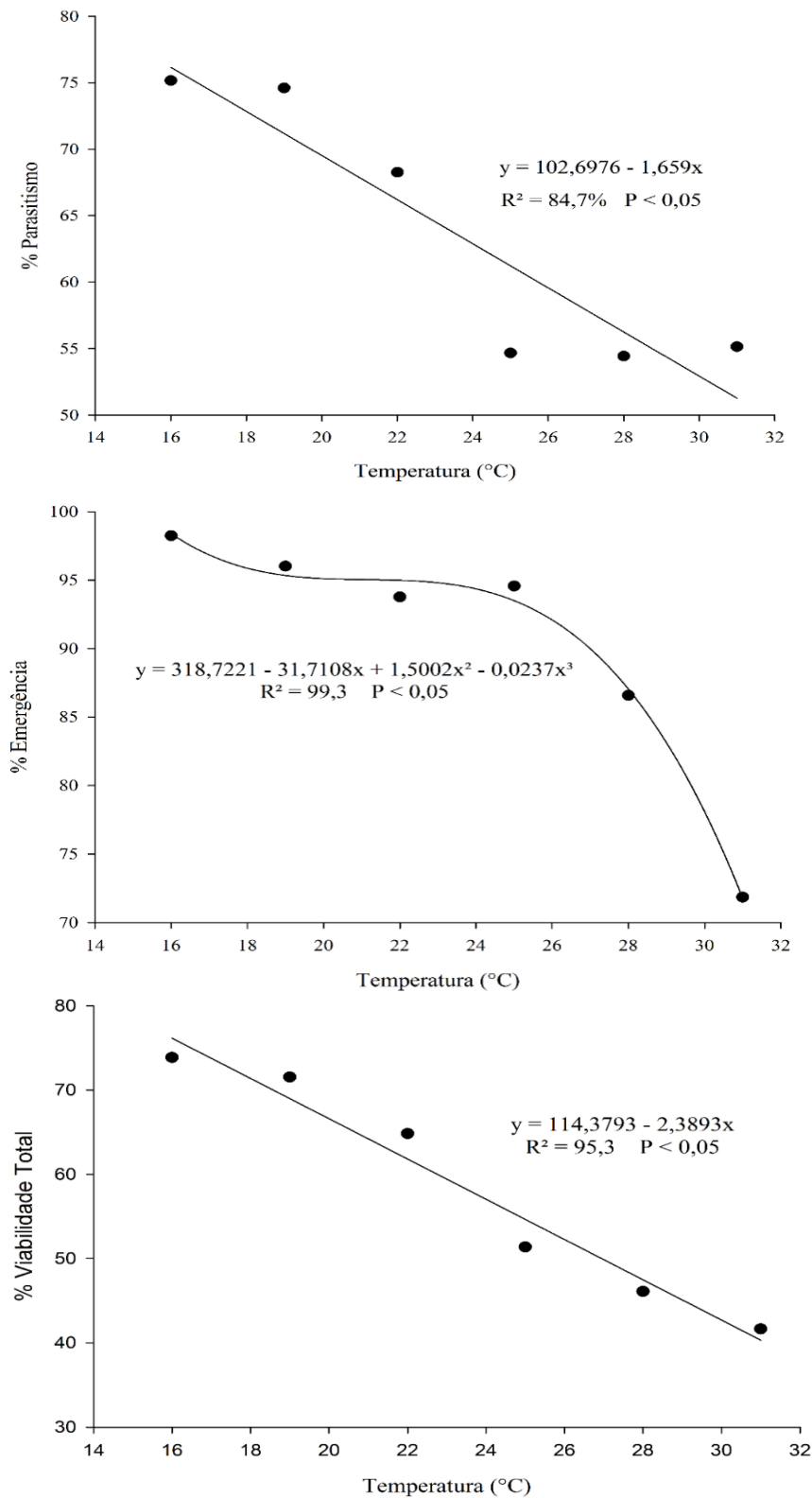


Figura 1: Porcentagens de parasitismo, de emergência e viabilidade total (parasitoides adultos em função do número de pulgões parasitados) de *D. rapae* em *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* em diferentes temperaturas.

A razão sexual reflete a diferença na mortalidade entre os sexos e a porcentagem de fêmeas do parasitoide não foi afetada pelo hospedeiro ($F = 2,655$; $P = 0,1127$) e nem pela temperatura ($F = 1,484$ $P = 0,2217$) em que *D. rapae* se desenvolveu (Tabela 3).

Tabela 3: Porcentagem de fêmeas de *D. rapae* em *L. pseudobrassicae* e em *M. persicae* em diferentes temperaturas.

Temperatura (C°)	Espécie do Hospedeiro		
	<i>L. pseudobrassicae</i>	<i>M. persicae</i>	Média*
16	67,21 ± 5,01	59,79 ± 6,49	63,50 ± 4,08
19	62,23 ± 10,01	54,68 ± 4,03	58,46 ± 4,66
22	76,92 ± 4,62	64,21 ± 7,40	70,56 ± 4,23
25	53,18 ± 13,96	54,98 ± 9,61	54,08 ± 7,86
28	65,01 ± 7,80	60,74 ± 7,37	62,87 ± 5,20
31	69,88 ± 4,75	67,01 ± 11,29	68,45 ± 4,97
Média*	65,74 ± 3,09	60,23 ± 3,01	

* Diferença não significativa pelo teste F (5% de significância).

5.3. Período de desenvolvimento e temperatura base inferior de *D. rapae*

Foi observada interação significativa para a espécie hospedeira e a temperatura no desenvolvimento de fêmeas ($X^2 = 21,098$; $DF = 5$; $P = 0,001$) e de machos ($X^2 = 15,880$; $DF = 5$; $P = 0,007$) do parasitoide. A 22°C as fêmeas e os machos de *D. rapae* que se desenvolveram em *M. persicae* apresentaram menor período de desenvolvimento do que aqueles que se desenvolveram em *L. pseudobrassicae*. Por outro lado, nas temperaturas de 28°C, as fêmeas do parasitoide apresentaram menor período de desenvolvimento no hospedeiro *L. pseudobrassicae* e a 31°C fêmeas e machos se desenvolveram mais rapidamente nesse hospedeiro (Tabela 4).

Tabela 4: Período de desenvolvimento (média \pm erro padrão) de machos e fêmeas de *D. rapae* em *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* em diferentes temperaturas.

Espécie do Hospedeiro		
Temperatura (C°)	<i>L. pseudobrassicae</i>	<i>M. persicae</i>
Desenvolvimento de Fêmeas (dias)		
16	21,91 \pm 0,36 A	23,42 \pm 0,71 A
19	15,77 \pm 0,40 A	16,33 \pm 0,25 A
22	15,38 \pm 0,35 A	13,45 \pm 0,58 B
25	12,38 \pm 1,06 A	13,46 \pm 0,58 A
28	9,64 \pm 0,28 B	11,24 \pm 0,24 A
31	9,44 \pm 0,57 B	11,70 \pm 0,80 A
Desenvolvimento de Machos (dias)		
16	21,47 \pm 0,32 A	22,76 \pm 0,74 A
19	15,87 \pm 0,30 A	15,58 \pm 0,22 A
22	15,78 \pm 0,45 A	14,39 \pm 0,80 B
25	12,59 \pm 0,54 A	12,55 \pm 0,36 A
28	10,17 \pm 0,29 A	10,7 \pm 0,33 A
31	9,66 \pm 0,13 B	10,71 \pm 0,33 A

* Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Wald (5% de significância).

Modelos exponenciais de regressão foram adequados para representar o período de desenvolvimento de fêmeas e de machos de *D. rapae* em *L. pseudobrassicae* ($F_{\text{fêmeas}} = 41,669$; $P < 0,05$; $F_{\text{machos}} = 36,611$; $P < 0,05$) e em *M. persicae* ($F_{\text{fêmeas}} = 35,725$; $P < 0,05$; $F_{\text{machos}} = 38,442$; $P < 0,05$) (Figura 2). O modelo exponencial explicou um comportamento contínuo e decrescente do período de desenvolvimento do parasitoide com o aumento da temperatura nos dois hospedeiros e com tendência à estabilização quando a temperatura aumentou de 28 para 31°C (Figura2).

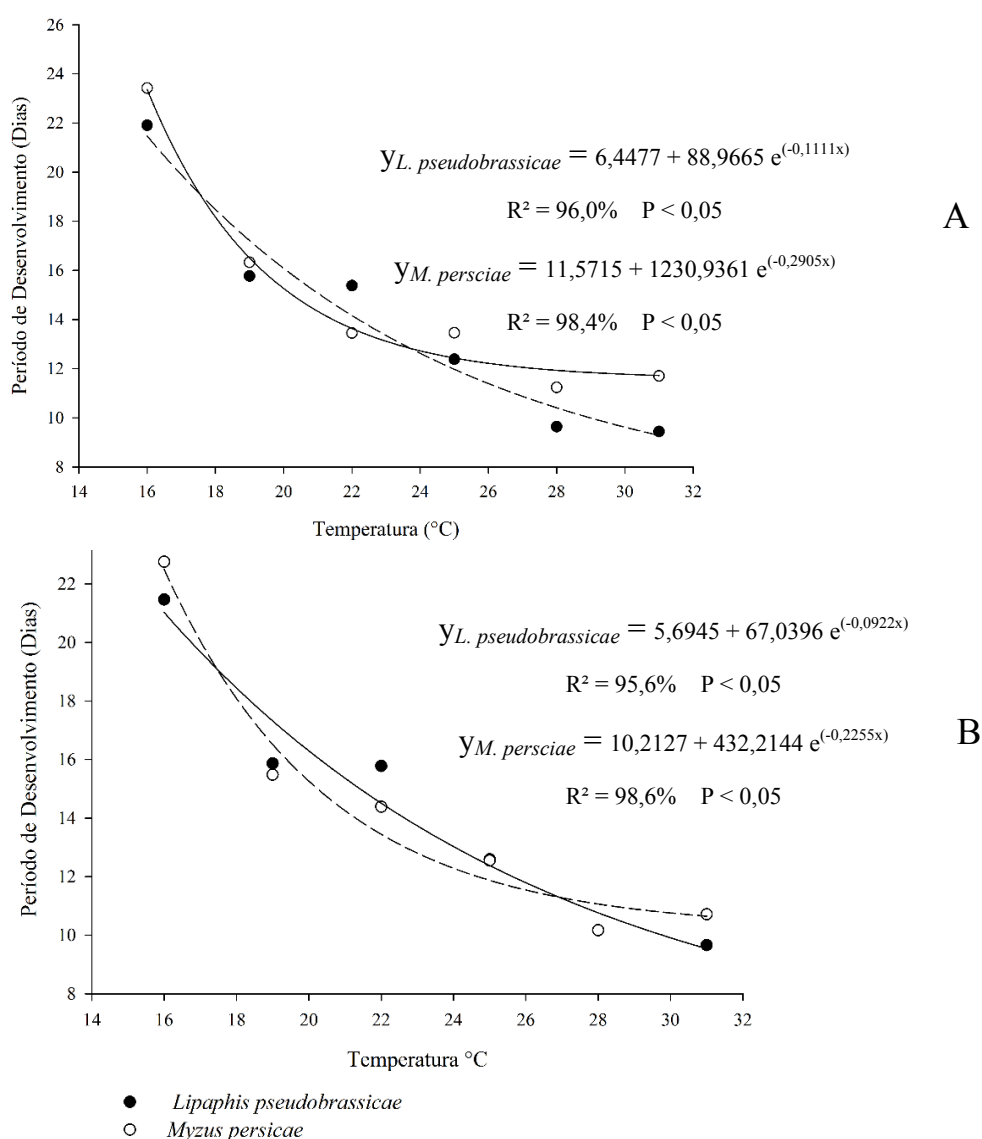


Figura 2: Períodos de desenvolvimento de fêmeas (A) e de machos (B) e *D. rapae*, da oviposição à emergência do adulto em *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* em diferentes temperaturas.

A temperatura base inferior de fêmeas de *D. rapae* que se desenvolveram em *L. pseudobrassicae* foi quase o dobro daquelas desenvolvidas em *M. persicae*, com diferença de mais de 3°C. Para os machos essa diferença foi menor que 1°C (Tabela 5).

Tabela 5: Temperatura base inferior (Tb) de fêmeas e machos de *D. rapae* em *L. pseudobrassicae* e em *M. persicae*.

Hospedeiro	<i>D. rapae</i> fêmea			<i>D. rapae</i> macho		
	Tb	Regressão Linear	R ²	Tb	Regressão Linear	R ²
<i>L. pseudobrassicae</i>	6,38	$y = 0,0047x - 0,03$	98,75	4,45	$y = 0,004x - 0,0178$	98,32
<i>M. persicae</i>	3,33	$y = 0,0036x - 0,012$	99,19	3,63	$y = 0,0038x - 0,0139$	99,17

5.4. Longevidade de *D. rapae*

Houve interação para a espécie hospedeira e a temperatura na longevidade de fêmeas ($F = 4,412$; $P = 0,0035$) e de machos ($F = 2,508$; $P = 0,0356$) de *D. rapae*. Contudo só houve diferença na longevidade do parasitoide quando comparada às espécies hospedeiras a 16°C. Nesta temperatura a longevidade de *D. rapae* foi maior quando se desenvolveu em *M. persicae*, tanto para fêmeas ($F = 24,101$; $P < 0,0001$) quanto para machos ($F = 6,945$; $P = 0,0099$) (Tabela 6).

A longevidade de fêmeas de *D. rapae* foi ajustada ao modelo sigmoide, tanto quando o parasitoide se desenvolveu em *M. persicae*, ($F = 12,748$; $P < 0,05$) quanto em *L. pseudobrassicae* ($F = 22,82$; $P < 0,05$). Em *M. persicae* houve diminuição pouco expressiva na longevidade entre as temperaturas de 16/19°C, 22/25 °C e 28/31°C e diminuição acentuada entre as temperaturas de 19/22°C e 25/28°C (Figura 3).

Tabela 6: Longevidade em dias (média \pm erro padrão) de machos e fêmeas de *D. rapae* em *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* em diferentes temperaturas.

Espécie do Hospedeiro		
Temperatura (C°)	<i>L. pseudobrassicae</i>	<i>M. persicae</i>
Longevidade de Fêmeas		
16	13,72 \pm 1,02 A	9,53 \pm 0,39 B
19	8,83 \pm 0,76 A	8,86 \pm 0,54 A
22	5,47 \pm 0,37 A	5,69 \pm 0,51 A
25	5,06 \pm 0,22 A	5,14 \pm 0,53 A
28	1,89 \pm 0,17 A	1,53 \pm 0,08 A
31	1,31 \pm 0,09 A	1,26 \pm 0,29 A
Longevidade de Machos		
16	11,95 \pm 0,94 A	9,75 \pm 0,71 B
19	6,71 \pm 0,35 A	7,93 \pm 0,51 A
22	5,91 \pm 0,53 A	6,23 \pm 0,64 A
25	5,03 \pm 0,36 A	5,07 \pm 0,55 A
28	2,28 \pm 0,17 A	1,78 \pm 0,12 A
31	1,15 \pm 0,05 A	0,91 \pm 0,07 A

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F (5% de significância).

Quando as fêmeas de *D. rapae* se desenvolveram em *L. pseudobrassicae* a queda na longevidade entre as temperaturas de 22/25°C e 28/31°C foi pouco expressiva e o decréscimo da longevidade do parasitoide, entre as temperaturas de 16/19°C, 19/22°C e 25/28°, foi acentuado (Figura 3).

A longevidade dos machos *D. rapae* criado em *M. persicae* em diferentes temperaturas teve o melhor ajuste ao modelo linear ($F = 85,08$; $P < 0,05$). Já a longevidade média dos machos de *D. rapae* ao se desenvolverem em *L. pseudobrassicae* em diferentes temperaturas teve melhor ajuste ao modelo exponencial ($F = 13,9475$; $p < 0,05$). Ambos os modelos indicam decréscimo gradativo na longevidade média com o aumento da temperatura (Figura 3).

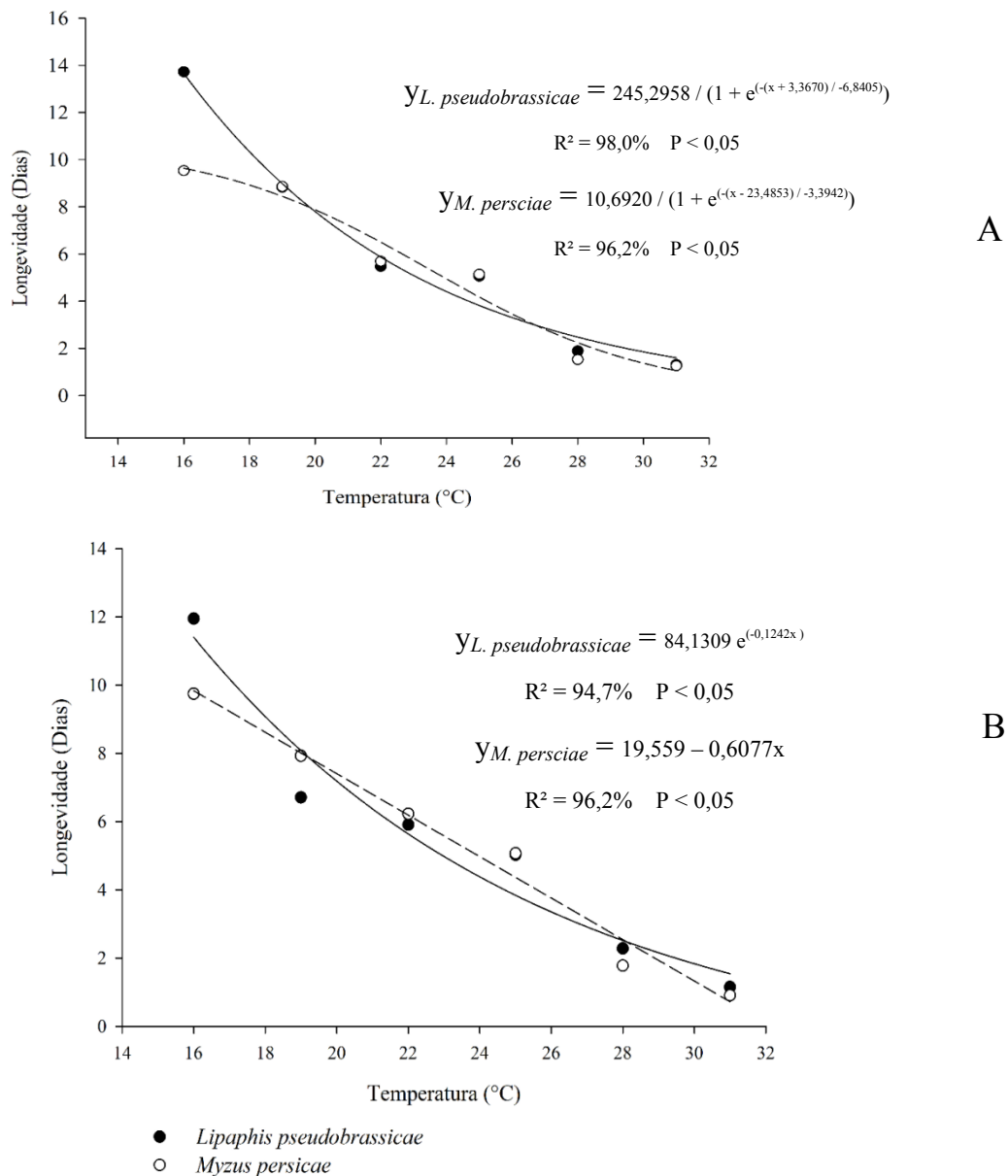


Figura 3: Longevidade de fêmeas (A) e machos (B) de *D. rapae*, da oviposição à emergência do adulto em *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*, em diferentes temperaturas.

5.5. Tamanho e instar do pulgão na mumificação e tamanho do parasitoide

Os comprimentos médios de tíbia dos hospedeiros sofreram influência, tanto do hospedeiro quanto da temperatura ($X^2 = 22,294$; $DF = 5$; $P < 0,001$). Em todas as temperaturas o hospedeiro *M. persicae* apresentou maior tamanho do que *L. pseudobrassicae* no momento da mumificação (Tabela 7).

Tabela 7: Comprimento da tíbia (média \pm erro padrão) de fêmeas de *Diaeretiella rapae* e seus hospedeiros mumificados em diferentes temperaturas.

Espécie de Hospedeiro		
Temperatura (C°)	<i>L. pseudobrassicae</i>	<i>M. persicae</i>
Tíbia Posterior da Múmia (mm)		
16	0,567 \pm 0,010 B	0,708 \pm 0,010 A
19	0,544 \pm 0,011 B	0,699 \pm 0,017 A
22	0,514 \pm 0,015 B	0,661 \pm 0,017 A
25	0,500 \pm 0,007 B	0,644 \pm 0,010 A
28	0,539 \pm 0,008 B	0,638 \pm 0,015 A
31	0,573 \pm 0,023 B	0,615 \pm 0,024 A
Tíbia Posterior do Parasitoide (mm)		
16	0,549 \pm 0,009 A	0,560 \pm 0,015 A
19	0,521 \pm 0,009 A	0,513 \pm 0,011 A
22	0,483 \pm 0,019 A	0,502 \pm 0,010 A
25	0,483 \pm 0,005 A	0,449 \pm 0,009 B
28	0,486 \pm 0,013 A	0,443 \pm 0,006 B
31	0,500 \pm 0,008 A	0,468 \pm 0,010 A

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Wald (5% de significância).

Com o incremento da temperatura, o tamanho de *M. persicae* mumificado diminuiu de maneira linear ($F = 22,996$; $P < 0,05$). Já *L. pseudobrassicae* diminuiu de tamanho na mumificação até a temperatura de 25°C. A partir dessa temperatura, seu tamanho teve aumento ($F = 11,129$; $P < 0,05$) (Figura 4).

Nas temperaturas de 16 a 25°C, ambas as espécies hospedeiras mumificaram no quarto instar. Já a 28 e 31°C, 43,9% e 35,5% dos indivíduos de *L. pseudobrassicae*, respectivamente,

mumificaram após atingir a fase adulta. Já para *M. persicae* 26,08 e 25,04% dos pulgões mumificaram na fase adulta a 28 e 31°C, respectivamente. O aumento no tamanho da tibia de *L. pseudobrassicae* nas temperaturas de 28 e 31°C se deve, provavelmente, aos pulgões atingirem a fase adulta antes de serem mortos pelo parasitoide. No entanto, para *M. persicae*, mesmo com um quarto das mummies, tendo atingido a fase adulta, houve redução do tamanho do hospedeiro. Desta forma, foi possível notar que adultos de *M. persicae* nas temperaturas mais altas foram menores do que ninfas de quarto instar desenvolvidas nas temperaturas de 16 a 25°C.

Para o tamanho da tibia do parasitoide *D. rapae* houve interação para os fatores hospedeiro e temperatura ($X^2 = 16,501$; $DF = 5$; $P = 0,006$). *Lipaphis pseudobrassicae* proporcionou maior tamanho do parasitoide nas temperaturas de 25 e 28°C. Nas demais temperaturas não houve diferença no tamanho do parasitoide desenvolvido nos dois hospedeiros (Tabela 7).

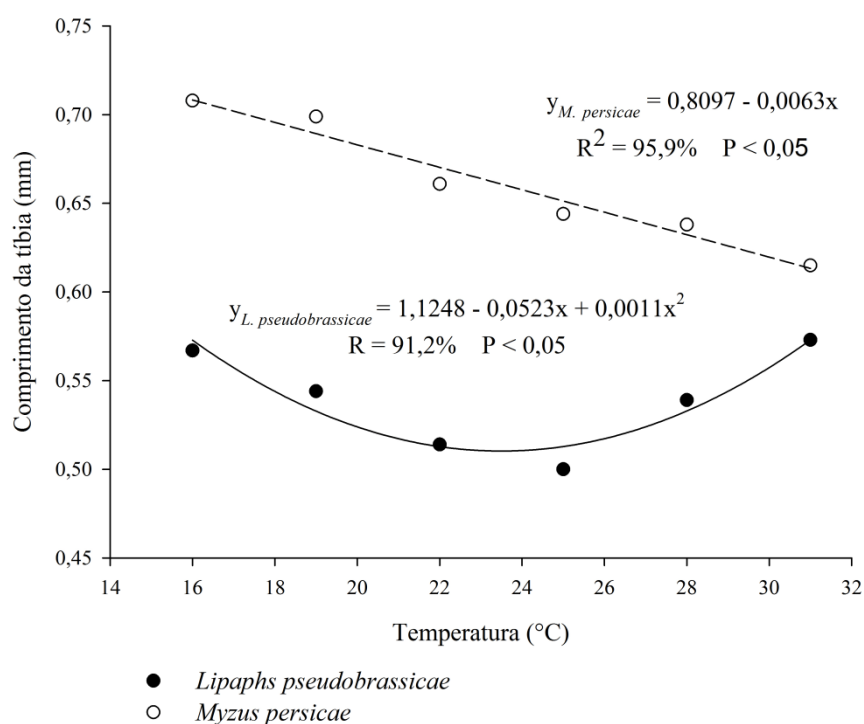


Figura 4: Tamanho da tibia de mummies de *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* parasitados por *D. rapae* em diferentes temperaturas.

Quando se desenvolveu em *L. pseudobrassicae* ($F = 14,776$; $P < 0,05$), o aumento da temperatura gerou diminuição no tamanho de *D. rapae* até à temperatura de 22°C, com estabilização entre 22 e 28°C e incremento do tamanho do parasitoide a 31°C. Em *M. persicae* ($F = 14,107$; $P < 0,05$) a curva foi semelhante, porém o aumento da temperatura gerou

diminuição no tamanho do parasitoide até à temperatura de 25°C, com estabilização entre 25 e 28°C e incremento do tamanho do parasitoide a 31°C (Figura 5). O tamanho do parasitoide a 28 e 31°C foi, provavelmente, influenciado pelos hospedeiros que atingiram a fase adulta antes de mumificar nessas temperaturas. Inclusive, em *M. persicae* a 31°C, poucos parasitoides atingiram a fase adulta e as nove fêmeas mensuradas emergiram de múmias que atingiram a fase adulta.

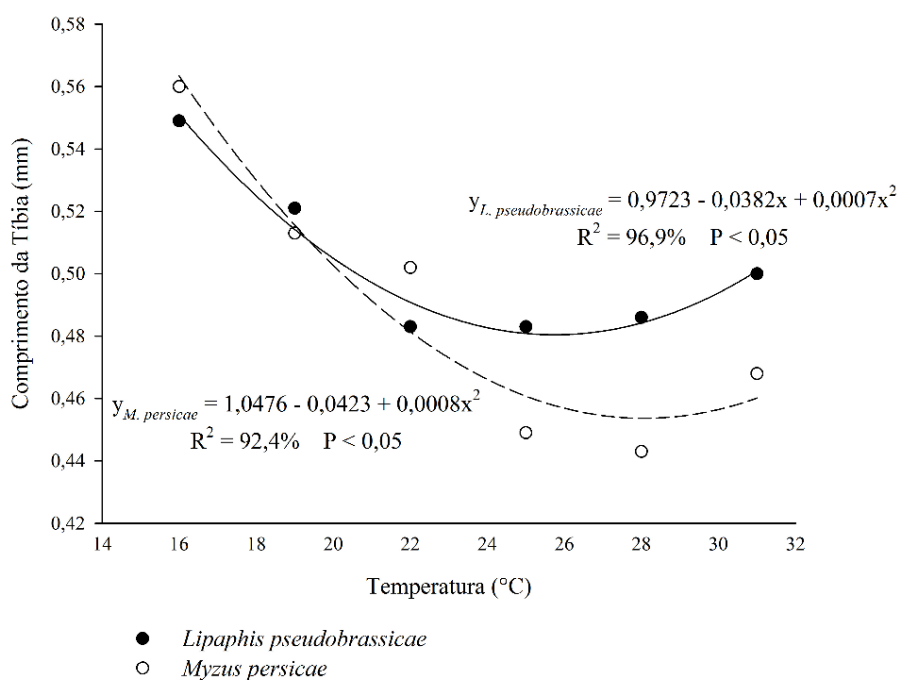


Figura 5: Tamanho da tíbia de fêmeas de *D. rapae* desenvolvidas em *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* em diferentes temperaturas.

6. DISCUSSÃO

Os resultados do presente trabalho confirmam que o hospedeiro é um importante fator nas respostas dos parasitoides às alterações da temperatura (BAZZOCCHI et al., 2001; THOMAS; BLANFORD, 2003; RIS et al., 2004). Desta forma, a adaptação do hospedeiro à temperatura tem que ser considerada na avaliação de sua qualidade ao parasitoide.

O maior desempenho reprodutivo e a maior taxa de sobrevivência de ninfas a 28°C confirmaram que *L. pseudobrassicae* apresenta melhor adaptação às temperaturas altas do que *M. persicae*. Apesar de resultados em campo e em laboratório indicarem que *M. persicae* (LIU; MENG, 1999; CIVIDANES; SOUZA, 2003; KANEGAE; LOMÔNACO, 2003) apresenta menor sobrevivência e fecundidade do que *L. pseudobrassicae* (LIU; MENG, 2000; GODOY; CIVIDANES, 2002) em temperaturas elevadas, o presente estudo é o primeiro em que as duas espécies foram comparadas simultaneamente em diferentes temperaturas.

A diferença na adaptação do hospedeiro em relação à temperatura gerou resposta na temperatura base do parasitoide, refletindo a influência da adaptação do hospedeiro no desenvolvimento do parasitoide. Espécies adaptadas às temperaturas mais elevadas tendem a apresentar maior temperatura base inferior (TAYLOR, 1981; HONEK; KOCOUREK, 1990). A temperatura base é proposta como um indicador da adaptabilidade de insetos à temperatura, podendo ajudar na detecção de biótipos mais ajustados a certas condições climáticas (ROYER et al., 2001; SAMPAIO et al., 2003). Biótipos de parasitoides adaptados a temperaturas mais elevadas apresentam maior temperatura base (ROYER et al., 2001; SAMPAIO et al., 2003), porém a maior temperatura base do parasitoide, induzida pela adaptação do hospedeiro, ainda não havia sido avaliada. A maior temperatura base de *D. rapae* no hospedeiro com maior adaptação às temperaturas elevadas comprova que não é somente o fator genético do parasitoide que induz a mudanças nessa característica. Ainda, ao se comparar a temperatura base de *D. rapae* com a de seus hospedeiros, é possível notar que a relação entre a adaptação do hospedeiro à temperatura tem forte influência na temperatura base inferior do parasitoide. Por exemplo, *L. pseudobrassicae* apresenta temperatura base de 6°C (LIU; MENG, 2000) e *M. persicae* entre 2,2°C (CIVIDANES; SOUZA, 2003) e 4°C (LIU; MENG, 1999). Esses valores são muito próximos daqueles encontrados no presente estudo para fêmeas de *D. rapae* desenvolvidas nesses hospedeiros, ou seja, de 6,38°C em *L. pseudobrassicae* e 3,33°C quando se desenvolveram em *M. persicae*.

Normalmente, a qualidade do hospedeiro tem sido determinada sem levar em consideração a influência dos fatores ambientais (SAMPAIO et al., 2008; SILVA et al., 2011; BODLAH et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013). As características utilizadas para avaliar a mortalidade do parasitoide imaturo demonstraram que o hospedeiro *L. pseudobrassicae* proporcionou maior emergência e viabilidade a *D. rapae* do que *M. persicae*, independentemente da temperatura. De qualquer forma, ambos os hospedeiros tiveram menor qualidade com o aumento da temperatura, já que esses percentuais diminuíram com o aumento desse fator independentemente da espécie de hospedeiro.

A redução da sobrevivência de *D. rapae* com o aumento da temperatura pode também estar relacionada à própria sensibilidade do parasitoide às temperaturas elevadas (THOMAS; BLANFORD, 2003). Em insetos pouco tolerantes às altas temperaturas, o calor resultante da temperatura constante interfere nos processos fisiológicos do inseto (CAMPBELL et al., 1974; DENLINGER; YOCUM, 1998). Essas reações ao calor causam desnaturação de proteínas (HORN, 1998), problemas na replicação do DNA e na síntese de proteínas, elevação do pH celular, degradação de lipídeos (DENLINGER; YOCUM, 1998), formação de espécies reativas de oxigênio, principalmente o ânion superóxido (O_2^-), o que gera dano celular (MONAGHAN et al., 2009) e podem levar o inseto à morte.

Por outro lado, tanto o hospedeiro como a temperatura podem atuar de maneira simultânea, não devendo ser considerados como fatores independentes (BAZZOCCHI et al., 2003; THOMAS; BLANFORD, 2003; RIS et al., 2004). Por exemplo, ao avaliar o período de desenvolvimento e o tamanho das fêmeas de *D. rapae*, observou-se que ambos os hospedeiros tiveram qualidade adequada em temperaturas abaixo de 25°C. O mesmo não aconteceu em temperaturas de 25, 28 a 31°C, nas quais *L. pseudobrassicae* foi o hospedeiro de melhor qualidade, permitindo o desenvolvimento de *D. rapae* em menor período de tempo e/ou a formação de adultos maiores.

O maior tamanho dos parasitoides está relacionado ao incremento da massa seca do inseto e as suas reservas, as quais têm papel fundamental na manutenção corporal, no fornecimento de energia para voo, acasalamento e para oogenese, refletindo em sua fecundidade (ELLERS et al., 1998; ELLERS et al., 2001; CASAS et al., 2005; SAMPAIO et al., 2008). Apesar de em muitos casos o maior tamanho do parasitoide estar relacionado com o maior tamanho de seu hospedeiro (MACKAUER, 1986; SEQUEIRA; MACKAUER, 1992; WEST et al., 1996; SAMPAIO et al., 2008; SILVA et al. 2011), tal relação não foi encontrada nos parasitoides que se desenvolveram em *M. persicae* e em *L. pseudobrassicae* nas diferentes temperaturas. Apesar de *M. persicae* ter sido o maior hospedeiro em todas as

temperaturas avaliadas, *D. rapae* foi maior quando se desenvolveu em *L. pseudobrassicae* em 25 e 28°C. É de se esperar que o tamanho corporal do parasitoide seja diretamente dependente do suprimento de nutrientes disponível no hospedeiro para o seu processo de crescimento (WEST et al., 1996). Contudo, em 25 e 28°C, *M. persicae*, mesmo proporcionando maior período de desenvolvimento e sendo maior hospedeiro, não foi capaz de disponibilizar a nutrição necessária para o ganho de tamanho de *D. rapae* em comparação a *L. pseudobrassicae*.

Já o menor período de desenvolvimento é considerado a melhor trajetória de crescimento em parasitoides (ROITBERG et al., 2001). Além da diminuição das chances de mortalidade por predadores e hyper-parasitoides, o menor período de desenvolvimento é uma forma dos parasitoides aumentarem seu desempenho reprodutivo (HARVEY; STANDART, 2002), principalmente devido ao acasalamento mais precoce (KANT; SANDANAYAKA, 2009).

Ainda, segundo Jandricic et al., (2014), a duração do período de desenvolvimento do parasitoide tem relação inversa com a fecundidade do hospedeiro. Segundo os autores, a planta hospedeira que proporcionou a menor fecundidade de *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) também proporcionou maior período de desenvolvimento de *Aphidius colemani* (Viereck). Em altas temperaturas, a principal resposta do hospedeiro é a redução de sua fecundidade (DIXON; WRATTEN 1971; RIESSEN, 1992). Desta forma, mesma analogia pode ser feita no presente estudo, já que a 28°C a reprodução total de *M. persicae* foi 60% menor do que a encontrada para *L. pseudobrassicae*. Portanto, as características de melhor adaptação às temperaturas mais elevadas dos hospedeiros levaram-nos à maior qualidade nutricional nas maiores temperaturas.

Apesar de ser reconhecido que existe interação da qualidade do hospedeiro com o efeito da temperatura sobre os parasitoides (BAZZOCCHI et al., 2003; THOMAS; BLANFORD, 2003; RIS et al., 2004; ZAMANI et al., 2007), o presente trabalho é o primeiro a propor que a adaptação do hospedeiro às temperaturas altas é o principal fator que determina sua qualidade para o parasitoide nessas condições extremas. A diferença na adaptação às temperaturas elevadas teve influência na relação parasitoide-hospedeiro, resultando que em temperaturas altas há ganho de desempenho do parasitoide *D. rapae*, desenvolvido no hospedeiro *L. pseudobrassicae*, em comparação àqueles que se desenvolveram em *M. persicae*.

7. CONCLUSÃO

O hospedeiro *L. pseudobrassicae* apresentou maior adaptação que *M. persicae* às temperaturas elevadas. Essa adaptação teve relação direta com sua maior qualidade como hospedeiro para *D. rapae* nas temperaturas altas e influenciou a temperatura base inferior do parasitoide, a qual foi maior em *L. pseudobrassicae* do que em *M. persicae*.

REFERÊNCIAS

- ABIDI, A. Z.; KUMAR, A.; TRIPATHI, C. P. M. Impact of male on the longevity, fecundity and oviposition frequency, developmental period and sex ratio on the offspring of *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasitoid of *Lipaphis erysimi* Kalt. (Homoptera: Aphididae). **German Journal for Applied Zoology**, Berlin, v. 76, p. 333-348, 1990.
- ANGILLETTA M. J., DUNHAM A. E. The temperature-size rule in ectotherms: simple evolutionary explanations may not be general. **The American Naturalist**, Chicago, v. 162, p. 162-332, 2003
- ANGILLETTA, M. J.; STEURY T. D.; SEARS M. W. Temperature, growth rate, and body size in ectotherms: Wetting pieces of a life-history puzzle. **Integrative and Comparative Biology**, Oxford, v. 44, p. 498-509, 2004.
- ANTOLIN, M. F.; BJORKSTEN, T. A.; VAUGHN, T. T.; Host-related fitness tradeoffs in a presumed generalist parasitoid, *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae). **Ecological Entomology**, London, v. 31, n. 3, p. 242-254, 2006.
- ARAÚJO JÚNIOR, J. X.; ANTHEAUME, C.; TRINDADE, R. C. P.; SCHMITT, M.; BOURGUIGNON, J. J.; SANT'ANA, A. E. G. Isolation and characterisation of the monoterpenoid indole alkaloids of *Aspidosperma pyrifolium*. **Phytochemistry Reviews**, New York, v. 6, p.183-188, 2007.
- ATKINSON, D. Temperature and organism size – a biological law for ectotherms? **Advances in Ecological Research**, United Kingdom, v. 25, p. 1-58, 1994.
- BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agrônômicos**. Arapongas: Midas, 2003, 208 p.
- BARLOW, C.A. The influence of temperature on the growth of experimental populations of *Myzus persicae* (Sulzer) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Aphididae). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v.40, p.145-156, 1962.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. Campinas: EDUNICAMP, 2001.
- BAZZOCCHI, G. G., LANZONI, A., BURGIO, G.; FIACCONI, M. R. Effects of temperature and host on the pre-imaginal development of the parasitoid *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae). **Biological Control**, Orlando, v. 26, p. 74-82, 2003.
- BERNAL, J.; GONZÁLEZ, D. Temperature requirements of four parasites of the Russian wheat aphid *Diuraphis noxia*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 69, n. 2, p. 173-182, 1993.
- BERNAL, J.; BELLOWS, T. S. JR.; GONZÁLEZ, D. Functional response of *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hym., Aphidiidae) to *Diuraphis noxia* (Mordwilko) (Hom., Aphididae) hosts. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 118, p. 300-309, 1994.

BERNAL, J.; GONZÁLEZ, D. Thermal requirements of *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) on Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mordwilko, Hom., Aphididae) hosts. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 119, p. 273-277, 1995.

BERNAL, J.; GONZÁLEZ, D. Reproduction of *Diaeretiella rapae* on Russian wheat aphid hosts at different temperatures. **Entomologia Experimentallis et Applicata**, Amsterdam, v. 82, p. 159-166, 1997.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the World's Crops: an identification guide**. Chichester: J. Wiley, 2000.

BLANDE, J. D.; PICKETT, J. A.; POPPY, G. M. Attack rate and success of the parasitoid *Diaeretiella rapae* on specialist and generalist feeding aphids. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 30, n. 9, p. 1781-1795, 2004.

BLANDE, J. D.; PICKETT, J. A.; POPPY, G. M. Host foraging for differentially adapted brassica-feeding aphids by the braconid parasitoid *Diaeretiella rapae*. **Plant Signaling and Behavior**, Austin, v. 3, n. 8, p. 580-582, 2008.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Thrichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 215-219. 1990.

BODLAH I.; NAEEM M.; MOHSIN, A. U. Distribution, Hosts and Biology of *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Punjab, Pakistan. **Pakistan Journal Zoology**, Pakistan, vol. 44, n.5, p. 1307-1315, 2012.

BORTOLETTO, D. M. **Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (Linné, 1758), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *Lipaphis pseudobrassicae* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera: Aphididae) em *Brassica oleracea* var. *acephala* L. (Brassicaceae)**. 32 p., 2008. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

BRIDGES, M.; JONES, A. M. E.; BONES, A. M.; HODGSON, C.; COLE, R.; BARTLET, E. Spatial organization of the glucosinolate-myrosinase system in brassica specialist aphids is similar to that of the host plant. **Proceedings of the Royal Society London. Series B: Biological Sciences**, London, v. 269, p. 187-191. 2002

BRITO, G. **Estudo das causas de mortalidade natural de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) e seus efeitos sobre o crescimento populacional no agroecossistema da erva-doce**. 21 p., 2003. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras.

BUENO V.H.P.; B.M. SOUZA. Ocorrência e diversidade de insetos predadores e parasitoides na cultura da couve *Brassica oleracea* var. *acephala* em Lavras MG – Brasil. In: **XIV Congresso Brasileiro de Entomologia, Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 22, p. 5-18, 1993.

BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. **Desenvolvimento e multiplicação de parasitoides de pulgões. Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Editora UFLA, Lavras, v. 429, p. 117-167, 2009.

CAMPBELL, A.; FRAZER, B. D.; GILERT, N.; GUTIERREZ, A.P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v.11, p. 431-438, 1974

CARRERA, M. **Entomologia para você**. 4 ed. São Paulo, Edart, 185p, 1973.

CASAS J., PINCEBOURDE S., MANDON N., VANNIER F., POUJOL R., GIRON D. Lifetime nutrient dynamics reveal simultaneous capital and income breeding in a parasitoid. *Ecology*, Tempe, v. 86, p. 545-554, 2005

CHAU, A.; MACKAUER, M. Preference of the aphid parasitoid *Monoctonus paulensis* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) for different aphid species: female choice and offspring survival. **Biological Control**, Orlando, v. 20, n. 1, p. 30–38, 2001.

CIVIDANES, F. J. Impacto de Inimigos Naturais e de Fatores Meteorológicos Sobre Uma População de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em Couve. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 249-255, 2002.

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, v. 32, n. 3, p. 413-419, 2003.

CLOUTIER C., MCNEIL J.N., REGNIÈRE J. Fecundity, longevity and sex ratio of *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphidiidae) parasiting diferent stages of its host, *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphididae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 113, p. 193-198, 1981.

COLINET H., SALIN C., BOIVIN G., HANCE T. H. Host age and fitness related traits in a koinobiont aphid parasitoid. **Ecological Entomology**, London, v. 30, p. 473-479, 2005

COLINET, H.; BOIVIN, · G.; · HANCE, T. Manipulation of parasitoid size using the temperature-size rule: fitness consequences. **Oecologia**, Berlin, v. 152, p. 425-433

COLINET, H.; HANCE, T. Male reproductive potential of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiinae) exposed to constant or fluctuating thermal regimens. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 38, n. 1, p. 242–249, 2009.

DE CONTI, B. F.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; SIDNEY, L. A. Reproduction and fertility life table of three aphid species (Macrosiphini) at different temperatures. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 54, n.4, p. 654-660, 2011.

DEBACH, P.; SCHLINGER, E. I. **Biological control of insect pests and weeds**. Reinhold Publishing Corp, London, 1964.

DENLINGER, D. L.; YOCUM; G. D. Physiology of heat sensitivity, p. 7-57. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.), **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder, Westview Press, 311p. 1998

DEVI, P. B., SINGH,T. K.; SINGH, H. J. Studies on the natural enemy complex of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) on Knol-Khol, *Brassica oleracea gongylodes*. **Annals of Plant Protection Sciences**, India, v. 7, p. 37-40, 1999.

DIXON, A. F. G. **Aphid ecology an optimization approach**. London, Chapman, 1998.

DIXON, A. F. G.; WRATTEN, S. D. Laboratory studies on aggregation, size and fecundity in the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 61, p. 97-111, 1971.

DREES, B.M.; JACKMAN, J. **Guia de campo para insetos do Texas**. Gulf Publishing Company, Texas, Houston: 1999.

EIJS, I.E.M.; VAN ALPHEN, J. J. M. Life history correlations: why are hymenopteran parasitoids an exception? **Ecology Letters**, Oxford, v. 2; p. 27–35, 1999.

ELLERS, J.; VAN ALPHEN, J. J. M.; SEVENSTER, J. G. A weld study of size– fitness relationships in the parasitoid *Asobara tabida*. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 67, p. 318-324, 1998.

ELLERS, J.; BAX, M.; VAN ALPHEN, J. J. M. Seasonal changes in female size and its relation to reproduction in the parasitoid *Asobara tabida*. **Oikos Journal**, Lund, v. 92, p. 309-314, 2001.

ELLIOTT, N.C.; BURD, J. D.; KINDLER, S. D.; LEE, J. H. Temperature effects on development of three cereal aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae). **The Great Lakes Entomologist**, East Lansing, v. 28, n. 3, p. 137-142, 1994.

FEPLAM. **Manual de citricultura**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Feplam, 128p, 1979.

FERREIRA, S. E. **Causa da resistência de *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis, 1914) (Hemiptera: Aphididae) ao parasitoide *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e sua influência sobre o parasitismo de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776)**. 72 p., 2013. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, UFV, 402 p., 2008

FISCHER, S.; SAMIETZ, E. J.; DORN, E. S. Efficiency of vibrational sounding in parasitoid host location depends on substrate density. **Journal of Comparative Physiology**, Berlin, v. 189, n. 10, p.723-730, 2003

FOX, P. M.; PASS, B.C.; THURSTON, R. Laboratory studies on the rearing of *Aphidius smithi* (Hymenoptera: Braconidae) and its parasitism of *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). **Annals Entomological Society of America**, College Park., v. 60, p. 1083-1087, 1967.

FREWIN, A. J.; XUE, Y.; WELSMAN, J. A.; BROADBENT, A. B.; SCHAAFSMA, A. W.; HALLETT, R. H. Development and parasitism by *Aphelinus certus* (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of soybean aphid, *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 39, p. 1570-1578, 2010

FUKUI, M.; TAKADA, H. Fecundity, oviposition period and longevity of *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) and *Aphidius gifuensis* Ashmead (Hymenoptera: Aphidiidae), two parasitoids of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 32, p. 331-333, 1988.

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

GAULD, I.; BOLTON, B. **The hymenoptera**. New York: Oxford University Press Inc., 1996, p.193-217.

GITONGA L. M.; OVERHOLT W. A.; LOHR, B.; MAGAMBO, J. K.; MUEKE, J. M. Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). **Biological Control**, Orlando, v.24, n.1-6, 2002.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology**. Princeton University Press, 1994.

GODOY, K.B.; CIVIDANES, F.J. Exigências térmicas e previsão de picos populacionais de *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p.369-371, 2001.

GODOY, K. B.; CIVIDANES, F. J. Tabelas de esperança de vida e fertilidade para *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 41-48, 2002.

GU, D. J.; YU, M. E.; ZHANG, W. Q. A study on the lower and upper development thermal thresholds of aphids in vegetables. **Journal of South China Agricultural University**, Pequim, v.16, p.58-63, 1995.

HÄCKERMANN, J.; ROTT, A. S.; DORN, S. How two different host species influence the performance of a gregarious parasitoid: host size is not equal to host quality. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 76, p. 376-383, 2007.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P. **Métodos para estimar as exigências térmicas e os limites de desenvolvimento dos insetos**. Piracicaba: FEALQ, 45 p., 1984.

HAFEZ, M. Seasonal fluctuations of population density of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.), in The Netherlands, and the role of its parasite, *Aphidius* (*Diaeretiella*) *rapae* (Curtis). **Netherlands Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v. 67, p. 445-548, 1961.

HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder, Westview Press, 311p., 1998.

HARRISON, E. **Oviposition behaviour of *Venturia canescens*: a study of the effect of a pheromone.**, University of London: PhD thesis, 1985

HARVEY, J. A.; STRAND, M. R. The developmental strategies of endoparasitoid wasps vary with host feeding ecology. **Ecology**, Washington, v. 83, p. 2439-2451, 2002

HAYAKAWA, D. L.; GRAFIUS, E.; STEHR, F. W. Effects of temperature on longevity, reproduction, and development of the asparagus aphid (Homoptera: Aphididae) and the parasitoid, *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 19, p. 890-897, 1990.

HENRY, L. M.; GILLESPIE, D. R.; ROITBERG, B. D. Does mother really know best? Oviposition preference reduces reproductive performance in the generalist parasitoid *Aphidius ervi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 116, n. 3, p. 167-174, 2005.

HOFVSANG T.; HAGVAR, E. B. Duration of development and longevity in *Aphidius ervi* and *Aphidius platensis* (Hymenoptera: Aphidiidae), two parasites of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). **Entomophaga**, Paris, v. 20, p. 11–22, 1975.

HOLMAN, J. **Los áfidos de Cuba**. La Habana: Instituto Cubano del Libro, 1974, 304 p.

HONEK, A.; KOCOUREK, F. Temperature and development time in insects: a general relationship between thermal constants. **Zoologische Jahrbücher Systematik**, Jene, v. 117, p. 401-439, 1990.

HOPKINS, R. J.; VAN DAM, N. M.; VAN LOON, J. J. A. Role of glucosinolates in insect-plant relationships and multitrophic interactions. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 54, p. 57–83, 2009.

HORN, D. J. Temperature synergism in integrated pest management. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.) **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview Press, 1998, p. 125-139.

HUBAIDE, J. E. A. **Distribuição na planta, fatores climáticos e parasitismo na dinâmica populacional de pulgões (Hemiptera: Aphididae) em couve**. 52 p., 2011. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

HUGHES, G. E.; STERK, G. J.; Bale, S. Thermal biology and establishment potential in temperate climates of the aphid parasitoid, *Lysiphlebus testaceipes*. **International Organization for Biological Control**, Dijon, 2010

IBM Corp. Released. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. 2011.

JANDRICIC, S. E.; DALE, A. G.; BADER, A.; FRANK, S. D. The effect of banker plant species on the fitness of *Aphidius colemani* Viereck and its aphid host (*Rhopalosiphum padi* L.). **Biological Control**, Orlando, v. 76, p. 28-35, 2014.

KANEGAE A. P.; LOMÔNACO C. Plasticidade morfológica, reprodutiva e assimetria flutuante de *Myzus persicae* (Sulzter) (Hemiptera, Aphidae) sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, p.37-43, 2003.

KANT, R.; SANDANAYAKA, W. R. M. Diel Asynchrony in reproductive behaviour of *Diaeretiella rapae* (M'intosh) (Hymenoptera: Aphidiidae). **New Zealand Plant Protection**, Christchurch, v. 62, p. 161-167, 2009.

KAZANA, E.; POPE, T. W.; TIBBLES, L.; BRIDGES, M.; PICKETT, J. A.; BONES, A. M.; POWELL, G.; ROSSITER, J. T. The cabbage aphid: a walking mustard oil bomb. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, Edinburgh, v. 274, p. 2271-2277, 2007.

KENNEDY, J. S.; DAY, M. F.; EASTOP, V. F. A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. **Commonwealth Institute of Entomology**, London, 114 pp, 1962.

LANGER, A.; HANCE, T. Enhancing parasitism of wheat aphids through apparent competition: a tool for biological control. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 102, n. 2, p. 205-212, 2004.

LEE, Y.; NELDER, J. A.; PAWITAN, Y. **Generalized Linear Models with Random Effects**. , New York: Chapman and Hall, 2006.

LEWONTIN, R. C. Selection for colonizing ability. In: BAKER, H. G.; STEBBINS, G. L. (Ed.) **The genetics of colonizing species**. New York: Academic Press, 1965, p. 77-91.

LILL, J. T.; MARQUIS, R. J.; RICKLEFS, R. E. Host plants influence parasitism of forest caterpillars. **Nature**, London, v. 417, p. 170-173, 2002.

LIU, S.S.; ZHANG, G.M.; ZHU J. Influence of Temperature variations on Rate of Development in Insects: Analysis of Case Studies from Entomological Literature. **Entomological Society of America**, College Park, p. 2-3, 1995

LIU, S. S.; MENG, X. D. Modelling development time of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) at constant and natural temperatures. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 89, p. 53-63. 1999.

LIU, S. S.; MENG, X. D. Modelling development time of *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) at constant and variable temperatures. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 90, p. 337-347. 2000.

LOZANO, A.M. **Incidencia e dispersión de virus transmitidos por pulgones em hortícolas de invierno y sus relaciones virus-vector**. 227 p., 2005. Tese de Doutorado em Entomologia, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

MACKAUER, M. Growth and developmental interactions in some aphids and their hymenopterous parasites. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 32, p. 275-280, 1986.

MACKAUER, M.; MICHAUD, M. R.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and value. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 128, n. 6, p. 959-980, 1996.

McCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized linear models**. 2. ed. London: Chapman and Hall, 1989.

McINTOSH, CHARLES. **The book of the garden**. Edinburgh and London: W. Blackwood, 1855.

MICHELOTTO, M.D.; SILVA, M.D.; BUSOLI, A.C. Tabela de esperança de vida e fertilidade para *Aphis gossypii* Glöver, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em três espécies de plantas daninhas. **Boletim Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v.30, p.211-217, 2004.

MICHELOTTO, M. D.; CHAGAS FILHO, N. R.; SILVA, R. A.; BUSOLI, A. C. Longevidade e parâmetros reprodutivos de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, 2005.

MONAGHAN, P.; METCALFE, N. B.; TORRES, R. Oxidative stress as a mediator of life history trade-offs mechanisms, measurements, and interpretations. **Ecology Letters**, Oxford. V. 12, p. 75–92, 2009.

MUSSURY, R. M.; FERNANDES, W. D. Occurrence of *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitising *Lipaphis pseudobrassicae* (Kaltenbach, 1843) and *Brevicoryne brassicae* (L. 1758) (Homoptera: Aphididae) in *Brassica napus* in Mato Grosso do Sul. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 41-46, 2002.

NADEL, H.; LUCK, R. F. Span of female emergence and male sperm depletion in the female-biased, quasi-gregarious parasitoid, *Pachycrepoideus vindemiae* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 78, p.: 410-414, 1985.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized Linear Models. **Journal of the Royal Statistical Society: Series A**, v. 135, p. 370-384, 1972.

OLIVEIRA, R. S., SAMPAIO, M. V., FERREIRA, S. E.; RIBEIRO, L. C. M.; TANNÚS-NETO, J. Low parasitism by *Diaeretiella rapae* (Hym.: Braconidae) of *Lipaphis pseudobrassicae* (Hemip.: Aphididae): pre-or post-ovipositional host resistance? **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 23, n. 1, p. 79-91, 2013.

PARRA, J. R. P. et al. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.) **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manolep.125-142, 2002.

PEÑA-MARTÍNEZ, R. **Afidos como vectores de virus en Mexico**. Montecillo, Centro de Fitopatologia, 1992, p.135.

PIGLIUCCI, M. Evolution of phenotypic plasticity: where are we going now? **Trends in Ecology and Evolution**, Chicago, v. 20, p. 481-486, 2005.

PIKE, K. S.; STARÝ, P.; MILLER, T.; ALLISON, D.; GRAF, G.; BOYDSTON, L.; MILLER, R.; GILLESPIE, R. Host range and habitats of the aphid parasitoid *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae) in Washington state. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 28, n. 1, p. 61-71, 1999.

QUICKE, D. **Parasitic wasps**. Chapman and Hall, London, Inglaterra, 1997.

R Development Core Team, R. **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing. In: R Development Core Team, Vienna, Austria , 2008.

REED, H. C.; REED, D. K.; ELLIOT, N. C. Comparative life table statistics of *Diaeretiella rapae* and *Aphidius matricariae* on the Russian wheat aphid. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 17, p. 307-312, 1992.

RIESSEN, H.P. Cost-benefit model for the induction of an anti-predator defence. **The American Naturalist**, Chicago, v. 140, p. 349-362, 1992.

RIS, N.; ALLEMAND, R.; FOUILLET, P.; FLEURY, F. The joint effect of temperature and host species induces complex genotype-by-environment interactions in the larval parasitoid of *Drosophila*, *Leptopilina heterotoma* (Hymenoptera: Figitidae). **Oikos Journal**, Lund, v. 106, p. 451-456, 2004.

ROFF, D. A. **The evolution of life histories**. Theory and Analysis. New York: Chapman and Hall, 1992.

ROITBERG, B. D.; BOIVIN, G.; VET, L. E. M. Fitness, parasitoids, and biological control: an opinion. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 133, p. 429-438, 2001.

ROYER, T. A.; GILES, K. L.; KINDLER, S. D.; ELLIOTT, N. C. Developmental response of three geographic isolates of *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae) to temperature. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 30, p. 637-641, 2001.

SALVADORI, J. R.; TONET, G. E. L. **Manejo integrado dos pulgões de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2001.

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, v. 30, n. 4, p. 655-660, 2001.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SOGLIA, M. C. M. Thermal requirements of three populations of *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Aphidiidae). **Bulletin IOBC/WPRS**, Dijon Cedex, v. 26. n. 10, p.85-88. 2003.

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, v. 49, n. 1, p. 141-147, 2005.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; DE CONTI, B. F. The effect of the quality and size of host aphid species on the biological characteristics of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 105, n. 3, p. 489-494, 2008.

SEQUEIRA, R.; MACKAUER, M. Nutritional ecology of an insect host-parasitoid association: the pea aphid- *Aphidius ervi* system. **Ecology**, Tempe, v. 73, p.183-189, 1992.

SETHUMADHAVAN, T. V.; DHARMADHIKARI, P. R. Notes on *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hym.: Aphidiidae) parasitic on aphids on crucifers in India. **Commonwealth Institute of Biological Control Technical Bulletin**, India, v.11, p. 173-177, 1969.

SIGMAPLOT. Sigmaplot 2008 V.11.0. **Systat Software Inc.**, Point Richmond, California, 2008.

SILVA, R. J.; CIVIDANES, F. J.; PEDROSO, E. C.; SALA, S. R. D. Host quality of different aphid species for rearing *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n.4, p. 477-482, 2011.

SILVA, R. J.; CIVIDANES, F. J.; PEDROSO, E. C.; SALA, S. R. D. Host quality of different aphid species for rearing *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 4, Aug. 2011 .

SISODIA, S.; SINGH, B. N. Effect of temperature on longevity and productivity in *Drosophila ananassae*: evidence for adaptive plasticity and trade-off between longevity and productivity. **Genetica**, v. 114, p. 95-102, 2002.

SISVAR. Versão 4.6, Lavras: UFLA, 2000. Disponível em: <<http://www.vht.ufla.br>>.

SOUZA, B. M.; BUENO, V.H.P. Parasitóides e hiperparasitóides de múmias de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Homoptera – Homoptera – Aphididae). **Revista Agricultura**, Piracicaba, v. 67 p. 55-62, 1992.

SOUZA-SILVA, C. R.; ILHARCO, F.A. **Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras**: lista preliminar. São Carlos, Editora da UFSCar, 1995, 85p.

STARK, J. D.; ACHEAMPONG, S. A demographic and modeling approach to determine the suitability of two hosts, *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) and *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera; Aphididae) of the aphid parasitoid, *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Aphididae). **The Pan-Pacific Entomologist**, San Francisco, v. 81, n. 1, p.75-79, 2007.

STARÝ, P. **Biology of aphid parasites (Hymenoptera, Aphididae), with respect to integrated control**. Junk: The Hague, 1970, 575 p.

STARÝ, P. Aphididae. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Ed.) **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1988, p. 171-184.

STARÝ, P. Parasitoids and biocontrol of Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Kurdj.) expanding in central Europe. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 123: 273–280, 1999.

STARÝ, P. The systematic position of *Diaeretus oregmae* Gahan (Hymenoptera: Aphididae). **Journal Insecta Matsumurana**, Japan, v. 23, p. 109-111, 1960.

STARÝ, P. A revision of the genus *Diaeretiella* Stary (Hymenoptera: Aphididae). **Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae**, Praga, v. 34, p. 383-397, 1961.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo. v. 51, n. 1, p. 107-118, 2007.

STRAND, M. R. The physiological interactions of parasitoids with their hosts and their influence on reproductive strategies. In: WAAGE, J.; GREATHEAD, D. (Ed.) **Insect parasitoids**. London: Academic Press, 1986.

TAYLOR, F. Ecology and evolution of physiological time in insects. **American Naturalist**, Lancaster, v. 117, p. 1-23, 1981.

THOMAS, M. B.; BLANFORD, S. Thermal biology in insect-parasite interactions. **Trends in Evolution and Ecology**, Chicago, v. 18, n. 7, p. 344-349, 2003.

THOMPSON S. N. Nutrition and in vitro culture of insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 31, p.197-219, 1986

URRUTIA, M. A.; WADE, M. R.; PHILLIPS, C. B.; WRATTEN, S. D. Influence of host diet on parasitoid fitness: unraveling the complexity of a temperate pastoral agroecosystem. *Entomologia Experimental et Applicata*, Amsterdam, v. 123, p. 63-71, 2007.

VAN ALPHEN, J. J.; VISSER, M. E. Superparasitism as an adaptive strategy for insect parasitoids. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v. 35, n. 1, p. 59-79, 1990.

VAN ALPHEN, J. J. M.; JERVIS, M. Foraging behavior, p.1-62. In Jervis M, Kidd N (eds) **Insect natural enemies**, London, Chapman & Hall, 491p., 1996

VAN DRIESCHE, R.G.; BELLOWS JUNIOR, T.S. **Biological control**. New York: Chapman and Hall, 1996. 539p.

VAZ, L. A. L.; TAVARES, M. T.; LOMÔNACO, C. Diversidade e tamanho de himenópteros parasitoides de *Brevicoryne brassicae* L. e *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 33, n. 2, p. 225-230, 2004.

VINSON, S. B.; IWANTSCH, G. F. Host suitability for insect parasitoids. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v. 25, n. 1, p. 397-419, 1980.

VISSER, M. E. The importance of being large: the relationship between size and fitness in females of the parasitoid *Aphaereta minuta* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Animal Ecology*, Oxford, v. 63, p. 963-978, 1994.

WAAGE, J. K. **Family planning in parasitoids**: adaptive patterns of progeny and sex allocation. In: WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. J. (Ed) **Insect Parasitoids**. London: Academic Press, 1986, 270 p.

WEBER, G.; OSWALD, S.; ZOLLNER, U. Suitability of rape cultivars with different glucosinolate content for *Brevicoryne brassicae* (L.) and *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, Stuttgart, v. 93, n. 2, p. 113-124, 1986.

WERREN, J. H. Sex ratio adaptations to local mate competition in a parasitic wasp. *Science*, Washington, v. 208, p. 1157-1159, 1980.

WEST, S. A.; FLANAGAN, K. E.; GODFRAY, H. C. J. The relationship between parasitoid size and fitness in the field: a study of *Achrysocharoides zwoelferi* (Hymenoptera, Eulophidae). *Journal of Animal Ecology*, Oxford, v. 65, p. 631-639, 1996.

WILSON, G. B.; LAMBDAIN, P. L. Suitability of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as hosts of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphididae). *Entomological News*, Philadelphia, v. 98, p. 140-146, 1987.

WILSON, L.T.; BARNETT, W.W. Degree-days: an aid in crop and pest management. *California Agriculture*, California, v. 37, n. 1, p. 4-7, 1983.

ZAMANI, A. A.; TALEBI, A. A.; FATHIPOUR, Y.; BANIAMERI, V. Effect of temperature on biology and population growth parameters of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on greenhouse cucumber. *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, v. 130, p. 453-460, 2006.

ZAMANI, A. A.; TALEBI, A.; FATHIPOUR, Y.; BANIAMERI, V. Effect of temperature on life history of *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae), two parasitoids of

Aphis gossypii and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). **Environmenatal Entomology**, Hamburg, v. 36, p. 263-271, 2007.

ZHAO, H.Y.; WANG, S.Z; ZHANG, W.J.; XIAO, W.K. Effects of temperature on the bionomic of *Lipaphis erysimi*. **Acta Phytophylacica Sinica**, v.17, p.223-227, 1990.