

JORGE EDUARDO ATTIE HUBAIDE

**DISTRIBUIÇÃO NA PLANTA, FATORES CLIMÁTICOS E PARASITISMO
NA DINÂMICA POPULACIONAL DOS PULGÕES (HEMIPTERA:
APHIDIDAE) EM COUVE**

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

2011

JORGE EDUARDO ATTIE HUBAIDE

**DISTRIBUIÇÃO NA PLANTA, FATORES CLIMÁTICOS E PARASITISMO
NA DINÂMICA POPULACIONAL DOS PULGÕES (HEMIPTERA:
APHIDIDAE) EM COUVE**

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 14 de janeiro de 2011.

Prof. Dr. Heraldo Luis de Vasconcelos

UFU

Profa. Dra. Ana Paula Korndörfer

UFU

Profa. Dra. Marina Robles Angelini

UNIPAC

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

UBERLÂNDIA

MINAS GERAIS – BRASIL

2011

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro (Projeto EDT – 286/07).

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitóides da Região Sudeste Brasileira (INCT - HYMPAR – SUDESTE – CAPES, FAPESP e CNPQ), pelo apoio financeiro.

Ao Dr. Ayres de Oliveira Menezes-Júnior, da Universidade Estadual de Londrina, pela identificação dos hiperparasitóides das famílias Eulophidae e Encyrtidae.

Ao Dr. Juli Pujade-Villar, da Universidade de Barcelona – Espanha, pela identificação dos hiperparasitóides da família Figitidae.

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia – Controle Biológico (LACOB), Cássia Machado Guimarães e Carlos Sebastião Machado Júnior, pela ajuda nas coletas e separação dos insetos.

Aos estagiários do LACOB e co-autores deste trabalho: Dener Mateus Bortoletto, Suelen Oliveira Arantes e Samira Evangelista Ferreira.

À Dr.^a Berta Caballero Lopez – Universidade de Barcelona – Espanha, pelas análises estatísticas, essenciais para o desenvolvimento do trabalho.

À minha família e amigos, pelo apoio especial em todos os momentos.

À minha esposa Julia Gerchon, pela paciência, apoio e força demonstrados em toda nossa vida juntos.

À Céleres, em especial Anderson Galvão, pela oportunidade de poder estudar e trabalhar ao mesmo tempo.

Por fim, ao meu orientador Marcus Vinicius Sampaio, merecedor de todo meu agradecimento, por todos os anos de amizade, pesquisa, colaboração e principalmente pela paciência e conselhos, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Importância econômica e controle de pulgões	4
2.2 Os pulgões das Brassicaceas	6
2.3 Flutuação populacional dos pulgões das Brassicaceas	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Instalação do experimento e condução das plantas de couve	13
3.2 Coleta, identificação e quantificação de insetos	14
3.3 Análises dos dados	16
4 RESULTADOS	20
4.1 Avaliação dos modelos	20
4.2 Abundância de pulgões	22
4.3 Distribuição dos pulgões na planta	24
4.4 Fatores climáticos	26
4.5 Parasitismo primário e secundário	28
5 DISCUSSÃO	33
6 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

RESUMO

HUBAIDE, JORGE EDUARDO ATTIE. **Distribuição na planta, fatores climáticos e parasitismo na dinâmica populacional dos pulgões (Hemiptera: Aphididae) em couve.** 2010. 52p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

Em plantas da família Brassicaceae, os afídeos *Brevicoryne brassicae* (Linné), *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) e *Myzus persicae* (Sulzer) são pragas cosmopolitas que causam danos significativos. Determinar quais são os fatores bióticos e abióticos mais importantes na regulação de pragas é de grande importância em programas de Manejo Integrado. Desta forma, neste trabalho foi avaliada a influência da posição da folha, precipitação, temperatura, parasitismo e hiperparasitismo na população de *L. pseudobrassicae*, *M. persicae* e *B. brassicae* em couve, além de avaliar qual é a espécie mais abundante. Os experimentos foram instalados em campo, na cidade de Uberlândia – MG, no período de agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008. A quantificação dos pulgões foi realizada semanalmente, retirando-se três folhas, uma de cada parte da planta (apical, mediana e inferior), totalizando 101 coletas. As folhas foram levadas ao laboratório para a contagem de pulgões vivos (sadios) e mumificados (parasitados). As mummies foram mantidas em tubos tipo “eppendorf” por até 30 dias e foram feitas as identificações dos parasitóides e hiperparasitóides emergidos. A análise dos dados foi feita por três modelos lineares, relacionando a abundância dos pulgões e os fatores ambientais analisados. As espécies mais abundantes e que podem ser consideradas os principais pulgões pragas da couve na região foram *B. brassicae* e *L. pseudobrassicae*. Além disso, foi encontrado número semelhante de *B. brassicae* na porção apical da planta quando comparado com as outras porções, diferentemente das outras duas espécies, as quais foram encontradas em maior número nas folhas medianas e inferiores. O efeito conjunto do aumento da temperatura e da precipitação foi negativo para a população de *B. brassicae*. Como *B. brassicae* foi a única espécie a explorar intensamente a região apical da planta, conclui-se que sofreu maior efeito mecânico da chuva, o que reduziu sua população. *Diaeretiella rapae* (M’Intosh) foi a única espécie de parasitóide da família Braconidae emergida e *Alloxysta fuscicornis* (Hartig) a principal espécie de hiperparasitóide. A população das três espécies de pulgões foi influenciada pelo número de hiperparasitóides emergidos, mostrando ser este um fator chave na regulação da população dos pulgões. Já o parasitismo foi influenciado apenas pela população de *B. brassicae*. Este fato pode ser explicado pela maior ocorrência de *B. brassicae*, população reduzida de *M. persicae* e baixo parasitismo em *L. pseudobrassicae*. A relação do parasitismo nas três espécies com a temperatura e a precipitação foi semelhante àquela encontrada para a população de *B. brassicae* e os fatores climáticos. Isto indica que o parasitismo nas três espécies parece ter recebido influência do hospedeiro mais utilizado pelo parasitóide, no caso, *B. brassicae*. O parasitismo foi baixo em *L. pseudobrassicae* (0,8% em média), intermediário em *M. persicae* (média de 8,5%) e alto em *B. brassicae* (16% em média). O baixo parasitismo em *L. pseudobrassicae* pode ser um fator chave para o seu status de praga das brássicas na região de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: *Alloxysta fuscicornis*, *Brevicoryne brassicae*, *Diaeretiella rapae*, *Lipaphis pseudobrassicae*, *Myzus persicae*.

¹Orientador: Dr. Marcus Vinicius Sampaio – UFU

ABSTRACT

HUBAIDE, JORGE EDUARDO ATTIE. **Effect of plant distribution, climatic factors and parasitism on population dynamics of aphids (Hemiptera: Aphididae) in kale.**

2010. 52p. Dissertation (Master Program Agronomy/Crop Science) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

The aphids *Brevicoryne brassicae* (Linné), *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) and *Myzus persicae* (Sulzer) are cosmopolitan pests that cause significant damage in the Brassicaceae family plants. The determination of which biotic and abiotic factors are most important in regulating pests is very important in Integrated Pest Management programs. Thus, this study evaluated the influence of leaf position, rainfall, temperature, parasitism and hyperparasitism in populations of *L. pseudobrassicae*, *M. persicae* and *B. brassicae* in kale, and analyzed which species is the most abundant. The experiment was conducted in field conditions, in Uberlândia – MG, from August 2005 to March 2006 and October 2006 to January 2008. The quantification of aphids was done weekly, removing three leaves of each plant part (top, middle and bottom), totaling 101 samples. The leaves were taken to the laboratory for counting live and mummified aphids. Mummified aphids were kept in eppendorf tubes for 30 days and the identification of emerged parasitoids and hyperparasitoids was done. Data analysis was performed by three linear models relating the abundance of aphids and environmental factors. The most abundant species that could be considered the main aphid pests of kale in this region are *B. brassicae* and *L. pseudobrassicae*. Furthermore, similar number of *B. brassicae* was found in the apical portion of kale and in the other portions, differently from the two other species, which were found in greater number in the middle and bottom portions. The combined effect of increased temperature and rainfall had a negative effect on *B. brassicae* population. As *B. brassicae* was the only species to exploit intensively the apical plant part, it is concluded that its population was reduced by the mechanical effects of rainfall. *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) was the only emerged species of parasitoid on the family Braconidae and *Alloxysta fuscicornis* (Hartig) was the main hyperparasitoid species. The population of the three aphid species was influenced by the number of emerged hyperparasitoids, showing that this is the key factor regulating the aphids' populations. Parasitism was affected only by the population of *B. brassicae*. This fact can be explained by its greater abundance, small population of *M. persicae* and low parasitism in *L. pseudobrassicae*. The relationship of parasitism in the three species with temperature and rainfall was similar to that found in the population of *B. brassicae* and climatic factors. This indicates that parasitism in the three species appears to have been affected by the most parasitized host, in this case, *B. brassicae*. Parasitism was low in *L. pseudobrassicae* (0.8% on average), intermediate in *M. persicae* (8.5% on average) and high in *B. brassicae* (16% on average). The low parasitism in *L. pseudobrassicae* could be a key factor for its pest status of crucifers in the survey region.

Key words: *Alloxysta fuscicornis*, *Brevicoryne brassicae*, *Diaeretiella rapae*, *Lipaphis pseudobrassicae*, *Myzus persicae*.

¹Supervisor: Dr. Marcus Vinicius Sampaio – UFU

1 INTRODUÇÃO

As espécies de afídeos *Brevicoryne brassicae* (Linné), *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) e *Myzus persicae* (Sulzer) são pragas cosmopolitas que causam danos significativos em plantas da família Brassicaceae (PEÑA-MARTINEZ, 1992; BLACKMAN; EASTOP, 2000). Porém, no Brasil, somente as espécies *B. brassicae* e *M. persicae* têm sido relatadas como pragas das brássicas (SALGADO, 1983; GALLO et al., 2002).

A espécie *L. pseudobrassicae* foi citada erroneamente como *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) por vários autores como praga das brássicas ao redor do mundo (BLACKMAN; EASTOP, 2000). No Brasil, *L. pseudobrassicae* foi mencionado colonizando várias espécies de brássicas cultivadas (SOUSA-SILVA; ILHARCO, 1995; MUSSURY; FERNANDES, 2002; CIVIDANES; SOUZA, 2004; RESENDE et al., 2006). Contudo, esses estudos foram realizados sem a preocupação de verificar a densidade populacional de *L. pseudobrassicae* ou mesmo em comparar sua incidência de ataque com a das outras espécies de pulgões consideradas pragas das brássicas no Brasil.

Vários são os fatores que regulam as populações dos insetos. Determinar quais são os fatores bióticos e abióticos mais importantes na regulação das espécies de pragas é de grande importância em programas de Manejo Integrado (DENT, 1995). Diferenças comportamentais e biológicas já foram relatadas entre *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*, as quais podem ser determinantes para entender a influência dos diferentes fatores abióticos na regulação de suas populações. Embora toda a planta possa ser atacada, a distribuição na planta é diferente para essas três espécies de pulgões. Existe a indicação de que *B. brassicae* é mais encontrado colonizando as folhas

apicais, *M. persicae* as folhas medianas e *L. pseudobrassicae* as folhas inferiores (CIVIDANES; SOUZA, 2004). O efeito da precipitação pluviométrica pode ser maior em pulgões que colonizam as folhas apicais, devido ao efeito mecânico das chuvas e a posição ereta da folha, que pouco serviria de proteção para os pulgões (HUGHES, 1962). Já as características biológicas desses pulgões se diferem quando expostos à temperaturas constantes em laboratório, indicando a maior tolerância de *L. pseudobrassicae* a temperaturas elevadas (GODOY; CIVIDANES, 2002) do que *B. brassicae* (CIVIDANES, 2003) e *M. persicae* (CIVIDANES; SOUZA, 2003; KANEGAE; LOMÔNACO, 2003).

Com relação aos fatores bióticos de regulação populacional das espécies de pulgões em brássicas, o parasitóide *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Braconidae, Aphidiinae) tem grande afinidade com brássicas, sendo o parasitóide de maior ocorrência nos afídeos que utilizam essa família de plantas (MESCHELOFF; ROSEN, 1990; BUENO; SOUZA, 1992; BUENO; SOUZA, 1993; PIKE et al., 1999; CIVIDANES, 2002b; MUSSURY; FERNANDES, 2002; VAZ et al., 2004). *D. rapae* utiliza *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* como hospedeiros (STARÝ et al., 2007). Entretanto, no Brasil, só se conhece o impacto deste parasitóide sobre *B. brassicae* (BUENO; SOUZA, 1993; CIVIDANES, 2002b). Contudo, os parasitóides secundários, ou hiperparasitóides, são frequentemente encontrados utilizando os parasitóides primários como hospedeiros. Os hiperparasitóides podem limitar a ação dos parasitóides, transformando-se em um importante fator biótico de regulação populacional dos pulgões (SULLIVAN; VÖLKL, 1999; BUENO; SAMPAIO, 2009). Em brássicas, *Alloxysta fuscicornis* (Hartig) (Figitidae: Charipinae) é o mais abundante, e sua emergência pode chegar a 80% em relação aos parasitóides, o que limita a ação de *D. rapae* (BUENO; SOUZA, 1993; CIVIDANES, 2002b).

Neste trabalho, foi avaliada a influência da posição da folha, precipitação pluviométrica, temperatura, parasitismo e hiperparasitismo na população de *L. pseudobrassicae*, *M. persicae* e *B. brassicae* em couve. Foi avaliado qual espécie de pulgão é a mais abundante, visando indicativos da importância relativa dessas espécies como praga das brássicas no Brasil, principalmente *L. pseudobrassicae*, já que são escassos os trabalhos com esta espécie de afídeo no país. Também, foi testada a influência da posição da folha na abundância dos afídeos, já que existem indicações de que essas espécies utilizam diferentes regiões das plantas. A couve foi escolhida neste trabalho como planta hospedeira dos pulgões. Essa cultura apresenta grande importância na alimentação humana no Brasil e permite a observação da distribuição dos pulgões na planta por tempo mais longo que outras brássicas cultivadas, já que emite folhas novas constantemente na região apical da planta. Outras brássicas, de interesse econômico, que emitem pendão, como a couve-flor e o brócolis, ou formam cabeça, como o repolho (FILGUEIRA, 2003) e, para isso, param a emissão de novas folhas.

Foram testadas duas hipóteses para relacionar as características biológicas e comportamentais desses afídeos e a influência dos fatores abióticos sobre suas populações: 1) Há indicações de um gradiente de tolerância à temperaturas elevadas em laboratório, *L. pseudobrassicae* > *B. brassicae* > *M. persicae*. Foi testada a hipótese de que a resposta dessas espécies de afídeo à temperatura segue este mesmo gradiente em condições de campo; 2) As espécies que colonizam as folhas mais baixas da planta suportariam mais o efeito da precipitação do que aquelas que colonizam as partes apicais, devido a menor proteção que folhas mais eretas poderiam oferecer aos afídeos. Foi avaliado o impacto dos parasitóides e hiperparasitóides na população de cada espécie de afídeo, visando determinar diferenças específicas na regulação dos afídeos das brássicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância econômica e controle de pulgões

Os pulgões são pertencentes à família Aphididae e se situam entre as principais pragas dentro da agricultura, atacando culturas como a do milho, sorgo, trigo, algodão, feijão, cana-de-açúcar, mamão, quiabo, fumo, batata, citros, dentre várias outras. Podem causar danos diretos, em função da sucção contínua de grandes quantidades de seiva, depauperando a planta e provocando o engruvinhamento das folhas. Além dos danos indiretos, por serem importantes vetores de fitoviroses e por se desenvolverem fumaginas em suas excretas, acarretando na redução da capacidade fotossintética, além da depreciação comercial de flores e frutos (BLACKMAN; EASTOP, 2000; PEÑA-MARTÍNEZ, 1992).

As principais características que tornam os pulgões tão prejudiciais às culturas, principalmente as hortaliças, são a sua forma de alimentação (sucção de seiva), seu alto poder de reprodução e sua ampla capacidade de dispersão (SOUSA-SILVA; ILHARCO, 1995). Além disso, em regiões de clima quente, não apresentam ciclo reprodutivo sexuado (somente ocorre a partenogênese telítoca) (DIXON et al., 1987). Este modo de reprodução em afídeos teve seu início a mais de 200 milhões de anos atrás, tendo sido importante fator dentro de populações destes insetos, permitindo que o crescimento populacional seja muito rápido. Ainda assim, a partenogênese permite aos pulgões se adaptarem à diversas condições climáticas e plantas hospedeiras, tornando sua distribuição mundial (DIXON, 1985).

O controle destes insetos é feito com aplicações sucessivas de inseticidas organofosforados ou mesmo carbamatos. Este tipo de controle gera alto custo de produção, além do perigo de contaminação do meio ambiente e do atraso no

cronograma de colheita em função do período residual dos produtos (PAULA et al., 1995). Assim sendo, atualmente o produtor deve buscar outros tipos de controle de pragas, principalmente em culturas com baixo valor agregado, adotando métodos alternativos de controle, como exemplo o manejo integrado de pragas, além do controle biológico (LOVATTO et al., 2004).

Pode-se definir controle biológico como um fenômeno natural que consiste na regulação de número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem como agentes de mortalidade (PARRA et al., 2002). Além disso, é um fenômeno dinâmico que sofre influência de fatores climáticos, da disponibilidade de alimentos e da competição, além de outros aspectos inerentes a densidade populacional de insetos (van den BOSCH et al., 1982). Portanto, o controle biológico tem importância cada vez maior no controle de pragas, principalmente na agricultura sustentável, em que as hortaliças se incluem. É importante também como medida de controle para a redução da população de insetos-praga, atuando ao lado de outros métodos de controle, como o cultural, o físico, o de resistência de plantas, transgenia, e até mesmo com os métodos químicos, desde que se utilizem produtos específicos para cada praga (PARRA et al., 2002).

Vaz et al. (2004) relataram que no controle biológico de pulgões podem ser utilizados himenópteros parasitóides, que constituem importante fator de mortalidade natural. Porém, a efetividade deste tipo de controle pode ser influenciada pelo grau de especificidade entre parasitóides e hospedeiros. Os parasitóides mais utilizados no mundo para o controle biológico de pulgões são os da família Braconidae, subfamília Aphidiinae (CARVER, 1989). Exemplos de algumas espécies de afidiíneos com grande potencial para a utilização no Brasil são *Aphidius colemani* Viereck, *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) e *D. rapae* (M'Intosh) (STARÝ et al., 2007).

2.2 Os pulgões das Brassicaceas

Nas plantas da família Brassicaceae são encontradas, basicamente, três espécies de pulgões, duas especialistas em brássicas *B. brassicae* e *L. pseudobrassicae* e uma generalista, *M. persicae* (BLACKMAN; EASTOP, 2000).

B. brassicae é nativo da Europa e atualmente está distribuído em vários países do mundo (FLINT, 1985). Distribui-se nas regiões temperadas e subtropicais do mundo, e pelo menos 101 espécies de plantas são consideradas hospedeiras deste inseto, principalmente as brássicas (LONGHINI; BUSOLI, 1993). É considerado praga-chave na cultura da couve (SALGADO, 1983), causando danos consideráveis, inclusive em outras culturas como o repolho, brócolis, couve-flor, rabanete, nabo e mostarda (CIVIDANES, 2002a). Sua distribuição se estende a praticamente todos os estados brasileiros (SOUSA-SILVA; ILHARCO, 1995) e pode transmitir cerca de 20 espécies viroses fitopatogênicos, como o anel negro da couve e o mosaico da couve-flor (PEÑA-MATÍNEZ, 1992; BLACKMAN; EASTOP, 2000).

As características morfológicas que definem este pulgão são a coloração verde, apresentando grande quantidade de cera branca, cobrindo completamente o corpo do inseto. O pulgão *B. brassicae* atinge cerca de 2 mm de comprimento, possuindo cabeça e tórax pretos, abdome verde com manchas escuras na parte dorsal. Os sifúnculos são curtos e pretos, utilizados em sua identificação (PEÑA-MATÍNEZ, 1992; BLACKMAN; EASTOP, 2000).

Com relação à espécie *L. pseudobrassicae*, os ápteros são de tamanho pequeno a médio, de cor verde, ou verde-amarelado e até verde-oliva, com pequena quantidade de cera. Em condições de maior umidade, pode possuir maior quantidade de cera. 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. Os alados apresentam coloração verde oliva com franjas transversais nos últimos segmentos abdominais (PEÑA-MARTINEZ, 1992). As franjas transversais, somente após os sifúnculos, diferenciam *L. pseudobrassicae* de *B. brassicae*, que apresenta franjas no abdome antes dos sifúnculos (BLACKMAN; EASTOP, 1984).

Os alados de *L. pseudobrassicae* possuem escleritos laterais escuros e conspicuos e asas com nervuras escuras. Situam-se em grande número nas páginas inferiores das folhas ou nas inflorescências do hospedeiro. A espécie de afídeo *L. pseudobrassicae* é caracterizada por atacar exclusivamente brássicas. As espécies de plantas mais atacadas por este pulgão são, em geral, dos gêneros *Barbarea*, *Brassica*, *Capsella*, *Erysimum*, *Iberis*, *Lepidium*, *Matthiola*, *Nasturtium*, *Raphanus*, *Rorippa*, *Sinapis*, *Sisymbrium* e *Thlaspi*. São vetores de aproximadamente dez (10) viroses de plantas, incluindo o mosaico do nabo (potyvirus), mosaico da couve-flor (caulimovirus) e o mosaico do rabanete. Sua distribuição é mundial, e a espécie é frequentemente chamada de pulgão do nabo e pulgão da mostarda (BLACKMAN; EASTOP, 2000).

Myzus persicae está distribuído mundialmente, causando danos diretos nas plantas, e principalmente indiretos, pois é transmissor de mais de 100 viroses fitopatogênicas, incluindo culturas como pimentão, algodão, alface, tomate, pêssego, berinjela, batata-inglesa, espinafre, rabanete, batata, tabaco, citros, feijão, beterraba, cana-de-açúcar e brássicas (PEÑA-MATÍNEZ, 1992; BLACKMAN; EASTOP, 2000). É frequentemente chamado de pulgão verde do pessegueiro (ENDEM et al., 1969; KANEGAE; LOMÔNACO, 2003). Este pulgão tem cerca de 2 mm de comprimento, sendo as formas ápteras de coloração geral verde-clara, enquanto a forma alada é verde, com cabeça, antena e tórax pretos e uma grande mancha escura na região dorsal do abdome. Os sifúnculos são grandes e da mesma coloração do corpo, assim como as

antenas (formas ápteras), facilitando a sua identificação (BLACKMAN; EASTOP, 2000; GALLO et al., 2002).

2.3 Flutuação populacional dos pulgões das Brassicaceas

O conhecimento da flutuação populacional de um inseto praga é necessário para o desenvolvimento de programas de manejo integrado. As populações de pulgões podem flutuar e manter níveis altos de densidade ou, em alguns casos, períodos de abundância são seguidos por períodos de baixa densidade. A abundância de pulgões mostra-se altamente sazonal, podendo variar consideravelmente de um ano para outro. Além disso, os padrões de flutuação das populações de uma determinada espécie podem diferir entre regiões geográficas distintas, entre populações que se desenvolvem na mesma região por vários anos e entre populações vizinhas que se desenvolvem ao mesmo tempo (CIVIDANES; SANTOS, 2003).

Vários são os fatores que regulam as populações dos insetos. Determinar quais são os fatores bióticos e abióticos mais importantes na regulação das espécies de pragas é de grande importância em programas de Manejo Integrado (DENT, 1995). Diferenças comportamentais e biológicas já foram relatadas entre *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*, as quais podem ser determinantes para entender a influência dos diferentes fatores abióticos na regulação de suas populações. Embora toda a planta possa ser atacada, a distribuição na planta é diferente para essas três espécies de pulgões. Existe a indicação de que *B. brassicae* é mais encontrado colonizando as folhas apicais, *M. persicae* as folhas medianas e *L. pseudobrassicae* as folhas inferiores (CIVIDANES; SOUZA, 2004).

Segundo Cividanes (2002a), em condições climáticas brasileiras, o maior pico populacional de *B. brassicae* em couve ocorreu em setembro (primavera), diminuindo

com a aproximação do verão e permanecendo baixo até o início do outono. O autor considera as condições climáticas as principais variáveis que atuam sobre a população de pulgões. Wellings e Dixon (1987) ressaltam que quando essas condições são favoráveis por um período prolongado de tempo os insetos podem atingir rapidamente um nível de surto.

A temperatura influi diretamente afetando o desenvolvimento e comportamento do pulgão, e indiretamente sua alimentação (GALLO et al., 2002). Além disso, pode ser utilizada para prever o tempo fisiológico, que é uma medida de acúmulo de temperatura requerida por cada organismo para completar seu desenvolvimento, ou estágio de desenvolvimento. A temperatura ótima da maioria das espécies de insetos é em torno de 25°C, que corresponde ao ponto de desenvolvimento mais rápido e maior número de descendentes. A 38°C, tem-se a temperatura limiar máxima, e a 15°C a temperatura limiar mínima (SILVEIRA NETO, 1976).

Em condições climáticas da Europa, *B. brassicae* apresentou declínio em sua população no meio do ano (verão na Europa), em que as temperaturas são mais quentes (HAFEZ, 1961). De acordo com Cividanes (2003), desenvolvimento de *B. brassicae* é favorecido em temperaturas baixas.

Oliveira et al. (2009) mencionam que em temperaturas elevadas (28°C e 32°C) o pulgão *Sipha flava* (FORBES), pulgão de Poaceas, apresentou redução significativa da sobrevivência. Em contrapartida, temperaturas de 20°C e 24°C foram as mais favoráveis ao desenvolvimento e reprodução deste pulgão. Kanegae e Lômonaco (2003) mostraram que, na temperatura de 30°C, o pulgão *M. persicae* não sobreviveu. Além disso, com o aumento da temperatura, alterações morfológicas, como a diminuição no corpo do inseto, foram detectadas. Resultados bastante semelhantes foram encontrados por Leite et al. (2008), trabalhando com *Aphis gossypii* (GLOVER, 1877), uma espécie polífaga,

os quais encontraram mortalidade de imaturos de 68% em temperatura constante de 30°C.

A chuva (precipitação pluviométrica) é uma das formas comuns de manifestação do clima e pode afetar o comportamento dos insetos. Ela tem ação mecânica direta, afetando as populações das pragas (SILVEIRA NETO, 1976). A precipitação pluviométrica é considerada um importante fator de mortalidade para os pulgões (CIVIDANES, 2002b; HUGHES, 1963). Além disso, pode afetar o vôo das formas aladas (CIVIDANES, 2002a) e a população de pulgões na parte apical da planta, pois esta tem as folhas eretas, deixando o pulgão sob a chuva (PINTO et al., 2000, CIVIDANES, 2003).

Nos meses mais secos do ano, baixa densidade populacional do pulgão pode ser encontrada devido à utilização de irrigação por aspersão. O método de irrigação por aspersão tem efeito semelhante ao da precipitação pluviométrica, com ação mecânica e derrubando o pulgão da folha apical (CIVIDANES, 2003). Debaraj e Singh (1998) relataram que a precipitação pluviométrica teve correlação significativa e negativa para formas ápteras de *B. brassicae*, mostrando o efeito de redução populacional do inseto pela chuva.

Outros fatores importantes na flutuação populacional de pulgões em brássicas são a qualidade do hospedeiro (planta), o parasitismo e a predação. Hughes (1962) afirmou que a população de *B. brassicae* cresceu na medida que o suprimento de alimento foi suficiente. A partir do momento que o alimento tornou-se escasso, a população diminuiu rapidamente. Portanto, além de mudanças na quantidade de alimento, alterações qualitativas da planta determinam o crescimento e desenvolvimento dos pulgões. O autor cita ainda que *B. brassicae* se reproduziu mais rápido em couve de 2 a 2,5 meses. Isso está fortemente correlacionado com a quantidade de treonina

presente na planta. Os níveis de treonina na planta são baixos quando estas estão muito novas ou muito senescentes. Portanto, mudanças sazonais na qualidade da planta podem determinar a dinâmica da população de pulgões, seja qual for a espécie em questão.

Com relação aos fatores bióticos de regulação populacional das espécies de pulgões em brássicas, os insetos predadores são uma das principais causas de redução populacional de pulgões, quando estão na parte apical das brássicas (RAWORTH et al., 1984). Existe uma variedade de famílias de predadores que atacam pulgões em couve. Dentre as relatadas no Brasil, podemos destacar: Coleoptera: Coccinellidae; Neuroptera: Chrysopidae; e Diptera: Syrphidae (RESENDE et al., 2006). Contudo, a regulação dos pulgões das brássicas não tem sido atribuída à presença desses predadores (CIVIDANES, 2002b; RESENDE et al., 2006). O parasitóide *D. rapae*, pertencente a família Braconidae, subfamília Aphidiinae, tem grande afinidade com brássicas, sendo o parasitóide de maior ocorrência nos afídeos que utilizam essa família de plantas (MESCHELOFF; ROSEN, 1990; BUENO; SOUZA, 1992, 1993; PIKE et al., 1999; CIVIDANES, 2002b; MUSSURY; FERNANDES, 2002; VAZ et al., 2004). Embora *D. rapae* utilize *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* como hospedeiros (STARÝ et al., 2007), só se conhece o impacto deste parasitóide sobre *B. brassicae* no Brasil (BUENO; SOUZA, 1993; CIVIDANES, 2002b).

Hiperparasitóides, ou parasitóides secundários, são insetos que parasitam outros parasitóides. Estes organismos são frequentemente encontrados e sua ação pode inviabilizar o controle biológico exercido pelos parasitóides. A emergência de hiperparasitóides no campo pode chegar a 80% em relação ao número de pulgões parasitados, limitando a ação dos parasitóides (BUENO; SAMPAIO, 2009).

Os hiperparasitóides que utilizam pulgões podem ser divididos em dois grupos, os endófagos e os ectófagos. Os endófagos depositam o ovo internamente e o

desenvolvimento da larva é no interior do hospedeiro; são chamados de hiperparasitóides “verdadeiros” ou endoparasitóides cenobiontes de larvas de outros parasitóides. Já os ectófagos se desenvolvem no exterior do hospedeiro, como ectoparasitóides de pupas, e por isso são também chamados de “pseudohiperparasitóides”; em relação aos endófagos são considerados mais generalistas (SULLIVAN; VÖLKL, 1999; BUENO; SAMPAIO, 2009).

Poucos trabalhos foram realizados em relação a esses hiperparasitóides de pulgão, porém já se sabe que estes organismos têm relevância fundamental com relação a sua influência sobre a população de parasitóides de pulgões, principalmente em brássicas (BUENO; SOUZA, 1993; CIVIDANES, 2002b).

A abundância de hiperparasitóides da família Figitidae, em pulgões da couve, pode atingir níveis superiores a 80% do total de parasitóides e hiperparasitóides emergidos. Neste contexto, hiperparasitóides das famílias Pteromalidae e Encyrtidae também podem ser encontrados, contudo, a espécie *A. fuscicornis* apresenta uma maior dominância, sendo uma espécie quase específica para o parasitóide *D. rapae* em condições brasileiras, causando grande redução de sua população (BUENO; SOUZA, 1993; CIVIDANES, 2002b). A recente descrição da espécie *Alloxysta desantisi* PUJADE-VILLAR e DÍAZ na região Neotropical, sua ocorrência no Brasil em pulgões das brássicas e a dificuldade na identificação desta espécie, devido a sua grande similaridade com *A. fuscicornis* (PUJADE-VILLAR et al., 2002), geraram dúvidas sobre as espécies deste gênero que ocorrem como hiperparasitóides dos pulgões das brássicas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação do experimento e condução das plantas de couve

Os experimentos foram instalados em duas áreas da Fazenda experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, situada a 18°58' de latitude sul e 48°12' de longitude oeste, com altitude de aproximadamente 890 m, município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, Brasil. As mudas foram produzidas a partir de brotos laterais de plantas matrizes, cultivar Talo Roxo. Essas foram mantidas em saco plástico (2L) com substrato orgânico e em casa de vegetação, por um mês. Após este período, as mudas foram levadas ao campo e os experimentos foram implantados. O experimento realizado na área 1, sendo implantado em julho de 2005 e com coletas feitas no período de 25/08/2005 à 30/03/2006. Nesta área, foram utilizadas três linhas de 15 metros de couve, totalizando 89 plantas. Na área 1, foi possível manter o cultivo por oito meses, devido a redução do stand, em função da morte das plantas por ataque de pragas e doenças. O experimento da área 2 foi implantado em setembro de 2006 e foram feitas coletas no período compreendido entre 04/10/2006 e 29/01/2008, sendo cultivadas 75 plantas de couve. O campo experimental foi constituído de 3 linhas contendo 25 plantas cada uma. Para manter o cultivo na área 2 por um período de tempo superior ao obtido na área 1, as plantas mortas foram substituídas por novas mudas. Na medida em que as plantas foram morrendo, novas mudas foram plantadas para garantir o stand. Para a substituição das plantas mortas, foram plantadas 17, 24 e 16 mudas nos dias 05/03/2007, 13/04/2007 e 26/06/2007, respectivamente.

Nas duas áreas foi utilizado espaçamento de 1 metro entre linhas e 0,5 metros entre plantas. Foi utilizada somente adubação orgânica (10 kg de esterco de curral por

metro linear) e não foram utilizados inseticidas durante a condução do experimento. Semanalmente, foi realizada a desbrota nas plantas, arrancando-se manualmente os brotos laterais. Foi realizada irrigação por aspersão, diariamente, visando encharcar o solo além da capacidade de campo, a fim de garantir que o efeito da falta de água não fosse limitante para o desenvolvimento da cultura e interferisse na qualidade da planta como alimento para os pulgões na época seca.

Na região sudeste do Brasil, onde o trabalho foi conduzido, o período de temperatura e precipitação mais elevadas compreende os meses de setembro a março (primavera e verão) (IBGE, 2010). Com isso, foi possível fazer avaliações das populações dos afídeos no período quente e chuvoso em três anos consecutivos, já que o trabalho visou, principalmente, a avaliação dos efeitos de altas temperaturas e da precipitação na população dos pulgões.

Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Meteorológica da Fazenda do Glória, situada a cerca de 500 metros do local onde o experimento foi instalado. Para as análises, foram consideradas a média diária da temperatura média (°C) e a precipitação acumulada (mm), ambos no período de sete dias anteriores a coleta.

3.2 Coleta, identificação e quantificação de insetos

Para a quantificação da população de pulgões, foram realizadas coletas semanais. Na área 1, foram obtidas 32 coletas e, na área 2, foram realizadas 69 coletas. Em cada coleta foi sorteada uma planta de cada linha de cultivo, totalizando três (3) plantas por coleta. De cada planta foram retiradas três (3) folhas, de regiões distintas na planta, sendo uma apical, uma mediana e uma inferior. Para a diferenciação entre folhas apicais, medianas e inferiores, foram consideradas folhas apicais aquelas no início do desenvolvimento, com conformação ereta, ainda em expansão; folhas medianas,

totalmente expandidas, mas ainda não senescentes; e folhas inferiores, que já estavam no início da senescência. Só foram realizadas coletas em plantas que estavam a pelo menos um (1) mês no campo. Este período de tempo foi considerado suficiente para permitir a colonização das plantas pelos pulgões. Para evitar que fossem coletadas várias folhas de uma mesma planta em coletas sucessivas, a posição no stand das plantas sorteadas para a coleta foi anotada e estas só voltaram a fazer parte do sorteio um mês após. Este procedimento visou evitar a morte das plantas devido às injúrias causadas pelo corte das folhas, além de garantir a distribuição mais uniforme das plantas avaliadas em todo o stand.

As folhas foram levadas ao laboratório em caixas plásticas, onde foi avaliado o número total de pulgões vivos (sadios) e mumificados (parasitados) de cada espécie em toda a folha. As contagens foram feitas com auxílio de microscópios estereoscópicos. A diferenciação entre as três espécies avaliadas foi feita por meio das características morfológicas dos pulgões, como tipo de fronte, tamanho do sifúnculo, tamanho da antena, coloração do corpo, características de deposição de cera de cada espécie de pulgão e a presença e posição das franjas abdominais nos alados (PEÑA-MARTINEZ, 2002; BLACKMAN; EASTOP, 2000). Os pulgões, após a mumificação, mantêm várias características morfológicas dos pulgões vivos, o que permite a sua identificação (BUENO; SAMPAIO, 2009). Essas características foram utilizadas para a identificação dos pulgões mumificados em microscópio estereoscópico. Após a identificação da espécie do pulgão parasitado, as múmias foram retiradas das folhas e individualizadas em tubos “eppendorf”, onde permaneceram por até um mês, para a emergência dos parasitóides e hiperparasitóides.

Foi realizada a identificação dos parasitóides (Braconidae e Aphelinidae) e dos hiperparasitóides das famílias Pteromalidae e Megaspilidae emergidos. Já os outros

grupos taxonômicos, foram separados por família e identificados por especialistas. Os hiperparasitóides das famílias Eulophidae e Encyrtidae foram identificados pelo Dr. Ayres de Oliveira Menezes-Junior, da Universidade Estadual de Londrina. Já os hiperparasitóides da família Figitidae, foram identificados pelo Dr. Juli Pujadi-Villar, da Universidade de Barcelona – Espanha. Devido ao grande número de Figitidae obtidos, foi identificada uma amostra de 772 indivíduos, emergidos de todas as espécies de hospedeiros e em diferentes épocas, visando abranger o maior número de coletas possível.

3.3 Análises dos dados

Os dados foram analisados por modelos lineares (1), (2) e (3) fixos, por REML (*Restricted Maximum Likelihood Methods*, ou métodos de máxima verossimilhança restrita). No entanto, no modelo (3), para alguns dados, foi utilizada a aproximação de LaPlace RAM (REML, LaPlace RAM são os métodos utilizados nos parâmetros para estimar os modelos, ver a seguir para mais detalhes). Os modelos lineares fixos foram utilizados em formato NESTED, que é a melhor forma de estimar uma análise estatística quando se tem vários fatores envolvidos na análise (como neste trabalho, posição da folha, espécie de pulgão, época de coleta, fatores abióticos e fatores bióticos), pois, estes fatores podem apresentar alta variabilidade, o que torna uma análise em métodos simples (ANOVA, por exemplo) não confiável. Portanto, modelos lineares fixos são utilizados para amenizar a alta variabilidade dos dados (além disso, alguns dados analisados, como três folhas de uma mesma planta, coletadas no mesmo dia, não são independentes, assim, o modelo linear auxilia nesta análise), por isso foi escolhido para análise dos dados neste estudo. Para formar os modelos, as populações de afídeos nas folhas superiores foram comparadas com àquela das folhas medianas e

inferiores. Os modelos foram utilizados para, simultaneamente, analisar os efeitos de tipo da folha (superiores, medianas e inferiores), taxa de parasitismo e abundância de hiperparasitóides, além das variações climáticas na densidade das três espécies de pulgões durante as 101 semanas de avaliação. A interação entre temperaturas médias e precipitação pluviométrica acumulada (sete dias) foi incluída na análise como fatores fixos. O período de amostragem também foi incluído como um efeito aleatório, devido ao fato de que as amostras colhidas no mesmo momento não são independentes (como já explicado anteriormente). Os valores de abundância de pulgões foram transformados em $\log(x+0,001)$.

Dentre os modelos utilizados, os modelos (1) e (2) utilizaram a influência da posição da folha, influência do parasitismo (primário ou secundário), temperatura média e a precipitação na abundância das três espécies de pulgões. É possível reconhecer os pulgões parasitados por Braconidae pelo tipo de múmia formada, então a proporção de pulgões mumificados por Braconidae em função do número total de pulgões foi utilizado para estimar o parasitismo. Já para hiperparasitóides, é preciso esperar a emergência e a identificação dos insetos emergidos. Desta forma, o modelo (1) utilizou a abundância dos parasitóides secundários emergidos e o modelo (2) a porcentagem de parasitismo por Braconidae:

$$\log(PGT + 0,001) = (Folha + PG.PAR + Aver.temp * PPT) + (1 | temps) \quad (1) \text{ e } (2)$$

Em que:

PGT = número total de indivíduos (mumificados e sadios) da espécie de pulgão.

Folha = posição da folha na planta (superior, mediana ou inferior)

PG.PAR = abundância de hiperparasitóides emergidos no modelo (1) e porcentagem de parasitismo no modelo (2) da espécie de pulgão.

Aver.temp = temperatura média

PPT = precipitação pluviométrica

temps = período de amostragem

Já o modelo (3) utilizou a influência da espécie de pulgão, posição da folha, temperatura média e a precipitação na porcentagem de parasitismo de Braconidade em cada espécie de pulgão. O modelo (3) utilizou a taxa de parasitismo em modelo linear fixo por REML, para *B. brassicae*, e por aproximação de LaPlace, para *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*:

$$\log(PG.PR + 0.001) = (Folha + Aver.temp * PPT) + (1 | temps) \quad (3)$$

Em que:

PG.PR = taxa de parasitismo sobre a espécie de pulgão.

Folha = posição da folha na planta (superior, mediana ou inferior)

Aver.temp = temperatura média

PPT = precipitação pluviométrica

temps = período de amostragem

A metodologia para a comparação entre espécies e a verificação da espécie mais abundante foi também baseada em modelo linear fixo por REML, em contraste AD-HOC, considerando o modelo NESTED. Este modelo foi avaliado com base em funções para a formação de contrastes, de acordo com o programa REML, em que são

utilizadas matrizes de contraste para uso na análise dos fatores de abundância de pulgões. Assim sendo, as matrizes auxiliam na montagem de modelos de análise de variância e regressão. A fórmula utilizada no modelo foi:

$$count = folha + specie - 1 + (1 | temps)$$

Em que:

count = contagem de pulgões

folha = posição da folha na planta (superior, mediana ou inferior)

specie = espécie do pulgão

temps = período de amostragem

As premissas de linearidade, normalidade e homogeneidade das variâncias foram avaliadas por meio dos residuais. Todas as análises foram realizadas em R 2.11 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008). Já o library lme4 (pacote utilizado no programa R 2.11) (BATES et al., 2008) foi utilizado para determinar a significância dos dados, utilizando os métodos de Markov Chain Monte Carlo. O método de Simulação de Monte Carlo é um método de simulação estocástica que investiga as distribuições aleatórias de várias estatísticas e determina os efeitos de violar suposições subjacentes sobre as distribuições. Este método envolve avaliar o mesmo modelo centenas ou milhares de vezes, gerando, a cada vez, um número aleatório para cada parâmetro descrito como uma distribuição. Cada avaliação calcula um valor diferente para cada resultado do modelo. Após diversas execuções, estes resultados podem ser organizados em histogramas de frequência, que são representações gráficas do número de vezes que cada valor foi resultante em uma simulação. Normalizado, o histograma pode ser visto como a função de distribuição de probabilidade dos resultados do modelo (FISHMAN, 1996).

4 RESULTADOS

4.1 Avaliação dos modelos

Os residuais dos modelos (1) e (2) seguiram a distribuição normal (normalidade). Dentre os modelos testados, o modelo (1), o qual utilizou a abundância de hiperparasitóides, foi o que melhor se adequou aos dados coletados (Tabela 1).

Tabela 1. Efeitos do tipo de folha (m = mediana e i = inferior), abundância de parasitóides secundários ou hiperparasitóides (Ab.HP), temperatura média (T.M), precipitação pluviométrica (P.P), interação temperatura média e precipitação pluviométrica (T.M x P.P) na abundância de *B. brassicae* (Bb.Ab), *L. pseudobrassicae* (Lp.Ab) e *M. persicae* (Mp.Ab). Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

Modelo 1	Bb. Ab	Le. Ab	Mp. Ab
Folha m	0,160 ^{ns}	1,883***	1,248***
Folha i	-0,130 ^{ns}	2,811***	1,407***
Ab.HP	0,009***	0,081***	0,283 ***
T.M	0,849***	0,015 ^{ns}	0,249**
P.P	0,205 **	0,088 ^{ns}	0,052 ^{ns}
T.M x P.P	-0,010**	-0,004 ^{ns}	-0,002 ^{ns}

* p > 0,05; ** p > 0,01; *** p > 0,001; ns = não significativo

No modelo (2), houve alta variabilidade e dispersão dos resultados, assim sendo, os resultados de abundância, distribuição na planta e influência dos fatores climáticos sobre a população das três espécies de pulgões foram baseados no modelo (1). Contudo, os resultados da influência do parasitismo nas populações dos pulgões foram baseados no modelo (2), único a testar este fator (Tabela 2).

Tabela 2. Efeitos do tipo de folha (m = mediana e i = inferior), taxa de parasitismo (Ab.TP), temperatura média (T.M), precipitação pluviométrica (P.P), interação temperatura média e precipitação pluviométrica (T.M x P.P) na abundância de *B. brassicae* (Bb.Ab), *L. pseudobrassicae* (Lp.Ab) e *M. persicae* (Mp.Ab). Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

Modelo 2	Bb. Ab	Le. Ab	Mp. Ab
Folha m	0,219 ^{ns}	1,899***	1,390***
Folha i	-0,151 ^{ns}	2,900***	1,841***
Ab.TP	0,023*	0,062 ^{ns}	0,008 ^{ns}
T.M	0,938***	0,007 ^{ns}	0,342***
P.P	0,216**	0,095 ^{ns}	0,094*
T.M x P.P	-0,010**	-0,005 ^{ns}	-0,004*

* p > 0,05; ** p > 0,01; *** p > 0,001; ns = não significativo

No modelo (3), o qual avaliou a influência dos fatores climáticos sobre o parasitismo, os residuais de *B. brassicae* seguiram a distribuição normal (normalidade). Já para *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*, a taxa de parasitismo seguiu a distribuição de Poisson, devido à alta variabilidade e dispersão dos dados obtidos. Neste caso, as pressuposições dos modelos lineares não foram validadas, ou seja, não seguiram a normalidade. Portanto, para este modelo, foi utilizada a distribuição de Poisson com função de ligação de identidade, pois este método é recomendado para casos em que as pressuposições não são aceitas (KAMOGAWA, 2009) (Tabela 3).

Tabela 3. Efeitos do tipo de folha (m = mediana e i = inferior), temperatura média (T.M), precipitação pluviométrica (P.P), interação temperatura média e precipitação pluviométrica (T.M x P.P) na taxa de parasitismo de *B. brassicae* (Bb.PR), *L. pseudobrassicae* (Lp.PR) e *M. persicae* (Mp.PR). Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

Modelo 3	Bb. PR	Le. PR	Mp. PR
Folha m	0,437 ^{ns}	3,948***	1,216***
Folha i	1,441*	5,068***	2,232***
T.M	1,089***	0,329 ^{ns}	0,688**
P.P	0,543***	0,392**	0,433**
T.M x P.P	-0,024***	-0,017**	-0,019**

* p > 0,05; ** p > 0,01; *** p > 0,001; ns = não significativo

4.2 Abundância de pulgões

A flutuação populacional foi diferente para as três espécies de pulgões. Foi possível notar que os surtos populacionais foram mais altos para *B. brassicae*, intermediários para *L. pseudobrassicae* e mais baixos para *M. persicae*. Foram observados quatro surtos populacionais de *B. brassicae* em todo o período de coleta (o primeiro com 20.389 pulgões, o segundo com 2.277, o terceiro com 44.771 e o quarto com 9.754) (Figura 1). Para *L. pseudobrassicae*, foram encontrados seis surtos populacionais (o primeiro com 9.418 pulgões, o segundo com 11.749, o terceiro com 10.595, o quarto com 8.846, o quinto com 4.357 pulgões e o último com 5.057 pulgões) (Figuras 2). Já para *M. persicae*, foram encontrados quatro surtos (o primeiro com 1.092 pulgões, o segundo com 1.731, o terceiro com 595 e o quarto com 1.102 pulgões) (Figuras 3).

Comparando-se a população das três espécies de pulgões, a de *B. brassicae* foi maior que a de *L. pseudobrassicae* (-495 ± 138 indivíduos de *L. pseudobrassicae* do que de *B. brassicae*; $t = -3,58$; $p < 0,001$) e de *M. persicae* (-957 ± 138 indivíduos de *M. persicae* do que de *B. brassicae*; $t = -6,93$; $p < 0,001$). Já *L. pseudobrassicae* apresentou população maior que de *M. persicae* (462 ± 138 indivíduos de *L. pseudobrassicae* do que de *M. persicae*; $t = 3,35$; $p < 0,001$) (Tabela 4).

Tabela 4. Abundância das três espécies de pulgão em couve, *B. brassicae* (Bb), *L. pseudobrassicae* (Lp) e *M. persicae* (Mp). Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

Comparativos	Estimativa	Erro Padrão	t	P
LP x Bb	-494,5083	138,042	-3,582303	3,405783e-04***
Mp x Bb	-957,0528	138,042	-6,933056	4,118483e-12***
Lp x Mp	462,5446	138,042	3,350753	8,059227e-04***

*** $p > 0,001$

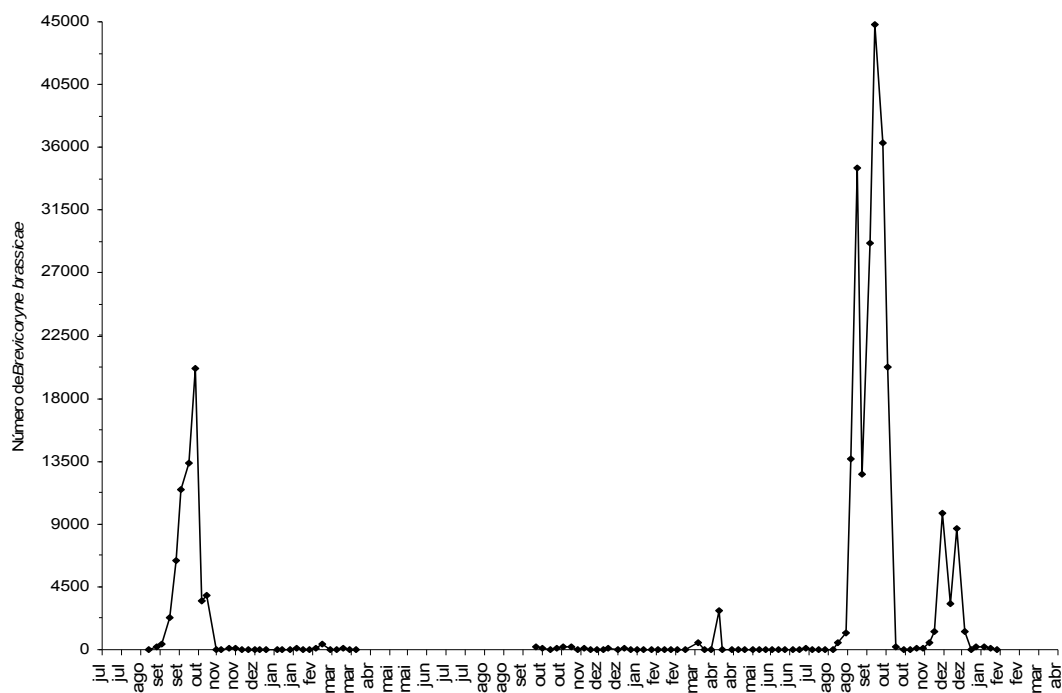


Figura 1. Flutuação populacional semanal de *Brevicoryne brassicae*. Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

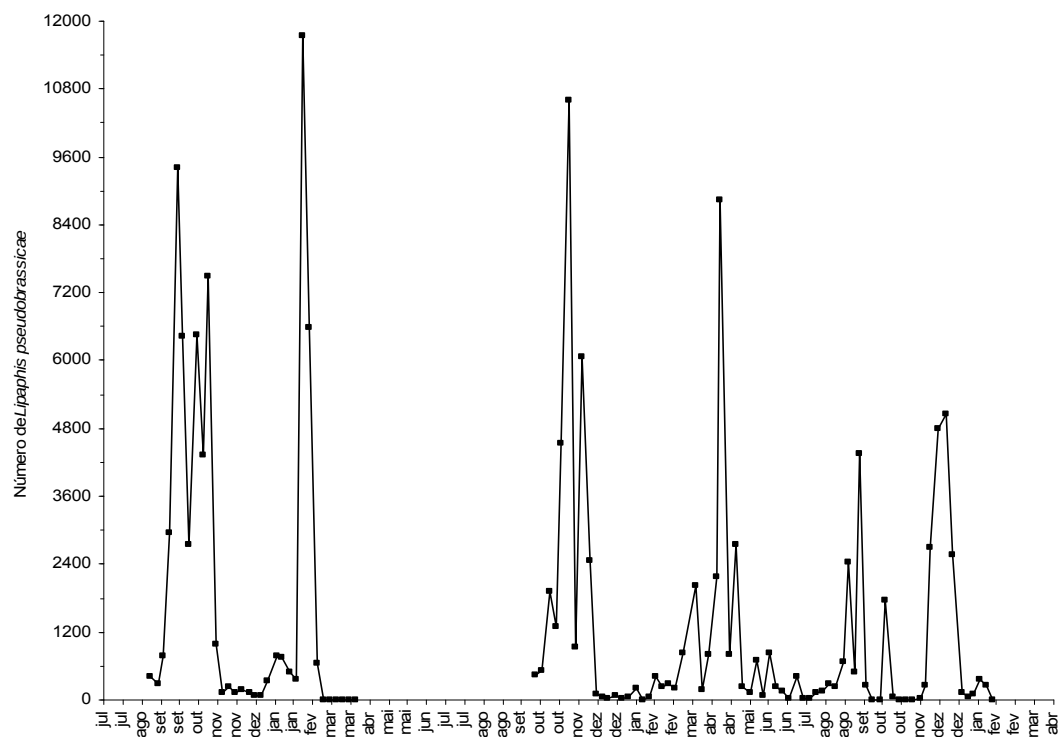


Figura 2. Flutuação populacional semanal de *Lipaphis pseudobrassicae*. Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

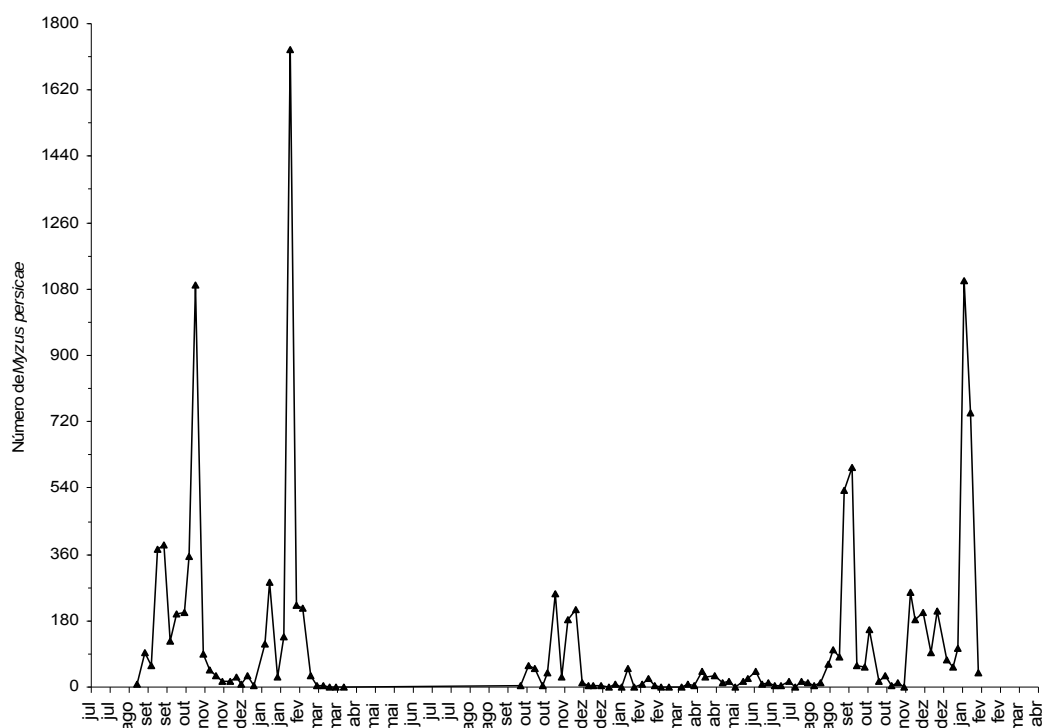


Figura 3. Flutuação populacional semanal de *Myzus persicae*. Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

4.3 Distribuição dos pulgões na planta

Quanto à distribuição na planta, de acordo com o modelo 1 (Tabela 1), a diferença populacional de *B. brassicae* não foi significativa entre a folha superior e mediana (média $\pm$ erro padrão: $0,160 \pm 0,188$; $t=0,848$; $p>0,05$) e entre a folha superior e inferior (média $\pm$ erro padrão: $-0,130 \pm 0,190$; $t=-0,681$; $p>0,05$) (Tabela 1), indicando uma distribuição homogênea no dossel (Figura 4). Já para *L. pseudobrassicae*, houve diferença significativa entre a folha superior e folha mediana (média $\pm$ erro padrão: $1,883 \pm 0,19$; $t = 9,855$; $p<0,001$) e entre a folha superior e a folha inferior (média $\pm$ erro padrão: $2,811 \pm 0,19$; $t = 14,231$; $p<0,001$) (Tabela 1), indicando uma distribuição maior de indivíduos desta espécie nas folhas medianas e inferiores do que nas superiores (Figura 5). Resultado similar foi encontrado para *M. persicae*, em que houve diferença significativa entre a folha superior e folha mediana (média $\pm$ erro padrão:

$1,248 \pm 0,14$; $t = 8,638$; $p < 0,001$) e entre a folha superior e a folha inferior (média $\pm$ erro padrão: $1,407 \pm 0,15$; $t = 9,057$; $p < 0,001$) (Tabela 1) (Figura 6)

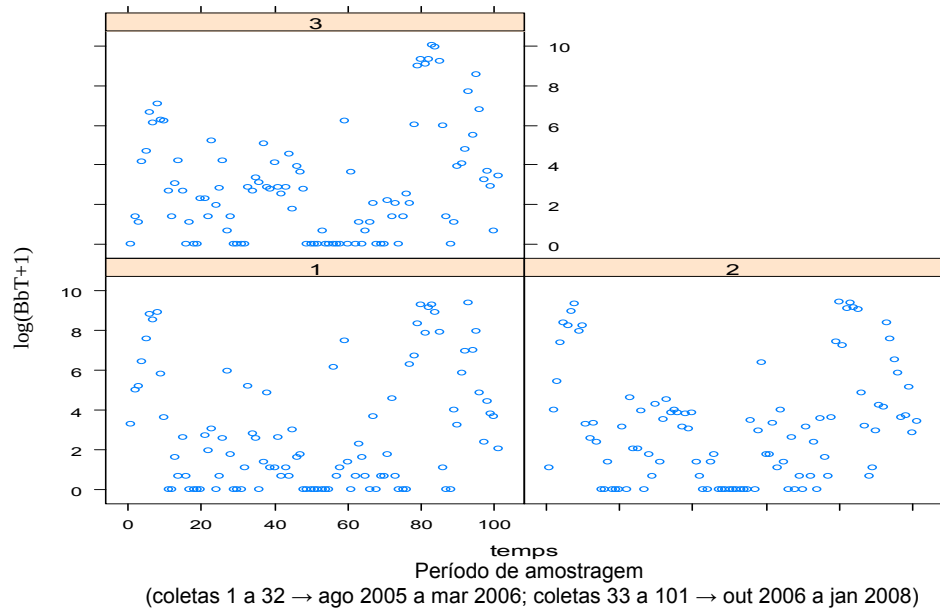


Figura 4. Distribuição de *B. brassicae* na planta de couve (1= folha superior, 2= folha mediana e 3= folha inferior). Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

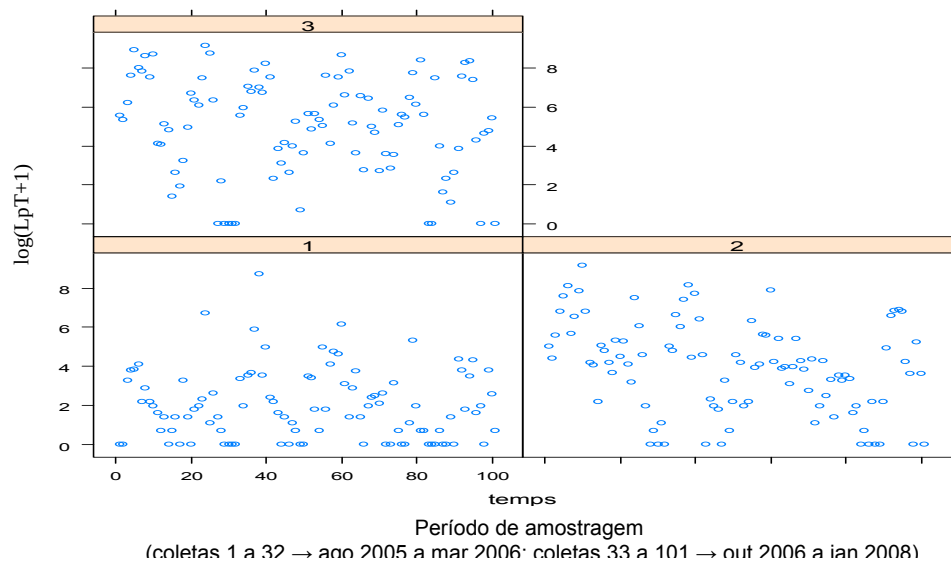


Figura 5. Distribuição de *L. pseudobrassicae* na planta de couve (1= folha superior, 2= folha mediana e 3= folha inferior). Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

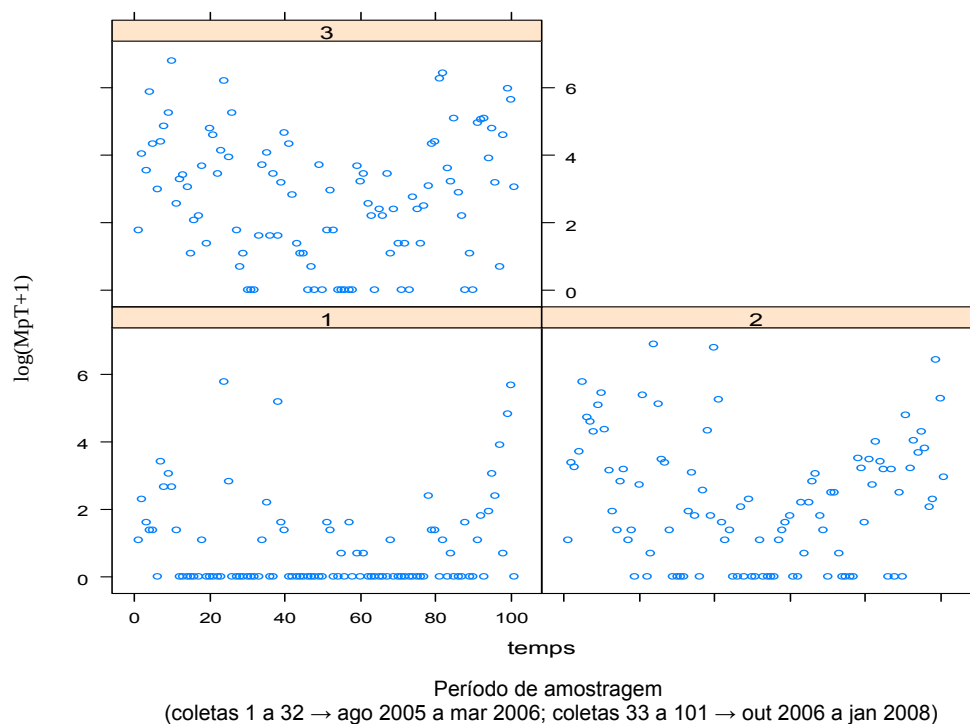


Figura 6. Distribuição de *M. persicae* na planta de couve (1= folha superior, 2= folha mediana e 3= folha inferior). Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

4.4 Fatores climáticos

Durante o período de amostragem, as condições climáticas seguiram um padrão típico para a região Sudeste do Brasil, com início das chuvas entre agosto e setembro e prolongando-se até março ou abril (primavera e verão). Neste período, foram encontradas as temperaturas mais elevadas (Figura 7). Um ponto comum das populações das três espécies de pulgões foi a ocorrência de altas populações entre setembro e novembro (primavera), no início do período chuvoso (Figuras 1, 2 e 3).

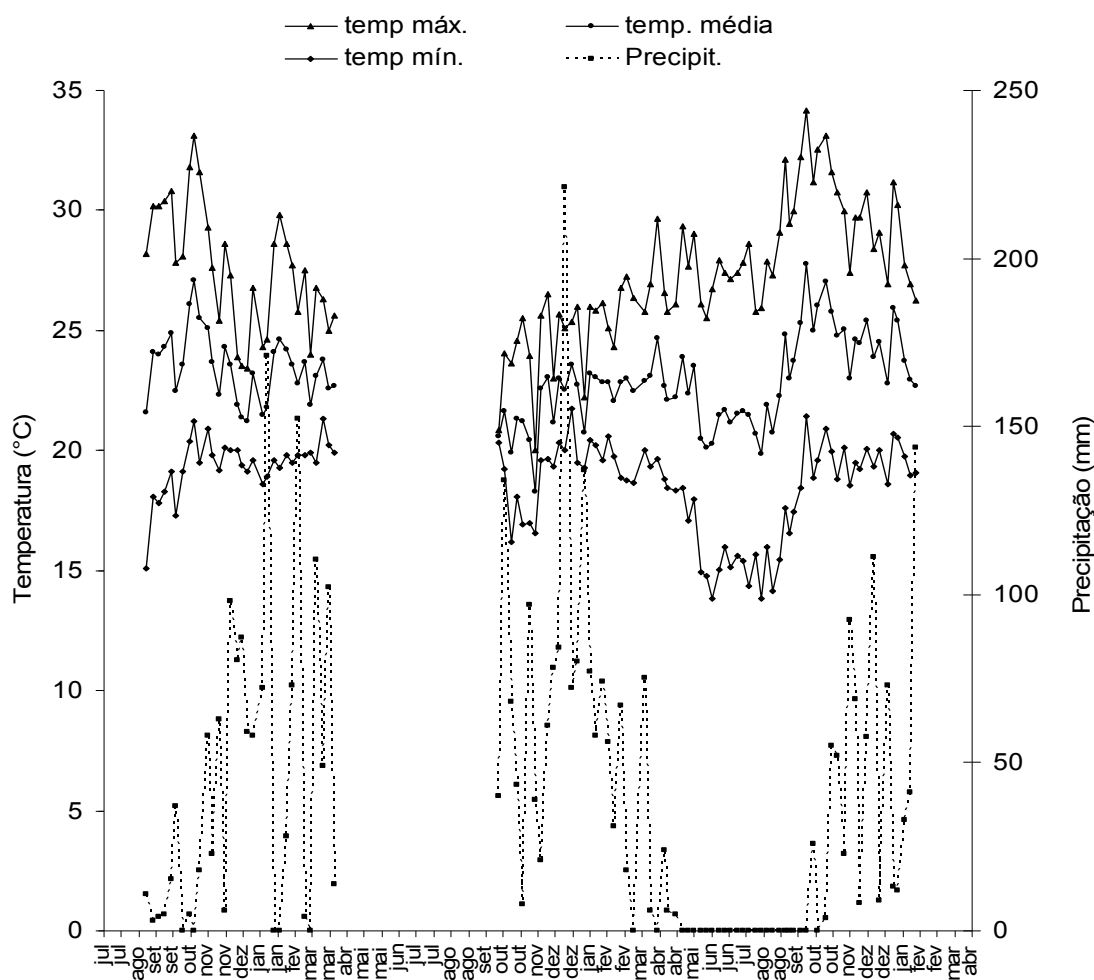


Figura 7. Dados climáticos. Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

Quando analisado os fatores climáticos, houve interação para a temperatura média e precipitação para *B. brassicae*. Desta forma, quando esses fatores climáticos foram analisados em conjunto, a correlação foi negativa e significativa para *B. brassicae* (média $\pm$ erro padrão: $-0,010 \pm 0,004$; $t = -2,345$; $p < 0,01$). Portanto, com o aumento simultâneo da precipitação e da temperatura, a população de *B. brassicae* diminui.

Para *L. pseudobrassicae*, não houve interação significativa entre os fatores climáticos avaliados (média $\pm$ erro padrão: $-0,004 \pm 0,003$; $t = -1,237$; $p > 0,05$) e nem correlação entre esses fatores e a população do pulgão (temperatura média - média $\pm$ erro padrão: $0,015 \pm 0,132$; $t = 0,116$; $p > 0,05$, e precipitação - média $\pm$ erro padrão:

0,09 $\pm$ 0,08; $t = 1,13$; $p > 0,05$). Já para *M. persicae*, houve correlação positiva e significativa para temperatura média (média $\pm$ erro padrão: 0,249 $\pm$ 0,08; $t = 2,830$; $p < 0,01$). No entanto, para a precipitação, não houve correlação significativa (média $\pm$ erro padrão: 0,051 $\pm$ 0,051; $t = 0,996$; $p > 0,05$), nem para a combinação de temperatura média e precipitação pluviométrica (média $\pm$ erro padrão: -0,002 $\pm$ 0,002; $t = -1,015$; $p > 0,05$).

4.5 Parasitismo primário e secundário

Foram encontradas duas espécies de parasitóides primários: *D. rapae* e *Aphelinus* sp., e os hiperparasitóides: *A. fuscicornis* (Figitidae), *Syrphophagus aphidivorus*, *Syrphophagus* sp. (Encyrtidae), *Pachyneuron* (Pteromalidae), *Dendrocerus* (Megaspilidae) e *Tetrastichus* sp. (Eulophidae). Para os gêneros *Pachyneuron* e *Dendrocerus*, não foi possível determinar o número de morfoespécies (Tabela 5).

A abundância relativa dos hiperparasitóides (84,24 a 91,35%) emergidos das múmias das três espécies de pulgões foi superior a dos parasitóides primários (8,65 a 15,75%). O parasitóide *D. rapae* foi a espécie mais abundante (475 indivíduos), emergindo 389 indivíduos de múmias de *B. brassicae*, 40 indivíduos de *L. pseudobrassicae* e 46 indivíduos de *M. persicae* (Tabela 5). *A. fuscicornis* foi o hiperparasitóide mais abundante, emergido de múmias de *B. brassicae* (3.267 indivíduos). Já para múmias de *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*, além de *A. fuscicornis* (133 e 111 indivíduos, respectivamente para *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*), espécies do gênero *Syrphophagus* também apresentaram grande número de indivíduos emergidos (97 e 99 indivíduos, respectivamente para *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*) (Tabela 5).

Tabela 5. Abundância relativa (número) dos parasitóides e hiperparasitóides (Hymenoptera) emergidos de pulgões mumificados das espécies *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*. Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

Hymenoptera emergido		Espécie de pulgão hospedeiro		
		<i>B. brassicae</i>	<i>L. pseudobrassicae</i>	<i>M. persicae</i>
Parasitóides	<i>Aphelinus</i> sp.	0,04% (2)	0,33% (1)	0% (0)
	<i>Diaeretiella rapae</i>	8,61% (389)	13,16% (40)	15,75% (46)
	Total de parasitóides	8,65% (391)	13,49 (41)	15,75% (46)
Hiperparasitóides	<i>Alloxysta fusicornis</i>	72,30% (3.267)	43,75% (133)	38,01% (111)
	<i>Syrphophagus</i> spp.	16,20% (732)	31,91% (97)	33,90% (99)
	<i>Pachyneuron</i>	2,79% (126)	10,53% (32)	11,99% (35)
	<i>Tetrastichus</i> sp.	0,02% (1)	0% (0)	0% (0)
	<i>Dendrocerus</i>	0,04% (2)	0,33% (1)	0,34% (1)
	Total de hiperparasitóides	91,35% (4.128)	86,52% (263)	84,24% (246)

Os hiperparasitóides do gênero *Pachyneuron* representaram, no máximo, 11,99% dos insetos emergidos e a abundância dos parasitóides do gênero *Aphelinus* e hiperparasitóides *Dendrocerus* e *Tetrastichus* sp. foram baixas, com a emergência esporádica de alguns indivíduos (Tabela 1).

A porcentagem de parasitismo por Braconidae foi superior em *B. brassicae* (média $\pm$ erro padrão: 16,2 $\pm$ 2,28%; parasitismo máximo de 87,5%), apresentando níveis de parasitismo iguais ou superiores a 50% em pelo menos 10 coletas (Figura 8). Já em *L. pseudobrassicae*, o parasitismo foi o mais baixo (média $\pm$ erro padrão: 0,8 $\pm$ 0,19; parasitismo máximo de 11,1%), tendo sido superior a 6% em apenas três coletas (Figura

9). Já em *M. persicae*, o parasitismo foi intermediário (média $\pm$ erro padrão: $8,5 \pm 1,44\%$; máximo de 72,2%), com parasitismo superior a 30% em oito coletas (Figura 10).

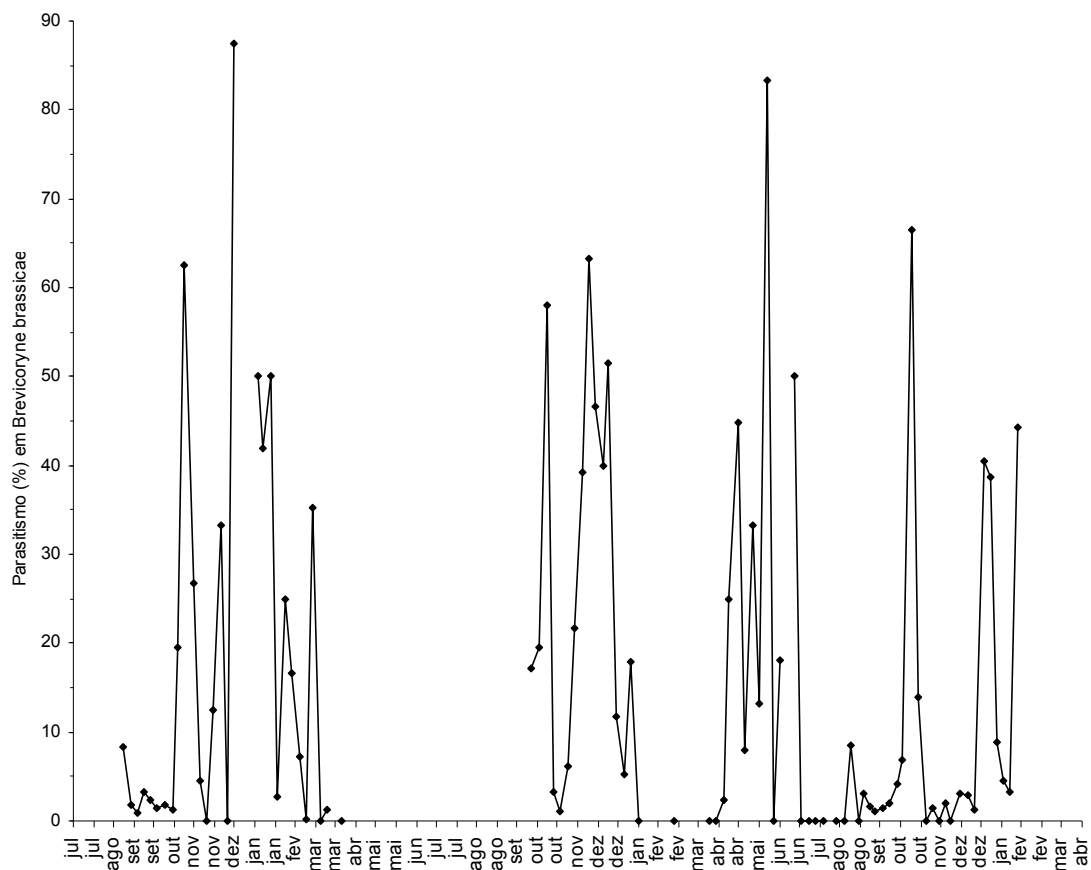


Figura 8. Parasitismo semanal por Braconidae em *Brevicoryne brassicae*. Uberlândia MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

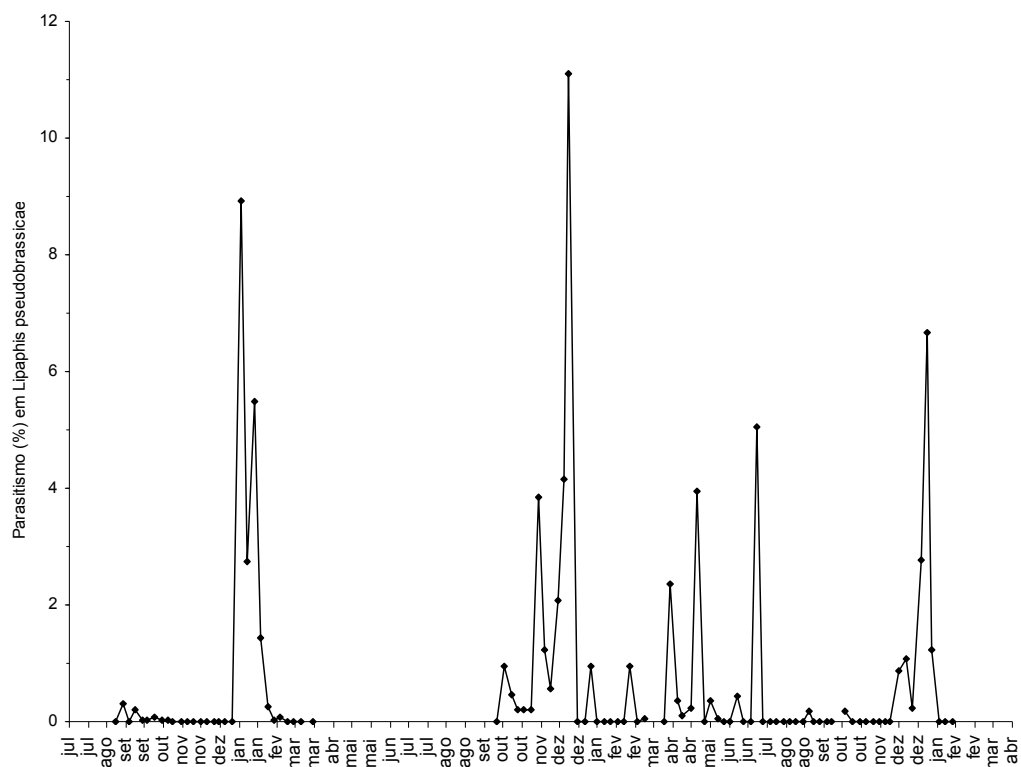


Figura 9. Parasitismo semanal por Braconidae em *Lipaphis pseudobrassiccae*. Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

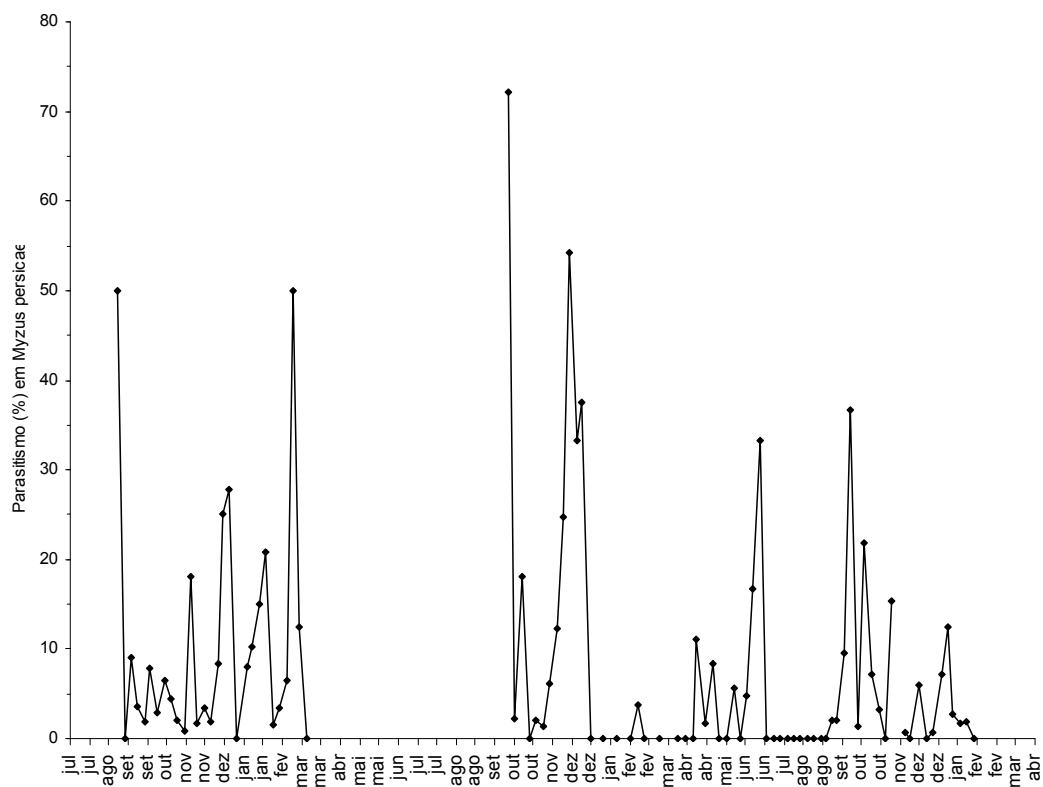


Figura 10. Parasitismo semanal por Braconidae em *Myzus persicae*. Uberlândia-MG, agosto de 2005 a março de 2006 e outubro de 2006 a janeiro de 2008.

A relação entre a porcentagem de parasitismo por Braconidae em *B. brassicae* e a população dessa espécie de pulgão, de acordo com o modelo 2 (Tabela 2), foi significativa e positiva (média $\pm$ erro padrão: $0,023 \pm 0,007$; $t = 3,076$; $p < 0,01$), indicando aumento da população do parasitóide com o aumento da população de *B. brassicae*. Já para *L. pseudobrassicae* (média $\pm$ erro padrão: $0,062 \pm 0,034$; $t = 1,812$; $p > 0,05$) e *M. persicae* (média $\pm$ erro padrão: $0,008 \pm 0,008$; $t = 0,979$; $p > 0,05$), esta relação não foi significativa (Tabela 2).

Em se tratando da abundância de hiperparasitóides e da densidade populacional dos pulgões, de acordo com o modelo 1 (Tabela 1), a relação foi positiva e significativa para *B. brassicae* (média $\pm$ erro padrão: $0,009 \pm 0,002$; $t = 3,896$; $p < 0,001$), *L. pseudobrassicae* (média $\pm$ erro padrão: $0,081 \pm 0,02$; $t = 3,235$; $p < 0,001$) e *M. persicae* (média $\pm$ erro padrão: $0,283 \pm 0,034$; $t = 8,214$; $p < 0,001$) (Tabela 1), indicando que quanto maior a população destes pulgões, maior a abundância dos hiperparasitóides.

Em relação à influência dos fatores climáticos no parasitismo mostrados no modelo 3 (Tabela 3), houve interação significativa entre os fatores climáticos avaliados e o parasitismo por Braconidae. A avaliação conjunta da precipitação pluviométrica e da temperatura média apresentou relação negativa e significativa para as três espécies de pulgões (média $\pm$ erro padrão: $-0,0211 \pm 0,006$, $t = -3,388$; $p < 0,001$; média $\pm$ erro padrão: $-0,017 \pm 0,006$, $z = -2,646$; $p < 0,01$; média $\pm$ erro padrão: $-0,019 \pm 0,005$; $z = -3,37$; $p < 0,01$ respectivamente para *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*) (Tabela 3). Assim, quando se aumentou os dois fatores abióticos juntos, a taxa de parasitismo diminuiu para as três espécies de pulgões.

5 DISCUSSÃO

A densidade populacional dos pulgões foi utilizada como um indicativo de seu potencial de causar danos econômicos na cultura da couve. Assim, as espécies pragas principais em couve na região de estudo são *B. brassicae* e *L. pseudobrassicae*. Já *M. persicae* apresentou importância secundária, devido aos seus níveis populacionais terem sido mais baixos que as duas outras espécies de pulgões. No Brasil, *B. brassicae* tem sido apontado como a principal espécie de pulgão praga em brássicas, no entanto, *L. pseudobrassicae* não tem recebido a devida atenção, já que, muitas vezes, nem é mencionado. Já para *M. persicae*, nossos resultados corroboram com sua importância como praga secundária de couve (SALGADO, 1983; GALLO et al., 2002).

Foi observado que *B. brassicae* foi a única espécie em que o número de pulgões encontrados na região apical foi semelhante àquela nas regiões medianas e inferiores da planta. Tanto *L. pseudobrassicae*, como *M. persicae* apresentaram populações maiores nas regiões mediana e inferior das plantas de couve. Esses resultados corroboram, em parte, com os de Cividanes e Souza (2004), os quais concluíram que *B. brassicae* utiliza preferencialmente a parte superior e *M. persicae* e *L. pseudobrassicae* as folhas medianas e inferiores das plantas de brássicas, respectivamente. No entanto, segundo Otake (1957), a população de *B. brassicae* inicia-se nas folhas apicais e, com o aumento populacional, passa a explorar toda a planta. Este fato também foi observado no presente trabalho, com o ataque de *B. brassicae* frequentemente iniciando nas folhas apicais das plantas de couve.

A precipitação só teve efeito na população de *B. brassicae*. Foi possível observar que o aumento simultâneo da precipitação e da temperatura influenciou negativamente a população de *B. brassicae*, promovendo a redução populacional desta espécie de

pulgão. Na primavera e no verão, ocorreram chuvas torrenciais com temperaturas elevadas, o que é o comum para a região de estudo. Nesta época, foi possível observar a queda brusca na população de *B. brassicae*. Outros autores encontraram redução da população de *B. brassicae*, com o aumento da precipitação (HUGHES, 1962; CIVIDANES; SANTOS, 2003; LEITE et al., 2005).

Contudo, foi possível comprovar o efeito da precipitação na redução populacional da espécie que coloniza a parte superior da planta (*B. brassicae*). O efeito mecânico das chuvas é proposto como um importante fator na redução populacional dos pulgões (LÁZZARI, 1985; MENDES et al., 2000; PINTO et al., 2000; CIVIDANES, 2002b) e este fato é indicado para aquelas espécies que utilizam as folhas apicais da planta (PINTO et al., 2000). A posição ereta das folhas apicais faz com que apresentem pouca proteção aos pulgões. Já as folhas medianas e inferiores, devido ao seu posicionamento mais paralelo ao solo, podem servir como uma barreira às precipitações mais intensas, evitando o choque mecânico com os pulgões. Desta forma, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* teriam uma proteção adicional às chuvas torrenciais, a qual *B. brassicae* não teria ao colonizar as folhas apicais.

O aumento na temperatura, em conjunto com a precipitação, foi desfavorável ao crescimento populacional de *B. brassicae*. No entanto, foi favorável para *M. persicae* e não teve efeito significativo sobre *L. pseudobrassicae*. Diferentes espécies de afídeos respondem de maneira diferente à variação de temperatura. O pulgão *A. gossypii* apresenta grande tolerância à temperaturas extremas, que vão desde 4°C (BUENO et al., 2004) até 30°C (VAN STEENIS; EL-KAWASS, 1995; SOGLIA et al., 2002). Estudos de laboratório relacionados à biologia de afídeos que atacam brássicas, utilizando temperaturas constantes, indicaram a maior tolerância de *L. pseudobrassicae* (LIU; MENG, 2000; GODOY; CIVIDANES, 2002) do que *M. persicae* (LIU; MENG, 1999;

CIVIDANES; SOUZA, 2003; KANEGAE; LOMÔNACO, 2003) e *B. brassicae* (CIVIDANES, 2003) à temperaturas mais elevadas. Por exemplo, em temperatura constante de 30°C, não houve desenvolvimento do afídeo *M. persicae* (CIVIDANES; SOUZA, 2003; KANEGAE; LOMÔNACO, 2003). Já para *B. brassicae*, nesta mesma temperatura, houve diminuição da velocidade de desenvolvimento, indicando que a temperatura 30°C é suficiente para causar efeitos negativos na biologia do inseto (CIVIDANES, 2003). Já *L. pseudobrassicae*, apesar de apresentar menor fecundidade e longevidade, conseguiu se desenvolver sem diminuição da velocidade de desenvolvimento nesta temperatura (GODOY; CIVIDANES, 2002), indicando que *L. pseudobrassicae* foi a espécie que apresentou a maior tolerância à temperaturas elevadas.

O esperado seria que a maior tolerância à temperatura de *L. pseudobrassicae* favorecesse seu desenvolvimento no campo, na primavera e verão do sudeste brasileiro. Além disso, *B. brassicae* e *M. persicae* deveriam ter suas populações reduzidas com o aumento da temperatura. Exceto pelo efeito conjunto do aumento da precipitação e da temperatura, causando diminuição da população de *B. brassicae*, o efeito do aumento da temperatura como fator de redução populacional das espécies menos tolerantes em testes laboratoriais não pôde ser comprovado. Por outro lado, para *B. brassicae*, o aumento simultâneo de ambos os fatores climáticos indicam que temperaturas elevadas podem reduzir a sua população em condições de campo.

A emergência de hiperparasitóides pode ser quatro vezes maior que a de parasitóides primários, limitando o impacto dos parasitóides no controle dos pulgões (MACKAUER; VÖLKL, 1993). No presente trabalho em pulgões da couve, os hiperparasitóides podem ser considerados um fator chave na regulação populacional dos pulgões, com abundância superior a 80% para as três espécies de hospedeiros avaliadas.

Uma única espécie da família Figitidae, *A. fuscicornis*, foi mencionada nos pulgões da couve no Brasil (BUENO; SOUZA, 1993; CIVIDANES, 2002b). No entanto, recentemente, uma nova espécie, *Alloxysta desantisi* Pujade-Villar & Diaz, foi coletada em pulgões da couve. Até o momento, *A. desantisi* está distribuído geograficamente na Argentina, Brasil e Chile. No Brasil, essa espécie foi identificada em Curitiba, no estado do Paraná, e foi encontrada em couve somente na Argentina, hiperparasitando um Aphidiinae sobre *B. brassicae* (PUJADE-VILLAR et al., 2002). Como *A. fuscicornis* e *A. desantisi* são espécies muito próximas, a descrição de *A. desantisi* se deu após os principais trabalhos de levantamento na região e, em muitos casos, não se tem a possibilidade de confirmar a identificação dos insetos coletados anteriormente. Novos levantamentos são importantes para a avaliação da ocorrência e importância das espécies de Figitidae que parasitam *D. rapae* em couve. Contudo, somente *A. fuscicornis* foi encontrada, confirmando sua prevalência como hiperparasitóide em brássicas.

Três espécies de parasitóides são registradas em pulgões da couve no Brasil: *D. rapae*, parasitando as três espécies (STARÝ et al., 2007), e *Aphidius colemani* Viereck e *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), parasitando *B. brassicae* (VAZ et al., 2004). No entanto, *D. rapae* é a mais abundante, tendo as outras duas espécies ocorrência esporádica (VAZ et al., 2004). A única espécie de Braconidae encontrada parasitando *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*, no presente trabalho, foi *D. rapae*. Foi encontrada também a ocorrência de *Aphelinus* sp. como uma espécie rara neste agroecossistema. O afidiíneo *D. rapae* é um parasitóide cosmopolita e apresenta mais de 60 espécies de pulgões hospedeiros em diversas plantas (PIKE et al., 1999). Porém, tem grande afinidade com brássicas (MESCHELOFF; ROSEN, 1990; BUENO; SOUZA, 1992; BUENO; SOUZA, 1993; PIKE et al., 1999; CIVIDANES, 2002b;

MUSSURY; FERNANDES, 2002; VAZ et al., 2004), havendo evidências da presença de sensores específicos para detectar voláteis emanados por plantas desta família (VAUGHN et al., 1998).

De acordo com levantamentos de Bueno e Souza (1993) e Cividanes (2002b), *D. rapae* foi a única espécie encontrada em pulgões das brássicas. Ainda, em testes em laboratório, *A. colemani* não foi capaz de se desenvolver parasitando *B. brassicae* (SAMPAIO et al., 2008) e *L. testaceipes* não reconheceu *B. brassicae* e *L. pseudobrassicae* como hospedeiros e não ovipositou nessas espécies de pulgões (SILVA et al., 2008). Desta forma, a ocorrência de outras espécies de parasitóides da família Braconidae utilizando *B. brassicae* e *L. pseudobrassicae* como hospedeiros deve ser considerada rara.

As características do pulgão mumificado são de grande importância para se reconhecer o gênero do parasitóide da família Braconidae. No entanto, os gêneros *Aphidius*, *Lysiphlebus* e *Diaeretiella* apresentam múmias de mesmo formato e coloração, não sendo possível afirmar que o parasitóide primário ali presente é *D. rapae*. Assim, a utilização do número de parasitóides emergidos para avaliar o impacto de determinada espécie de parasitóide sobre a população de pulgões é necessária. Todavia, em brássicas, a alta emergência de hiperparasitóides inviabiliza a utilização do número de parasitóides emergidos para esta análise. A grande prevalência de *D. rapae* em pulgões das brássicas nos confere certa margem de segurança para a utilização da porcentagem de parasitismo obtida pelo número de pulgões mumificados para estimar a população de *D. rapae* e o seu potencial de controle nas três espécies de pulgões. No entanto, vale ressaltar que não se pode descartar a possibilidade de outras espécies de Braconidae terem tido efeito minoritário neste sistema.

O parasitismo foi influenciado pela população de *B. brassicae*, mas não pelas de *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*. Este fato pode ser explicado pela maior ocorrência de *B. brassicae*, a população reduzida de *M. persicae* e o baixo parasitismo em *L. pseudobrassicae*. De qualquer forma, a flutuação populacional dos parasitóides é influenciada diretamente pela população de seus afídeos hospedeiros (GRAVENA, 1979; LÁZZARI, 1985; AUAD et al., 1997; MENDES et al., 2000; AUAD et al., 2002; MUSSURY; FERNANDES, 2002) e a relação do parasitismo, nas três espécies de pulgões com a temperatura e a precipitação, foi semelhante àquela encontrada para a população de *B. brassicae* e os fatores climáticos. Isto indica que o parasitismo, nas três espécies de pulgões, parece ter recebido influência do hospedeiro mais utilizado pelo parasitóide. Assim, com o aumento da população de *B. brassicae*, houve aumento na população do parasitóide utilizando as três espécies de pulgões como hospedeiros.

O parasitismo foi muito diferente quando se comparou as três espécies de pulgões. Os resultados em *B. brassicae* e *M. persicae* são semelhantes aos encontrados em outros trabalhos ao redor do mundo (CAMPBELL et al., 1974; STARÝ, 1988; PINTO et al., 2000; STARK; ACHEAMPONG, 2007). Já para *L. pseudobrassicae*, o baixo parasitismo encontrado pode ser considerado incomum e diferente dos apresentados por outros autores em outras partes do mundo. De acordo com Blande et al. (2007), em testes de laboratório, o parasitóide *D. rapae* apresentou preferência de oviposição e maior progênie sobre *L. pseudobrassicae*, quando comparado a *M. persicae*. Tanto em condições de laboratório, na Coreia do Sul (JEON et al., 2005) e em campo, na Índia (AKHTAR et al., 2010), o parasitismo de *L. pseudobrassicae* por *D. rapae* foi superior a 60%.

Baixos índices de parasitismo encontrados no campo podem ser explicados basicamente por três fatores: a preferência do parasitóide, a não adequação nutricional e

a resistência do hospedeiro ao parasitóide. Ao encontrar mais de uma espécie de hospedeiro no campo, o parasitóide pode ovipositar mais em uma delas, tendo maior impacto sobre a espécie de hospedeiro preferida para a oviposição (MACKAUER et al., 1996; SAMPAIO et al., 2001; BUENO et al., 2003; SILVA et al., 2008). A não adequação nutricional pode não permitir o desenvolvimento do parasitóide, mesmo matando o hospedeiro parasitado (VINSON; IWANTSCH, 1980; MACKAUER et al., 1996; SAMPAIO et al., 2008). Já pulgões resistentes ao parasitóide eliminam o parasitóide e se mantêm vivos após o parasitismo. O encapsulamento é o principal mecanismo de resistência de hospedeiros aos parasitóides, contudo, é pouco freqüente em pulgões, que têm como principal defesa imunológica a inviabilização dos ovos dos parasitóides, porém, este processo de defesa é ainda pouco conhecido (CARVER; SULLIVAN, 1988; HENTER; VIA, 1995; FERRARI et al., 2001). Recentemente, foi descrito mais um mecanismo de resistência em pulgões, no qual a presença de vírus bacteriófagos, os quais colonizam bactérias simbiotes dos pulgões, eliminam os parasitóides na fase de larva (OLIVER et al., 2005; OLIVER et al., 2009).

O parasitóide *D. rapae* está presente na fauna de parasitóides de pulgões no Brasil, devido a sua introdução incidental junto com seus hospedeiros (STARÝ et al., 2007). A diversidade genética deste parasitóide varia em função da espécie de hospedeiro, havendo maior variabilidade em parasitóides que utilizam *B. brassicae* do que naqueles em *M. persicae* (NEMEC; STARÝ, 1984) ou em *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (BAER et al., 2004). Foi detectada menor diversidade genética de *D. rapae* introduzido na Austrália (BAKER et al., 2003) e na América do Norte (BAER et al., 2004) do que naquelas populações do Velho Mundo, o que sugere efeito fundador. Porém, apesar da existência de variações nas populações, a existência de linhagens isoladas de *D. rapae* adaptadas a determinadas espécies de hospedeiros não é suportada

por análises genéticas (VAUGHN; ANTOLIN, 1998; BAER et al., 2004; ANTOLIN et al., 2006).

Segundo Baker et al. (2003), a menor diversidade genética da população do parasitóide na região de introdução do que na área de origem pode fazer com que este tenha menor impacto sobre diferentes espécies de hospedeiros na área em que foi introduzido. Por exemplo, segundo Elliott et al. (2005), a população de *D. rapae* presente na América do Norte não atacava o afídeo introduzido *D. noxia*, o que resultou na necessidade de se introduzir novas populações deste parasitóide do Velho Mundo para o controle deste pulgão praga.

Nossos resultados indicam que a população local de *D. rapae* é pouco adaptada a utilizar *L. pseudobrassicae* e o parasitismo, de em média 0,8% e máximo de 11,1%, encontrado no presente trabalho em um hospedeiro considerado preferencial em outras partes do mundo, deve ser investigado. A determinação da variabilidade genética das populações de *D. rapae* no Brasil pode explicar o baixo parasitismo em *L. pseudobrassicae* e, talvez, justificar a introdução de novas populações para o controle dessa espécie de pulgão.

6 CONCLUSÕES

Os fatores abióticos (temperatura, precipitação pluviométrica) e fatores bióticos (parasitismo e hiperparasitismo) têm influência direta na flutuação populacional das três espécies de pulgões da couve. Porém, esta influência é diferente para cada espécie.

A espécie mais abundante dentre as que foram avaliadas foi *B. brassicae*, figurando como praga-chave desta cultura na região de estudo. Apesar da espécie *L. pseudobrassicae* ser ignorada como praga de couve no Brasil, pode-se concluir que esta espécie é praga e, em determinadas épocas do ano, é mais abundante que *B. brassicae*.

As três espécies apresentaram algumas diferenças de utilização da planta, sendo que *B. brassicae* apresenta mesmo número de indivíduos nas folhas superiores, medianas e inferiores. Já para *L. pseudobrassicae* e *M. persicae*, o número de indivíduos é maior nas folhas medianas e inferiores.

O aumento da temperatura favorece o crescimento populacional de *M. persicae*. O aumento simultâneo da temperatura e da precipitação na primavera e verão causa diminuição da população de *B. brassicae*.

A espécie que coloniza as folhas eretas (apicais) da planta, *B. brassicae*, pode sofrer redução populacional, pelo efeito mecânico que a precipitação provoca nesta parte da planta.

A principal espécie de parasitóide dos pulgões das brássicas é *D. rapae* e a de hiperparasitóide é *A. fuscicornis*. O hiperparasitismo tem grande impacto na regulação do parasitóide, o que, por sua vez, influencia na regulação populacional dos pulgões.

O parasitismo nas três espécies de pulgões é influenciado pela população de *B. brassicae*, devido a sua maior ocorrência, população reduzida de *M. persicae* e baixo parasitismo de *L. pseudobrassicae*.

O impacto do parasitismo mostrou-se diferente para cada espécie de pulgão. As espécies *B. brassicae* e *M. persicae* são muito parasitadas, diferentemente de *L. pseudobrassicae*, que apresenta baixo parasitismo. O baixo parasitismo em *L. pseudobrassicae* parece ser um fator chave para o seu status de praga das brássicas.

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M.S. et al. Seasonal Abundance of *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Braconidae: Aphidiinae) parasitizing *Lipahis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae) in *Brassica juncea* variety Pusa bold. **Munis Entomology & Zoology**. Ankara, v.5, n.2, p.692-696, 2010.
- ANTOLIN, M.F.; BJORKSTEN, T.A.; VAUGHN, T.T. Host-related fitness trade-offs in a presumed generalist parasitoid, *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera:Aphidiidae). **Ecological Entomology**. Hoboken, v. 31, p. 242-254, 2006.
- AUAD, A. M. et al. Ocorrência e flutuação populacional de predadores e parasitóides de *Brachycaudus (Appelia) schwartzi* (Börner) (Homoptera: Aphididae) em pessegueiro, em Jacuí, MG. **Anais ...**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 257-263. 1997.
- AUAD, A. M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L. R. Ocorrência de afídeos em alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico. **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 31, n. 2, p. 335-339, apr-jun. 2002.
- BAAYEN, R.H. **languageR**: data sets and functions with "analyzing linguistic data: a practical introduction to statistics". R package version 0.953, 2008, (CD.ROM).
- BAER, C.F. et al. Phylogeography of a parasitoid wasp (*Diaeretiella rapae*): no evidence of host-associated lineages. **Molecular Ecology**. Malden, v.13, p. 1859-1869, 2004.
- BAKER, D.A.; LOXDALE, H.D.; EDWARDS, O.R. Genetic variation and founder effects in the parasitoid wasp, *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiidae), affecting its potential as a biological control agent. **Molecular Ecology**. Malden, v.12, p. 3303-3311, 2003.
- BATES, D., MAECHLER, M., DAI, B. **lme4**: linear mixed-effects models using S4 classes. R package version 0.999375-28, 2008, (CD.ROM).
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. P. **Aphids on the world's crops**: an identification guide. Chichester: J. Wiley, 1984. 466 p.
- _____. **Aphids on the world's crops**: an identification and information guide, 2ª. ed. Chichester: J. Wiley & Sons, 2000. 466 p.

BLANDE, J. D.; PICKETT, J. A.; POPPY, G. M. A. Comparison of semiochemically mediated interactions involving specialist and generalist brassica-feeding aphids and the braconid parasitoid *Diaeretiella rapae*. **Journal of Chemical Ecology**. New York, v. 33, n. 4, p.767-779, 2007.

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

_____. Ocorrência e diversidade de insetos predadores e parasitóides na cultura de couve *Brassicae oleraceae* var. *acephala* em Lavras-MG, Brasil. **Anais ...**, Londrina, n.1, v.22, p.5-18, 1993.

_____.; CARNEVALE, A.B.; SAMPAIO, M.V. Host preference of *Lysiphebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) for *Myzus persicae* (Sulzer) and *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). In: VIII International Symposium on Ecology of Aphidophaga: biology, ecology and behaviour of aphidophagous insects, 2003, Ponta Delgada. **Proceedings of the 8th International Symposium on Ecology of Aphidophaga: biology, ecology and behaviour of aphidophagous insects**. Arquipélago: Life and Marine Science, 2003. p. 17-20.

_____.; SOGLIA, M.C. M.; RODRIGUES, S.M.M. Thermal requirement of *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) when reared on different chrysanthemum cultivars, p.345-349. 2004. In: SIMON, J.C.; DEDRYVER, C.A.; RISPE, C.; HULLÉ, M. **Aphids in a new millennium**. Versailles, INRA-Editions, 549 p.

_____.; SAMPAIO, M.V. Desenvolvimento e multiplicação de parasitóides de pulgões. In: BUENO, V.H.P. (Org.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 2ª. ed. Lavras: UFLA, 2009, p.117-168.

CAMPBELL, A. et al. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Ecology**. Oxford, v. 11, p. 431-438, 1974.

CARVER, M. Biological control of aphids. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. **Aphids: biology their natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1989, v. C, p. 141-165.

_____.; SULLIVAN, D. J. Encapsulative defence reactions of aphids (Hemiptera: Aphididae) to insect parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae and Aphelinidae), In: NIEMCZYK, E.; DIXON, A. F. G. **Ecology an effectiveness of aphidophaga**. The Hague: SPB Academic Publishing, 1988. p. 209-303.

CIVIDANES, F. J. Flutuação populacional de formas aladas de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). **Bragantia**. Campinas, v.61, n.2, p. 143-150, 2002a.

_____. 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, 2002b.

_____. Exigências térmicas de *Brevicoryne brassicae* e previsão de pios populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 38, n. 5, p. 561-566, maio 2003.

_____.; SANTOS, D. M. M. dos. Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em couve. **Bragantia**. Campinas, v. 62, n.1, p. 61-67, 2003.

_____.; 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, jul-sep. 2003.

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

DEBARAJ, Y.; SINGH, T.K. Studies on some aspects of prey predator interaction with reference to cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) and its predatory insects. **Journal of Advanced Zoology**. Rustampur, v.19, p.50-54, 1998.

DENT, D. **Insect Pest Management**. London: Chapman and Hall, 1995, 356 p.

DIXON, A.F.G. Structures of aphid populations. **Annual Review of Entomology**. Palo Alto, v.30, p.155-174, 1985.

_____.; P. KINDLAMAN, J.L; J. HOLMAN. Why there are few species of aphids especially in the Tropics? **American Naturalist**. Chicago, v.129, p. 580-592, 1987.

ELLIOT, N. C. et al. Release and recovery of imported parasitoids of the Russian Wheat Aphid in eastern Colorado. **Southwestern Entomology**. Dallas, v. 20, p. 125-129, 2005.

ENDEM, H.F.V. et al. The Ecology of *Myzus persicae*. **Annual Review of Entomology**. Palo Alto, v.14, p.197-270, 1969.

FERRARI, J. et al. Clonal variation and covariation in aphid resistance to parasitoids and a pathogen. **Evolution**. Washington, v. 55, p. 1805-1814, 2001.

FILGUEIRA, F.A R.. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, 2ª. ed., p.284-286, Viçosa: UFV, 2003.

FISHMAN, G.S. **Monte Carlo**: concepts, algorithms and applications. Springer-Verlag, New York, 1996, 699 p.

FLINT, M.L. 1985. **Cabbage Aphid, *Brevicoryne brassicae***. p. 36-39. In: Integrated Pest Management for Cole Crops and Lettuce. University of California Publication 3307. 112 p.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**, Piracicaba: FEALQ, 2002, 920 p.

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, jan-mar 2002.

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 ...**, Londrina, v. 8, n. 2, p. 325-334, 1979.

HAFAZ, M. Seasonal fluctuations of population density of cabbage aphids, *Brevicoryne brassicae* (L.) in the Netherlands and the role of its parasite, *Aphidius* (*Diaeretiella*) *rapae* (Curtis). **Tijdschrift Over Plantenziekten**. Wageningen, v. 67, p.445-548, 1961.

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, v. 49, p. 427-438, 1995.

HUGHES, R.D. A method for estimating the effects of mortality on aphid populations. **Journal of Animal Ecology**. London, v.31, p.389-396, 1962.

_____. Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). **Journal of Animal Ecology**. London, v.32, p.393-424, 1963.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12/10/2010.

JEON, H.Y. et al. Biological control of the turnip aphid (*Lipaphis erysimi* K.) using the braconid wasp (*Diaeretiella rapae* M.). **Korean Journal of Horticultural Science & Technology**. Seul, v.23, n.3, p.337-341, 2005.

KAMOGAWA, K. P. T. **Modelos estatísticos para mapeamento de QTL associados a dados de contagem**. 2009. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

KANEGAE, A.P.; LOMÔNACO, C. Plasticidade morfológica, reprodutiva e assimetria flutuante de *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 32, n.1, 2003.

LÁZZARI, S. M. N. Inimigos naturais dos afídeos (Homoptera: Aphididae) da cevada (*Hordeum sp.*) no Paraná. **Anais ...**, Londrina. v. 14, n. 1, p. 5-15, 1985.

LEITE, G.L.D. et al. Factors influencing *Bemisia tabaci*, *Brevicoryne brassicae* and *Thrips tabaci* abundance on kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.40, n.3, p. 197-202, 2005.

_____. et al. Fatores que afetam artrópodes associados a cinco acessos de ginseng-brasileiro (*Pfaffia glomerata*) em Montes Claros, estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.30, n.1, p.7-11, 2008.

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

_____. Modelling development time of *Lipaphis erysimi* (Homoptera: Aphididae) at constant and variable temperatures. **Bulletin of Entomological Research**. Cardiff, v. 90, p. 337-347, 2000.

LONGHINI, L.C.S.B.; BUSOLI, A.C. Controle integrado de *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Homoptera, Aphididae) e *Ascia monuste orseis* (Latr., 1819) (Lepidoptera, Pieridae), em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Científica**. Jaboticabal, v. 2, p. 231-237, 1993.

LOVATTO, P. B ; GOETZE, M; THOMÉ, G.C.H. Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Ciência Rural**. Santa Maria, v.34, n.4, p.971-978, jul./ago. 2004.

MACKAUER, M.; VÖLKL, W. Regulation of aphid populations by aphidiid wasps: does parasitoid foraging behaviour or hyperparasitism limit impact? **Oecologia**. Heidelberg, v. 94, p. 339-350, 1993.

_____.; 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.

MENDES, S. et al. Diversidade de pulgões e de seus parasitóides e predadores na cultura da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 7, p. 1305-1310, 2000.

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

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

NEMEC, V.; STARÝ, P. Population diversity of *Diaeretiella rapae* (M'Int.) (Hym., Aphidiidae), na aphid parasitoid in agroecosystems. **Zeitschrift Angewandte Entomologie**. [s.l], v.97, p. 223-233, 1984.

OLIVEIRA, S. A. et al. Desenvolvimento e reprodução de *Sipha flava* (Forbes) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotropical entomology**. Londrina, v. 38, n. 3, jun. 2009

OLIVER, K. M.; MORAN, N.A.; HUNTER, M.S. Variation in resistance to parasitism in aphids is due to symbionts not host genotype. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. Washington, v.102, n.36, p. 12795-12800, 2005.

_____. et al. Bacteriophages encode factors required for protection in a symbiotic mutualism. **Science**. Washington, v. 325, n. 5943, p. 992-994, 2009.

OTAKE, A. On the population growth of *Myzus persicae* and *Brevicornyne brassicae* (Hemiptera:Aphididae) in a cabbage field. **Japanese Journal of Ecology**. Kitaku, v. 7, n.2 ,p.63-69, 1957.

PAULA, S.V. et al. Resistência de sete clones de couve comum a *Brevicornyne brassicae* (L) (Homoptera: Aphididae). **Anais ...**, Londrina, n.2, v. 24, p. 99-104, 1995.

PARRA, J.R.P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Barueri: Manole, 2002. 609p.

PEÑA-MARTINEZ, R. **Identificación de áfidos de importancia agrícola**. Ciudad de México: Centro de Fitopatología, 1992, 135 p.

PIKE, K. S. et al. 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, L.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 ...**, Londrina, n.4, v. 29, p. 649-657, 2000.

PUJADE-VILLAR, J.; DÍAZ, N.; EVENHUIS, N.N.; ROS-FARRÉ, P. South America Charipinae: review and description of two new species (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae). **Annals ...**, Lanham, n. 5, v.95, p.541-546, 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, R. **A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing**. In: R Development Core Team, 2008, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 20/09/2010.

RAWORTH, D.A. et al. Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) at Vancouver, British Columbia. I. Sampling methods and population trends. **Canadian Entomologist**. Ottawa, v.116, p. 861-870, 1984.

RESENDE, A. L .S. et al. Primeiro registro de *Lipaphis pseudobrassicae* Davis (Hemiptera: Aphididae) e sua associação com insetos predadores, parasitóides e formigas em couve (Cruciferae) no Brasil. **Neotropical Entomology**. Londrina, v.35, n. 4, p. 551-555, 2006.

SALGADO, L.O. Pragas das brássicas, características e métodos de controle. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.9, p.43-47, 1983.

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.

_____.; 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.; 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, p.173-179, n.2, 2008.

SILVEIRA NETO, S. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.

SOGLIA, M.C. M.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. **Neotropical Entomology**. Londrina, v.31, p.211-216, 2002.

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

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

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

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

SULLIVAN, D.J.; VÖLKL, W. Hyperparasitism: multitrophic ecology and behavior. **Annual Review of Entomology**. Palo Alto, v.44, p. 291-315, 1999.

VAN DEN BOSCH, R.; OLKOWSKI, W.; OLKOWSKI, H. Linden aphid parasite establishment. **Environmental Entomology**. State College, v.11, p.1023-1025, 1982.

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.

VAUGHN, T. T.; ANTOLIN, M. F. Population genetics of an opportunistic parasitoid in an agricultural landscape. **Heredity**. Sheffield, v. 80, p. 152–162, 1998.

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 (Hemiptera:Aphididae). **Neotropical Entomology**. Londrina, v.33, n.2. 2004.

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

WELLINGS, P.W.; DIXON, A.F.G. The role of weather and natural enemies in determining aphid outbreaks. In: BARBOSA, P.; SCHULTZ, J.C. **Insect outbreaks**. San Diego: Academic Press, 1987, p.313-346.