

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**LEONARDO CARDOSO MAIA RIBEIRO**

**EFEITO DO PARASITISMO DE *Diaeretiella rapae* (M'INTOSH  
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE, APHIDIINAE) NO DESENVOLVIMENTO E  
REPRODUÇÃO DE *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS)**

**Uberlândia - MG  
Novembro – 2011**

**LEONARDO CARDOSO MAIA RIBEIRO**

**EFEITO DO PARASITISMO DE *Diaeretiella rapae* (M'INTOSH  
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE, APHIDIINAE) NO DESENVOLVIMENTO E  
REPRODUÇÃO DE *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Marcus Vinicius Sampaio

**Uberlândia - MG  
Novembro – 2011**

**LEONARDO CARDOSO MAIA RIBEIRO**

**EFEITO DO PARASITISMO DE *Diaeretiella rapae* (M'INTOSH  
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE, APHIDIINAE) NO DESENVOLVIMENTO E  
REPRODUÇÃO DE *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 10 de novembro de 2011.

Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup> Samira Evangelista Ferreira  
Membro da Banca

Dr<sup>a</sup> Ana Paula Korndörfer  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio  
Orientador

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me permitido vivenciar essa experiência única, que foi a graduação.

Aos meus pais, Ivaldo Ribeiro da Silva e Juracy Cardoso Maia Ribeiro que juntamente com minha irmã, Larissa Cardoso Maia Ribeiro foram meus grandes impulsores na conquista deste tão almejado diploma.

Às avós, Irene Amélia e Maria Maia Cardoso, juntamente com tios e tias, em especial Tânia Marta Ribeiro e a todos os primos e primas. Cada um (a) com seu jeito soube dar o seu apoio.

À amiga Ana Lúcia Ribeiro Gonçalves, por toda a amizade durante todos esses anos de Universidade Federal de Uberlândia.

À Flávia Ribeiro Severino Muniz, pelo companheirismo, compreensão, dedicação e paciência em todos esses anos, principalmente no período da execução desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcus Vinícius Sampaio, por abrir uma exceção, e de maneira brilhante me orientar nessa pesquisa.

À toda equipe de alunos que compoem o LACOB (Laboratório de Controle Biológico) da Universidade Federal de Uberlândia, em especial Samira Evangelista Ferreira, por me ensinar os primeiros passos dentro de um laboratório, e Reinaldo Silva de Oliveira, pelo empenho ímpar na ajuda deste experimento. Seus conhecimentos foram de grande valia e a sua ajuda fundamental.

À todos os amigos (as) do ICIAG, à 37ª Turma e funcionários.

Enfim, um agradecimento a todos (as) que fazem das minhas vitórias as “nossas” vitórias.

## RESUMO

Entre os diversos fatores que contribuem para a redução do sucesso do controle biológico realizado pelos parasitóides podemos citar a capacidade de alguns hospedeiros adotarem mecanismos diferenciados de proteção contra o desenvolvimento da forma imatura do parasitóide, conduzindo, assim, à redução significativa das taxas de parasitismo. A espécie de pulgão *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) apresenta altos níveis de parasitismo por *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) em países europeus e em algumas regiões do Brasil, porém as taxas de parasitismo observadas em Uberlândia no estado de Minas Gerais têm sido inferiores a 10%. Antes de investigar o possível mecanismo de resistência desta espécie de pulgão ao parasitóide, é necessário entender o que ocorre com a biologia e a dinâmica populacional deste pulgão sob o efeito do parasitismo de *D. rapae*, sendo estes os principais objetivos do presente trabalho. Os experimentos foram conduzidos em sala climatizada a  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ , Umidade Relativa de  $42,3\pm 10\%$  e fotofase de 12h. Uma fêmea do parasitóide, acasalada e com 24-48h de vida, foi liberada em uma placa de Petri contendo ninfas de 2º ínstar de *L. pseudobrassicae* em um disco foliar de couve, sobre uma solução de ágar/água. Cada pulgão parasitado foi isolado em uma nova placa de Petri e mantido em câmara climatizada até completar o seu ciclo de vida. Um tratamento controle, sem parasitismo, foi preparado com os mesmos procedimentos. O acompanhamento da biologia dos pulgões, parasitados e não parasitados, ocorreu diariamente até todos os pulgões completarem o seu ciclo de vida. Foram avaliados os períodos de desenvolvimento, pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo, longevidade e os dados obtidos foram utilizados para a composição da Tabela de Vida de Fertilidade de *L. pseudobrassicae*. Os pulgões parasitados apresentaram redução do período reprodutivo e longevidade. Os parâmetros da tabela de Vida de Fertilidade mostraram que os pulgões apresentaram redução no ritmo de crescimento, porém este foi mantido em taxas positivas. Os pulgões foram parasitados em segundo ínstar, porém conseguiram reproduzir e ainda completar o seu ciclo de vida. Normalmente, o parasitóide mata o hospedeiro quando este é parasitado em instares inferiores e devido ao efeito de castração dos pulgões pelo veneno do parasitóide, estes pulgões não reproduzem. No entanto, estas observações não foram encontradas em *L. pseudobrassicae* indicando que esta espécie é capaz de sobreviver ao ataque do parasitóide manifestando, assim, seu caráter de resistência hospedeira.

**Palavras-chave:** Controle biológico, resistência hospedeira, Tabela de Vida de Fertilidade.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	8
2.1 Controle biológico .....	8
2.2 A couve-de-folha ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> L.) .....	8
2.3 Os afídeos da couve .....	10
2.3.1 Identificação dos afídeos das brássicas .....	10
2.3.2 O afídeo <i>Lipaphis pseudobrassicae</i> .....	11
2.4 Parasitóides de afídeos (Braconidae, Aphidiinae) .....	11
2.4.1 Parasitóide <i>Diaeretiella rapae</i> .....	12
2.5 Qualidade hospedeira, preferência de <i>Diaeretiella rapae</i> e resistência hospedeira ao parasitóide .....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.1 Local e instalação do experimento .....	19
3.2 Produção de mudas .....	19
3.3 Criação dos insetos .....	19
3.4 Crescimento populacional de <i>Lipaphis pseudobrassicae</i> parasitado e não parasitado .....	20
3.5 Análises estatísticas .....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5 CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

## 1 INTRODUÇÃO

A maioria das culturas é afetada direta ou indiretamente pelos afídeos (Hemiptera: Aphididae) e devido aos danos causados às plantas, estes insetos são tradicionalmente controlados com a utilização de produtos fitossanitários. Todavia, o agroecossistema e os organismos benéficos têm sido afetados pelo uso constante de inseticidas. Já o controle biológico, embora nem sempre conhecido ou disponível, encontra-se presente na natureza mantendo a população de plantas e animais em equilíbrio (BOSCH et al., 1982). Porém, o sucesso do controle biológico será possível se o inimigo natural apresentar a capacidade de completar o seu ciclo de vida e se o hospedeiro fornecer as condições ideais para o seu desenvolvimento. Diante destes fatores básicos, o controle biológico pode constituir uma alternativa sustentável para o controle de pragas em diversas culturas agrícolas, principalmente culturas que são constantemente ameaçadas por pragas como as brássicas.

A família Brassicaceae possui o maior número de espécies oleráceas e a maioria delas com destaque na olericultura do Centro-sul do Brasil. São quatorze hortaliças, sendo a couve-de-folha, *Brassica oleracea* var. *acephala* (Linnaeus) de grande importância econômica (FILGUEIRA, 2008).

Apesar de serem culturas de grande potencial produtivo, as brássicas são freqüentemente ameaçadas pelos afídeos *Brevicoryne brassicae* (Linné), *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) e *Myzus persicae* (Sulzer), os quais são considerados pragas-chave para estas culturas porque causam danos como o encarquilhamento das folhas (devido à sucção contínua de seiva) e ainda podem transmitir fitovírus (CIVIDANES; SOUZA, 2004; GODOY; CIVIDANES, 2001; BLACKMAN; EASTOP, 1984). Além disso, os afídeos são considerados pragas que apresentam elevado potencial biótico, ou seja, possuem grande capacidade de reprodução e dispersão o que torna o controle difícil. Assim, em pouco tempo, a produtividade das brássicas pode ser prejudicada (SOUZA-SILVA; ILHARCO, 1995).

O parasitóide *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) é o principal inimigo natural dos pulgões da couve (PIKE et al., 1999). Estudos iniciais têm demonstrado que este parasitóide possui elevada capacidade de parasitismo para os pulgões associados às brássicas, especialmente *B. brassicae* (CIVIDANES, 2003; HUBAIDE et al., 2006). Contudo, o pulgão *L. pseudobrassicae* tem apresentado parasitismo inferior a 10% na região de Uberlândia-MG (OLIVEIRA, 2009).

Segundo Mackauer et al. (1996), cada espécie ou população do hospedeiro possui determinada qualidade nutricional a qual pode provocar a morte do parasitóide antes mesmo

de completar o seu desenvolvimento se as exigências fisiológicas e nutricionais mínimas para o completo desenvolvimento da fase imatura do parasitóide não forem atendidas.

A seleção inicial de um inimigo natural eficiente envolve estudos detalhados da interação biológica existente entre este inimigo natural e seus hospedeiros. Dessa forma, estudos sobre a habilidade do parasitóide em completar o seu desenvolvimento e manter a praga abaixo do nível de dano econômico, são muito importantes na escolha adequada do parasitóide para controlar uma determinada praga (LENTEREN, 2009).

De acordo com Oliveira (2009), as três espécies de afídeos avaliadas para averiguar a qualidade hospedeira ao parasitóide *D. rapae* mostraram-se igualmente adequadas para o completo desenvolvimento biológico do parasitóide. No entanto foi observado um parasitismo de apenas 8,3% na espécie *L. pseudobrassicae*. Em *B. brassicae* o parasitismo atingiu valor próximo a 70%. Sendo a qualidade hospedeira similar entre as três espécies, segundo Oliveira (2009), a razão para o baixo parasitismo também poderia ser explicada pela preferência do parasitóide por uma das espécies de pulgões.

Ferreira (2010) observou que o parasitóide *D. rapae* ovipositava semelhantemente em *M. persicae* e *L. pseudobrassicae*, não sendo verificada a preferência do parasitóide por uma dessas espécies de pulgão. No entanto, o número de larvas do parasitóide encontradas em *L. pseudobrassicae* foi muito pequeno, sugerindo que o pulgão apresente algum mecanismo de resistência ao desenvolvimento do parasitóide.

Embora estudos tenham demonstrado o baixo sucesso do parasitismo de *D. rapae* em *L. pseudobrassicae*, ainda pouco se conhece sobre as alterações biológicas no desenvolvimento desta espécie de pulgão sob o efeito do veneno do parasitóide colocado juntamente com os ovos do parasitóide durante o processo de oviposição. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica do crescimento populacional e a biologia de *L. pseudobrassicae* sob o efeito parasitogênico de *D. rapae*. Assim será possível conhecer se o parasitóide é capaz de impedir ou não o desenvolvimento da praga e ao mesmo tempo se o pulgão é capaz de completar o seu ciclo biológico, mesmo sob parasitismo, neste último caso sugerindo um possível mecanismo de resistência do pulgão ao parasitóide.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O controle biológico

Considerado um importante componente dos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), controle biológico está ao lado de outras medidas tradicionalmente utilizadas para o controle de insetos e/ou ácaros. No entanto configura-se como uma importante alternativa diante da necessidade da adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Portanto, o controle biológico é uma alternativa aos programas modernos de controle de pragas juntamente com o nível de controle, amostragem e taxonomia, uma vez que os inimigos naturais contribuem para a manutenção das pragas em equilíbrio minimizando, assim, os danos causados às culturas agrícolas (GALLO et al., 2002).

Conforme Parra et al. (2002), além da manutenção das pragas abaixo do nível de dano econômico, o controle biológico pode ser harmoniosamente integrado com outros métodos de controle como o cultural, o físico, o de resistência de plantas a insetos e os comportamentais (feromônios). Até mesmo com métodos químicos, especialmente produtos de menor agressividade ou seletivos aos inimigos naturais, ou mesmo com plantas transgênicas.

É freqüente observar na natureza o controle biológico natural exercido por inimigos naturais com potencial de manter em níveis razoavelmente baixos as populações de inúmeras pragas. A manutenção de predadores, parasitóides e entomopatógenos nos agroecossistemas é de fundamental importância como fator de equilíbrio dinâmico das populações de espécies de insetos e ácaros-praga. Os inimigos naturais minimizam a necessidade de intervenção do homem no controle de pragas (PARRA et al., 2002).

Além do grande potencial de redução de pragas, o controle biológico também proporciona benefícios sociais, econômicos e ecológicos porque após a identificação de um inimigo natural eficiente, este pode ser usado indefinidamente, sem o inconveniente aparecimento de problemas decorrentes da resistência, como comumente ocorre com produtos fitossanitários (LENTEREN, 2009). No entanto, estudos indicam que pode haver o desenvolvimento de resistência ao inimigo natural por parte dos hospedeiros (OLIVEIRA, 2009; FERREIRA, 2010)

### 2.2 A couve-de-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.)

A couve tem sido cultivada praticamente em todo o território brasileiro. Esta hortaliça destaca-se na agricultura familiar apresentando grande importância econômica para o pequeno produtor (FILGUEIRA, 2008).

A couve é caracterizada como arbustiva, anual, herbácea, com caule vertical e ereto que suporta bem a planta, sempre emite novas folhas em seu ápice e não forma “cabeça”. As folhas são grandes, com pecíolo longo, nervuras bem destacadas e apresentam limbo desenvolvido, arredondados, com superfície lisa ou onduladas, bordas não recortadas, coloração verde-clara a verde-escura, coberta por uma camada de cera cuja espessura depende da variedade. Esta hortaliça é considerada como a brássica que mais se assemelha à ancestral couve silvestre (FILGUEIRA, 2008).

A altura da planta é variável conforme as variedades ou híbridos, vigor das plantas, condições climáticas, fertilidade do solo e sanidade de plantas. A adequada produção de folhas normalmente ocorre com a constante e necessária retirada dos brotos laterais que as plantas emitem normalmente da sua haste. A planta é hermafrodita (tem os dois sexos na mesma flor) e a polinização, na maioria dos casos, é cruzada, mas pode ocorrer a autofecundação em algumas poucas flores. A couve é uma planta alógama com auto-incompatibilidade incompleta e as abelhas desempenham papel fundamental na polinização cruzada entre as plantas (FILGUEIRA, 2008).

Quanto às características edáficas, Filgueira (2008) afirma que a couve é uma cultura rústica apresentando pouca exigência nutricional e se adapta melhor a solos argilosos, com pH entre 5,5 e 6,5. Além disso, a couve também é caracterizada por ser muito exigente em água, sendo necessário manter o nível de água útil no solo próximo da capacidade de campo ao longo do ciclo da cultura.

Os clones utilizados no cultivo são tradicionalmente conhecidos em Minas Gerais, São Paulo e Goiás como do tipo “Manteiga”. Estes clones ainda são muito utilizados porque produzem folhas macias, com melhor sabor e aspecto, sendo de maior valor comercial (FILGUEIRA, 2008).

A couve é uma hortaliça de grande importância na alimentação humana, principalmente pelo fornecimento de fibras, sais minerais, vitaminas e ainda possuem alto teor de cálcio, ferro e fósforo, os três minerais mais importantes para a alimentação humana (FILGUEIRA, 2008). Portanto, devido ao seu alto valor nutricional e ampla distribuição de cultivo no Brasil, torna-se necessário adotar medidas fitossanitárias adequadas para garantir maior produtividade. Entre estas medidas fitossanitárias, o controle biológico desempenharia uma importante função de auxiliar na redução dos efeitos prejudiciais ocasionados pelas pragas que atacam a couve, principalmente os pulgões.

### 2.3 Os afídeos da couve

Os pulgões (Hemiptera: Aphididae) encontram-se amplamente distribuídos geograficamente, podendo ser encontrados em praticamente todas as regiões do planeta. Destacam-se no Brasil as espécies *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* pelos danos causados às brássicas (GALLO et al., 2002; PENA-MARTÍNEZ, 1992; SOUZA-SILVA; ILHARCO, 1995).

Devido ao seu hábito alimentar podem causar dois tipos de danos, os diretos e os indiretos. Em muitas culturas agrícolas, os danos diretos estão relacionados à sucção de grandes quantidades de seiva causando o encarquilhamento das plantas. Já os danos indiretos ocorrem devido a sua capacidade de transmitirem viroses às plantas como *Turnip mosaic virus* (TuMV), que afeta inúmeras espécies de plantas cultivadas ou silvestres (brassicáceas, asteráceas e solanáceas) causando sintomas de clareamento, mosaico, mosqueado e distorções no tecido foliar. Também podem favorecer o desenvolvimento de fumaginas (fungos saprófitas) em suas excretas, causando redução na capacidade fotossintética e depreciação comercial de flores e frutos (BLACKMAN; EASTOP, 2000; PEÑA-MARTÍNEZ, 1992; MARINGONI, 2005).

Apesar da necessidade de controlar os afídeos, existem, porém, dois fatores responsáveis que tornam o controle difícil: a elevada capacidade reprodutiva e de dispersão entre as plantas (SAMPAIO, 2004).

#### 2.3.1 Identificação dos afídeos das brássicas

Cada espécie de pulgão apresenta características peculiares que podem ser utilizadas para o correto das espécies que afetam as brássicas. A espécie *M. persicae*, por exemplo, pode ser reconhecida facilmente por apresentar a fronte em forma de “W”, o sífúnculo claro e com o maior comprimento dentre os afídeos em brássicas (BLACKMAN; EASTOP, 1984).

Já para separar as espécies *B. brassicae* e *L. pseudobrassicae*, o sífúnculo mais curto de *B. brassicae* em comparação ao de *L. pseudobrassicae* é a melhor forma de diagnosticar as espécies. Quanto aos alados, além dos sífúnculos, a presença de franjas transversais esclerotizadas tanto em *L. pseudobrassicae* quanto em *B. brassicae* também auxilia na diferenciação das espécies: *L. pseudobrassicae* apresenta franjas somente após os sífúnculos no abdome e a espécie *B. brassicae* apresenta franjas antes dos sífúnculos. A placa negra no abdome de *M. persicae* o diferencia das outras duas espécies encontradas em brássicas (BLACKMAN; EASTOP, 1984).

### 2.3.2 O afídeo *Lipaphis pseudobrassicae*

Os pulgões da espécie *L. pseudobrassicae* atacam exclusivamente brássicas. As formas ápteras apresentam de 1,85 a 2,05 mm de comprimento, fronte sinuosa, sifúnculos ligeiramente escurecidos e de 2,08 a 2,36 vezes mais compridos que a cauda, a qual apresenta uma ligeira constrição no ápice. Também são afídeos que apresentam corpo recoberto por cera, embora em menor quantidade quando comparado com *B. brassicae*. Os alados apresentam coloração verde oliva com franjas transversais nos últimos segmentos do abdome, após os sifúnculos (PEÑA-MARTINEZ, 1992; BLACKMAN; EASTOP, 1984).

Blackman e Eastop (2000) afirmam que o pulgão *L. pseudobrassicae* é considerado vetor de aproximadamente 10 tipos de vírus incluindo o mosaico do nabo (potivirus), o mosaico da couve-flor (caulimovirus) e o mosaico do rabanete. Sua distribuição é mundial e esta espécie é conhecida como pulgão do nabo e pulgão da mostarda. De acordo com Peña-Martinez (1992), estes pulgões colonizam a parte inferior das folhas e partes terminais de talos e inflorescências. Em aproximadamente um ano de avaliação, Bortoletto (2008) observou a preferência de *L. pseudobrassicae* por folhas mais velhas da planta.

### 2.4 Parasitóides de afídeos (Braconidae, Aphidiinae)

O controle biológico de pulgões geralmente é realizado com predadores, parasitóides e fungos. No entanto, os parasitóides pertencentes à família Braconidae, subfamília Aphidiinae são considerados os inimigos naturais mais eficientes e mais utilizados em programas de controle biológico no mundo (CARVER, 1989).

Os afidiíneos têm sido identificados em aproximadamente 60 gêneros e subgêneros e em mais de 400 espécies. Porém, nas regiões tropicais a entomofauna é constituída de poucos grupos endêmicos e algumas espécies são cosmopolitas. A maioria das espécies é encontrada no hemisfério norte, especificamente nas regiões de clima subtropical e temperado (STARÝ, 1988). Os gêneros de afidiíneos encontrados no Brasil são: *Aphidius* Nees, *Diaeretiella* Starý, *Ephedrus* Haliday, *Lysiphlebus* Förster, *Xenostigmus* Smith, *Praon* Haliday e *Binodoxys* Haliday (STARÝ et al., 2007).

No Brasil, *Aphidius colemani* Viereck, *D. rapae* M'Intosh e *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) são considerados os mais importantes e abundantes parasitóides de pulgões (STARÝ et al., 2007).

Devido à eficiência dos parasitóides no controle de pulgões, várias espécies da subfamília Aphidiinae têm sido utilizadas em programas de controle biológico. De acordo com Gassen e Tambasco (1983), no período compreendido entre 1978 e 1982 foram

introduzidas 14 espécies exóticas de himenópteros parasitóides para o controle do complexo de pulgões do trigo nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, onde dez espécies pertenciam a subfamília Aphidiinae. No Rio Grande do Sul, a introdução de parasitóides contribuiu para uma redução de 90% de lavouras que dependiam da pulverização para controle dos pulgões. Este resultado foi obtido em seis anos após o início das liberações.

Na região oeste do Paraná, Alves et al. (2005) realizaram levantamentos semanais em lavouras de trigo e identificaram duas espécies da subfamília Aphidiinae que são *L. testaceipes* e *D. rapae*. Conforme verificados por estes pesquisadores, o crescimento populacional desses parasitóides acompanhou a população de pulgões, seguindo a mesma tendência após a redução do número de pulgões no campo. O que demonstra que o controle populacional dos pulgões por microhimenópteros ainda é efetivo devido à adaptação e estabelecimento dos parasitóides nas regiões onde foram introduzidas. Embora seja encontrado parasitando pulgões na cultura do trigo, o parasitóide *D. rapae* é considerado um importante inimigo natural dos pulgões da couve.

#### **2.4.1 O parasitóide *Diaeretiella rapae***

O parasitóide *D. rapae* possui associação constante aos pulgões que atacam as brássicas, sendo considerado, na maioria dos casos o único a parasitar os afídeos que utilizam a couve como planta hospedeira (SOUZA; BUENO, 1992; BUENO; SOUZA, 1993; CIVIDANES, 2002; MUSSURY; FERNANDES, 2002; VAZ et al., 2004; SAMPAIO, 2004).

Além dos afídeos *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*, *D. rapae* também parasita outras espécies de pulgões como *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach), *Macrosiphoniella sanborni* (Gillette), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Schizaphis graminum* (Rondani) e *Uroleucon* sp. (STARÝ, 1976).

No Brasil *D. rapae* foi encontrado parasitando diferentes pulgões em diferentes plantas como *S. graminum* (GRAVENA, 1979) em plantas de sorgo, *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* em couve (BUENO; SOUZA 1993; CIVIDANES, 2003; SAMPAIO, 2004), *M. persicae* em plantas de batata, pimentão, alface, crisântemo, (PINTO et al., 2000; SAMPAIO, 2004), nabo-bravo, couve e agrião (STARÝ et al., 2007), *B. brassicae* e *L. pseudobrassicae* em canola (MUSSURY; FERNANDES, 2002), agrião (SAMPALIO, 2004), nabo-bravo e couve (STARÝ et al., 2007).

Alguns estudos sobre flutuação populacional de *D. rapae* envolvendo a avaliação do parasitismo sobre afídeos de brássicas têm sido conduzidos na região de Uberlândia (HUBAIDE, 2006; GUIMARÃES, 2008; BORTOLETTO, 2008). Durante aproximadamente

três anos de estudos de parasitismo, estes autores mostraram que *D. rapae* apresentou parasitismo elevado em *B. brassicae* e *M. persicae* (aproximadamente 80% de parasitismo). Em contrapartida *L. pseudobrassicae* foi o pulgão menos parasitado (parasitismo inferior a 10%).

As fêmeas de *D. rapae* apresentam antenas com 11 a 13 segmentos, pedicelo curto e ovalado, tórax com pronoto curto, pterostigma triangular, longo, com metacarpo 0,6 a 0,7 vezes menor que o pterostigma. O abdome possui propódeo com carena distinta, auréola central pequena e ovipositor pontiagudo e curto e coloração variável. Seu tamanho varia de 1,8 a 2,9 mm. O macho é similar à fêmea, porém, com algumas diferenças como antenas maiores (geralmente variando de 13 a 16 segmentos), coloração mais escura e tamanho menor variando de 1,4 a 2,0 mm (MESCHELOFF; ROSEN, 1990).

Quando alimentado com mel ou *honeydew*, o parasitóide pode viver de uma a duas semanas. A cópula ocorre normalmente 24 horas após a emergência, sendo que as fêmeas se acasalam apenas uma vez e os machos várias vezes. A oviposição pode ocorrer logo após a emergência da fêmea, independentemente da cópula e da disponibilidade de alimento. Geralmente a razão sexual é de 1 fêmea: 1 macho e cada fêmea pode atacar até 600 afídeos ao longo de sua vida (BUENO; SAMPAIO, 2009).

O parasitóide *D. rapae* é caracterizado como um endoparasitóide solitário. A postura do parasitóide ocorre no interior do corpo dos pulgões onde eclodem as larvas (GASSEN; TAMBASCO, 1983).

De acordo com Bueno e Sampaio (2009), o parasitóide deposita um ovo de aproximadamente 0,1 mm de comprimento no tecido adiposo do afídeo e, após cerca de três dias, ocorre a eclosão do primeiro ínstar larval que começa a se alimentar do afídeo. Os ínstars larvais têm seu desenvolvimento no interior do pulgão e geralmente são bem distintos: o corpo da larva de 1º ínstar consiste em cabeça, 3 segmentos torácicos e 10 segmentos abdominais com uma cauda e mandíbulas presentes (larva caudada-mandibulada) (SPENCER, 1926; CHORNEY; O'DONELL, 1987; MURATORI et al., 2004) e as larvas do 2º e 3º ínstars são do tipo himenopteriforme (O'DONNELL, 1987; STARÝ, 1988; MURATORI et al., 2004).

Portanto, na fase de larva, o parasitóide apresenta 3 ínstars, com os dois estágios iniciais alimentando-se da hemolinfa do hospedeiro e no último dos tecidos do mesmo (O'DONELL, 1987; STARÝ, 1988; MURATORI et al., 2004). No fim de seu desenvolvimento, quando resta apenas a epiderme do afídeo, a larva do parasitóide realiza um corte longitudinal na face ventral do hospedeiro, colando-a na superfície da folha através de

secreções produzidas em glândulas especializadas. Com o decorrer do tempo, a epiderme restante do pulgão endurece e forma a múmia (STARÝ, 1988; HAGVAR; HOF SVANG, 1991).

As características morfológicas dos pulgões da couve, principalmente de *B. brassicae* e *L. pseudobrassicae*, são preservadas mesmo após a formação das múmias. Assim, após a análise das características morfológicas próprias de cada espécie de pulgão como formato da fronte, tamanho, formato do sifúnculo, cauda e antena; é possível realizar a correta identificação da espécie mesmo após a mumificação (BUENO; SAMPAIO, 2009).

Quando desenvolvido, o parasitóide faz um orifício de saída localizado no dorso do afídeo (MESCHELOFF; ROSEN, 1990). Geralmente, os machos possuem um período de desenvolvimento menor do que as fêmeas, isto é, os machos emergem primeiro quando estão nas mesmas condições que as fêmeas (BUENO; SAMPAIO, 2009).

De acordo com Starý (1988), o acasalamento do parasitóide pode ocorrer logo após a emergência dos adultos. A reprodução é biparental arrenótoca, ou seja, ovos não fertilizados produzem machos e fertilizados apenas fêmeas (HAGVAR; HOF SVANG, 1991). Segundo Hagen e Bosch (1968), o parasitóide é capaz de parasitar todos os estágios de desenvolvimento dos pulgões, exceto os ovos, e os alados são os menos atacados.

## **2.5 Qualidade hospedeira, preferência de *D. rapae* e resistência hospedeira ao parasitóide**

O parasitóide seleciona o hospedeiro através de uma série de passos que envolvem desde a localização das plantas hospedeiras dos afídeos até a avaliação da adequabilidade dos hospedeiros e a regulação destes pelo parasitóide. Inicialmente, a fêmea do parasitóide localiza a planta onde seus hospedeiros normalmente ocorrem (localização do habitat do hospedeiro), depois há a localização do hospedeiro na planta (DOUTT, 1959; VINSON, 1976; VINSON; IWANTSCH, 1980).

Após a localização da planta e do hospedeiro, o parasitóide avalia a adequabilidade deste potencial hospedeiro. Segundo Spencer (1926), a análise da adequabilidade é baseada inicialmente no encontro entre a fêmea do parasitóide e o pulgão cuja interação é representada pelo toque das antenas no hospedeiro. Se o hospedeiro for considerado adequado pelo parasitóide, este dobra o abdome passando-o por debaixo do tórax e toca o hospedeiro com o ovipositor; esse toque pode ser curto, sendo mais um mecanismo de prova do parasitóide, ou longo onde é feita a oviposição representando, assim, a aceitação do hospedeiro.

Um determinado hospedeiro é considerado adequado nutricionalmente quando é capaz

de atender às necessidades nutricionais e fisiológicas mínimas do parasitóide durante a sua fase imatura, garantindo, assim, a continuidade de seu ciclo de vida. No entanto, a adequação nutricional refere-se a uma característica peculiar à espécie ou a população do hospedeiro (MACKAUER et al., 1996), ou seja, cada espécie hospedeira apresenta determinado valor de adequabilidade e este valor também pode variar em decorrência das populações do parasitóide e do afídeo (STARÝ, 1989).

A qualidade nutricional dos hospedeiros é um fator que pode influenciar diretamente no desenvolvimento do parasitóide. Um hospedeiro de baixa qualidade nutricional pode causar alterações na razão sexual, no tamanho, no período de desenvolvimento, na fecundidade e na longevidade do parasitóide ou até mesmo causar a morte deste inimigo natural antes de completar o seu desenvolvimento (VINSON; IWANTSCH, 1980).

Na natureza existem parasitóides idiobiontes e cenobiontes (ou coinobiontes) e a qualidade nutricional dos hospedeiros é determinada diferentemente entre estes dois tipos de parasitóides. Os idiobiontes são parasitóides de ovos e pupas, mas podem, através de “picadas”, paralisar permanentemente o desenvolvimento dos hospedeiros. Assim, estes parasitóides matam seus hospedeiros antes da emergência e se desenvolvem nos hospedeiros paralisados (PARRA et al., 2002). Para estes parasitóides, a qualidade nutricional é determinada pelo tamanho do hospedeiro durante a oviposição (STRAND, 1986).

Os cenobiontes, por sua vez, são parasitóides que se desenvolvem em hospedeiros que continuam crescendo e se alimentando mesmo após o parasitismo (ASKEW; SHAW, 1986). Os parasitóides de pulgões são cenobiontes, portanto, a quantidade e a qualidade do recurso disponível ao parasitóide variam conforme o desenvolvimento do pulgão. Neste caso, a qualidade do hospedeiro depende do tamanho do pulgão durante a oviposição e também do seu estado fisiológico e potencial de crescimento (MACKAUER, 1996; MACKAUER et al., 1996).

Apesar das peculiaridades de cada espécie de pulgão quanto à qualidade hospedeira, Oliveira (2009) não observou diferença na qualidade hospedeira dos pulgões *B. brassicae*, *M. persicae* e *L. pseudobrassicae* ao parasitóide *D. rapae*, embora esta última espécie de pulgão tenha apresentado baixo parasitismo (cerca de 8%). Talvez o parasitóide apresentasse preferência em parasitar outras espécies em detrimento da espécie *L. pseudobrassicae*. A preferência de um parasitóide pode ser avaliada pela observação da espécie mais vezes atacada (SAMPAIO et al., 2001).

Diante deste fato, Ferreira (2010) realizou testes em laboratório e verificou que o parasitóide atacava *L. pseudobrassicae* com a mesma frequência que as outras espécies

avaliadas. No entanto, a quantidade de larvas do parasitóide foi menor em *L. pseudobrassicae*, ou seja, ocorria oviposição mas as larvas não eram formadas. De alguma forma, o hospedeiro não permitia o desenvolvimento da fase imatura do parasitóide. E a resistência hospedeira pode ser a causa desta baixa oviposição efetiva observada.

Alguns insetos conseguem se defender de endoparasitóides através da formação de uma cápsula celular que envolve o ovo ou a larva do inimigo natural (SALT, 1970). Os hemócitos, responsáveis pela encapsulação, podem ser encontrados em grandes quantidades em hospedeiros resistentes. Kraaijeveld et al. (2001) encontraram aproximadamente o dobro de hemócitos em *Drosophila melanogaster* selecionadas para aumento da resistência ao parasitóide *Asobara tabida* comparada a quantidade encontrada nas linhagens controle. No entanto, a encapsulação de parasitóides é uma forma de defesa hospedeira raramente observada em pulgões (CARVER; SULLIVAN, 1988; HENTER; VIA, 1995).

De acordo com Henter e Via (1995), os ovos do parasitóide podem ser visualizados até 24 h após a oviposição, tanto em genótipos de pulgões resistentes quanto nos susceptíveis. Porém, nos clones resistentes, os ovos não se desenvolvem. Por outro lado, ainda de acordo com Henter e Via (1995), em pulgões susceptíveis, as larvas do parasitóide podem ser encontradas em pulgões dissecados três dias após o parasitismo.

Em regiões européias, o elevado parasitismo de *D. rape* sobre *L. pseudobrassicae* (DESH; CHAND, 1998; AKHTAR et al., 2010) contrasta com a baixa porcentagem de parasitismo observada por Oliveira (2009). Este fato indica que pode existir uma variação intraespecífica no nível de resistência do pulgão ao parasitóide.

Henter e Via (1995) avaliaram o nível de resistência de diferentes clones de *Acyrtosiphon pisum* (Harris) ao parasitóide *Aphidius ervi* (Haliday) e encontraram substancial variação da resistência nas populações americanas de pulgões da ervilha. Esta variação do nível de resistência de clones de *A. pisum* também foi encontrada para populações européias de pulgões, mas esta variação foi verificada não apenas ao parasitóide *A. ervi*, mas também ao parasitóide *Aphidius eadyi* (Starý, González and Hall) e ao fungo entomopatogênico *Erynia neoaphidis* (Remaudière e Hennebert).

Trabalhando com diferentes clones de *A. pisum* submetidos ao parasitismo por *A. ervi*, Cloutier e Douglas (2003) encontraram menor número de teratócitos, elevada incidência de abortos do parasitóide *A. ervi*, micetócitos de menor biomassa (embora de maior biomassa que os micetócitos encontrados em pulgões não parasitados) e embriões maiores no clone LMB95/28 considerado resistente ao parasitóide. O clone UY2, suscetível, apresentou resultados opostos.

Uma bactéria que pode ser encontrada em simbiose com *A. pisum* e denominada *Hamiltonella defensa* têm conferido resistência do pulgão ao parasitóide *A. ervi* porque, mesmo parasitado, o pulgão sobrevive e continua reproduzindo enquanto a larva do parasitóide não consiga completar o seu desenvolvimento (OLIVER et al., 2006; DOUGLAS, 2009), porém a simples presença da bactéria não garante a resistência. Mas quando o simbionte *H. defensa* é infectado pelo bacteriófago APSE, há aumento da proteção dos afídeos contra o parasitóide, no entanto, já têm sido identificadas diferentes variantes do bacteriófago que produzem toxinas específicas as quais conferem proteção variável ao pulgão (MORAN et al., 2005; DEGNAN; MORAN, 2008) .

O bacteriófago APSE-3, por exemplo, produz uma toxina denominada *YD-toxin* (DEGNAN; MORAN, 2008) que pode conferir alto nível de proteção contra o parasitóide *A. ervi* causando porcentagens de mortalidade acima de 85% deste parasitóide (OLIVER et al., 2005, OLIVER et al., 2009). Na ausência do bacteriófago APSE-3 associado a bactéria *H. defensa*, o parasitismo observado em diferentes linhagens de *A. pisum* supera 80%, entretanto, na presença do bacteriófago, o parasitismo por *A. ervi* reduz consideravelmente chegando à porcentagens inferiores à 10% (OLIVER et al., 2009).

Os custos da resistência hospedeira aos parasitóides têm sido investigados. Larvas de *D. melanogaster* selecionadas para aumento de resistência ao parasitóide *Asobara tabida* e *Leptopilina bouvardi* tornaram-se fracas competidoras em condições de baixo fornecimento de alimento (KRAAIJEVELD; GODFRAY, 1997; KRAAIJEVELD et al., 2001).

Em abelhas operárias da espécie *Bombus terrestris* que tiveram seu sistema imunológico estimulado e em condições de baixa disponibilidade de alimento, apresentaram redução no tempo de sobrevivência de 50 a 70%. Embora estes trabalhos mostrem um custo para a resistência em insetos, Ferrari et al. (2001) não encontraram correlação negativa entre a resistência do pulgão *A. pisum* (aos parasitóides *A. ervi*, *A. eadyi* e ao fungo *E. neoaphidis*) e a fecundidade deste pulgão, tanto em plantas de maior quanto de menor qualidade.

A resistência do pulgão *L. pseudobrassicae* ao parasitóide *D. rapae* pode ser associada às observações de baixo parasitismo (OLIVEIRA, 2009) e baixo quantidade de larvas do parasitóide formadas nesta espécie de pulgão (FERREIRA, 2010). No entanto, ainda não se sabe que alterações biológicas em *L. pseudobrassicae* seriam observadas, já que o parasitóide é capaz de ovipositar e deixar simultaneamente com os ovos o veneno do parasitóide que, a priori, impediria o pulgão de completar o seu ciclo de vida. A construção de uma Tabela de Vida envolvendo os pulgões parasitados e não parasitados pode nos fornecer parâmetros biológicos para a análise do comportamento populacional destes pulgões e inferir sobre uma

possível resistência destes hospedeiros ao parasitóide, caso *L. pseudobrassicae* consiga reproduzir e completar o seu ciclo de vida.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e instalação do experimento

O experimento e a criação dos pulgões foram conduzidos no Laboratório de Entomologia - Controle Biológico (LACOB) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia – UFU. As condições climáticas foram mantidas em  $23\pm 1^\circ\text{C}$  de temperatura, Umidade Relativa de  $42,3\pm 10\%$  e fotofase de 12h.

#### 3.2 Produção de mudas

A produção de mudas de couve variedade Manteiga da Geórgia foi realizada em casa de vegetação. Foram utilizadas bandejas de isopor com 128 células as quais foram preenchidas com substrato orgânico composto por torta de filtro, casca de pinus, torta de algodão e adubo orgânico. Em cada célula foi semeada uma semente de couve e esperou-se a emergência das plântulas. Quando estas se apresentavam com um par de folhas definitivas, realizou-se o transplântio para vasos plásticos (15 cm de altura e 13 cm de diâmetro) contendo substrato orgânico.

Os vasos foram mantidos com irrigação duas vezes ao dia e as mudas foram monitoradas diariamente quanto à ocorrência de possíveis pragas como lagartas, tripses, mosca-branca e pulgões, sendo o controle destas feito manualmente.

#### 3.3 Criação dos insetos

As criações de *L. pseudobrassicae* no laboratório foram mantidas em mudas de couve com 6 folhas permanentes e provenientes da casa de vegetação. Após a limpeza, estas mudas foram colocadas separadamente em gaiolas de poliestireno com dimensões de 45 x 90 x 50 cm. Cada gaiola contendo uma planta de couve foi infestada com os afídeos, os quais foram obtidos da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia.

A infestação no laboratório foi realizada da seguinte forma: nas folhas infestadas com *L. Pseudobrassicae*, obtidas no campo, foi feito um corte com tesoura ao longo da nervura central, esta em seguida foi inserida entre duas folhas da planta nova a qual os pulgões passaram a ocupar. Este corte na nervura central foi feito para que a perda da qualidade nutricional do tecido foliar ocorresse com maior rapidez, o que obrigou os pulgões a se movimentarem para a planta nova de forma mais rápida.

Para a manutenção destas criações foi feito o monitoramento diário das gaiolas para a eliminação de possíveis contaminações como pulgões parasitados, pulgões de outra espécie,

lagartas e formigas. A rega das mudas foi realizada a cada dois dias. As plantas foram trocadas por novas mudas mantidas em casa de vegetação toda semana para que a qualidade nutricional fosse sempre mantida, pretendendo assim, que não houvesse diminuição da quantidade de pulgões das criações.

A infestação das novas mudas que iriam ocupar a gaiola foi feita cortando-se as folhas da muda antiga com tesoura e fazendo nestas uma abertura ao longo da nervura central que alcançasse a metade de cada folha. Essas folhas foram distribuídas na nova muda, para que os pulgões passassem a colonizá-la.

Os parasitóides de *D. rapae* foram coletados no campo a partir de múmias de *M. persicae* formadas na couve. As múmias foram acondicionadas em ependdorfs e transportadas ao laboratório. No laboratório foram colocadas uma gota de mel e uma de água em cada tubo ependdorf para a alimentação dos parasitóides após a sua emergência. A identificação do sexo foi realizada com a utilização de estereomicroscópio logo após a emergência dos parasitóides os quais foram, em seguida, mantidos em casais em tubos ependdorfs para o acasalamento. Nos tubos onde a cópula foi observada, o macho foi retirado após o acasalamento e as fêmeas acasaladas destinadas ao experimento de avaliação do efeito parasitôgenico de *D. rapae* em *L. pseudobrassicae*.

### **3.4 Crescimento populacional de *L. pseudobrassicae* parasitado e não parasitado**

Para a obtenção de pulgões parasitados, uma placa de Petri (50mm x 15mm), com uma camada de 10mm de altura de ágar 1% cobrindo todo o seu fundo, foi utilizada como arena de forrageamento. Sobre o ágar, e no centro da placa, foi colocado um disco foliar (40 mm) de couve contendo 20 ninfas de 2º ínstar de *L. pseudobrassicae*. Uma fêmea de *D. rapae* foi liberada na arena e observada sob microscópio estereoscópico. Cada pulgão atacado foi individualizado em nova placa de Petri, conforme descrita anteriormente, e mantida em câmara climática ( $23\pm 1^\circ\text{C}$  de temperatura, Umidade Relativa de  $42,3\pm 10\%$  e fotofase de 12h). Cada fêmea de *D. rapae* parasitou 10 pulgões, até que fossem obtidos 60 pulgões parasitados. A cada cinco dias, os pulgões foram transferidos para novas placas contendo novo disco foliar.

Foram feitas observações diárias, avaliando-se o período de desenvolvimento, o período pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo, longevidade, mortalidade e a fecundidade dos pulgões. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (pulgões parasitados e não parasitados) e 60 repetições. O desenvolvimento populacional foi estimado pela Tabela de Vida de Fertilidade usando

parâmetros como  $R_0$  – Taxa líquida de reprodução;  $r_m$  – Taxa intrínseca de aumento populacional;  $T$  – Intervalo entre gerações;  $DT$  – Tempo necessário para a população duplicar;  $\lambda$  – Taxa finita de aumento.

### 3.5 Análises estatísticas

Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *L. pseudobrassicae* e respectivos erros padrão foram estimados através da técnica de “Jackknife” (MEYER et al., 1986) e as médias comparadas pelo teste “t” unilateral, ( $P \leq 0,05$ ), utilizando o software “Lifetable.sas” no ambiente “SAS System” (MAIA et al., 2000). Os períodos de desenvolvimento, pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo e longevidade foram analisados pela ANAVA utilizando o teste F a 0,05 de significância.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O parasitóide *D. rapae* não conseguiu alterar o período de desenvolvimento de *L. pseudobrassicae* ( $F=3,342$ ,  $p=0,070$ ). No entanto, devido ao efeito do parasitismo o pulgão apresentou um maior período pré-reprodutivo ( $F=5,986$ ,  $p=0,016$ ) e pós-reprodutivo ( $F=25,041$ ,  $p<0,0001$ ). O período reprodutivo ( $F=24,329$ ,  $p<0,0001$ ) e a longevidade ( $F=16,247$ ,  $p<0,0001$ ), porém, foram significativamente reduzidos nos pulgões parasitados (Tabela 1).

Tabela 1. Períodos de desenvolvimento (PD), pré-reprodutivo (PréRep), reprodutivo (Rep), pós-reprodutivo (PósRep) e longevidade (Long) de *Lipaphis pseudobrassicae*, não parasitado e parasitado por *Diaeretiella rapae*.  $23\pm 1$  °C, UR de  $42,3\pm 10\%$  e fotofase de 12h.

	PD	PréRep	Rep	PósRep	Long
<b>Parasitado</b>	7,22±0,09 a	1,46±0,34 a	4,49±0,48 b	2,10±0,31 a	7,20±0,37 b
<b>Não parasitado</b>	7,44±0,08 a	0,63±0,10 b	8,89±0,68 a	0,68±0,10 b	10,28±0,64 a

\*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste F à 0,05 de significância.

A tabela de vida de fertilidade de *L. pseudobrassicae* fornece informações importantes sobre a dinâmica populacional dos pulgões, parasitados e não parasitados. Sob o efeito do parasitismo de *D. rapae* é possível notar que a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), a taxa intrínseca de aumento populacional ( $r_m$ ), o intervalo entre gerações (T) e a razão finita de aumento ( $\lambda$ ) de *L. pseudobrassicae* reduziram significativamente. Apenas o tempo necessário para a população duplicar (TD) aumentou para os pulgões parasitados (Tabela 2).

Analisando conjuntamente as Tabelas 1 e 2, é possível verificar que o parasitóide foi capaz de alterar a biologia dos pulgões. Os parâmetros  $R_0$ ,  $r_m$  e  $\lambda$  estão associados ao crescimento populacional e seus respectivos valores foram menores para os pulgões parasitados indicando que poucos pulgões são adicionados à geração seguinte. A taxa de sobrevivência verificada durante os ensaios (dados não mostrados) foi igual tanto para pulgões parasitados quanto para não-parasitados.

Tabela 2. Taxa de desenvolvimento de *Lipaphis pseudobrassicae*, não parasitado e parasitado por *Diaeretiella rapae*. 23±1 °C, UR de 42,3±10% e fotofase de 12h.

	$R_o$	$r_m$	T	TD	$\lambda$
<b>Não parasitado</b>	31,254±3,151a	0,273±0,008a	12,599±0,150a	2,531±0,079b	1,314±0,010a
<b>Parasitado</b>	7,347±1,337b	0,173±0,014b	11,636±0,331b	3,979±0,335a	1,189±0,016b

\*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste t de Student,  $p \leq 0.05$ .  $R_o$  – Taxa líquida de reprodução;  $r_m$  – Taxa intrínseca de aumento populacional; T – Intervalo entre gerações; DT – Tempo necessário para a população duplicar;  $\lambda$  – Taxa finita de aumento.

O parasitóide *D. rapae* completa seu ciclo de vida após a morte do hospedeiro. No entanto, este fato não foi verificado nos experimentos realizados porque os pulgões continuaram reproduzindo e não morreram devido ao veneno do parasitóide. Trabalhos conduzidos por Oliveira (2009) mostraram que o pulgão *L. pseudobrassicae* possui a mesma qualidade hospedeira ao parasitóide *D. rapae* que outras espécies de pulgões que atacam a couve. Ferreira (2010) ainda acrescentou que esta espécie de pulgão é atacada na mesma proporção que a espécie *M. persicae*, entretanto, praticamente não foi encontrado larvas do parasitóide no pulgão *L. pseudobrassicae*.

Com base nos observações acima, é possível afirmar que *L. pseudobrassicae* apresenta resistência ao parasitóide *D. rapae*. Porém ainda não é possível relatar o mecanismo pelo qual esta resistência é expressa.

Entre as diferentes estratégias adotadas pelos insetos para conseguir proteção contra o sucesso do parasitismo, podemos citar a capacidade de algumas pragas de se defenderem de endoparasitóides através da formação de uma cápsula celular que envolve o ovo ou a larva do parasitóide (SALT, 1970), sendo os hemócitos as principais células envolvidas na encapsulação de inimigos naturais em hospedeiros resistentes.

O inseto *D. melanogaster* (Meigen), selecionado para resistência ao parasitóide *A. tabida* (Nees), por exemplo, pode apresentar até 2 vezes o número de hemócitos encontrados em hospedeiros suscetíveis (KRAAIJEVELD et al., 2001). Embora a encapsulação já tenha sido documentada para alguns insetos como importante mecanismo de proteção contra um determinado inimigo natural, raramente esta forma de defesa tem sido relatada para pulgões (CARVER; SULLIVAN, 1988; HENTER; VIA, 1995).

Henter e Via (1995) conseguiram acompanhar o desenvolvimento do ovo do parasitóide no interior de pulgões resistentes e suscetíveis. Foi observado que os ovos do parasitóide podiam ser encontrados no interior dos hospedeiros, suscetível e resistente, quando foram

dissecados 24 horas após o parasitismo. No entanto, apenas no hospedeiro suscetível foi verificada a presença de larvas eclodidas no terceiro dia após o parasitismo. Nos hospedeiros resistentes foram encontrados apenas ovos com evidente paralisação do desenvolvimento embrionário do parasitóide.

A não eclosão de larvas do parasitóide, que pode estar associada ao baixo parasitismo observado em pulgões resistentes, tem sido detalhadamente explicada por Oliver et al. (2009). De acordo com estes pesquisadores, um bacteriófago associado a uma bactéria simbiote *Hamiltonella defensa* é capaz de produzir uma toxina que impede o desenvolvimento do parasitóide no interior de pulgões resistentes. De acordo com Ferreira (2010), os pulgões da espécie *L. pseudobrassicae* praticamente não apresentaram larvas eclodidas no terceiro dia após o parasitismo. Este fato tem sido associado à resistência desta espécie de pulgão ao parasitóide *D. rapae* e a presença de simbiosites nesta espécie poderia explicar o mecanismo de proteção adotado por esta espécie de pulgão.

O presente trabalho também contribui para reforçar o caráter de resistência de *L. pseudobrassicae*. Um dos parâmetros da Tabela de Vida de Fertilidade dos pulgões, o  $r_m$ , tem apresentado um valor reduzido, porém positivo para os pulgões parasitados. Este dado indica que a população dos pulgões continua a aumentar, mesmo sob o efeito do veneno do parasitóide, ou seja, o veneno não é capaz de impedir a reprodução dos pulgões.

Em pulgões suscetíveis, a ação do veneno é suficiente para a castração do hospedeiro. O termo castração é designado para a situação de apoptose das células germarianas dos ovários do pulgão, o qual tem seu sistema reprodutivo prejudicado tornando inapto para a produção de novas ninfas (DIGILIO et al., 1998, DIGILIO et al., 2000). Portanto, o pulgão parasitado em ínstares inferiores normalmente se transforma em múmia antes de reproduzir (STEENIS; EL-KAWASS 1995; DIGILIO et al. 1998; DIGILIO et al. 2000; SAMPAIO et al. 2007). Entretanto, no presente trabalho, em *L. pseudobrassicae* não foi observado a formação de múmias e os pulgões ainda conseguiram reproduzir.

A dinâmica populacional de *L. pseudobrassicae* e os parâmetros biológicos dos pulgões parasitados avaliados fornecem subsídios para afirmar que esta espécie de pulgão é resistente ao parasitóide *D. rapae*. Portanto, o controle biológico natural desta praga estará seriamente ameaçado caso esta população resistente de pulgões migre para outras regiões onde predomina populações suscetíveis.

Embora em Uberlândia tenha sido verificada a presença do baixo parasitismo nesta espécie de pulgão, em outras regiões do Brasil têm sido verificadas taxas de parasitismo maiores (SILVA et al., 2011) sugerindo a predominância de pulgões suscetíveis nestas

regiões. Embora existam informações que corroboram para a presença de uma população resistente na região de Uberlândia (OLIVEIRA, 2009; FERREIRA, 2010) ainda é necessário o detalhamento do mecanismo que confere proteção do inseto em relação ao parasitóide *D. rapae* e estudos futuros para averiguar a presença de bacteriófagos e simbiosites no interior destes pulgões podem fornecer informações úteis para o entendimento do mecanismo de resistência adotado pelos pulgões.

## 5 CONCLUSÕES

- O parasitóide *D. rapae* alterou a dinâmica populacional de *L. pseudobrassicae* reduzindo o ritmo do crescimento populacional dos pulgões parasitados, porém se manteve as taxas positivas de crescimento.
- Os parâmetros biológicos mostram que o parasitóide afeta negativamente as diferentes fases do ciclo de vida do pulgão, embora esta espécie de pulgão seja capaz de sobreviver ao ataque do parasitóide devido ao caráter de resistência hospedeira manifestado por *L. pseudobrassicae*.

## REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M.S.; DEY, D.; USMANI, M.K.; CHOUDHURY, R.A. Seasonal abundance of *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Braconidae: Aphidiinae) parasitizing *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae) in *Brassica juncea* variety Pusa bold. **Munis Entomology & Zoology**, Ankara, v.5, p. 692-696. 2010.
- ALVES, L. F. A.; PRESTES, T.M.V.; ZANINI, A.; DALMOLIN, M.F.; MENEZES JR., A. O. Controle biológico natural de pulgões (Hemiptera: Aphididae) em lavouras de trigo por parasitóides (Hymenoptera: Aphidiidae), no município de Medianeira, PR, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, n.2, p.155-160, 2005.
- ASKEW, R. R.; SHAW, M. R. Parasitoid communities: their size, structure and development. In: WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. (Ed). **Insect parasitoids**. New York: Academic Press. 1986. p. 225-264
- BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. **Aphids on the World's Crops: an identification guide**. Chichester: J. Wiley, 1984. 466 p.
- BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. **Aphids on the World's Crops: an identification and information guide**. 2ª ed. Chichester: J. Wiley & Sons, 2000. 466 p.
- BORTOLETTO, D. M. **Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (Linné, 1758), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera: Aphididae) em *Brassica oleracea* var. *acephala* L. (Brassicaceae)**. 2008. 32 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2008.
- BOSCH, R.van den; MESSENGER, P.S.; GUITIERREZ, A. P. **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press. 1982. 247 p.
- BUENO, V. H. P.; SOUZA, B. M. Ocorrência e diversidade de predadores e parasitóides em couve (*Brassica oleracea* var. *acphala*) em Lavras, MG, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 5-18. 1993.
- BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e multiplicação de parasitóides de pulgões. In: BUENO, V. H. P. (Ed). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA. 2009. p. 117-167.
- CARNEVALE, A.B.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Parasitismo e desenvolvimento de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) em *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n.2, p. 293-297, 2003.
- CARVER, M. Biological control of aphids. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Ed.). **Aphids: biology their, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier. 1989. p. 141-165.
- CARVER, M.; SULLIVAN, D. J. Encapsulative defence reactions of aphids (Hemiptera: Aphididae) to insect parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae and Aphelinidae), In:

CHORNEY, R. J.; MACKAUER, M. The larval instars of *Aphidius smithi* (Hymenoptera: Aphidiidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 111, p. 631-634, 1979.

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. Distribuição vertical de pulgões (Hemiptera:Aphididae) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, p. 1-749, 2004.

CLOUTIER, C.; DOUGLAS, A.E. Impact of a parasitoid on the bacterial symbiosis of its aphid host. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 109, p. 13-19. 2003.

DEGNAN. P.H.; MORAN, N.A. Diverse phage-encoded toxins in a protective insect endosymbiont. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, DC, v.74, p. 6782-6791. 2008.

DESH, R.; CHAND, L.G. Efficiency of endoparasitoid *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) on aphid complex infesting rapeseed in mid hill zone of Himachal Pradesh (India). **Journal of Entomological Research**, New Delhi, v. 22, p. 245-251. 1998.

DIGILIO, M.C.; ISIDORO, N.; TREMBLAY, E.; PENNACCHIO, F. Host castration by *Aphidius ervi* venom proteins. **Journal of Insect Physiology**, Columbus, v. 46, p. 1041-1050. 2000.

DIGILIO, M.C.; PENNACCHIO, F.; TREMBLAY, E. Host regulation effects of ovary fluid and venom of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Insect Physiology**, Columbus, v. 44, p. 779-784. 1998.

DOUGLAS, A.E. The microbial dimension in insect nutritional ecology. **Functional Ecology**, London, v. 23, p. 38-47. 2009.

DOUTT, R. L. The biology of parasitic Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 4, p. 161-182, 1959.

FERRARI, J.; MÜLLER, C. B.; KRAAIJEVELD, A. R.; GODFRAY, H. C. J. Clonal variation and covariation in aphid resistance to parasitoids and a pathogen. **Evolution**, Washington, DC, v. 55, p. 1805-1814, 2001.

FERREIRA, S. E. **Adequação nutricional dos pulgões das brássicas e preferência de *Diaeretiella rapae* M'Instosh (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae)**. 2010. 32 f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 2ª edição. 2008. 421 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRAL-NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI-FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J.

D.; MARCHINI, L. C.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920 p.

GASSEN, D.N.; TAMBASCO, F.J. Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 9, n. 2, p. 147-153, 1983.

GODOY, K.B.; CIVIDANES, F.J. Exigências Térmicas e Previsão de Picos Populacionais de *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 369-371. 2001.

GRAVENA, S. Dinâmica populacional do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera, Aphididae) e inimigos naturais associados ao sorgo granífero em Jaboticabal, SP, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 8, n. 2, p. 325-334, 1979.

GUIMARÃES, C. M. **Flutuação populacional de *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em três espécies de afídeos em couve**. 2008. 29 f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2008.

HAGVAR, E. B.; HOF SVANG, T. Aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. **Biocontrol News and Information**, Wellingford, v. 12, n. 1, p. 13-41, 1991.

HAGEN, K. S.; BOSCH, R. van den. Impact of pathogens, parasites, and predators on aphids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 13, p. 325-384, 1968.

HENTER, H. J.; VIA, S. The potential for coevolution in a host-parasitoid system. I. Genetic variation within an aphid in susceptibility to a parasitic wasp. **Evolution**, Washington, DC, v. 49, p. 427-438, 1995.

HUBAIDE, J.E.A.; MACHADO JÚNIOR, C.S.; SAMPAIO, M. V.; GUIMARÃES, C.M.; NEVES, A.C. Flutuação populacional de *Brevicoryne brassicae*, *Lipaphis erysimi* e *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) em couve. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2006, Recife. **Resumos...** XXI Congresso Brasileiro de Entomologia - CD, 2006.

KRAAIJEVELD, A.R.; GODFRAY, H.C.J. Trade-off between parasitoid resistance and larval competitive ability in *Drosophila melanogaster*. **Nature**, London, v. 389, p. 278-280. 1997.

KRAAIJEVELD, A.R.; LIMENTANI, E.C.; GODFRAY, H.C.J. Basis of the trade-off between parasitoid resistance and larval competitive ability in *Drosophila melanogaster*. **Proceedings of the Royal Society of London, Ser. B Biological Science**, London, v. 268: 259-261. 2001.

LENTEREN, J. C. van. Critérios de seleção de inimigos naturais. In: BUENO, V. H. P. (Ed). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA. 2009. p. 11-30.

MACKAUER, M. Sexual size dimorphism in solitary parasitoid wasps: influence of host quality. **Oikos**, Copenhagen, v. 76, n. 2, p. 265-272, 1996.

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

MARINGONI, A. C. Doenças das crucíferas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M., BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 285-291.

MESCHELOFF, E.; ROSEN, D. Biosystematic studies on the Aphidiidae of Israel (Hymenoptera: Icheumonoidea). The genera *Pauesia*, *Diaeretus*, *Aphidius* and *Diaeretiella*. **Israel Journal of Entomology**, Tel Aviv, v. 24, p. 51-91, 1990.

MORAN, N.A.; DEGNAN, P.H.; SANTOS, S.R.; DUNBAR, H.E.; OCHMAN, H. The players in a mutualistic symbiosis: insects, bacteria, viruses, and virulence genes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Stanford, v. 102, p. 16919-16926. 2005.

MURATORI, F.; LE LANNIC, J.; NÉNON, J.-P.; HANCE, T. Larval morphology and development of *Aphidius rhopalosiphi* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 136, n. 2, p. 169-180, 2004.

MUSSURY, R. M.; FERNANDES, W. D. Occurrence of *Diaeretiella rapae* (Mc'Intosh, 1855) (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitising *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) and *Bravicoryne 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.

O'DONNELL, D. J. Larval development and the determination of the number of instars in aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae). **International Journal of Insect Morphology & Embryology**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 3-15. 1987.

OLIVEIRA, R. S. **Parasitismo e desenvolvimento do parasitóide *Diaeretiella rapae* (M'Intosh, 1855) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em diferentes espécies hospedeiras**. 2009. 33 f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2009.

OLIVER, K.M.; DEGNAN, P.H.; HUNTER, M.S.; MORAN, N.A. Bacteriophages encode factors required for protection in a symbiotic mutualism. **Science**, Washington, DC, v. 325, p. 992-994. 2009

OLIVER, K.M.; MORAN, N.A.; HUNTER, M.S. Variation in resistance to parasitism in aphid is due to symbionts not host genotype. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Stanford, v. 102, p.12795-12800. 2005.

OLIVER, K.M.; MORAN, N.A.; HUNTER, M.S. Costs and benefits of a superinfection of facultative symbionts in aphids. **Proceedings of the Royal Society of London, Ser. B Biological Science**, London, v. 273, 1273-1280. 2006.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; FERREIRA, B.S.C.; BENTO, J.M.S. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; FERREIRA, B.S.C.; BENTO, J.M.S. (Ed.) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole. 2002. p.1-16.

PEÑA-MARTÍNEZ, R. **Afidos como Vectores de Vírus en Mexico**. Montecillo: Centro de Fitopatología, v. 2, 1992. 135 p.

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.

PINTO, R. M.; BUENO, V. H. P.; SANTA-CECÍLIA, V. C. Flutuação populacional de afídeos (Hemiptera:Aphididae) associados à cultura da batata, *Solanum tuberosum* L., no plantio de inverno em Alfenas, sul de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 649-657, 2000.

SALT, G. **The cellular defence reactions of insects**. Cambridge: Cambridge University Press. 1970. 118 p.

SAMPAIO, M. V. **Bioecologia de *Aphidius colemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiidae)**. 2004, 154 f. Tese (Doutorado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

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, p. 655-660. 2001.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; SOGLIA, M. C. M.; RODRIGUES, S. M. M., DE CONTI, B. F. Desenvolvimento de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e alterações causadas pelo parasitismo no hospedeiro *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 436-444, 2007.

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, p. 489-494, 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, p. 477-482. 2011.

SILVA, R. J.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitóide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 173-179. 2008.

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

SOUZA, B. M. de; BUENO, V. H. P. Parasitóides e hiperparasitóides de múmias de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Homoptera – Homoptera – Aphididae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 67, n. 1, p. 55-62, 1992.

SPENCER, H. Biology of the parasites and hyperparasites of aphids. **The Entomological Society of America**, College Park, v. 19, n. 2, p. 119-157, 1926.

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: Aphidiidae). **The Pan-Pacific Entomologist**, San Francisco, v. 81, n. 1, p.75-79, 2007.

STARÝ, P. Alternative host and parasitoid in first method in aphid pest management in glasshouses. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.116, p. 187-191, 1993.

STARÝ, P. **Aphid parasites (Hymenoptera, Aphidiidae) of the Mediterranean area**. The Hague: W. Junk, 1976. 95 p.

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

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

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

van STEENIS, M.J.; EL-KAWASS, K.A.M.H. Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant, and parasitism. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.76; p. 121-131. 1995.

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. 1986. p. 97-136.

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

VINSON, S. B. Host selection by insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.21, p.109-133, 1976.

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