



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) E CONTROLE COM *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) EM MILHO

WILSON JOSÉ DE MELLO E SILVA MAIA

2003



55656
MFN047387

WILSON JOSÉ DE MELLO E SILVA MAIA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856)
(Hemiptera: Aphididae) E CONTROLE COM *Chrysoperla externa* (Hagen,
1861) (Neuroptera: Chrysopidae) EM MILHO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. César Freire Carvalho

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Maia, Wilson José de Mello e Silva

Aspectos biológicos de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) e controle com *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em milho / Wilson José de Mello e Silva Maia – Lavras : UFLA, 2003.

129p.: il.

Orientador: César Freire Carvalho.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Pulgão-do-milho. 2. Biologia. 3. Crisopídeo. 4. Resposta funcional. 5. Exigência térmica.

I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.752
– 633.

WILSON JOSÉ DE MELLO E SILVA MAIA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856)
(Hemiptera: Aphididae) E CONTROLE COM *Chrysoperla externa* (Hagen,
1861) (Neuroptera: Chrysopidae) EM MILHO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2003

Dr. Ivan Cruz

Embrapa Milho e Sorgo

Dra. Brígida Souza

UFLA

Dr. José Magid Waquil

Embrapa Milho e Sorgo

Dr. Renzo Garcia Von Pinho

UFLA

Dr. Samuel Pereira de Carvalho

UFLA



Prof. Dr. César Freire Carvalho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais Maria de Mello e Silva Maia e Wilson Leite Maia (*In memoriam*) cuja moral e intelecto me espelharam na busca incessante de meu aprimoramento como cidadão. Às minhas irmãs Liana de Mello e Silva Maia e Silvia Regina de Mello e Silva Maia, aos meus sogros Horvácio Souza Ferreira e Sofia Abenassiff Ferreira, cunhados e sobrinhos,

OFEREÇO

Se um dia alguém me perguntar se há qualquer receita para a felicidade plena, com certeza responderei que não sei, mas quando se tem ao lado uma guerreira, uma amante, e principalmente uma cúmplice de meus atos e pensamentos, posso dizer que alcancei essa felicidade. Terezinha de Jesus Abenassiff Ferreira Maia todos os dias de minha vida não serão suficientes para agradecer a grande mulher que tenho ao meu lado.

Meu eterno amor e agradecimento a você.

Aos meus filhos, Wilson Leite Maia Neto e Rodrigo Abenassiff Ferreira Maia, pelo amor, união, carinho, companheirismo, compreensão e cumplicidade, que juntamente com a minha esposa, me ensinaram o sentido da palavra família,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À DEUS misericordioso por tudo, e ao meu Anjo-de-guarda pela luz.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, através do Programa de Integração e Capacitação de Docentes e Técnicos – PICDT, pela concessão da bolsa de estudos.

À Faculdade de Ciências Agrárias do Pará – FCAP, hoje Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, pela liberação para realização do curso de doutorado.

Ao Excelentíssimo Senhor Hildegardo Figueiredo da Silva Nunes, então Vice-Governador do Estado do Pará, pela valiosa participação em nossa liberação.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, em especial aos Departamentos de Agricultura e Entomologia através dos seus docentes pelos conhecimentos adquiridos, amizade e pela oportunidade para realização desse curso.

À Embrapa Milho e Sorgo, pela oportunidade para realização dos experimentos de campo.

Ao professor César Freire Carvalho, pela orientação, incentivo, apoio e amizade durante esse período de convivência.

À professora Brígida Souza pela participação especial.

Ao pesquisador Dr. Ivan Cruz, da Embrapa Milho e Sorgo, pela co-orientação, profissionalismo, solidariedade e amizade demonstrada durante a execução deste trabalho.

Aos funcionários e amigos do Laboratório de Criação de Insetos – LACRI/Embrapa Milho e Sorgo, especialmente a Geraldo Magela e Isaías Tadeu Barbosa pelo auxílio indispensável durante o período de convivência.

Aos funcionários e colegas dos cursos de Entomologia e Fitotecnia, especialmente aos amigos Ramon Correia de Vasconcelos, Carvalho Carlos Ecole, Marcos Vinícius Sampaio e Pedro Henrique Ferreira Tomé, com os quais tive uma convivência saudável, pela amizade e solidariedade demonstradas e, a todos aqueles que, de alguma forma, deixaram sua contribuição, os meus mais sinceros agradecimentos.

Biografia do Autor

Wilson José de Mello e Silva Maia, filho de Wilson Leite Maia e Maria de Mello e Silva Maia, nasceu em Santarém – PA, em 23 de dezembro de 1961.

Graduou-se Engenheiro Agrônomo em 1983, pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará – FCAP, hoje Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.

De março a julho de 1983 realizou o curso Pós-Graduação/Especialização em Heveicultura, pela Superintendência de Desenvolvimento da Hevea – SUDEVEA e UFRA.

Em maio de 1984, ingressou, por meio de concurso público, na UFRA, trabalhando em convênio com o Ministério da Agricultura, até dezembro de 1993.

Em 1988, participou do curso Pós-Graduação/Especialização “I Curso em Culturas Tropicais”, pela Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA e Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA.

De janeiro de 1994 a julho de 1995, tornou-se Curador do Museu de Entomologia da UFRA.

Em agosto de 1995, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Entomologia, no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, concluído em março de 1998.

Em março de 1998, iniciou o Curso de Doutorado em Agronomia no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, concluído em fevereiro de 2003.

Área de atuação em bioecologia e controle biológico de insetos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1	1
1 Introdução geral	1
2 Referencial teórico	6
2.1 Importância da cultura do milho	6
2.2 Ocorrência, descrição e importância de <i>Rhopalosiphum maidis</i> em milho	8
2.3 Aspectos bioecológicos de <i>Rhopalosiphum maidis</i>	10
2.4 Exigências térmicas de <i>Rhopalosiphum maidis</i>	15
2.5 Crisopídeos como agentes de controle biológico de pragas	16
2.6 Aspectos biológicos dos crisopídeos	22
2.7 Resposta funcional	26
3 Referências Bibliográficas	28
CAPÍTULO 2	47
Aspectos biológicos e exigências térmicas de <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em milho	47
1 Resumo	47
2 Abstract	48
3 Introdução	49
4 Material e Métodos	50
4.1 Aspectos biológicos da fase de ninfa e adulta de <i>Rhopalosiphum maidis</i> em laboratório	50

4.2 Determinação das exigências térmicas da fase jovem de <i>Rhopalosiphum maidis</i>	52
5 Resultados e Discussão	53
5.1 Aspectos biológicos de <i>Rhopalosiphum maidis</i>	53
5.2 Exigências térmicas de <i>Rhopalosiphum maidis</i>	64
6 Conclusões	70
7 Referências Bibliográficas	72
CAPÍTULO 3	75
Aspectos biológicos e capacidade predatória das fases imaturas de <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com <i>Rhopalosiphum maidis</i> Fitch (1856)	75
1 Resumo	75
2 Abstract	76
3 Introdução	77
4 Material e Métodos	79
4.1 Aspectos biológicos das fases imaturas de <i>Chrysoperla externa</i>	79
5 Resultados e Discussão	82
5.1 Aspectos biológicos das fases imaturas de <i>Chrysoperla externa</i>	82
5.2 Resposta funcional, tempo de busca e de manuseio de <i>Chrysoperla externa</i>	87
6 Conclusões	93
7 Referências Bibliográficas	94
CAPÍTULO 4	98
Interação do estágio fenológico do milho, do pulgão <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) e do predador <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de campo	98
1 Resumo	98
2 Abstract	99

3 Introdução	100
4 Material e Métodos	103
5 Resultados e Discussão	109
6 Conclusões	120
7 Referências Bibliográficas	121

RESUMO

MAIA, Wilson José Mello e Silva. **Aspectos biológicos de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) e controle com *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em milho.** 2003. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG.¹

Objetivou-se estudar aspectos biológicos de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) e *Chrysoperla externa* (Hagen) com larvas alimentadas com esse afídeo, em milho. Estudaram-se a biologia de *R. maidis*, a capacidade de predação e a resposta funcional de *C. externa* em delineamento inteiramente casualizado, no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras–UFLA, em câmaras climatizadas reguladas a 15, 18, 21, 24, 27 e 30 ± 1°C, 70 ± 10% UR e 12 horas de fotofase. Verificou-se uma variação de 10 dias entre a menor e a maior temperatura no ciclo total de *R. maidis*, com maior viabilidade a 24°C. A duração do período ninfal e adulto foi de 13,8 e 38; 10,7 e 36; 6,7 e 23; 4,5 e 15; 4,7 e 16; e 4,5 e 13 dias, respectivamente. A temperatura base foi de 0,3; 3,6; 6,7; 1,8 e 3,1 °C para os quatro instares e fase ninfal, respectivamente. A duração do desenvolvimento e viabilidade para o período embrionário, primeiro, segundo e terceiro instares, fase larval, períodos de pré-pupa, pupa e de ovo/adulto de *C. externa* foram 3,2 e 100%; 2,0 e 100%; 3,8 e 100%; 3,0 e 100%; 8,8 e 100%; 4,3 e 98%; 5,0 e 95% e 21,3 dias e 100%, respectivamente. O consumo diário e total de pulgões aumentou a cada instar, sendo que o terceiro correspondeu a 82% do consumo total. Houve um maior consumo em função do aumento da densidade, com tendência à estabilização a partir de uma densidade média para os três instares, evidenciando uma resposta funcional Tipo II. O menor tempo de busca foi para larvas de segundo e terceiro instares e o de manuseio diminuiu progressivamente com o desenvolvimento da larva. Em condições de campo, estudou-se a interação entre o inseto-praga e o predador, em milho, em condições de campo na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. O delineamento foi em blocos casualizados completos em esquema de fatorial com três fatores, em função dos estádios fenológicos 2, 3, 4 e 5 do milho e das densidades 0, 2, 4, e 8 larvas de primeiro instar do crisopídeo. A avaliação do desenvolvimento das colônias foi feito por meio de uma escala de notas e a produção avaliada pelo número de espigas e peso de grãos. Houve efeito das densidades de *C. externa*, dos estádios do milho e da interação entre densidade e estádios. Independentemente da densidade, verificou-se, em plantas no estádio 4, uma maior infestação. A produção de milho não foi afetada pelos dos tratamentos, sendo de 6,6 t/ha.

¹Orientador: César Freire Carvalho – UFLA

ABSTRACT

MAIA, Wilson José de Mello e Silva. **Biological aspects of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) and control by *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in corn.** 2003. 125p. Thesis (Doctorate in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG.

The aim was to study the biological aspects of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) and its damage in corn and biological control by *Chrysoperla externa* (Hagen). The biology of *R. maidis*, predation ability and functional response of *C. externa* were investigated in an statistical completely randomized design in the Insect Biology Laboratory of the Entomology Department of the Universidade Federal de Lavras – UFLA, in climatic chamber at 15, 18, 21, 24, 27 and 30 °C ± 1 °C, 70 ± 10% RH and 12-h photophase. A 10-day variation was observed between the highest and lowest temperature in the life cycle of *R. maidis*, with greater survival rate at 24 °C. The duration of the nymphal and adult stages were 13.8 and 38; 10.7 and 36; 6.7 and 23; 4.5 and 15; 4.7 and 16; and 4.5 and 13 days, respectively. The base temperatures were 0.3; 3.6; 6.7; 1.8 e 3.1 °C for the four instars and nymphal stage, respectively. The duration of development and survival rate for the embryonic period, first, second, and third instars, larval stage, periods of pre-pupa, pupa and egg/adult of *C. externa* were 3.2 and 100; 2 and 100; 3.8 and 100; 3.0 and 100; 8.8 and 100; 4.3 and 98; 5.0 and 95 and 21.3 days and 100%, respectively. The daily and total consumption of aphids increased for each instar, and the third corresponded to 82% of the total. There was a higher consumption as related with the increase in density, with a trend toward stabilization from an average density for the three instars, showing a Type II functional response. The shortest search time was for larvae of second and third instars. The handling time decreased progressively with the development of the larva. Under field condition, the interaction between the aphid and the predator, in corn, in National Corn and Sorghum Research Center of EMBRAPA, at Sete Lagoas, MG, Brazil, was studied. The design was in completely randomized blocks, in a factorial scheme with three factors as related with the phenological stages 2, 3, 4 and 5 of corn, and densities 0, 2, 4 and 8 larvae of first instar of green lacewing. The evaluation of the development of the colonies was done by means of a score scale, and yield evaluated by the number of ears and weight of kernels. There were effects of *C. externa* densities, corn growth stages and interaction between densities and stages. Regardless of densities, a higher infestation was found in plants in phenological stage 4. The corn yield was not influenced by any of the treatments, it being 6.6 tons/ha.

¹Adviser: César Freire Carvalho – UFLA

CAPÍTULO 1

1 Introdução Geral

De uma maneira holística, insetos-praga são fatores limitantes à exploração racional de muitos agroecossistemas, especialmente em países de dimensões continentais como o Brasil. Possuidor de uma agricultura intensiva, principalmente no centro-sul, onde prejuízos diretos e/ou indiretos causados por insetos fitófagos constituem um dos maiores problemas para a agricultura, imputando ao país o “status” de ser um dos maiores consumidores de produtos fitossanitários (Robbs & Bittencourt, 1998).

Alguns dos problemas associados ao uso desse tipo de insumo incluem falhas no controle de pragas, as quais têm sua densidade populacional com um número cada vez maior de pulverizações, provocando a redução de inimigos naturais, aparecimento de insetos resistentes, contaminação ambiental e danos à saúde do homem (Cruz, 2001).

Além desses fatores, a necessidade de alimentos livres de resíduos de produtos fitossanitários tem exigido dos pesquisadores e da indústria maior empenho na adoção de medidas alternativas de controle. Neste contexto, o manejo integrado de pragas (MIP) tem como um dos objetivos manter os insetos-praga numa densidade abaixo do nível de dano econômico, por meio da integração entre diferentes métodos de controle, racionalizando o emprego desses métodos com o uso de plantas resistentes, utilização de produtos seletivos aos inimigos naturais, etc. Isso tem propiciado mudanças favoráveis no Brasil na última década, no que se refere ao controle biológico, agricultura orgânica e impacto ambiental, ou seja, a conscientização da necessidade de manter o equilíbrio entre o crescimento demográfico, a produção de alimentos e a preservação do ambiente.

No concerne à cultura do milho, as perspectivas de mercado refletem uma situação de defasagem na oferta do produto ano-a-ano, há mais de uma década, com exceção da safra recorde de 41,8 milhões de toneladas em 2000/01. Posteriormente houve redução na área cultivada na última safra de verão e da “safrinha”, com exceção daquela no Estado de Mato Grosso. Apesar da diminuição da oferta de milho, os setores da avicultura e suinocultura, responsáveis, em 2002, por 52 e 32% do total consumido, não foi possível chegar ao ponto de equilíbrio (Timossi, 2003). Ressalta-se que as variações no mercado internacional cresceram em importância, especialmente com a desvalorização do Real de 59,2% de janeiro a setembro/2002.

No Brasil, os maiores Estados produtores de milho encontram-se no centro-sul que, juntos, produzem mais de 90% de toda safra brasileira, da qual cerca de 25% correspondem ao cultivo de milho “safrinha”, que é o plantio de sequeiro nesta região, com projeções, para a safrinha 2002/03, de 24% (Agrianual, 2003). De acordo com Monteiro (1990), do montante produzido, 60% são comercializados, 30% são retidos no meio rural e 10% são perdidos, devido a diversos fatores. Dessa comercialização, em 2002 e 2003 as projeções evidenciam que de 70% a 72% devem ser dirigidos ao consumo animal (Agrianual, 2003).

Aliados aos problemas de mercado de milho, no que se refere ao desequilíbrio entre oferta e demanda, prejuízos anuais causados por insetos aos produtos agrícolas brasileiros superam os US\$ 2,2 bilhões. As perdas ocasionadas à cultura do milho devido ao ataque desses organismos variam de 2 a 30%, com uma média de 7%, correspondendo a, aproximadamente, US\$ 275 milhões/ano (Bento, 2001).

Entre as medidas de controle de artrópodes-praga, o controle biológico é um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais constituem agentes de mortalidade biótica. Deve-

se considerar, nos dias de hoje, este método de controle como um componente de programas inter e multidisciplinares de manejo integrado de pragas.]

Os insetos constituem o maior e mais diverso grupo de animais na Terra, com cerca de 1 milhão de espécies identificadas, ocupando os mais diferentes nichos ecológicos, habitando vegetais, solo e águas, e são de extrema importância para as cadeias vitais do planeta. Além dos inúmeros benefícios ao homem, em algumas regiões, fazem parte, ainda, da dieta humana. Essa visão sobre os insetos deve ser levada em conta quando se analisa a possibilidade de controle desses organismos prejudiciais, tanto local como regionalmente. Apenas 1% desses organismos pode ser considerado maléfico ao homem, mas, mesmo assim, eles provocam prejuízos anuais da ordem de bilhões de dólares em todo o mundo.

O conhecimento da existência de inimigos naturais de insetos remonta ao século III, quando os chineses usavam formigas predadoras contra insetos pragas de citros. Na Europa, em 1602, Aldrovandi citou a emergência de *Apanteles* spp. (= *Cotesia*) (Hymenoptera: Braconidae) de lagartas de um pierídeo (Lepidoptera). A primeira transferência internacional foi feita em 1873, de um ácaro predador dos EUA para a França, para controle da filoxera da videira.

Porém, torna-se imperioso ressaltar, que o ano de 1888 tornou-se um marco na área de controle biológico, com a introdução, na Califórnia, da joaninha *Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850), trazida da Austrália para o controle de *Icerya purchasi* Maskell, 1879 (Hemiptera: Margarodidae). A partir daí houve um grande avanço nessa área sendo citados, de 1880 a 1975, 176 casos de sucesso parcial ou total de controle biológico em diversos países.

No Brasil, destacam-se alguns programas de controle biológico como da broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), em 1949, por meio do braconídeo *Cotesia flavipes* (Cameron,

1891); dos pulgões da folha do trigo, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849) e *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758); da espiga, *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775); da raiz, *Rhopalosiphum rufiabdominale* (Sasaki, 1899), em 1978 por meio de parasitóides; desfolhadores de eucaliptos em 1975, através de parasitóides de ovos, e de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), através de *Baculovirus anticarsia* em 1980 (Parra et al., 2002).

No Reino Animal, muitos artrópodes predadores destacam-se no controle biológico de pragas. Dentre esses, salientam-se os insetos da família Chrysopidae Schneider, 1851, os quais são, especialmente na fase de larva, altamente vorazes alimentando-se de ovos, lagartas neonatas, pulgões, cochonilhas, ácaros e vários outros organismos de pequeno tamanho e de tegumento facilmente perfurável. Ocorrem naturalmente em uma grande diversidade de agroecossistemas como alfafa, algodoeiro, citros, fumo, macieira, milho, seringueira, soja, pimentão, videira e frutíferas. Possuem larga distribuição geográfica, sendo *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), uma das espécies mais comuns no continente americano e encontrada do sul dos EUA até a Argentina (Carvalho & Souza, 2000).

Trabalhos objetivando o emprego desse predador em programas de controle biológico no Brasil são relativamente recentes e centrados, na sua maioria, na adequação ou melhoria de técnicas de criação massal e estudos sobre a biologia (Carvalho & Souza, 2000; Cruz, 2000a). Outras pesquisas têm evidenciado, além da voracidade e polifagia, a facilidade de criação desses insetos em laboratório (Carvalho & Souza, 2000; Figueira et al. 2000a,b; Fonseca et al., 2000, 2001a; Maia et al., 2000a,b,c; Auad et al., 2001; Costa et al., 2001; Faria et al., 2001).

Murata et al. (1995) e Narciso et al. (1995) relataram ser a cultura do sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, um reservatório natural de crisopídeos e

Falar sobre o C. Centauro

de outros inimigos naturais para outras culturas. Figueira (1998), Figueira et al. (2000a,b), Fonseca (1999), Maia (1998), Maia et al. (2000a,b,c) e Maia et al. (2001) relacionaram as culturas do sorgo e milho ao potencial de predação e desenvolvimento de *C. externa*, quando alimentada com os pulgões *S. graminum* e *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856), pragas associadas a essas culturas. A espécie *C. externa* é encontrada com freqüência na cultura do milho e está inserida no grupo de predadores da lagarta-do-cartucho (Cruz, 2000a), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797).

Entre os insetos que têm sido constatados na cultura do milho, destaca-se o pulgão *R. maidis*. Este afídeo era considerado como praga secundária, mas, com o incremento do cultivo do milho “safrinha”, na última década, os danos diretos têm aumentado consideravelmente (Gassen, 1996) e também os indiretos por meio da transmissão de viroses, como o mosaico (Waquil et al., 1998). Além disso, o desenvolvimento e a fertilidade da planta são influenciados quando o ataque é intenso durante a floração (Peña-Martínez, 1992b; Waquil et al., 1996). Segundo Gassen (1996), nas regiões em que se faz o controle sistemático do noctuídeo, *S. frugiperda*, com inseticidas de amplo espectro de ação, têm-se observado populações maiores de *R. maidis* que, livres de seus inimigos naturais, reproduzem-se rapidamente, elevando sua densidade populacional.

Considerando a importância do afídeo *R. maidis* para o milho e do potencial de *C. externa* na predação desse pulgão, objetivou-se nesta pesquisa:

- Estudar alguns aspectos biológicos de *R. maidis* e *C. externa*;
- Avaliar a capacidade predatória de larvas alimentadas com esse afídeo;
- Avaliar os efeitos da infestação de *R. maidis* na cultura do milho e a interação entre larvas de *C. externa* e o pulgão *R. maidis*.

2 Referencial Teórico

2.1 Importância da cultura do milho

O maior conhecimento sobre a expansão mundial e a origem das espécies cultivadas deve-se ao trabalho sistemático do biólogo russo Nikolai Ivanovich Vavilov, diretor do Instituto de Investigações Científicas de Lenigrado na Rússia, de 1916 a 1936, sendo o Centro Mexicano do Sul e Centro-Americano considerados como os prováveis locais de origem do milho (Bueno et al., 1999). No final do século XV, o navegador Cristovão Colombo observou, na costa norte de Cuba, a existência de milho, constituindo-se esse o primeiro relato escrito. Porém, estudos de fósseis evidenciaram essa ocorrência para 7.000 ou 8.000 anos atrás. Sua disseminação ocorreu, principalmente, acompanhando as viagens de navegadores portugueses para a África e para as Índias. É surpreendente que a planta do milho, tendo originado-se há cerca de 7.000 anos, em uma região tropical americana, tenha, por seleção, adaptado-se desde o nível do mar até 3.000 metros de altitude e latitudes de até a 58° – 60°N (Beadle, 1980; Iltis, 1983a,b; Doebley, 1990).

O milho, *Zea mays* Linnaeus, pertencente à Família Poaceae, é uma monocotiledônea, herbácea, alógama, com reduzida taxa de autofecundação. Sua cultura é uma das mais importantes, constituindo-se num dos principais componentes para o segmento produtivo, sendo sua área cultivada inferior apenas à da soja (Fancelli, 1988). É uma das mais eficientes plantas armazenadoras de energia. De uma semente que pesa pouco mais de 0,3 g irá surgir uma planta geralmente com mais de dois metros de altura, capaz de produzir cerca de 600 a 1.000 sementes similares àquela da qual se originou, dentro de um espaço de tempo de cerca de 120 dias (Magalhães et al., 1995).

O Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial, sendo os EUA e China os dois principais produtores. Os Estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul são os maiores produtores. Desde a safra 1995/96 até a de 2002/03, portanto oito safras consecutivas, há uma forte demanda interna, cerca de dois milhões de toneladas, com exceção da safra 2000/01, cuja produção foi superior 42 milhões de toneladas. As projeções para a safra 2002/03 são de 36,5 milhões de toneladas cultivadas em, aproximadamente, 12 milhões de hectares. Contudo, 24% dessa participação devem-se ao cultivo “safrinha”, podendo um agravamento no abastecimento (Agrianual, 2003).

A cultura do milho encontra-se amplamente disseminada no Brasil, tanto pela multiplicidade de usos na propriedade rural quanto à tradição de cultivo desse cereal pelos agricultores. Uma das características marcantes dessa cultura no Brasil está na concentração de sua produção em pequenas propriedades. No âmbito tecnológico, o comportamento de risco, a disponibilidade de capital para custeio e investimento, o grau de instrução dos produtores, a comercialização vinculada a intermediários e o consumo na propriedade, são características geralmente associadas à condição de pequeno agricultor (Magalhães et al., 1995).

Por suas características fisiológicas e elevada eficiência fotossintética, o milho possui alto potencial de produção. A produtividade pode alcançar 16 toneladas de grãos por hectare, mas a média nacional de 2,8 t/ha reflete os contrastes entre regiões, com rendimento variando de 3,7 a 3,9 t/ha nas regiões sul, sudeste e centro-oeste, e apenas 1,5 e 1,1 kg/ha no norte e nordeste. Essas diferenças possivelmente estão associadas a uma concentração em pequenas propriedades e consórcio com outras culturas. Considerando-se o custo relativamente alto para produção, o baixo preço do produto e sendo uma cultura que responde muito bem ao uso de novos insumos, torna-se fundamental o

emprego de novas tecnologias disponíveis para alcançar maior competitividade (Cruz, 1999; Vasconcelos, 2000; Agriannual, 2003).

2.2 Ocorrência, descrição e importância de Rhopalosiphum maidis em milho

Os afídeos são insetos de vasta distribuição geográfica e possuem grande habilidade em sobreviver numa variada gama de condições climáticas e hospedeiros (Dixon, 1987a). Sua importância como insetos-praga, aliada ao fato de muitas espécies serem vetores de viroses, torna esse grupo de organismos um dos mais estudados no mundo (Blackman & Eastop, 1984; Eastop, 1977; Peña-Martínez, 1992a).

[O pulgão *R. maidis* é uma espécie com ampla distribuição geográfica tendo como hospedeiro muitas gramíneas, sendo comum em regiões tropicais e zonas temperadas (Peña-Martínez, 1992a; Gassen, 1996; Barbagallo *et al.*, 1998). Além do milho, ocorre em cana-de-açúcar, trigo, aveia, centeio, cevada, painço, sorgo e gramíneas silvestres. Markkula & Myllymaki (1963) constataram a abundância das espécies *R. maidis* e *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) na Finlândia, causando danos em cereais na primavera, particularmente em aveia e cevada.]

Os adultos de *R. maidis* são pequenos, medindo de 1,4 a 1,9 mm de comprimento e as formas ápteras, cerca de 1,5 mm. As formas aladas são menores e apresentam as asas hialinas transparentes, corpo verde-azulado a negro e ninfas com coloração variando do amarelo-claro ao verde-claro. A cabeça, ápice e base das tíbias anteriores, segundo e terceiro pares de pernas, sífúnculos e codícula, apresentam coloração negra (Waquil *et al.*, 1986; Dicke & Guthrie, 1988; Peña-Martínez, 1992a; Cruz *et al.*, 1997).

As colônias com indivíduos ápteros tornam-se visíveis, primeiramente, em folhas e na extremidade dos estigmas, enquanto que as formas aladas tornam-se abundantes em grandes colônias nas folhas e estigmas, durante o florescimento. A infestação inicia em plantas isoladas, disseminando-se em manchas na lavoura, principalmente próximo ao lançamento do pendão, quando as folhas encontram-se enroladas, formando o cartucho, e os maiores problemas são observados em cultivares de milho doce. Adultos alados são atraídos por plantas recém-emergidas, dando início à formação da colônia. Infestações iniciais no sistema vascular poderão resultar no acúmulo de carboidratos e na síntese anormal de antocianina, o que acarreta uma coloração avermelhada nas folhas. Ocorrendo aumento da colônia durante o período de lançamento dos estilo-estigmas, a antese pode ser impedida, resultando em uma variação na fertilidade da planta (Dicke & Guthrie, 1988; Gassen, 1996).

Pela sucção contínua de seiva, ocorre depauperamento e, em infestações maciças, ocorre definhamento geral da planta. [As folhas ficam cloróticas, encarquilhadas e enroladas, com manchas marrom-amareladas, recobertas por *honeydew*, que poderá provocar o desenvolvimento da fumagina, interferindo na atividade fotossintética (Bayer, 1967).]

Os principais vetores de vírus e do espiroplasma *Spiroplasma kunkelli* (Whitcomb) (Classe Mollicutes: Spiroplasmataceae) no milho são o pulgão *R. maidis* e o cicadelídeo *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923), respectivamente, os quais são transmissores de viroses e “enfesamentos”, sendo encontrados em todo o estado de Minas Gerais em lavouras isoladas ou de subsistência. Nas Unidades Básicas de Produção Agrícola de Coqueiral e Patos de Minas verificou-se que a incidência variou de 0,08 a 96%, respectivamente, sendo necessário o monitoramento desse afídeo, evitando-se problemas futuros (Waquil et al., 1998; Sabato et al., 2002; Oliveira et al., 2003).

[Além dos danos diretos, *R. maidis* é apontado como um vetor do vírus do mosaico da cana-de-açúcar e do MDMV (“maize dwarf mosaic vírus”) ou vírus do mosaico anão em milho (Waquil et al., 1996).] O conhecimento dos hospedeiros dos patógenos do vetor primário é ponto relevante na produção de milho em áreas tropicais, como estratégia de amostragem e controle desses organismos fitopatogênicos (Gordon et al., 1981, citados por Dicke & Guthrie, 1988).

A comparação de perdas na produção de milho no estado de Ohio, EUA, devido à infestação de *R. maidis*, durante duas safras consecutivas, evidenciou pequenas perdas na produção na primeira safra, quando o solo estava em capacidade de campo. Porém, sob os estresses de infestação e hídrico, houve uma redução maior na produção da segunda safra (Dicke, 1969 e Triplehorn, 1959, citados por Dicke & Guthrie, 1988). Everly (1960) também reportou sobre maiores perdas na produção de milho sob estresses causados por essas condições.

2.3 Aspectos bioecológicos de *Rhopalosiphum maidis*

[O desenvolvimento dos afideos é rápido (Dixon, 1987a), e passa por quatro instares.] Contudo, em *R. maidis*, podem ocorrer cinco instares (Fonseca, 2002). Segundo Blackman (1987), durante o desenvolvimento desses insetos ocorrem gerações partenogenéticas surgindo fêmeas vivíparas ápteras e aladas, podendo ser alternadas por gerações bissexuadas, com a presença de fêmeas ovíparas e machos (Kyber, 1815, citado por Lima, 1942; Ilharco, 1992; Moran, 1992; Peña-Martinez, 1992b).

O ciclo biológico dos afideos, em que machos e fêmeas formam a geração sexuada, é denominado completo e as espécies que o realizam são

mudanças na sua estrutura e diferenças no seu metabolismo, afetando o desempenho de *R. maidis*. A abundância e o impacto desse afídeo decresceram com a redução na qualidade da planta. Os fatores que afetaram o desempenho das populações de *R. maidis* foram, provavelmente, a intensidade de produção e transporte de fotoassimilados e a morfologia da planta.

As condições climáticas exercem um importante papel na determinação da porcentagem de desenvolvimento da colônia e na redução da produção. Chuvas pesadas durante o estágio de plântula e no início do lançamento do cartucho no milho eliminam grande parte de insetos alados e de colônias jovens (Everly, 1960; Dicke & Ghutrie, 1988). Fatores abióticos como temperatura, espécie, estágio fenológico, local de alimentação e qualidade nutricional do hospedeiro, podem afetar o desenvolvimento de pulgões do gênero *Rhopalosiphum* Kock, 1854 (Itô & Hirano, 1963; Singh & Painter, 1963; Chaudhary et al., 1968; Dean, 1974; Leather & Dixon, 1981; Honek, 1991).

Com relação à fase de ninfa, o tempo médio de desenvolvimento dos instares de *R. maidis* ápteros criados em cevada a 11, 15, 19, 23, 26 e 29°C foram de 4,5; 2,5; 1,8; 1,4; 1,3; e 1,3 dias; 4,5; 2,6; 1,8; 1,4; 1,3 e 1,2 dias; 4,5; 2,3; 1,7; 1,2; 1,3 e 1,5 dias e 4,7; 2,5; 1,9; 1,4; 1,3 e 1,7 dias, para o primeiro, segundo, terceiro e quarto instares (Elliott et al., 1989). Portanto, observou-se para o segundo, terceiro e quarto instares, na faixa de 23 a 29°C, que não houve uma relação direta entre o aumento da temperatura e a redução no período de desenvolvimento. A duração do período ninfal nessas temperaturas foi de 18,3; 9,9; 7,1; 5,4; 5,3 e 5,6 dias, respectivamente, demonstrando que o tempo requerido para o desenvolvimento do período ninfal decresceu com o aumento na temperatura até cerca de 23°C, estabilizando-se até 26°C e sofrendo um acréscimo a 29°C. Este aumento pode ter ocorrido devido à influência negativa da temperatura acima de 26°C sobre a velocidade de desenvolvimento do afídeo.

Rezende & Cruz (1989) observaram um tempo médio de desenvolvimento para cada ínstar de *R. maidis*, em milho, a 25°C, de 1,6; 1,3; 1,3 e 1,4 dias, respectivamente. Constatando-se, assim, um aumento de cerca de 70% na duração do período ninfal quando o afídeo foi criado em milho e sorgo, a 20°C, correspondendo a 8,0 e 13,4 dias, respectivamente. Fica evidenciado, dessa forma, o efeito do hospedeiro sobre a biologia de *R. maidis*, apesar de se tratar de um pulgão de gramíneas.

A fase adulta se inicia após a última ecdise e o surgimento do adulto. Segundo Blackman (1987), o período pré-reprodutivo é, geralmente, mais curto em fêmeas aladas. Markkula & Myllymaki (1963) observaram essa diferença entre fêmeas ápteras e aladas de *R. padi*, criadas na planta "bird-cherry", com duração superior a 60% para fêmeas ápteras. Chaudhary et al. (1968) não constataram esse período para *R. maidis* criado em trigo, quando trabalharam a 26,5°C, provavelmente por ter ocorrido em um curto espaço de tempo. Elliott et al. (1989) também não observaram um período pré-reprodutivo para essa mesma espécie criada em cevada, sob temperatura de 15 a 29°C mas, fora dessa faixa, a 11°C, registraram uma duração de 2,2 dias. Belvett et al. (1965) verificaram que *R. padi* e *R. maidis* criados em cevada a 21,1°C, apresentaram uma duração de 6,9 e 8,4 dias, respectivamente e Foott (1977) verificou para *R. maidis* em cevada, a 25,5°C e 10 h de luz, uma duração de 5,9 dias.

Com relação ao período reprodutivo de *R. maidis*, quando criado em cevada a 21,1°C, foi de 17,7 dias (Belvett et al. 1965) e a 25,5°C, foi de 15,8 dias (Foott, 1977); quando criado em folhas de trigo, a 26,5°C, foi de 16,8 dias (Chaudhary et al., 1968). Trabalhando com essa mesma espécie em sorgo e milho, Rezende & Cruz (1989) não observaram diferença na duração desse período, a 20°C, com 18,2 e 18,0 dias, respectivamente, mas a 25°C, em sorgo, foi de 16,6 dias e, em milho, foi de 18,7 dias.

De acordo com Belvett et al. (1965), a duração do período pós-reprodutivo em *R. maidis* a 21,1°C, criado em cevada, foi de 9,7 dias. Chaudhary et al. (1968) verificaram, para essa mesma espécie, em trigo a 26,5°C, uma duração de 1,4 dia. Foott (1977) verificou, para esse afídeo criado em cevada a 25,5°C, um período de 9,6 dias, constatando que um acréscimo de 1°C acarretou uma redução de cerca de 60% na duração, correspondendo a, aproximadamente, 3,8 dias. Uma diferença de cerca de 100% na duração desse período foi observada por Rezende & Cruz (1989), quando criaram essa espécie, a 20°C, em sorgo e milho, respectivamente, com 12,0 e 6,4 dias.

As diferenças observadas na duração dos períodos reprodutivos e pós-reprodutivo de *R. maidis* com alteração no hospedeiro e em faixas de temperaturas semelhantes podem ser atribuídas a relação de período mais curto observada para o pós-reprodutivo e, conseqüentemente, menor influência sobre a velocidade de desenvolvimento.

De acordo com Belvett et al. (1965), a produção total de ninfas/fêmea para *R. maidis*, a 21,1°C, em cevada, foi de 48,3. Chaudhary et al. (1968) verificaram, para essa espécie criada em trigo a 26,5°C, 2,1 e 34,4 ninfas/fêmea, para o número médio diário e total, respectivamente. Foott (1977) observou para esse afídeo criado em cevada a 25,5°C, 4,3 e 68,2 ninfas/fêmea para diário e total, respectivamente. Rezende & Cruz (1989) verificaram, para *R. maidis* em sorgo, a 20 e 25°C, uma produção total de 87 e 79 ninfas, respectivamente.

Com relação à longevidade de *R. maidis*, quando criado em trigo a 26,5°C (Chaudhary et al., 1968), em cevada a 25,5°C (Foott, 1977) e em sorgo a 20,0 e 25,0°C (Rezende & Cruz, 1989), ela foi de 27,2; 31,3; e 30,1 e 25,1 dias, respectivamente.

2.4 Exigências térmicas de *Rhopalosiphum maidis*

A temperatura influencia diretamente o desenvolvimento e comportamento dos insetos e, indiretamente, a alimentação (Silveira Neto et al., 1976; Haddad et al., 1995).

Para se implementar um programa de MIP é aconselhável a utilização de modelos matemáticos, com o intuito de prever a ocorrência de pragas-chave. Segundo Haddad et al. (1999), as necessidades térmicas dos insetos podem ser avaliadas por meio da constante térmica (K) expressa em graus-dia, a qual parte da hipótese de que a duração do desenvolvimento, em função da temperatura, é uma constante; o somatório da temperatura é computado a partir do limiar térmico inferior, denominado temperatura base (T_b), a partir da qual os insetos passam a crescer ou a acumular energia.

A temperatura ótima é aquela na qual ocorre o máximo desenvolvimento e, fisiologicamente, os insetos possuem um “ótimo” de função dentro de uma faixa limitada de temperatura. De acordo com Haddad et al. (1995), pode-se prever, em função das necessidades térmicas dos insetos e da região, a possibilidade de crescimento de uma população.

A interação entre a temperatura e os afídeos tem sido bastante estudada (Gilbert & Raworth, 1996). Variações térmicas podem significar alterações na capacidade de reprodução desses insetos (Dixon, 1987a), como em *R. padi*, no qual o tempo requerido para completar cada estágio de desenvolvimento decresceu com o aumento desse fator, até 23°C (Elliott & Kieckhefer, 1989). Dean (1974) observou que abaixo de 15°C, populações desse afídeo tiveram um incremento na velocidade de desenvolvimento de 4–16 vezes quando comparada às aquelas de *M. dirhodum* e *S. avenae*. Entre 20 e 25 °C, desenvolveram-se ainda mais rápido, alcançando a maior produção de descendentes a 25°C, contudo, na

faixa de 15 a 20°C, a produção de ninfas/fêmea foi similar as das demais espécies.

2.5 Crisopídeos como agentes de controle biológico de pragas

O controle biológico (CB) ainda é considerado uma arte por muitos cientistas, muito embora tenham sido feitos vários esforços visando dar um caráter científico a esse método de redução da densidade populacional de artrópodes-praga (van Lenteren, 2000). A utilização simultânea de diferentes técnicas de supressão de populações com o objetivo de manter os insetos numa condição de “não-praga”, de forma econômica e harmoniosa com o ambiente, pode definir o MIP (Crocomo, 1984). De acordo com Gravena (1992), o CB natural, clássico e artificial, deve ser encarado como uma outra tática do MIP que, em muitos agroecossistemas, pode ser considerado como “ponto-chave”.

O monitoramento de determinada cultura para se estabelecer o momento exato em que devem ser tomadas as medidas corretas de proteção, faz parte das táticas do MIP (Bom Joanni & Freitas, 2001). Apesar de preconizar o uso racional de produtos químicos nos agroecossistemas (Godoy et al., 2001), esse tipo de controle ainda é o mais utilizado. Assim, um ponto relevante quanto ao emprego de *C. externa* no CB associado a outros métodos de controle, refere-se a seletividade a vários inseticidas (Miranda et al., 2001).

Nesse aspecto, pesquisas recentes realizadas com *C. externa* evidenciaram a importância desse organismo como auxiliar na regulação da densidade populacional de alguns artrópodes-praga, associado a seletividade de vários produtos à essa espécie (Ribeiro et al., 1988; Velloso et al., 1997, 1999; Carvalho et al., 1998, 2002; Costa et al. 2001a; Cruz, 2000a; Cassino et al.,

2000; Bueno & Freitas, 2001a,b; Cavalcanti et al., 2001; Godoy et al., 2001; Grutzmacher, 2001).

Os crisopídeos são agentes promissores para o controle biológico de afídeos, por serem polípagos, possuírem grande habilidade para locomoção nas plantas e alta capacidade de busca, além de apresentarem ampla adaptabilidade a variações de temperatura, o que facilita o controle integrado. Algumas espécies são predadoras, tanto na fase larval como na adulta, enquanto outras possuem este comportamento apenas na fase larval. Nesse caso, os adultos alimentam-se de pólen e/ou “honeydew” (Fonseca, 2002, citando Núñez, 1988; Moraes & Carvalho, 1991 e Stelzl & Devetak, 1999).

As espécies do gênero *Chrysoperla* Steinmann, 1964, foram umas das mais freqüentes associadas às pragas de frutíferas irrigadas (Barbosa et al., 2000, 2001). Ringenberg et al. (2001) demonstraram que os predadores da família Chrysopidae estavam entre os mais freqüentes e abundantes em duas áreas de sistema de produção integrada e convencional do pessegueiro, e Freitas & Fernandes (1992) constataram, em citros, na região de Jaboticabal, SP, dez espécies de crisopídeos, sendo *C. externa*, a dominante. Na cultura da soja, Grutzmacher (2001) observou que *Chrysopa* sp. (= *Chrysoperla*) foi a mais comum na entomofauna de predadores associados à *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae).

De acordo com Freitas & Scomparin (2001), com o aumento do interesse pelo uso dos crisopídeos em programas de CB, têm sido geradas informações sobre a biologia desses insetos, enfatizando o controle do percevejo-de-renda, *Leptopharsa heveae* (Drake & Poor, 1935) (Hemiptera: Tingidae), por *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851). De acordo com Carvalho & Souza (2000), das espécies de crisopídeos que têm recebido atenção, destacam-se *C. carnea* e *C. externa* que possuem ampla distribuição geográfica

concentrando maior número de pesquisas envolvendo um sistema apropriado de produção em condições de laboratório.

Na região de Lavras, MG, *C. externa* foi a espécie mais freqüente e abundante em citros, com picos populacionais de 687 (80,5%), 344 (54,7%), 328 (57,0%) e 107 (34,2%) ocorridos nos meses de setembro de 1992, 1993, 1994 e 1995, respectivamente. Houve redução no número de insetos coletados nos meses após setembro sendo que o aumento no número de adultos capturados após esse período, ocorreu em função da redução na precipitação, umidade relativa e temperatura média mínima (Souza & Carvalho, 2002).

O valor desses insetos como agentes de controle deve-se a inúmeros fatores, tais como elevado número de espécies e, conseqüentemente, hábitos alimentares diferenciados, sendo encontrados em muitas culturas de interesse econômico, tanto em condições naturais como em ambientes protegidos (Carvalho & Souza, 2000; Souza & Carvalho, 2001) (Tabela 1). Entretanto, o número relativamente baixo de crisopídeos em condições naturais pode não ser suficiente à obtenção de um nível desejado de controle de pragas, tornando-se necessária sua criação massal e posterior liberação. Sua eficiência está condicionada à eficácia do método de liberação, número de predadores a serem liberados, densidade da praga e disponibilidade do predador pela criação massal (Ridgway & Kinzer, 1974; Hassan et al., 1985; Núñez, 1988; Hagley, 1989).

De uma maneira geral, larvas de crisopídeos apresentam um comportamento predatório durante todo o seu desenvolvimento que é composto por três instares, sendo que no primeiro estágio são mais ativas, exibindo uma maior capacidade de busca por pequenas lagartas e ovos de lepidópteros, pulgões, tripses, cochonilhas, cigarrinhas, moscas brancas, psilídeos e ácaros, suas principais presas (Abid et al., 1978; Smith, 1921; Lima, 1942; Canard & Principi, 1984).

TABELA 1. Culturas, espécies de crisopídeo, presas e fonte.

Cultura	Crisopídeo	Presas	Fonte
Abacaxizeiro	<i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861)	<i>Dysmicoccus brevipes</i> (Cockerell, 1893)	Santa-Cecília et al., 2001
Acerola	<i>Chrysoperla</i> spp.	Complexo de pragas	Costa & Didonet, 2001
Algodoeiro:	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	Ovos de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850) e <i>H. virescens</i> (Fabricius, 1781)	Ridgway & Jones (1968 e 1969)
	<i>C. carnea</i>	Ovos de <i>Helicoverpa</i> spp.	Ridgway et al., 1973
	<i>Brinkochrysa scelestes</i> (Banks, 1911)	<i>Corcyra cephalonica</i> (Stainton, 1865)	Krishnamoorthy & Nagarkatti, 1981
	<i>C. carnea</i>	<i>Trichoplusia ni</i> (Hübner, 1802)	Ehler & van den Bosch, 1974
	<i>C. carnea</i>	<i>Helicoverpa zea</i> , <i>H. virescens</i>	Ridgway & Pinnell, 1976
	<i>C. externa</i>	<i>A. gossypii</i> e ovos de <i>Sitotroga cerealella</i> (Oliver, 1819)	Costa et al., 2002
	<i>C. externa</i>	<i>Alabama argillacea</i> (Hübner., 1818)	Silva et al., 2002
Aveia	<i>C. carnea</i>	<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)	Rautapää, 1977
Beterraba	<i>C. carnea</i>	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	Hassan et al., 1985
Cafeeiro	<i>C. externa</i>	<i>Leucoptera coffeellum</i> (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842)	Ecole et al., 2002
Crisântemo	<i>C. carnea</i>	<i>M. persicae</i>	Scopes, 1969
Citros:	<i>Ceraeochrysa cubana</i> (Hagen, 1861)	<i>Eotetranychus sexmaculatus</i> (Koch, 1818)	Muma, 1957
	<i>Ceraeochrysa</i> spp.	Complexo de pragas	Gitirana Neto et al., 2001
	<i>C. carnea</i>	<i>Brachycolus asparagi</i> (Mordvilko, 1929)	Angalet & Stevens, 1977
Erva daninha	Chrysopidae	<i>Bemisia tabaci</i> Raça B (Gennadius, 1889)	Cavalcante et al, 2001
Macieira:	<i>C. carnea</i>	<i>Aphis pomi</i> de Geer, 1773	Hagley, 1989
	<i>C. carnea</i>	<i>A. pomi</i>	Hagley & Allen, 1990
Milho:	<i>C. externa</i>	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856)	Maia et al., 2001
	<i>C. externa</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797)	Cruz, 2000
Pessegueiro	<i>C. carnea</i>	<i>Tetranychus urticae</i> (Koch, 1836)	Hagley & Miles, 1988
Roseira	<i>C. externa</i> ,	<i>Rhodobium porosum</i> (Sanderson, 1900)	López, 1996
Seringueira	<i>Ceraeochrysa cincta</i> (Schneider, 1851)	<i>Leptopharsa hevea</i> Drake & Poor, 1935	Freitas & Scomparin, 2001
Sorgo:	<i>C. externa</i>	<i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852)	Fonseca et al., 2001
	<i>C. externa</i>	<i>R. maidis</i>	Maia et al., 2001
Tomateiro:	<i>C. externa</i>	<i>B. tabaci</i>	Aud et al., 2001
	<i>C. cincta</i>	<i>B. tabaci</i>	Aud et al., 2001

O pioneirismo de Finney (1948, 1950) com a produção massal de ovos de *Chrysopa californica* Coquillett (= *Chrysoperla*) para liberação em campo, tornou-se o “marco” do uso de crisopídeos no controle biológico. Desde então, novas técnicas e inúmeros estudos têm sido realizados para a produção de outras espécies em larga escala, alcançando, atualmente, o “estágio” comercial em alguns países, principalmente da Europa (Krishnamoorthy & Nagarkatti, 1981; Tauber et al., 2000).

□ O sucesso do uso de crisopídeos para o controle biológico já vem sendo demonstrado há mais de 30 anos, com Scopes (1969), Rautapää (1977), Daane et al., (1996) e El Arnaouty & Sewify (1998) com *C. carnea*; Bergeson & Messina (1998) com *Chrysoperla plorabunda* (Fitch, 1855); Carvalho et al. (1997), Figueira (1998), Maia (1998), Maia et al. (2000), Auad et al. (2001a,b), Fonseca et al. (2001a,.) , Ecole et al. (2002) e Silva et al. (2002) com *C. externa*, etc. □

Recebem destaque as espécies dos gêneros *Chrysopa* Leach, 1815, encontradas na Região Holoártica, e *Chrysoperla* Steinmann, 1964, com vasta distribuição geográfica. Incluem-se neste último, 36 espécies distribuídas por todo o mundo, com maior concentração na Região Holoártica e Ilhas do Pacífico (Brooks, 1994). No continente americano, *C. externa* pode ser encontrada desde o sudeste dos EUA até a Argentina. Sua ocorrência tem sido registrada no Brasil em todas as regiões, tornando-se uma espécie conhecida, ocorrendo em sistemas naturais e cultivados (Albuquerque et al., 1994; Carvalho & Ciociola, 1996; Freitas & Scomparin, 2001). As larvas dos crisopídeos, e em particular de *C. externa*, possuem grande voracidade e capacidade de busca. Elas são capazes de capturar um elevado número de presas durante o seu desenvolvimento, sendo conhecidas como predadores eficazes de várias espécies de artrópodes (Carvalho & Ciociola, 1996). Souza & Carvalho (2001) salientaram, ainda, a capacidade reprodutiva dessa espécie e sua longevidade, que é de aproximadamente 100

dias, podendo-se obter uma média diária de 28 ovos/fêmea e uma produção total próxima a 2.200 ovos.

Nas regiões em que se adota o controle da lagarta-do-cartucho com inseticidas de amplo espectro de ação, em áreas anteriormente cultivadas com milho, tem-se observado o aumento de populações de várias pragas secundárias. Livres de seus inimigos naturais, essas pragas reproduzem-se rapidamente, mudando de “status”, atingindo o nível de praga principal (Gassen, 1996). Por outro lado, o agrossistema do milho é favorável a programas de MIP com ênfase na utilização do controle biológico, pelo fato de agregar uma gama significativa de predadores e parasitóides (Cruz, 2000b).

No Brasil, são relativamente recentes os trabalhos visando o emprego de crisopídeos em programas de manejo integrado de artrópodes-praga. Dentre eles, podem-se mencionar o controle de *A. argillacea*, dos pulgões *A. gossypii*, *S. graminum* e *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1845), algumas cochonilhas em citros (*Coccus* sp.; *Orthezia* sp.; *Pinnaspis* sp. e *Selenaspis* sp.) e do percevejo de renda, *Leptopharsa hevea* Drake & Poor, 1935.

De acordo com Holling (1961), as características do ambiente, da presa e do predador são importantes fatores que podem afetar a atividade predatória. O comportamento de busca é afetado pela densidade de presas, sendo que, após a captura do primeiro indivíduo, a larva passa a procurar mais intensamente uma nova vítima. A localização da presa é um processo que envolve o encontro da planta hospedeira, local de ocorrência da presa na planta e da própria presa (Faria et al., 2001). O comportamento pode influenciar diretamente a eficiência de predação de *Helicoverpa* spp. (= *Heliothis*) por larvas de *C. carnea* em algodoeiro (Butler Jr. & May, 1971). Como a maior parte dos ovos e lagartas desse noctuídeo encontra-se na parte superior da planta e as larvas têm o hábito de alimentarem-se nessa porção, *C. carnea* tornou-se um predador mais efetivo. Citando Fleshner (1950), Freitas & Fernandes (1996) relataram um

comportamento semelhante em larvas de *Chrysopa* sp. (= *Chrysoperla*) que foram mais ágeis na ausência de luz e nas partes mais altas do algodoeiro.

Oliver (1964) observou que larvas de *Chrysoperla oculata* permaneceram sobre ovos ou pequenas lagartas do arctiídeo *Hyphantria cunea* (Drury) até serem totalmente predados. Serikawa et al. (2001) também observaram esse comportamento para larvas de *C. externa* após localizarem posturas de *S. frugiperda* ou de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae). Algumas pesquisas realizadas no Brasil sobre a capacidade predatória de *C. externa* são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Algumas pesquisas desenvolvidas no Brasil, relacionadas à capacidade predatória de larvas de *Chrysoperla externa* alimentada com diversas presas.

Presas	Ínstares			Fase larval	Fonte
	1º	2º	3º		
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877 Pulgões	52.8	81.2	236.6	370.6	Ribeiro, 1988.
<i>Rhodobium porosum</i> (Sanderson, 1845) Pulgões	7.8	20.7	137.4	165.9	López, 1996.
<i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852) Pulgões	21.6	51.4	277.6	350.6	Fonseca et al., 2001a,b.
<i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith, 1797) Ovos	27.0	52.5	358.5	438.0	Tiraboschi et al., 2001.
<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) Pulgões	31.0	63.0	277.1	371.1	Maia et al., 2001.
<i>A. gossypii</i> Pulgões	3.9	2.6	4.2	10.6	Costa et al., 2002.
<i>Sitotroga cerealella</i> (Oliver, 1819) Ovos	3.0	2.6	3.7	9.2	Costa et al., 2002.
<i>Alabama argillacea</i> (Hübner, 1818) Lagartas	6.5	28.4	74.6	40.7	Silva et al., 2002.

2.6 Aspectos biológicos dos crisopídeos

A necessidade do conhecimento da biologia desses predadores, principalmente das espécies sul-americanas, e suas respectivas presas, associada ao incremento na utilização desses organismos no controle biológico de pragas,

gerou uma maior demanda nas pesquisas realizadas nos últimos anos. Como *C. externa* tem sido frequentemente encontrada em muitos agroecossistemas, os trabalhos acerca da biologia dessa espécie têm sido priorizados. As pesquisas pioneiras desenvolvidas no Brasil por Aun (1986) e Ribeiro (1988), desencadearam uma série de ensaios relacionados aos aspectos biológicos dessa espécie.

{ A temperatura é considerada o principal fator que influencia a duração de desenvolvimento e comportamento de muitas espécies de insetos } (Silveira Neto et al., 1976).

Butler Jr. e Ritchie Jr. (1970) verificaram que um aumento em 20°C (15 para 35°C) provocou uma redução de 10 dias (13,1 para 3,0 dias) na duração do período embrionário de *C. carnea*. Aun (1986) constatou, para *C. externa*, a 20, 21 e 25°C, uma redução na duração de 7,5; 6,1 e 4,7 dias, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Ribeiro et al. (1993) com um período médio de 4,2 dias quando mantidas a 25°C e UR de 70%. Igualmente, Albuquerque et al. (1994) observaram um decréscimo nesse período com elevação da temperatura, apresentando uma variação de 4 a 14 dias. Comparações na duração do período embrionário de *C. externa* criada em diferentes temperaturas mantidas constantes, permitiram evidenciar maiores variações entre 15 e 18°C e 18 e 21°C naquelas constatadas em temperaturas acima de 21°C (Figueira et al., 2000; Maia et al., 2000; Fonseca et al., 2000, 2001a; Macedo et al., 1998, 2000). Quando as condições climáticas não são controladas, como em casa de vegetação, a duração do período embrionário dessa mesma espécie apresentou uma variação de 6,3 a 7,6 dias (Boregas, 2000).

Em pesquisas realizadas por Carvalho (1994) com *Chrysoperla mediterranea*. (Hölzel, 1972), observou-se que a alimentação, densidade de adultos e temperatura influenciaram a duração do período embrionário e, a 20°C

e UR de 70 a 80%, constatou-se uma variação de 6 a 8 dias. Sob temperaturas de 15 a 30°C, esse período decresceu de 14,0 a 3,5 dias.

Para viabilidade de ovos de *C. externa* mantidos entre 18 e 32°C, Aun (1986) obteve variação na viabilidade de 87 a 96% e Ribeiro (1988) observou viabilidade de 87,7% a 25°C. Carvalho (1994) observou que ovos de *C. mediterranea* provenientes de fêmeas alimentadas com pólen mais mel e mel puro apresentaram uma viabilidade de 77,3 e 72,0%, respectivamente. Já aquelas alimentadas com lêvedo mais mel e mantidas a 15, 20, 25 e 30°C produziram ovos com viabilidades de 82,8; 80,0; 88,5 e 82,8%, respectivamente. Evidencia-se, assim, que, além da temperatura e a umidade, o alimento possivelmente é um fator importante no desenvolvimento embrionário.

As larvas dos crisopídeos passam por três instares (Smith, 1921, 1922), ocorrendo a última ecdise dentro do casulo. A duração de cada instar e da fase larval é influenciada pela disponibilidade e qualidade do alimento, umidade relativa do ar e pela temperatura (Tabela 3).

O primeiro instar varia de 2 a 7 dias, o segundo de 2 a 5 dias, e o terceiro pode se prolongar por até 10 dias (Smith, 1922; Aun, 1986; Ribeiro et al., 1993; Kubo, 1993; Albuquerque et al., 1994; Carvalho, 1994; López, 1996; Figueira et al., 2000a; Maia et al., 2000a; Fonseca et al., 2000; Boregas, 2000).

A última ecdise larval ocorre no interior do casulo, sendo detectada pela formação de um pequeno disco escuro que corresponde a exúvia e que pode ser observado através do tecido de seda em uma das extremidades do casulo. O período compreendido entre essa última ecdise até a emergência do adulto corresponde à fase de pupa propriamente dita. Após o completo desenvolvimento, as pupas se libertam dos casulos através de uma abertura circular feita com as mandíbulas em uma das extremidades. Inicia-se, então, a fase “farata”, que corresponde à pupa móvel, que termina com a emergência do

adulto, através da última ecdise, seguida pela expansão das asas e liberação do mecônio (Smith, 1921; Canard & Principi, 1984).

A duração do primeiro, segundo e terceiro instares, fase de larva, pré-pupa e pupa de *C. externa* alimentada com diferentes presas, demonstra a influência da temperatura e da umidade relativa do ar, fotoperíodo, ambiente de criação, geração do inseto e tipo de alimento sobre o desenvolvimento desse crisopídeo.

TABELA 3. Duração das fases de larva, pré-pupa e pupa de *Chrysoperla externa* oriundas de larvas alimentadas com diferentes presas.

Presas	Temp. (°C)	Duração em dias						Fonte
		1ª	2ª	3ª	Fase larval	Pré-pupa	Pupa	
Ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller, 1879)	25	4.0	3.2	3.3	10.5	10.5	7,7	Aun. 1986.
Ovos de <i>Alabama argillacea</i> (Hübner) e pulgões <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	25	3.0	3.0	4.4	10.5	3.2	6.2	Ribeiro et al., 1993.
Lagartas de <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794)	25	3.3	2.7	4.2	10.2	3.2	6.6	Kubo. 1993.
Ovos de <i>Sitotroga cerealella</i> (Oliver, 1819) e pulgões <i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	25	4.5	4.2	5.7	14.4	3.0	11.3	Kubo. 1993.
Pulgões <i>Rhodobium porosum</i> (Sanderson)	26.3	3.0	2.0	3.2	8.2	3.2	6.1	Albuquerque et al., 1994.
Ovos de <i>A. argillacea</i>	25	3.0	3.0	4.0	10.0	3.1	6.9	López. 1996.
Pulgões <i>Schizaphis graminum</i> (Rondani)	24	3.5	3.0	3.9	10.4	3.0	7.9	Figueira et al., 2000a.
Pulgões <i>S. graminum</i>	25	3.5	3.3	3.8	10.6	3.6	7.2	Maia et al., 2000a.
Lagartas de <i>A. argillacea</i>	25	4.0	3.3	3.5	10.8	4.1	7.4	Fonseca et al., 2001a.
Ovos de <i>A. kuehniella</i>	25	3.7	3.0	5.0	11.7	3.1	5.9	Silva et al., 2002.
Pulgões <i>A. gossypii</i>	25	2.4	1.7	2.0	6.1	-	13.3	Boregas. 2000.
Pulgão <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch)	25	3.4	3.2	4.0	10.8	3.0	6.8	Macedo et al., 2000.
Ovos de <i>S. cerealella</i>	25	2.7	3.1	4.5	10.3	3.8	8.1	Maia et al., 2001.
Pulgões <i>A. gossypii</i>	25	3.0	2.5	3.7	9.2	3.1	6.9	Costa et al., 2001a.
Ninfas e adultos (♀) de <i>Dysmicoccus brevipennis</i> (Cockerell, 1893)	25	3.9	2.5	4.2	10.6	2.7	6.7	Costa et al., 2001a.
	25	4.9	4.9	4.7	14.5	1.2	11.3	Santa-Cecilia et al., 2001.

2.7 Resposta funcional

De acordo com Frazer (1988), a predação é um processo complexo que torna tecnicamente difícil a determinação da sua significância. Contudo, pode ser dividida como resposta funcional e numérica, podendo ser integrada em modelos bioestatísticos visando ao conhecimento dos efeitos da predação, por meio de modelos elaborados para essa finalidade.

A resposta funcional de um predador descreve a relação entre o número de presas capturadas e o número de indivíduos disponíveis, isto é, determina a quantidade de presas consumidas à medida que a densidade inicial aumenta (Solomon, 1949).

Em função do número de presas consumidas e aquelas disponíveis (Frazer, 1988; Trexler et al., 1988), podem-se estabelecer três tipos de resposta funcional (Figura 1), Tipo I, Tipo II e Tipo III (Holling, 1959; Hassel, 1978).

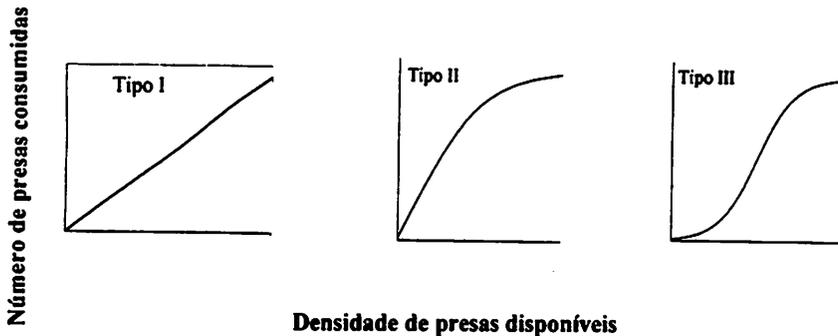


FIGURA 1. Modelos de resposta funcional sugeridos por Holling (1959).

A resposta numérica refere-se a um aumento no número de predadores após um incremento na densidade de presas (Solomon, 1949). Esta é mais difícil de ser investigada do que a funcional, pelo fato de só poder ser desenvolvida em condições de campo, enquanto a resposta funcional pode ser avaliada em laboratório e reavaliada em campo (Frazer, 1988).

Existem fatores que afetam a resposta funcional e as pesquisas têm buscado elucidar os vários processos da predação (Holling, 1959). Assim, a capacidade de procura relacionada à duração do tempo de busca e de manuseio, preferência pela presa, estado de inanição, aprendizagem e estágio de desenvolvimento do predador (Holling, 1961; Tostowaryk, 1972; Nordlund & Morrison, 1990), tamanho e estrutura da presa (Carvalho & Souza, 2000; Freitas & Scomparin, 2001), mecanismos de defesa da presa (Ecole et al. 2002); características do ambiente e a relação entre a densidade e o número de presas atacadas, que é um componente fundamental da dinâmica predador/presa, são fatores que influenciam a resposta funcional.

Outros fatores importantes são a interação e dependência entre comportamento de busca e manuseio da presa e quantidade de indivíduos consumidos, a qual depende da disponibilidade e qualidade do alimento.

De acordo com Carvalho & Souza (2000) e Freitas & Scomparin (2001), a facilidade de manuseio da presa relaciona-se com o tamanho, possibilidade de perfurar o tegumento e mobilidade. Assim, presas maiores, mais ágeis e com a cutícula mais resistente provavelmente não serão predadas. Isto foi observado por Ecole et al. (2002) quando larvas de *C. externa* não conseguiram predação ovos do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae), mas, no momento em que as lagartas deixavam as lesões para empuparem, eram capturadas.

Nordlund & Morrison (1990) observaram respostas funcionais Tipos I e II em larvas de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839), alimentada com o pulgão *A. gossypii*. Estes autores afirmaram que o tempo de manuseio gasto pelas larvas não decresceu com o “aprendizado”, sendo duas vezes maior para lagartas do que para ovos de *H. virescense*. Para *Mallada desjardinsi* (Navás, 1911) e *Chrysoperla congrua* (Walker, 1853), alimentadas com esse mesmo afídeo, obteve-se uma resposta Tipo II (Kabissa et al., 1996).

Um desenvolvimento mais rápido e redução na duração do período larval de *C. carnea* foram diagnosticados por Zheng et al. (1993), quando essas larvas foram supridas “*ad libitum*” com ovos de *A. kuehniella*.

3 Referências Bibliográficas

ABID, M. K.; TAWFIK, M. F. S.; AL-RUBEAE, J. K. The life history of *Chrysopa septempunctata* Wesm. (Neuroptera: Chrysopidae) in Iraq. **Bulletin Biology Research Center, Plinket**, v. 10, n. 3, p. 89-104, 1978.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, Argos, 2003. p. 413-434.

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 8-13, 1994.

ANGALET, G. W.; STEVENS, N. A. The natural enemies of *Brachycolys aspargi* (Homoptera: Aphididae) in New Jersey and Delaware. **Environmental Entomology**, v. 6, n. 1, p. 97-100, 1977.

AUAD, A. M.; BARBOSA, L. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Capacidade predatória de larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓG., 7, Poços de Caldas, MG, 2001a. **Resumos...** Lavras: UFLA, p. 97.

AUAD, A. M.; TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; FREITAS, S. de. Aspectos biológicos dos estádios imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentados com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 429-432, 2001b.

AUN, V. **Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 65 p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Biológicas).

BARBAGALLO, S.; CRAVEDI, P.; PASQUALINI, E.; PATTI, I. **Pulgones de los principales cultivos frutales**. Madri: Mundi-Prensa, 1998. 130 p.

BARBOSA, F. R.; SIQUEIRA, K. M. M.; SOUZA, E. A. de; MOREIRA, W. A.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. de. Integrated management of the aphid, *Aphis gossypii*, in Indian cherry tree, in irrigated areas of the São Francisco Valley. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21, BRAZILIAN CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 18, Foz do Iguaçu, PR, 2000. **Resumos...**Londrina: EMBRAPA/CNPSo, p. 663, 2000.

BARBOSA, F. R.; SOUZA, E. A. de; GONÇALVES, M. E. de; MOREIRA, W. A.; ALENCAR, J. A. de; HAJI, F. N. P. Predadores associados a pragas de frutíferas irrigadas no submédio do Vale do São Francisco. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...**Lavras: UFLA, p. 373.

BAYER. Os pulgões do milho. **Correio Agropecuário**, São Paulo: Bayer, v. 7, n. 4, p. 59, 1967.

BELVETT, V. B.; SUN, R-Y.; ROBINSON, A. G. Observations on laboratory rearing of grain aphids (Homoptera: Aphididae). **Canadian Journal of Zoology**, v. 43, p. 619-622, 1965.

BEADLE, G. W. The ancestry of corn. **Scientific American**, v. 242, p. 96-103, 1980.

BENTO, J. M. S. Prejuízos causados pelos insetos. **Revista Cultivar**, Pelotas: Argos. v. 2, n. 22, p. 18-21, 2000.

BERGESON, E.; MESSINA, F. J. Effect of a co-occurring aphid on the susceptibility of the Russian wheat aphid to lacewing predators. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 87, n. 1, p. 103-108, Apr. 1998.

BLACKMAN, R. L. Life-cycle variation in *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom., Aphididae) in different parts of the world, in relation to genotype and environment. **Bulletin of Entomological Research**, England, v. 63, p. 595-607, 1974.

BLACKMAN, R. L. Reproduction, cytogenetics and development. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Eds.) **World crop pests: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987. Cap. 3, p. 163-196.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. New York: John Willey and Sons, 1984. 466 p.

BOM JOANNI, S. F. S.; FREITAS, S. de Aspectos biológicos e morfológicos de diferentes fases do desenvolvimento de *Ceraeochrysa caligata* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 35.

BOREGAS, K. G. B. **Aspectos biológico de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação**. Lavras: UFLA, 2000. 62 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia).

BROOKS, S. J. A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum Natural History (Entomology)**, Hants, v. 63, n. 2, p. 137-210, 1994.

BUENO, A. F.; FREITAS, S. de Seletividade do Hexythiazox para as fases de ovo, larva e adulto de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001a. p. 418.

BUENO, A. F.; FREITAS, S. de. Seletividade do Lufenuron para as fases de ovo, larva e adulto de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001b. p. 419.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento Genético de plantas**, Lavras: UFLA/FAEPE, 1999, 2 v., 432 p.

BUTLER Jr., G. D.; MAY, C. J. Laboratory studies of the searching capacity of larvae of *Chrysopa carnea* for eggs of *Heliothis* spp. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, n. 56, p. 1459-1461, 1971.

BUTLER Jr., G. D.; RITCHIE Jr., P. J. Development of *Chrysopa carnea* at constant and fluctuating temperatures. **Journal of Economic Entomology**, v. 63, n. 3, p. 1028-1030, 1970.

CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Development of Chrysopidae. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**, The Hague: Dr. W. Junk Publisher, 1984. p. 57-75.

CARVALHO, C. F. **Analyse des éléments du potentiel reproducteur em vue de la production de *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972) (Neuroptera: Chrysopidae)**. Toulouse: Université Paul-Sabatier, 1994. 164 p. (Thèse de Doctorat).

CARVALHO, C. F.; CIOCIOLA, A. I. Desenvolvimento, utilização e potencial de Neuroptera: Chrysopidae para controle biológico na América Latina. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5, Foz do Iguaçu, PR, 1996. **Anais...** Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1996. p. 294-303.

CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; ULHÔA, J. L. R. Seletividade de inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 615-621, 2002.

CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; OLIVEIRA, C. M. Efeitos de reguladores de crescimento de insetos e do fungicida Captan sobre ovos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 4, p. 476-482, 1998.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**, UFLA: Lavras, MG, Capítulo 6, p.91-110, 2000.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTOS, T. M. Predation capacity and reproduction potential of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) eggs. **Acta Zoologica Fennica**, v. 209, p. 83-86, 1998.

CASSINO, P. C. R. AZEVEDO, O. R. F.; SILVA FILHO, R.; SILVA, P. R. R.; DIODATO, M. A. Use of Thiamethoxam in the control of *Selenaspidus articulatus* (Homoptera: Diaspididae) and effect on the population on their native predators in citrus in São Vicente de Paulo (Araruama, RJ), Brazil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENTOMOLOGIA, 21, CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 18, Foz do Iguaçu, PR, 2000. **Resumos...** Foz do Iguaçu: EMBRAPA-CNPSo, 2000. p.668.

CAVALCANTI, R. S.; PESSOA, S. R.; MOINO JÚNIOR, A.; SOUZA, B. Efeito de *Beauveria bassiana* sobre o predador *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 195.

CHAUDHARY, J. P.; RAMZAN, M.; ATWAL, A. S. Preliminary studies on the biology of wheat aphids. **Indian Journal agriculture Science**, v. 39, n. 7, p. 672-675, 1968.

COSTA, D. B.; DIDONET, J. Entomofauna da cultura da aceroleira (*Malpighia glabra* L.) no município de Gurupi-TO. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 228.

COSTA, R. I. F.; ECOLE, C. C.; SOARES, J. J.; MACEDO, L. P. M. Duração e viabilidade das fases pré-imaginais de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentadas com *Aphis gossypii* Glover e *Sitotroga cerealella* (Oliver). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 353-357, Apr., 2002.

COSTA, D. B.; SOUZA, B.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F. Repelência de inseticidas a larvas de terceiro ínstar de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** UFLA, 2001a. p. 396.

COSTA, R. F. I.; MACEDO, L. P. M.; SOARES, J. J. Aspectos biológicos das fases de larva e pupa de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 e *Sitotroga cerealella* (Olivier). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001b. p.27.

COSTA, R. F. I.; SOARES, J. J.; BARRETO, R. S. Aspectos reprodutivos de fêmeas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) utilizando *Aphis gossypii* Glover, 1877 como presa durante o estágio larval. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001c. p. 36.

CROCOMO, W. B. **Manejo Integrado de Pragas**. São Paulo: UNESP. 1984. 240 p.

CRUZ, I. Como fazer uma boa segunda safra: problemas com pragas: Problemas com pragas. **Revista Cultivar**, Pelotas: Ceres, ano III, n.25, p.14-16, 2001.

CRUZ, I. Inimigos naturais da lagarta—do—cartucho e pulgões na cultura do milho: *Chrysoperla externa*. Sete Lagoas: EMBRAPA MILHO E SORGO, **Folder**, Série Controle Biológico, n. 6, 2000a.

CRUZ, I. Pragas iniciais do milho. **Revista Cultivar**, Pelotas: Ceres, ano II, n.12, p. 10-14, 2000b.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; SANTOS, J. P.dos; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. **Manual de identificação de pragas da cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997. 67 p.

CRUZ, J. C. Milho: orientações para instalar e conduzir bem esta cultura. **Revista A Granja**, Porto Alegre: Centaurus, ano 55, n. 609, p. 12-22, 1999.

DAANE, K. M.; YOKOTA, G. Y.; ZHENG, Y.; HAGEN, K. S. Inundative release of common green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) to suppress *Erythroneura variabilis* and *E. elegantula* (Homoptera: Cicadellidae) in vineyards. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 25, n. 5, p. 1224-1235, Oct. 1996.

DEAN, G.L. Effect of temperature on the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* (Wlk), *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Macrosiphum avenae* (F.) (Hem., Aphididae). **Bulletin of Entomological Research**, England, v. 63, p. 401-409, 1974.

DICKE, F. F.; GUTHRIE, W. D. The most important corn insects. In: SPRAGUE, G. F.; DUDLEY, J. W. (Eds.). **Corn and corn improvement**, Madison, Wisconsin, 3^a ed. Cap. 13, p. 767-867, 1988.

DIXON, A. F. G. Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. In: MINKS, A. K.; HARREWINJN, P. (Eds.) **World crop pests: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987a. Cap. 4.5, p. 269-287.

DIXON, A. F. G. The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution. In: MINKS, A.K.; HARREWINJN, P. (Eds.) **World crop pests: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987b. Cap. 4.1, p. 197-207.

DOEBLEY, J. F. Molecular evidence for gene flow among *Zea* species. **BioScience**, v. 40, p. 443-448, 1990.

EASTOP, V. F. Worldwide importance of aphids as virus vectors. In: HARRIS, K.F.; MARAMOROSCH, K. **Aphids as virus vectors**. New York, Academic Press, 1977. Cap. 1, p. 3-62.

ECOLE, C. C.; SILVA, R. A.; LOUZADA, J. N. C.; MORAES, J. C.; BARBOSA, L. R.; AMBROGI, B. G. Predação de ovos, larvas e pupas do bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 318-324, mar./abr., 2002.

EHLER, L. E.; van den BOSCH, R. An análisis of the natural biological control of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton in California. **The Canadian Entomologist**, v. 116, n. 9, p. 1063-1073. 1974.

EL ARNAUOUTY, S. A.; SEWIFY, G. H. A pilot experiment for using eggs and larvae of *Chrysoperla carnea* (Stephens) against *Aphis gossypii* (Glöver) on cotton in Egypt. In: PANELIUS, S. (Ed.). **Acta Zoologica Fennica**, v. 209, p. 103-106, 1998.

ELLIOTT, N. C.; KIECKHEFER, R. W. Effect the constant and fluctuating temperatures on immature development and age-specific life table of *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera: Aphididae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 121, p. 131-140, 1989.

ELLIOTT, N. C.; KIECKHEFER, R. W.; WALGENBACH, D. D. Effects of constant and fluctuating temperatures on developmental rates demographic statistics for the corn leaf aphid (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, v. 81, n. 5, p. 1383-1389, 1989.

EVERLY, R. T. Loss in corn yield associated with the abundance of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*, in Indiana. **Journal of Economic Entomology**, v. 53, n. 5, p. 924-932, 1960.

FANCELLI, A. L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 172 p. (Tese – Doutorado).

FARIA, C. A.; MATOS, C. H. C.; PALLINI, A.; LIMA, E. R.; VENZON, M.; SILVA, A. P. F. C.; HATANO, E.; VILELA, E. Localização de presas por larvas de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 296.

FEPAGRO. Recomendações técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: FEPAGRO; EMATER/RS; FECOTRIGO, **Boletim Técnico**, n. 4, 1999. 144 p.

FIGUEIRA, L. K. **Efeito da temperatura sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Lavras: UFLA, 1998. 100 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M.; CRUZ, I. Biology of immature *Chrysoperla externa* predator fed with *Schizaphis graminum* aphids reared on resistant, moderately resistant and susceptible sorghum genotypes. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENTOMOLOGIA, 21, CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 18, Foz do Iguaçu, PR, 2000a. **Resumos...** Foz do Iguaçu: EMBRAPA–CNPSo, p. 675.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M.; WAQUIL, J. M. Effects of sorghum genotypes resistance to *Schizaphis graminum* (Rondani) on *Chrysoperla externa* (Hagen) fecundity. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENTOMOLOGIA, 21, CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 18, Foz do Iguaçu, PR, 2000b. **Resumos...** Foz do Iguaçu: EMBRAPA–CNPSo, p. 675.

FONSECA, A. R. **Capacidade predatória e resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae)**. Lavras: UFLA, 1999. 92p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

FONSECA, A. R. **Efeitos de genótipos resistentes de sorgo e *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae)**. Lavras: UFLA, 2002. 142 p. Tese (Doutorado em Entomologia).

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; CRUZ, I.; SOUZA, B.; ECOLE, C. C. Potencial de consumo de larvas de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas com *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001a. p.363.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 251-263, mar./abr., 2001b.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 29, n. 2, p. 309-317, 2000.

FOOTT, W. H. Biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), in Southwestern Ontario. **The Canadian Entomologist**, v. 109, p. 1129-1135, 1977.

FRAZER, B. D. Predators. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Eds.). **World crop pest – Aphids: their biology, natural enemies and control**. v. B, p. 217-230, 1988.

FREITAS, S. de; FERNANDES, O. A. A preliminary statement on green lacewings in citrus in the Jaboticabal region of Brazil (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). In: **CURRENT RESEARCH IN NEUROPTEROLOGY. Proceedings of the Fourth International Symposium on Neuropterology**. Bagnères-de-Luchon, France, 1991. CANARD, M.; ASPÖCK, H.; MANSELL, M.W. (Eds.). Toulouse: France, 1992. p. 147-150.

FREITAS, S. de; FERNANDES, O. A. Crisopídeos em agroecossistemas. In: **SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO**, 5, Foz do Iguaçu, PR, 1996. **Anais...**Londrina: EMBRAPA\CNPSO. 1996. p. 283.

FREITAS, S. de; SCOMPARI, C. H. J. O uso de crisopídeos no controle biológico de *Leptopharsa hevea* (Homoptera: Tingidae) o percevejo de renda da seringueira (*Hevea brasiliensis*). In: **Simpósio de Controle Biológico**, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Anais...** Lavras: UFLA, p. 477.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**, Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.

GILBERT, N.; RAWORTH, D. A. Insect and temperature – a general theory. **The Canadian Entomologist, Forum**, v. 128, n. 1, p. 1-13, 1996.

GITIRANA NETO, J.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. Flutuação populacional de espécies de *Ceraeochrysa* Adams, 1982 (Neuroptera: Chrysopidae) em citros, na região de Lavras – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v, 25, n. 3, p. 550-559, maio/jun., 2001.

GODOY, M. S. de; CARVALHO, G. A.; MORAIS, A. A. Impacto de alguns produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros a ovos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 258.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 27, s/n, p. 281-299, 1992.

GRUTZMACHER, A. D. Seletividade de inseticidas sobre insetos predadores da *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 416.

HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B.; PARRA, J. R. P. MOBAE: Modelos Bioestatísticos Aplicados à Entomologia, **Manual**, Piracicaba: ESALQ, 1995. 44 p.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 32 p.

HAGLEY, E. A. C. Release of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) for control of the green apple aphid, *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae). **The Canadian Entomologist**, v. 121, n. 4/5, p.309-315, 1989.

HAGLEY, E. A. C.; ALLEN, W. R. The green apple aphid, *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae), as prey of polyphagous arthropod predators in Ontario. **The Canadian Entomologist**, v. 122, p. 1221-1228. 1990.

HAGLEY, E. A. C.; MILES, N. Release of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) for control of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) on peach grown in a protected environmental structure. **The Canadian Entomologist**, v. 119, n. 2, p. 205-209. 1987.

HASSAN, S. A.; KLINGAUF, F.; SHARIN, F. Role of *Chrysopa carnea* as an aphid predator on sugar beet and effect of pesticides. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v. 100, n. 2, p. 163-174, 1985.

HASSEL, M. P. **The dynamics of arthropod predator-prey systems**. Princeton: Princeton University Press, 1978. 242p.

HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, v. 6, p. 163-182, 1961.

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, v. 91, n. 7, p.385-398, 1959.

HONĚK, A. Environment stress, plant quality and abundance of cereal aphids (Hom., Aphididae) on winter wheat. **Journal of Applied Entomology**, v. 112, p. 65-70, 1991.

ILHARCO, F. A. **Equilíbrio biológico de afídeos**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992. 305 p.

ILTIS, H. H. From teosinte to maize: the catastrophic sexual transmutation. **Science**, v. 222, p. 886-894, 1983a.

ILTIS, H. H. The catastrophic sexual transmutation theory (CSTT): from teosinte tassel spike to ear of corn. **Maize Genetics Cooperative Newsletter**, v. 57, p. 81-91, 1983b.

ITÔ, Y.; HIRANO, C. Population growth, longevity and fecundity of *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Homoptera: Aphididae), on wheat and barley seedlings grown under different nutritional conditions. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 7, p. 132-139, 1963.

KABISSA, J. C. B.; YARRO, J. G.; KAYUMBO, H. Y.; JULIANO, S. A. Functional responses of two chrysopidae feeding on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). **Entomophaga**, v. 41, n. 2, p. 141-151, 1996.

KANTACK, E. J.; DAHMS, R. G. A comparison of injury caused by the apple grain aphid and greenbug to small grains. **Journal of Economic Entomology**, v. 50, n. 2, p. 156-158, 1957.

KRISHNAMOORTHY, A.; NAGARKATTI, S. A mass rearing technique for *Chrysopa scelestes* Banks (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Entomological Research**, v. 5, n. 1, p. 93-97, 1981.

KUBO, R. K. Efeito de diferentes presas no desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Jaboticabal: FCAV, 1993, 97 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia).

LEATHER, S. R.; DIXON, A. F. G. The effect of cereal growth stage and feeding site on the reproductive activity of the bird-cherry aphid, *Rhopalosiphum padi*. **Annals of Applied Biology**, Warnick, v. 97, n. 2, p. 135-141, Mar. 1981.

LIMA, A. C. Superfamília Aphidoidea. In: **Insetos do Brasil: Homópteros**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1942. p.112-175. (Série Didática, 4, 3º Tomo).

LÓPEZ, C. C. de. Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), sobre o pulgão da roseira *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900) (Hemiptera: Aphididae). Jaboticabal: FCAV, 1996, 96p. Dissertação (Mestrado em Entomologia).

LUSHAI, G.; HARDIE, J.; HARRINGTON, R. Inheritance of photoperiodic response in the bird cherry aphid, *Rhopalosiphum padi*. **Physiological Entomology**, v.21, p.297-303, 1996.

MACEDO, L. P. M.; COSTA, R. I. F.; SOARES, J. J. Biology of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21, BRAZILIAN CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 18, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Erratum...** Londrina: SEB/EMBRAPA-CNPSo, 2000. p.8.

MACEDO, L. P. M.; SOARES, J. J.; COSTA, R. I. F. Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) em condições de laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17, ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 8, Rio de Janeiro, RJ, 1998. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB/COBRAFI, 1998. p.665.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. Fisiologia da planta de milho. **Circular Técnica**, Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, n. 20, 27 p. 1994.

MAIA, W. J. M. S. Aspectos biológicos e exigências térmicas da fase jovem de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. Lavras: UFLA, 1998. 66 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

MAIA, W. J. M. S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 1, p. 81-86, 2000a.

MAIA, W. J. M. S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; CRUZ, I.; MAIA, T. J. A. F. Influência da temperatura no desenvolvimento de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, Uberlândia, MG, 2000. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Universidade Federal de Uberlândia, 2000b. p. 241.

MAIA, W. J. M. S. CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; MACEDO, L. P. M.; GOUSSAIN JÚNIOR, M. M. Influence of temperature on the weight of larvae and adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae). In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21, BRAZILIAN CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 18, Foz do Iguaçu, PR, 2000c. **Resumos...** Foz do Iguaçu: EMBRAPA-CNPSO. p. 397.

MAIA, W. J. M. S.; CRUZ, I.; CARVALHO, C. F.; MAIA, T. J. A. F. Técnica de criação massal do pulgão-do-milho para utilização em estudos de controle biológico. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 427.

MARKKULA, M.; MYLLYMÄKI, S. Biological studies on cereal aphids, *Rhopalosiphum padi* (L.), *Macrosiphum avenae* (F.), and *Acyrtosiphum dirhodum* (Wlk.) (Hom., Aphididae). *Annales Agriculturae Fenniae*, v. 2, p. 33-43. *Seria Animália Nocentia*, n. 9. 1963

MIRANDA, J. E.; FERREIRA, R. J.; BORTOLI, S. A. Suscetibilidade de populações, subpopulações e gerações de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) a Karate (Lambda- Cialotrina). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 424.

MONTEIRO, J. A. de O milho no Brasil: considerações econômicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 14, n. 164, p. 5-8. 1990.

MORAES, J. C.; CARVALHO, C. F. Influência da fonte de carboidratos sobre a fecundidade e longevidade de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, n. 2, p. 137-144, abr./jun. 1991.

MORAN, N. A. The evolution of aphid life cycles. **Annual Review of Entomology**, Califórnia, v. 37, p. 321-348, 1992.

MUMA, M. H. Effects of larval nutrition on the life cycle, size, coloration, and longevity of *Chrysopa lateralis* Guer. **The Florida Entomologist**, v. 40, n. 1, p. 5-9, 1957.

MURATA, A. T.; FREITAS, S.; NARCISO, R. S.; DE BORTOLI, S.; A.; Estudo da utilização da cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L.) como reservatório natural de crisopídeos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 6, SIMPÓSIO INTEGRADO DE MANEJO DE PRAGAS, 2, Caxambu, MG, 1995. **Resumos...Lavras: SEB**, p. 682.

NARCISO, R. S. FREITAS, S.; MURATA, A. T.; DE BORTOLI, S.; A.; O sorgo como cultura reservatório de inimigos naturais para outras culturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 6, SIMPÓSIO INTEGRADO DE MANEJO DE PRAGAS, 2, Caxambu, MG, 1995. **Resumos... Lavras: SEB**, p. 408.

NORDLUNG, D. A.; MORRISON, M. J. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 57, p. 237-242, 1990.

NUÑEZ, E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v. 31, p. 76-82, 1988.

OLIVEIRA, E. de.; RESENDE, R. de O.; PECCI, M. de la P.; LAGUNA, I. G.; HERRERA, P.; CRUZ, I. Incidência de viroses e enfezamentos e estimativas de perdas causadas por molícutes em milho no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 19-25, 2003.

OLIVER, A. D. Studies on the biological control of the fall webworm *Hyphantria cunea* in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, v. 57, p. 314-318, 1964.

PEÑA-MARTINEZ, M. R. Biología de áfidos y su relación con la transmisión de virus. In: URIAS-M., C.; RODRÍGUEZ-M., ALEJANDRE-A., T. (Eds.) **Afidos como vectores de virus en México**. México: Centro de Fitopatología, Montecillo, v. I, p. 11-35, 1992a.

PEÑA-MARTINEZ, M. R. Identificación de áfidos de importancia agrícola. In: URIAS-M., C.; RODRÍGUEZ-M., ALEJANDRE-A., T. (Eds.) **Afidos como vectores de virus en México**. México: Centro de Fitopatología, Montecillo, v.II, 1992b, 163 p.

RAUTAPÄÄ, J. Evaluation of predator-prey ratio using *Chrysopa carnea* Steph. In control of *Rhopalosiphum padi* (L.). **Annales Agriculturae Fenniae**, Jokioinen, v. 16, n. 2, p. 103-109, 1977.

REZENDE, M. A. A.; CRUZ. I. Biología do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Homoptera: Aphididae) em sorgo e milho, em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, Belo Horizonte, 1989, **Anais...** Belo Horizonte: SEB, 1989, p. 8 (v.1).

RIBEIRO, M. J. **Biología de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas**. Lavras: ESAL, 1988. 131 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

RIBEIRO, M. J.; CARVALHO, C. F.; MATIOLI, J. C. Biología de adultos de *Chrysoperla externa*(Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas artificiais. **Ciência e Prática**, v. 17, n. 2, p. 120-130, 1993.

RIBEIRO, M. J.; MATIOLI, J. C.; CARVALHO, C. F. Efeito da Avermectina-B1 (MK-936) sobre o desenvolvimento larval de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 11, p.1189-1196, nov. 1988.

RIDGWAY, R. L.; JONES, S. L. Inundative release of *Chrysopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 62, n. 1, p. 177-180, 1969.

RIDGWAY, R. L.; JONES, S. L. Field-cage releases of *Chrysopa carnea* for suppression of populatins of the bolworm on cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, n. 4, p. 892-898, 1968.

RIDGWAY, R. L.; KINZER, R. E. Chrysopids as predators of crop pests. **Entomophaga**, v. 7, p. 45-51, 1974.

RINGENBERG, R.; TEIXEIRA, I.; COLLETA, V. D.; BOTTON, M. Avaliação de inimigos naturais nos sistemas de produção integrada e convencional do pessegueiro. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p.59.

ROBBS, C. F.; BITTENCOURT, A. M. Controle biológico de insetos. **Revista Biotecnologia**, v. 2, n. 6, p. 10-12, 1998.

SABATO, E. O. de; OLIVEIRA, C. M.; CRUZ, I. Plantas sob ataque: doenças do milho disseminadas por insetos vetores limitam drasticamente a produção. **Revista Cultivar**, Pelotas, ano IV, n. 45, p. 08-10, nov. 2002.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, M. V. Aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumo ...** Lavras: UFLA, 2001. p. 28.

SCOPES, N. E. A. The potential of *Chrysopa carnea* as a biological control agent of *Myzus persicae* on glasshouse chrysanthemum. **Annals of Applied Biology**, v. 64, n. 7, p. 433-439. 1969.

SERIKAWA, R. H.; FREITAS, S. de; TODA, L. Capacidade de caça de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) em plantas de milho. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 93.

SILVA, G. A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 682-698, jul./ago., 2002.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A. V. Manual de Ecologia dos Insetos, São Paulo: Ceres, 1976. 422 p.

SINGH, S. R.; PAINTER, R. H. Effect of temperature and host plants on progeny production of four biotypes of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 57, n. 3, p. 348-350, 1963.

SMITH, R.C. A study of the biology of the Chrysopidae. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 14, p. 27-35, 1921.

SMITH, R. C. The biology of the Chrysopidae. **Cornell University Agriculture Experimental Station**, v. 58, p. 1286-1375, 1922.

SOLOMON, M. E. The natural control of animal populations. **Journal of Animal Ecology**, v. 18, p. 1-35, 1949.

SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Population dynamics and seasonal occurrence of adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus orchard in southern Brazil. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, Budapest. v. 48, n. 2, p. 301-310, Jul. 2002.

SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Potencial de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) como agente de controle biológico de pragas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 454-56.

STELZL, M.; DEVETAK, D. Neuroptera in agricultural ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1/3, p. 305-321, June 1999.

TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A.; DAANE, K. M.; HAGEN, K. S. Commercialization of predators: Recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). **American Entomologist**, Lanham, v. 46, n. 1, p. 26-38, 2000.

TIMOSSI, A. J. Milho: Quadro de escassez deve continuar por mais uma temporada. In: FNP Consultoria & Agroinformativos. (Ed.). **Agriannual**, São Paulo, p. 418-419.

TIRABOSCHI, L. A.; FREITAS, S. de; SERIKAWA, R. H. Capacidade predatória de larvas de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). In: Simpósio de Controle Biológico, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 98.

TOSTOWARYK, W. The effect of prey defense on the functional response of *Podisus modestus* (Hemiptera: Pentatomidae) to densities of the sawflies *Neodiprion swaini* and *N. pratti banksianae* (Hymenoptera: Neodiprionidae). **The Canadian Entomologist**, v. 104, p. 61-69, 1972.

TREXLER, J. C.; McCULLOCH, E. E.; TRAVIS, J. How can the functional response best be determined? *Oecologia*, v. 76. p. 207-214, 1988.

TSITSIPIS, J. A.; MITTLER, T. E. Influence of temperature on the production of parthenogenetic and sexual females by *Aphis fabae* under short-day conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 19, p. 179-188, 1976.

van LENTEREN, J. C. Criterios de seleção para avaliação de inimigos naturais em controle biológico. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**, UFLA: Lavras, MG, Capítulo 1, p. 1-20, 2000.

VASCONCELOS, R. C. de **Tecnologias e custos de produção na cultura do milho: o caso de Lavras-MG**. UFLA: Lavras, 2000. 92p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

VELLOSO, A. H. P. P.; RIGITANO, R. L. O.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F. Efeitos de compostos reguladores de crescimento de insetos sobre larvas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Agrotecnologia*, 23, n. 1, p. 96-101, 1999.

VELLOSO, A. H. P. P.; RIGITANO, R. L. O.; CARVALHO, G. A. Efeitos de compostos reguladores de crescimento de insetos sobre ovos e larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 21, n. 3, p. 306-312, 1997.

WAQUIL, J. M.; CRUZ, I.; VIANA, P. A. Pragas do sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 144, p. 46-51, dez. 1986.

WAQUIL, J. M.; OLIVEIRA, E.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; CORREA, L. A. Efeito na produção e incidência de viroses em híbridos comerciais de milho. *Fitopatologia Brasileira*, v.21, n.4, p.460-63, 1996.

WAQUII, J. M. OLIVEIRA, E.; VIANA, P. A.; PINTO, N. F. J. A.; VALICENTE, C. R. C.; CRUZ, I.; FERREIRA, A. S.; FERNANDES, F. T.; AZEVEDO, S. F.; SANTOS, J. P. Incidência de insetos vetores de patógenos em milho e de seus inimigos naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17, ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 8, Rio de Janeiro, 1998. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, 1998, p. 522. (v.1).

WIKTELIUS, S. The induction of alate in *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hom., Aphididae) in relation to crowding and plant growth stage in spring sown barley. **Journal of Applied Entomology**, v. 114, p. 491-496, 1992.

ZHENG, Y.; DAANE, K. M.; HAGEN, K. S.; MITTLER, T. E. Influence of larval dietary supply on the food consumption, food utilization efficiency, growth and development of lacewing *Chrysoperla carnea*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 67, n. 1, p. 1-7, Apr. 1993.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS BIOLÓGICOS E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) EM MILHO¹

1 Resumo

O pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) tem sido encontrado em todos os estádios de desenvolvimento do milho em muitos locais onde se cultiva essa planta, causando danos diretos principalmente durante o período de florescimento. Mas, é como vetor de viroses que tem sua importância aumentada. Nas áreas onde se cultiva o milho “safrinha” tem aumentado sua ocorrência e densidade populacional. Portanto, objetivou-se estudar alguns aspectos biológicos das fases de ninfa e adulta e as exigências térmicas da fase jovem de *R. maidis* em diferentes temperaturas em condições de laboratório. Os ensaios foram conduzidos em câmaras climatizadas reguladas a 15, 18, 21, 24, 27 e 30 ± 1 °C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas, no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, MG, em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. A velocidade de desenvolvimento de *R. maidis* variou para cada instar e foi afetada pela temperatura, podendo a fase de ninfa ser representada pela equação $y = 5,73 \cdot 10^{-2} \cdot x^2 - 3,0936x + 46,9211$. O período pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo, longevidade e fecundidade foram afetados pela temperatura. Da mesma forma ocorreu para o ciclo biológico, sendo expressa pela equação $y = 0,1565x^2 - 9,4884x + 160,6249$. A maior fecundidade foi observada na faixa de 21 a 24 °C com produções de 4,8 e 5,9 ninfas/dia e um total de 65,0 e 69,0 ninfas, respectivamente. As exigências térmicas de *R. maidis* evidenciaram a capacidade de adaptação e desenvolvimento desse afídeo a partir de limiares superiores a 0,3 °C com uma constante térmica de 144,4 graus-dia para a fase ninfal.

Palavras-chave: pulgão-do-milho, temperatura, exigências térmicas, biologia.

¹ Orientador: César Freire Carvalho – UFLA.

2 Abstract

BIOLOGICAL ASPECTS AND THERMAL REQUIREMENTS OF *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) ON CORN¹

The aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) has been found in all developmental stages of corn, in most regions where this plant is grown, causing direct loss, mainly during the flowering period. But it is as a vector of viruses that its importance increased. In the areas where fall corn is grown, its occurrence and population density have risen. Therefore, the objective of this experiment was to study some biological aspects of the nymphal and adult stage and the thermal requirements of the immature stages of *R. maidis* at different temperatures under laboratory conditions. The trials were carried out in climatic chambers at 15, 18, 21, 24, 27 and 30 ± 1 °C, RH of $70 \pm 10\%$, and 12- hour photophase, in the Insect Biology Laboratory of the Entomology Department of Universidade Federal de Lavras – UFLA, MG, in a completely randomized design with five replicates. The developmental speed of *R. maidis* ranged for each instar, and was affected by the temperature, with the nymphal stage being able to be represented by the equation $y = 5.73 \cdot 10^{-2} \cdot x^2 - 3.0936x + 46.9211$. The pre-reproductive, reproductive, and post-reproductive periods, longevity and fecundity were affected by temperature. The same holding true for biological cycle, this relationship being expressed by the equation $y = 0.1565x^2 - 9.4884x + 160.6249$. The highest fecundity was observed in a range from 21 to 24 °C with productions of 4.8 and 5.9 nymphs/day, and a total of 65.0 and 69.0 nymphs, respectively. The thermal requirements of *R. maidis* showed the capacity of adaptation and development of this aphid from thresholds above 0.3 °C with a thermal constant of 144.4 °C degree-days for the nymphal stage.

Key words: Corn leaf aphid, temperature, thermal requirements, biology.

¹ Adviser: César Freire Carvalho – UFLA.

3 Introdução

A cultura do milho, uma das mais importantes e pesquisadas no Brasil e no mundo, anualmente sofre queda na produção em função, principalmente, dos danos causados por pragas e doenças (Cruz, 2000a,b,c). Os tratamentos fitossanitários e a época de plantio, com a semeadura extemporânea, prolongam a oferta de alimento para as pragas. Aliados às condições ambientais inerentes a cada época, como temperatura e umidade relativa do ar mais baixas (Gassen & Gassen, 1996), eles podem se transformar em fatores de aumento populacional, bem como favorecer o surgimento de novas pragas ou mesmo mudar o “status” de uma praga secundária para primária (Duarte, 2001).

Dentro da ampla e variada entomofauna associada à cultura do milho, atualmente podem-se citar como insetos-praga a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae), vetor, de forma persistente, do enfezamento pálido, causado por espiroplasma (*Spiroplasma kunkelli* Whitcomb) e vermelho, através de fitoplasma (*Maize bushy stunt phytoplasma*), ambos patógenos pertencentes à classe Mollicutes. O pulgão-da-folha-do-milho, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) é vetor do vírus “*Maize dwarf mosaic virus*” (MDMV), prejudicial à cultura do milho no Brasil, pelos danos à produção de grãos (Gassen, 1996; Waquil et al., 1996, 1998; Cruz, 2000a; Sabato et al., 2002; Oliveira et al., 2003).

Em que concerne às exigências térmicas dos insetos, sabe-se que em função desses organismos serem poiquilotérmicos, o crescimento e desenvolvimento depende da temperatura. Assim, através da determinação das necessidades térmicas dos insetos, pode-se fazer previsões de picos populacionais e épocas de amostragem, controle biológico, tabelas de vida,

zoneamento ecológico e modelos matemáticos aplicáveis para o manejo de insetos-praga.

A faixa ótima de desenvolvimento e atividade da maioria dos insetos encontra-se entre 15 e 38°C e o preferendo de temperatura é estabelecido pelo intervalo que agrupa 75% dos indivíduos. A unidade graus-dia representa a somatória de temperaturas favoráveis ao desenvolvimento dos insetos durante determinado período, ou seja, aquelas acima do limiar de desenvolvimento, evidenciando que, para esses organismos, seu desenvolvimento será dentro de um gradiente limitado de temperatura (Cividanes, 2000).

Por se tratar de uma praga emergente na cultura do milho, objetivou-se estudar alguns aspectos biológicos das fases de ninfa e adulta e as exigências térmicas da fase jovem do pulgão *R. maidis* em seis temperaturas.

4 Material e Métodos

4.1 Aspectos biológicos da fase de ninfa e adulta de *Rhopalosiphum maidis* em laboratório

Adultos do pulgão *R. maidis* foram obtidos na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG. Sua multiplicação foi realizada nos laboratórios de Biologia de Insetos e casa de vegetação do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

Em sala climatizada a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, os pulgões foram criados em seções foliares de milho cultivar BRS 3133 de acordo com a metodologia desenvolvida por Fonseca (2002).e mantidos em gaiolas e/ou prateleiras.

Vasos com plantas no estágio fenológico 4 (Fancelli, 1988) foram levados para o laboratório e acondicionados em gaiolas de madeira com 50 cm x 50 cm x 100 cm, revestidas com o mesmo tipo de tecido das prateleiras. Utilizou-se também a metodologia de criação adotada por Maia (1998), possibilitando maior disponibilidade de pulgões e uma redução na mão-de-obra.

Considerando-se a necessidade de se obter 120.000 pulgões para a montagem dos experimentos no campo, adotou-se a metodologia de Maia et al. (2001), a qual consistiu em criar os pulgões em seções foliares de milho de aproximadamente 30 cm acondicionadas em garrafas plásticas de 2 l. As seções foliares foram previamente pulverizadas com extrato de pendão de milho obtido por meio da maceração de dois pendões, com aproximadamente 500 g, seguida de moagem e adição de 1 l de água. Essa suspensão foi aquecida por 5 minutos em banho-maria e coada posteriormente.

Inicialmente, uma ninfa foi colocada em uma placa de Petri de 9,5 x 1,5 cm, contendo uma camada de 0,5 cm de ágar/água a 1% para fixação e manutenção da turgescência do disco foliar de 5,0 cm de diâmetro de milho cultivar BRS 3133. Vedou-se a parte superior da placa com filme de pvc laminado e, para evitar a condensação, foram feitos alguns furos com alfinete entomológico. Devido à maior facilidade no manuseio, foram utilizados recipientes descartáveis de 150 ml com tampa vazada e vedada com tecido "voil", podendo-se observar as seções de foliares (Figura 1).

Ninfas recém-nascidas, provenientes dessa criação foram individualizadas em seções foliares provenientes da cultivar BRS 3133 e mantidas em câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas de 15, 18, 21, 24, 27 e $30 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

As observações foram realizadas diariamente, durante toda a fase ninfal e adulta, avaliando-se: duração do primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstares; fase ninfal, períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo,

longevidade, ciclo total e capacidade diária e total de produção de ninfas. Para a determinação dos ínstaes, as ninfas e gaiolas foram examinadas diariamente através de um microscópio estereoscópico para a constatação da exúvia. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os tratamentos representados pelas temperaturas, com oito indivíduos para cada uma das cinco repetições, perfazendo um total de 40 ninfas/tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância seguida de regressão linear, devido o caráter quantitativo das variáveis.

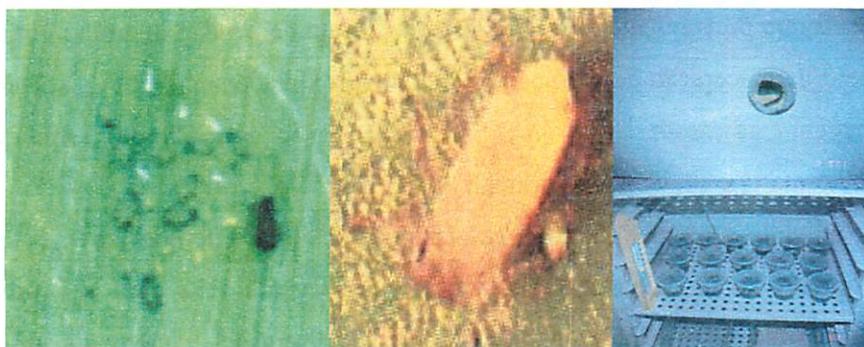


FIGURA 1. A - Colônia de *Rhopalosiphum maidis*; B - ninfa recém-nascida e C - câmara climatizada regulada a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, com gaiolas de criação do pulgão. UFLA, Lavras - MG, 2003.

4.2 Determinação das exigências térmicas da fase jovem de *Rhopalosiphum maidis*

Para determinação das exigências térmicas de *R. maidis*, utilizaram-se os resultados biológicos obtidos conforme descrito no sub-item 4.1. Foram estimadas a temperatura base (T_b) e a constante térmica (K) expressa em graus-dia (GD), por meio do método da hipérbole que se baseia na expressão da curva

e sua recíproca. Esta metodologia consiste em plotar os dados da duração do período de desenvolvimento no eixo das ordenadas “y” e a temperatura no eixo das abscissas “x”; por meio da recíproca do desenvolvimento, lineariza-se a curva obtida. Quando a linha é extrapolada, obtém-se, no ponto de interseção com o eixo “x”, a T_b e, a partir dessa, calculam-se os graus-dia (GD) necessários para completar o desenvolvimento em cada fase (Haddad et al., 1995).

Determinaram-se os limiares de desenvolvimento para o primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstaes e fase ninfal.

5 Resultados e Discussão

5.1 Aspectos biológicos de *Rhopalosiphum maidis*

Fase de ninfa – As ninfas de *R. maidis* passaram por quatro ínstaes, concordando com Rezende & Cruz (1989), trabalhando com essa espécie criada em laboratório e alimentada com folhas de milho e sorgo, e com Blackman (1987) e Dixon (1987), com afideos de modo geral.

Observou-se que a duração da fase de ninfa foi de 13,3; 10,7; 6,7; 4,5; 4,7 e 4,5 dias a 15, 18, 21, 24, 27 e 30°C, respectivamente, constatando-se um decréscimo linear em todos os ínstaes, em função do aumento da temperatura na faixa de 15 a 24°C. Contudo, acima dessa temperatura houve uma tendência de estabilização da velocidade de desenvolvimento (Tabela 1).

As correlações obtidas para a duração dos ínstaes em função da temperatura ajustaram-se à equações de segundo grau, observando-se a influência desse fator na duração do desenvolvimento desse afideo (Figura 2). Evidenciou-se, de modo geral, uma redução nas quatro condições térmicas mais baixas e um acréscimo de aproximadamente 7 horas na faixa de 24 a 30°C. No

terceiro ínstar houve uma redução mais evidente com o aumento da temperatura, na faixa de 15 a 30°C, possivelmente em função de uma menor duração desse estágio.

TABELA 1. Duração média, em dias (\pm EP), dos ínstars e da fase de ninfa de *Rhopalosiphum maidis* em seis temperaturas, UR de $70 \pm 10\%$; fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Ínstars	Temperatura (°C)					
	15	18	21	24	27	30
1º	3.4 \pm 0.1	2.9 \pm 0.1	2.2 \pm 0.3	1.3 \pm 0.1	1.4 \pm 0.1	1.6 \pm 0.1
2º	3.5 \pm 0.2	2.4 \pm 0.2	1.3 \pm 0.1	1.3 \pm 0.2	1.4 \pm 0.1	1.3 \pm 0.1
3º	2.9 \pm 0.2	2.5 \pm 0.2	1.3 \pm 0.1	1.0 \pm 0.3	0.8 \pm 0.2	0.6 \pm 0.1
4º	3.5 \pm 0.3	2.9 \pm 0.1	1.9 \pm 0.2	0.9 \pm 0.2	1.1 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1
Fase de ninfa	13.3 \pm 1.1	10.7 \pm 0.9	6.7 \pm 0.4	4.5 \pm 1.3	4.7 \pm 1.2	4.5 \pm 1.0

A duração média da fase jovem de *R. maidis* foi influenciada pela temperatura, conforme constatado para cada ínstar individualmente. Com o aumento na faixa de 15 a 24°C, houve um decréscimo de 8,8 dias, ou seja, cada acréscimo de 3°C, causou uma redução superior a dois dias na duração do desenvolvimento (Tabela 1).

Elliot & Kieckhefer (1989) observaram, para *R. padi* criado em cevada a 26°C, uma duração de 9,1 dias para essa fase, portanto, 48% superior ao obtido para *R. maidis* criado em milho a 27°C. Essas discrepâncias possivelmente estão relacionadas à espécie de afídeo, à planta hospedeira e à origem geográfica das espécies. O coeficiente de correlação (r^2) obtido foi de 98,0%, ajustando-se a uma equação de segundo grau (Figura 3).

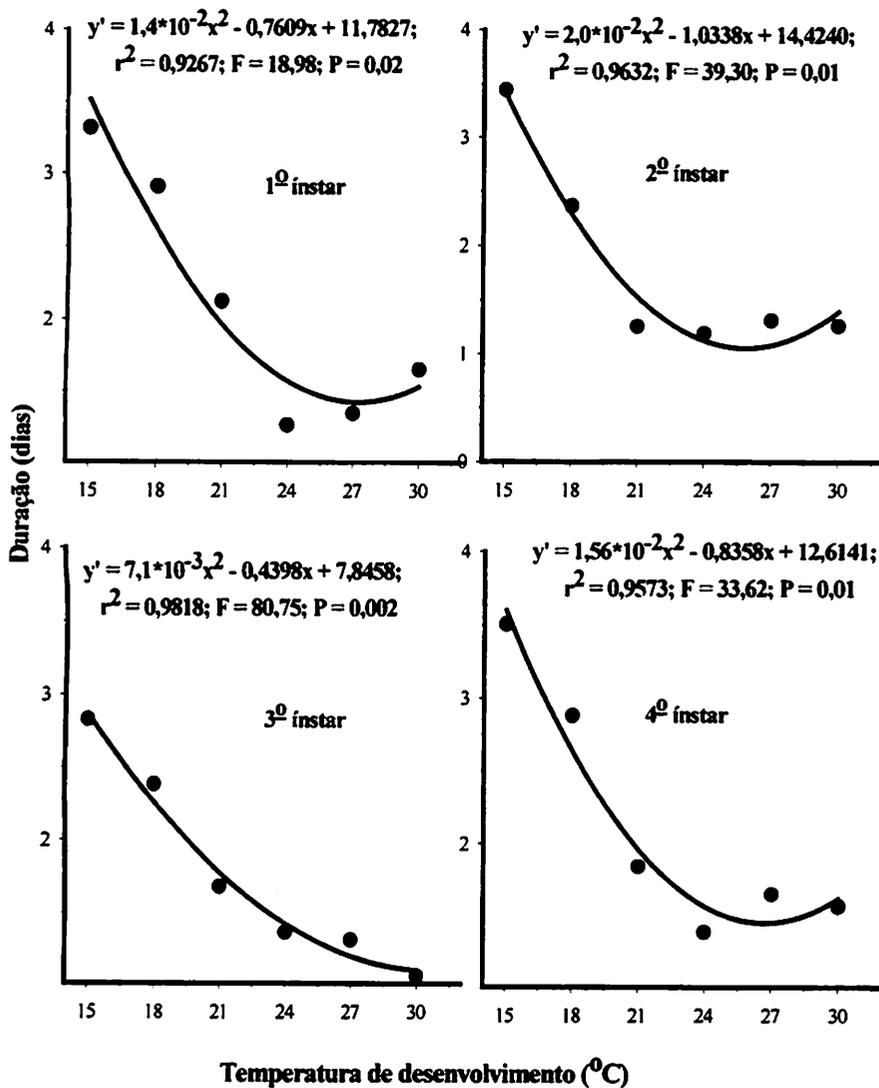


FIGURA 2. Curvas ajustadas para a duração dos quatro ínstar de *Rhopalosiphum maidis*, em função da temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

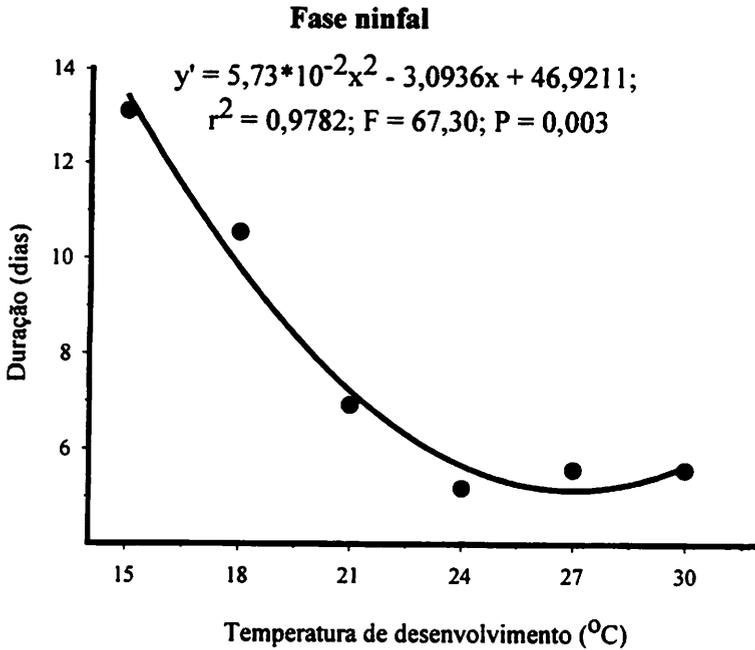


FIGURA 3. Curva ajustada para a duração da fase ninfal de *Rhopalosiphum maidis*, em função da temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Fase adulta – A duração do período pré-reprodutivo foi de 1,6; 0,9; 1,2; 0,2; 0,4 e 0,9 dias a 15, 18, 21, 24, 27 e 30°C, respectivamente, constatando-se uma tendência de redução na faixa de 18 a 27°C (Figura 4A).

Em trabalhos desenvolvidos por Belvett et al. (1965) e por Foott (1977), foi demonstrado que, para *R. maidis* criado em cevada a 21°C e fotofase de 14 horas, a duração desse período foi de 8,4 e 7,0 dias, decrescendo para 5,9 dias a 25,5°C, respectivamente para os dois trabalhos, sendo cerca de seis, sete e vinte vezes maior ao observado nesse trabalho. Evidencia-se, dessa forma, a possível influência do fator alimento e do fotoperíodo na duração desse período.

O período reprodutivo de *R. maidis* foi de 28 dias a 15 e 18°C, estabilizando-se entre 21 e 27°C com uma duração próxima a 12 dias, enquanto que a 30°C houve uma redução para 5 dias. A análise de regressão evidenciou uma redução na duração dessa fase do desenvolvimento de *R. maidis*, em função do aumento da temperatura (Figura 4B). Esses resultados aproximaram-se daqueles obtidos com insetos criados a 20°C, por Rezende & Cruz (1989), que constataram um período de 12,3 dias.

Com relação à duração do período pós-reprodutivo, constatou-se uma redução linear com o aumento da temperatura. Este foi de 8,4 dias, a 15°C, porém, com menor variação nas faixas de 18 a 21°C e 24 a 30°C, com médias próximas a 6,5 e 2,5 dias, respectivamente (Figura 5).

Em experimentos conduzidos com *R. maidis* criado em cevada, Belvett et al. (1965) a 21°C e Fott (1977) a 25°C constataram uma duração média de 9,6 dias. Este período é três dias mais longo que o verificado na faixa de 18 a 21°C, neste trabalho. Rezende & Cruz (1989) também observaram, para esse afídeo criado em sorgo a 25°C, uma duração de 8,4 dias. Essas discrepâncias possivelmente ocorreram devido à temperatura, bem como à espécie hospedeira, à origem geográfica do pulgão e à genética dos indivíduos (característica intrínseca de cada organismo).

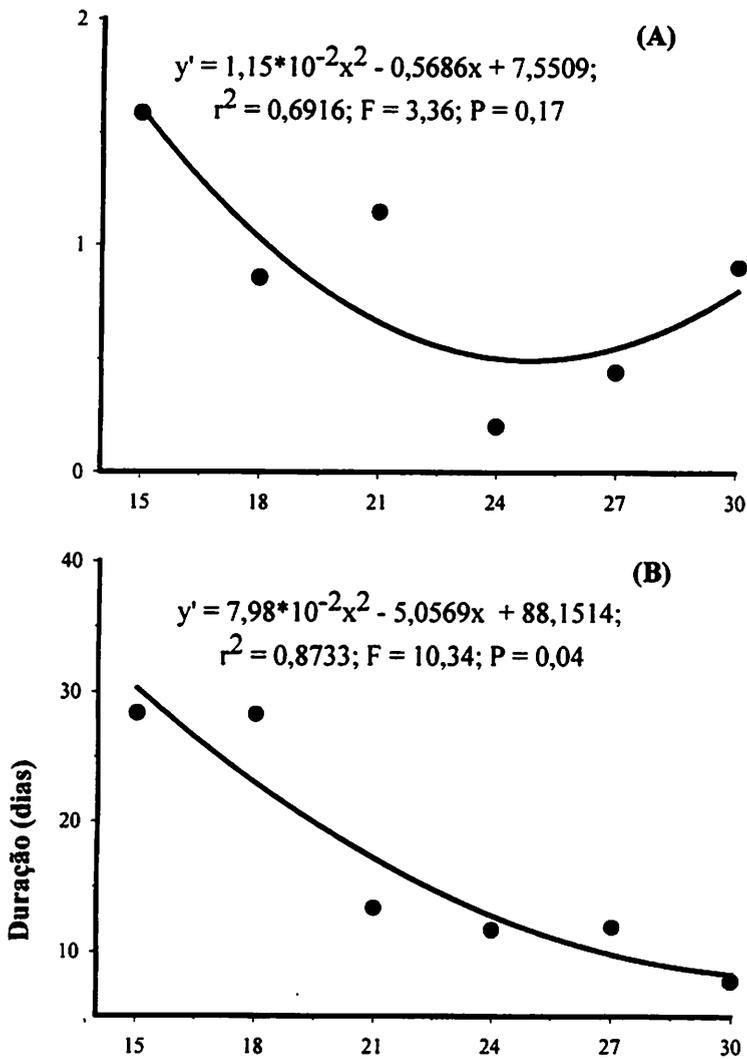


FIGURA 4. Curvas ajustadas para a duração dos períodos: A - pré-reprodutivo e B - reprodutivo de *Rhopalosiphum maidis*, em função da temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

(C)

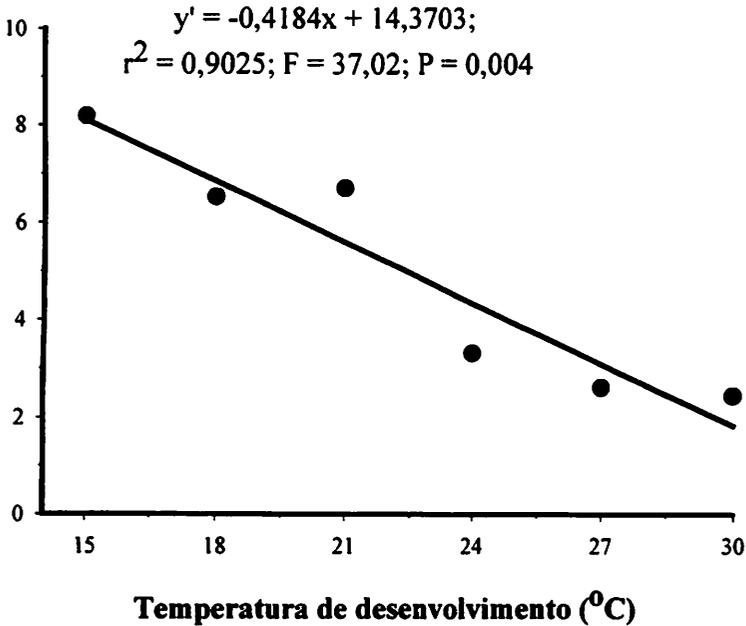


FIGURA 5. Curva ajustada para a duração do período pós-reprodutivo de *Rhopalosiphum maidis*, em função da temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Constatou-se que a longevidade decresceu com o aumento da temperatura, sendo de aproximadamente 37 dias, na faixa de 15 a 18°C (Figura 6A).

Foott (1977) observou, para *R. maidis* criado em cevada a 25°C, uma longevidade de 35,8 dias. Os resultados obtidos por Rezende & Cruz (1989) para esse mesmo afídeo a 20°C foram de 30,1 dias em sorgo e 24,3 dias em milho, aproximando-se dos obtidos neste trabalho, que corresponderam a 23,0 dias, a 21°C. Esses resultados evidenciaram a influência direta da planta hospedeira sobre esse parâmetro biológico avaliado.

O ciclo biológico de *R. maidis* foi influenciado pela temperatura, obtendo-se, a 15°C, uma duração de 52 dias, decrescendo em cerca de 6 dias com a elevação para 18°C. A maior redução foi observada entre 18 e 21°C, registrando-se um decréscimo de 18 dias.

A análise de regressão evidenciou maior variação na duração do ciclo, na faixa de 15 a 24°C, a partir da qual houve uma tendência de estabilização (Figura 6B).

Observou-se que a duração para o ciclo biológico de *R. maidis* foi de 46 dias a 18°C. Chaudhary et al. (1968) observaram uma duração de 27,2 dias para *R. maidis* criado em trigo a 19°C, constatando-se uma redução de cerca de 40% em relação à observada a 18°C, neste experimento. Evidenciou-se, portanto, que em condições semelhantes de temperatura e de criação, os fatores alimento e local de origem da espécie possivelmente influenciam a velocidade de desenvolvimento desse afídeo.

Ao se avaliar a produção diária e total de ninfas produzidas em função da temperatura, constataram-se acréscimos até 24°C. A partir daí ocorreram reduções, caracterizando uma equação de segundo grau, com um coeficiente de correlação de 80% para a produção diária e 90% para a total (Figuras 7A, B). Este fato pode ser atribuído à menor duração do período reprodutivo na faixa de 24 e 30°C (Figura 4B). Por outro lado, as temperaturas de 15 e 18°C, embora tenham permitido um prolongamento desse período, possivelmente afetaram de forma negativa a capacidade reprodutiva desse pulgão. A maior fecundidade foi verificada a 21 e 24°C, sendo de 4,8 e 5,9 ninfas/fêmea/dia, com um total de 65 e 69 ninfas/fêmea, respectivamente. Estes resultados evidenciaram que, embora essa faixa de temperatura tenha acarretado uma redução na duração do período reprodutivo (Figura 4B), favoreceu a produção de um maior número de ninfas em relação às demais condições térmicas estudadas.

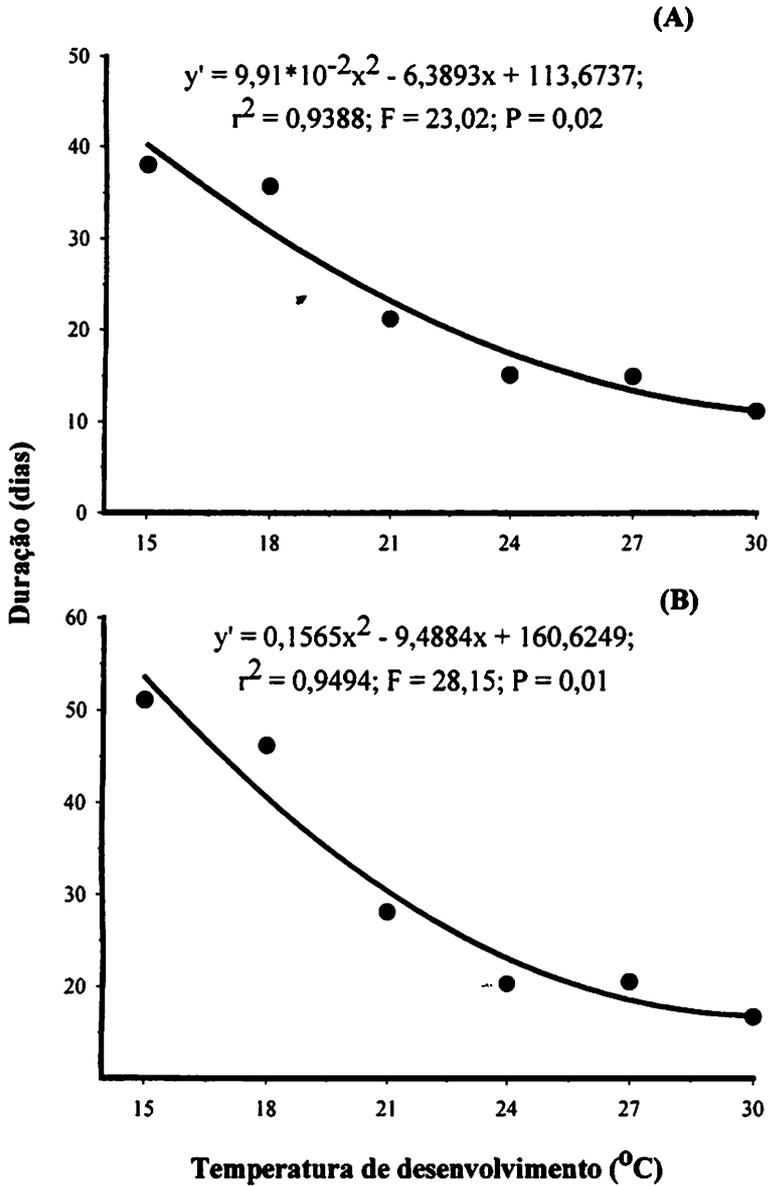


FIGURA 6. Curvas ajustadas para: A - longevidade e B - ciclo biológico de *Rhopalosiphum maidis*, em função da temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Entre 15 e 38°C, encontra-se a faixa ótima de desenvolvimento e atividade dos insetos. O preferendo de temperatura é estabelecido pelo intervalo que agrupa 75% dos indivíduos, o que possivelmente explica a menor produção total de ninfas próximo aos limites inferior e superior deste intervalo (Figura 7B).

Chaudhary et al. (1968) observaram uma produção média diária de 2,1 ninfas de *R. maidis* em trigo a 19°C, assemelhando-se ao resultado obtido neste experimento, a 18°C, que foi de 1,9 ninfa. Esta variação na produção de ninfas, quando utilizaram-se plantas de trigo e milho como alimento em temperaturas próximas, pode ser atribuída à adaptação deste afídeo a estas gramíneas. Com relação à produção total, ela foi de 34,2 ninfas, cerca de 34% inferior ao total produzido a 18°C, neste trabalho. Foott (1977) observou uma produção total de 68,2 ninfas de *R. maidis* em milho, a 25,5°C, assemelhando-se ao número de ninfas constatado a 24°C, neste experimento.

Assim como para a produção diária, o tipo da planta e a origem geográfica das espécies, além do fator temperatura, podem ter influenciado a fecundidade total de *R. maidis*.

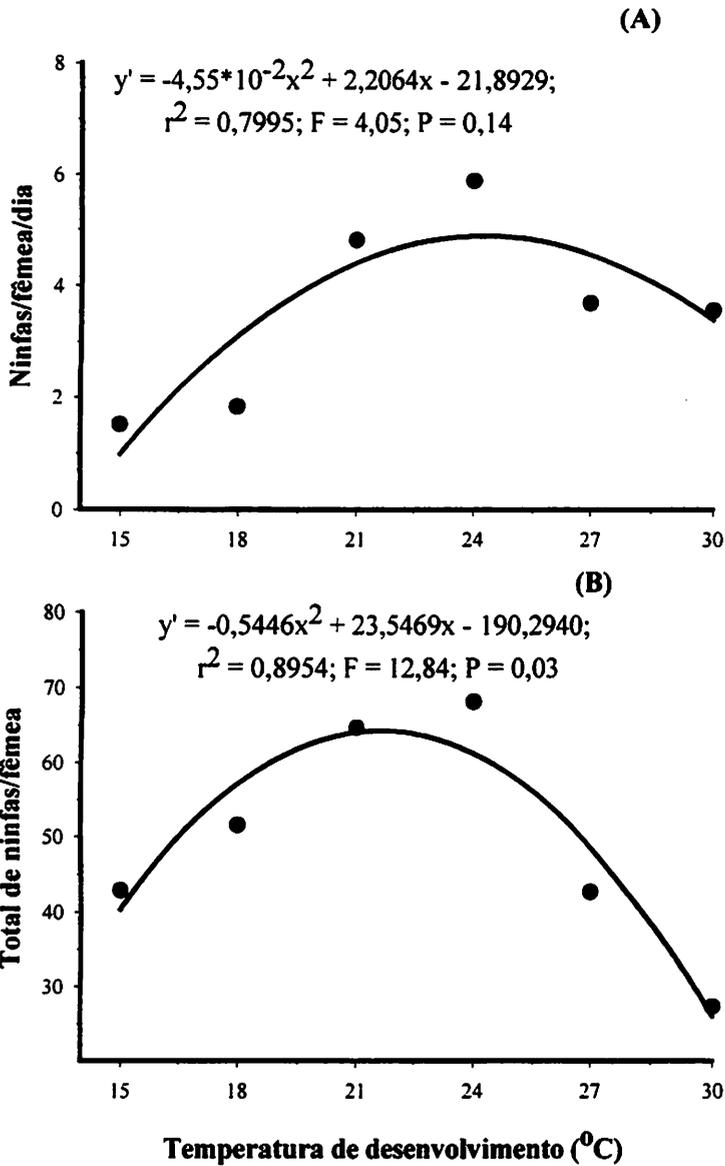


FIGURA 7. Curvas ajustadas para: A - produção diária de ninfas/fêmea e B - produção total de ninfas/fêmea de *Rhopalosiphum maidis*, em função da temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, UFLA, Lavras, MG, 2003

As variações entre os resultados obtidos neste trabalho e os registrados na literatura, mencionados anteriormente, podem ser atribuídas às metodologias de criação do pulgão e planta hospedeira, além de fatores já mencionados. De acordo com Chagas & Parra (2000), o uso de folhas destacadas para a criação de insetos poderá alterar a consistência dessas estruturas, quantidade de água e fluxo de nutrientes, os quais, segundo Parra (1999), são de extrema necessidade para insetos sugadores como o pulgão *R. maidis*.

5.2 Exigências térmicas de *Rhopalosiphum maidis*

Verificou-se que os coeficientes de determinação (R^2) para os quatro ínstars e fase de ninfa de *R. maidis* foram superiores a 92% e significativos a 5% de probabilidade, com o maior valor obtido para o terceiro ínstar (Tabela 2). Para os quatro ínstars e fase ninfal, a T_b e K foram 0,3 e 48,2; 3,6 e 30,1; 1,8 e 42,3 e 3,1°C e 144,4 graus-dia, respectivamente (Tabela 3).

TABELA 2. Equações de regressão e coeficientes de determinação obtidos para *Rhopalosiphum maidis* em seis temperaturas, UR de $70 \pm 10\%$, fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Ínstars	Equações de regressão	R^2 (%)	F ¹	P ²
1 ^a	$y' = 1,4 \cdot 10^{-2}x^2 - 0,7609x + 11,7827$	92,7	18,98	0,02
2 ^a	$y' = 2,0 \cdot 10^{-2}x^2 - 1,0338x + 14,4240$	96,3	39,30	0,007
3 ^a	$y' = 7,1 \cdot 10^{-3}x^2 - 0,4389x + 7,8458$	98,2	80,75	0,002
4 ^a	$y' = 1,56 \cdot 10^{-2}x^2 - 0,8358x + 12,6141$	95,8	33,62	0,01
Fase de ninfa	$y' = 5,73 \cdot 10^{-2}x^2 - 3,0936x + 46,9211$	97,8	67,30	0,003

¹F calculado. ²Probabilidade

Considerando-se *R. padi*, foi constatado por Elliott & Kieckhefer (1989), uma Tb de 5,8°C para a fase de ninfa, sendo mais de 2°C superior ao encontrado neste trabalho para *R. maidis*. Para a fase de ninfa de *R. maidis* obteve-se, neste trabalho (Tabela 3) 144,4 GD. Este resultado foi superior, em 42,6%, ao encontrado para essa fase de *R. padi* mencionado anteriormente, demonstrando as peculiaridades de cada espécie de afídeo.

A unidade graus-dia representa a somatória de temperaturas favoráveis ao desenvolvimento dos insetos durante determinado período, ou seja, aquelas temperaturas acima do limiar de desenvolvimento, com o desenvolvimento desses organismos dentro de um limitado gradiente de temperatura (Silveira Neto et al., 1976; Cividanes, 2000). Assim, condições térmicas superiores a 0,3; 3,6; 6,7; 1,8 e 3,1°C, dentro da faixa favorável de desenvolvimento, poderão ou não ser propícias para o primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstaes e fase ninfal de *R. maidis*, respectivamente.

TABELA 3. Equações da velocidade do desenvolvimento (1/D), coeficientes de determinação (R²), temperaturas base (Tb) e constantes térmicas (K) obtidos para *Rhopalosiphum maidis* em seis temperaturas, UR de 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Instaes	Equações de velocidade do desenvolvimento	R ² (%)	Tb ¹ (°C)	K ² (GD)
1 ^o	1/D = 0,020765x - 0,005967	96,0	0,3	48,2
2 ^o	1/D = 0,033211x - 0,118831	67,8	3,6	30,1
3 ^o	1/D = 0,040495x - 0,272047	99,0	6,7	24,7
4 ^o	1/D = 0,023623x - 0,042749	86,6	1,8	42,3
Fase de ninfa	1/D = 0,006928x - 0,021592	91,2	3,1	144,4

¹ Calculada pelo método da hipérbole

² Constante térmica em graus-dia

De acordo com os resultados obtidos para a duração dos quatro ínstaes e da fase de ninfa (Tabela 1), Tb e K (Tabela 3), verifica-se que regiões de clima



com temperatura média anual oscilando entre 21 e 24°C podem ser favoráveis à sobrevivência de *R. maidis*. Com base na maior fecundidade observada nesta faixa de temperatura (sub-item 5.1), constata-se a possibilidade dessa espécie tornar-se um inseto-praga no cultivo do milho safrinha. Neste período, na região centro-sul do Estado de Minas Gerais, a temperatura média oscila no intervalo mencionado. De acordo com Gassen (1996), esse tipo de cultivo ocorre após a safra tradicional de verão, ocasião em que há predominância de temperaturas médias na faixa de 18 a 25°C.

Com relação à velocidade de desenvolvimento de *R. maidis*, substituindo-se “x” por 1 nas equações e considerando-se a duração média observada na faixa de temperatura estudada, observou-se, de maneira geral, para o terceiro ínstar, uma velocidade superior à verificada para os outros ínstars. Evidenciando-se que, além de um período de desenvolvimento mais curto, há relação direta entre temperatura e velocidade de desenvolvimento e indireta com a duração de desenvolvimento de *R. maidis*. Contudo, essa velocidade foi maior no primeiro ínstar, apesar da duração desse estágio ter sido superior à do terceiro (Tabelas 1 e 3, Figuras 8, 9 e 10). Adotando-se a substituição de “x” supracitada, a fase de ninfa apresentou a menor velocidade de desenvolvimento, com $1/D = -0,014664$ e o segundo e quarto ínstars $-0,08562$ e $-0,019126$, respectivamente.

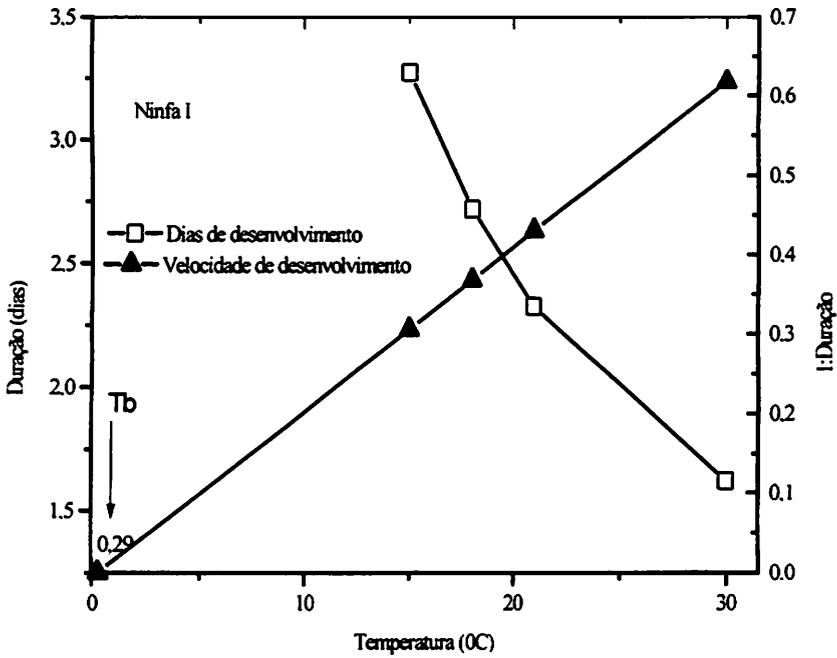


FIGURA 8. Curva ajustada para a duração do desenvolvimento (D) e a recíproca (1/D) para o primeiro ínstar de *Rhopalosiphum maidis*, em função da temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

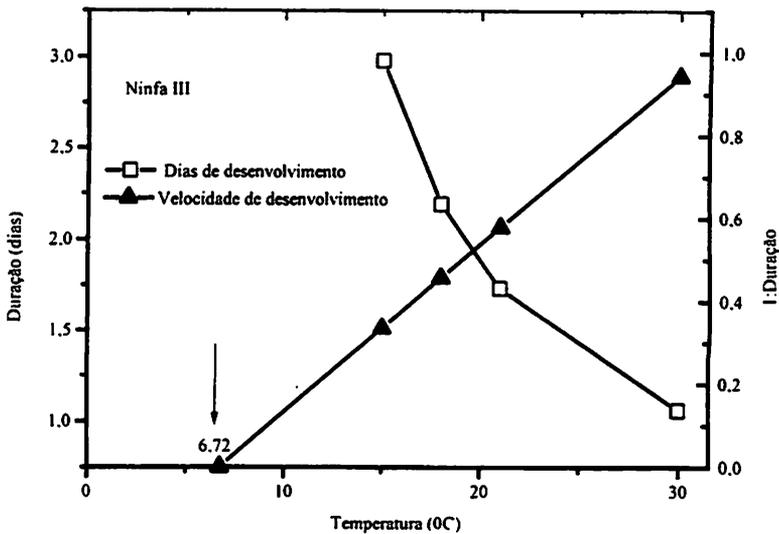
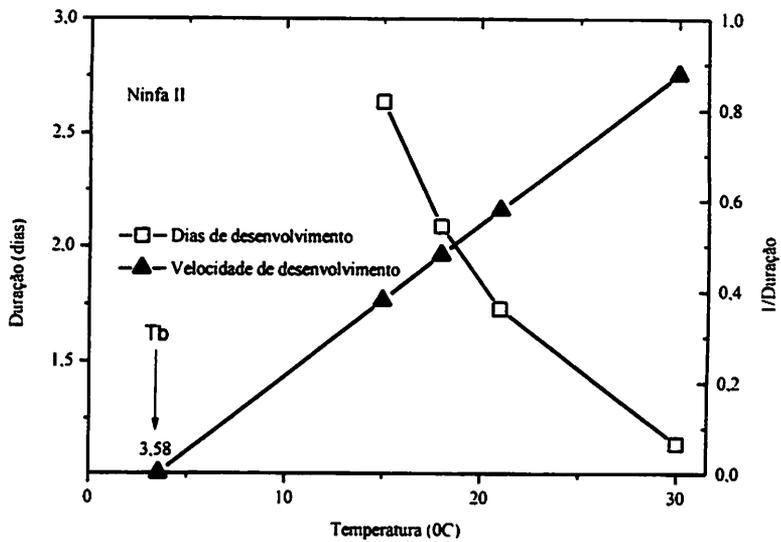


FIGURA 9. Curvas ajustadas para a duração do desenvolvimento (D) e a recíproca (1/D) para: A - segundo e B - terceiro ínstaes de *Rhopalosiphum maidis*, em função da temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

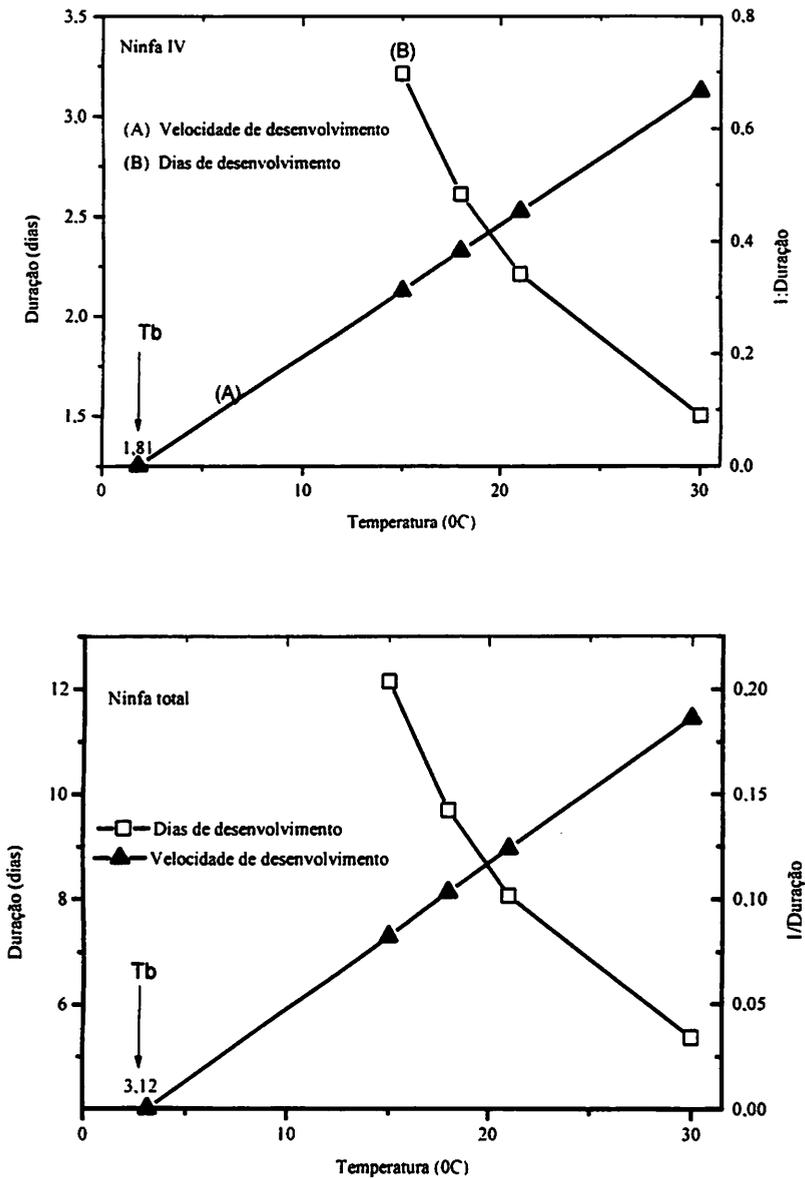


FIGURA 10. Curvas ajustadas para a duração do desenvolvimento (D) e a recíproca (1/D) para: A- quarto instar e B- fase de ninfa de *Rhopalosiphum maidis*, em função da temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

6 Conclusões

- A velocidade do desenvolvimento de *Rhopalosiphum maidis* variou para cada instar e foi afetada pela temperatura, podendo a fase de ninfa ser representada pela equação geral $y = 5,73 \cdot 10^{-2} \cdot x^2 - 3,0936x + 46,9211$;
- O período pré-reprodutivo de *Rhopalosiphum maidis* foi afetado pela temperatura, podendo essa relação ser expressa pela equação geral $y = 1,12 \cdot 10^{-2} \cdot x^2 - 0,5686x + 7,5509$;
- A temperatura influenciou a duração do período reprodutivo de *Rhopalosiphum maidis*, podendo essa relação ser expressa pela equação geral $y = 7,98 \cdot 10^{-2} \cdot x^2 - 5,0569x + 88,1514$;
- O período pós-reprodutivo de *Rhopalosiphum maidis* foi afetado pela temperatura, podendo essa relação ser expressa pela equação geral $y = -0,4184x + 14,3703$;
- Houve influência da temperatura sobre a longevidade de *Rhopalosiphum maidis*, podendo essa relação ser expressa pela equação geral $y = 9,91 \cdot 10^{-2} \cdot x^2 - 6,3893x + 113,6737$;
- O ciclo biológico de *Rhopalosiphum maidis* foi afetado pela temperatura, podendo ser representado pela equação geral $y = 0,1565x^2 - 9,4884x + 160,6249$;

- A fecundidade diária e total de *Rhopalosiphum maidis* foi afetada pela temperatura, sendo a mais favorável a faixa de 21 a 24°C. Essas relações podem ser expressas pelas equações $y = -4,55 \cdot 10^{-2} \cdot x^2 + 2,2064x - 21,8929$ e $y = -0,5446x^2 + 23,5469x - 190,2940$;
- As exigências térmicas de *Rhopalosiphum maidis* evidenciaram a capacidade de adaptação e desenvolvimento desse afídeo a partir de limiares superiores a 0,3°C, com uma constante térmica de 144,4 GD.

7 Referências Bibliográficas

BELVETT, V. B.; SUN, R-Y.; ROBINSON, A. G. Observations on laboratory rearing of grain aphids (Homoptera: Aphididae). **Canadian Journal of Zoology**, v. 43, p. 619-622, 1965.

BLACKMAN, R. L. Reproduction, cytogenetics and development. In: MINKS, A.K.; HARREWINDJN, P. (Eds.). **World crop pests: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987. Cap. 3, p. 163-196.

CHAGAS, M. C. M.; PARRA, J. R. P. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): técnica de criação e biologia em diferentes temperaturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 227-235. 2000.

CHAUDHARY, J. P.; RAMZAN, M.; ATWAL, A. S. Preliminary studies on the biology of wheat aphids. **Indian Journal Agriculture Science**, v. 39, n. 7, p. 672-675, 1968.

CIVIDANES, F. J. **Uso de graus-dia em entomologia: com particular referência ao controle de percevejos pragas da soja**. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 31p.

CRUZ, I. Inimigos naturais da lagarta-do-cartucho e pulgões na cultura do milho: *Chrysoperla externa*. Folder, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000a. (Série Controle Biológico, n. 6).

CRUZ, I. Milho: chegaram os sugadores. **Revista Cultivar**, Pelotas: Ceres, v. 2, n. 14, p. 18, 2000b.

CRUZ, I. Pragas iniciais do milho. **Revista Cultivar**, ano II, n. 12, p. 10-14, 2000c.

DIXON, A. F. G. The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution. In: MINKS, A.K.; HARREWINDJN, P. (Eds.). **World crop pests: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987. Cap.4.1, p. 197-207.

DUARTE, A. P. Como fazer uma boa segunda safra. **Revista Cultivar**, Pelotas: Ceres, v. 3, n. 25, p. 10-18, 2001.

ELLIOTT, N. C.; KIECKHEFER, R. W. Effect the constant and fluctuating temperatures on immature development and age-specific life table of *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera: Aphididae). *The Canadian Entomologist*, v. 121, p. 131-140, 1989.

FANCELLI, A. L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1988. 172p. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FONSECA, A. R. **Efetos de genótipos resistentes de sorgo e *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae)**. 2002. 142p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FOOTT, W. H. Biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), in Southwestern Ontario. *The Canadian Entomologist*, v. 109, p. 1129-1135, 1977.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, RS, 134 p. 1996.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto, o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Norte, RS, 207 p. 1996.

HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B.; PARRA, J. R. P. **MOBAE: Modelos Bioestatísticos Aplicados à Entomologia, Manual**, Piracicaba: ESALQ, 1995. 44 p.

MAIA, W. J. M. S. **Aspectos biológicos e exigências térmicas da fase jovem de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas**. Lavras: UFLA, 1998. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

MAIA, W. J. M. S.; CRUZ, I.; CARVALHO, C. F.; MAIA, T. J. A. F. Técnica de criação massal do pulgão-do-milho para utilização em estudos de controle biológico. In: **SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7**, Poços de Caldas, MG, 2001. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 427.

OLIVEIRA, E. de.; RESENDE, R. de O.; PECCI, M. de la P.; LAGUNA, I. G.; HERRERA, P.; CRUZ, I. Incidência de viroses e enfezamentos e estimativas de perdas causadas por mollicutes em milho no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 19-25, 2003.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1999. 137 P.

REZENDE, M. A. A.; CRUZ, I. Biologia do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Homóptera: Aphididae) em sorgo e milho, em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, Belo Horizonte, 1989, **Anais...** Belo Horizonte: SEB, 1989, p. 8 (v.1).

SABATO, E. O. de; OLIVEIRA, C. M.; CRUZ, I. Plantas sob ataque: doenças do milho disseminadas por insetos vetores limitam drasticamente a produção. **Revista Cultivar**, Pelotas, ano IV, n. 45, p. 08-10, nov. 2002.

WAQUIL, J. M.; OLIVEIRA, E.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; CORREA, L. A. Efeito na produção e incidência de viroses em híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v.21, n.4, p.460-63, 1996.

WAQUII, J. M. OLIVEIRA, E.; VIANA, P. A.; PINTO, N. F. J. A.; VALICENTE, C. R. C.; CRUZ, I.; FERREIRA, A. S.; FERNANDES, F. T.; AZEVEDO, S. F.; SANTOS, J. P. Incidência de insetos vetores de patógenos em milho e de seus inimigos naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17, ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 8, Rio de Janeiro, 1998. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, 1998, p. 522. (v.1).

CAPÍTULO 3

ASPECTOS BIOLÓGICOS E CAPACIDADE PREDATÓRIA DAS FASES IMATURAS DE *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) ALIMENTADA COM *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856)¹

1 RESUMO

Objetivou-se estudar aspectos biológicos, a capacidade predatória e a resposta funcional de larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) oferecendo o pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) como presa, em cinco densidades, usando ninfas de segundo e terceiro instares. Os ensaios foram conduzidos em câmaras climatizadas reguladas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Para o estudo de biologia e capacidade predatória, o delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco repetições e oito indivíduos/repetição, totalizando 40 larvas. Para a resposta funcional, os tratamentos corresponderam a cinco densidades de presa e cinco repetições com dois indivíduos/repetição. As observações foram realizadas às 24, 48 horas e no final de cada instar. O consumo aumentou proporcionalmente em função do estágio de desenvolvimento da larva, sendo maior no terceiro instar com 279,1 pulgões, representando, aproximadamente, 82,0% do consumo total. Observou-se uma duração de 11,0 dias para a fase larval e uma viabilidade de 100% em todos os estádios de desenvolvimento. Para os três instares e fase larval, constatou-se um maior consumo em função do aumento da densidade de presas. A duração obtida de cada instar e da fase larval aumentou em função do aumento na disponibilidade de presas. Entretanto, no segundo instar, reduziu em função desse aumento. Verificou-se uma resposta funcional Tipo II para todos os instares. O menor tempo de busca para a densidade média de presas foi verificado para larvas de segundo e terceiro instares e o primeiro instar apresentou o maior tempo de manuseio.

Palavras-chave: crisopídeo, biologia, resposta funcional, presa, pulgão-do-milho.

¹ Orientador: César Freire Carvalho – UFLA.

2 Abstract

BIOLOGICAL ASPECTS AND PREDATORY CAPACITY OF THE IMMATURE STAGES OF *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) FED ON *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856)¹

It was aimed to study the biological aspects, predatory capacity and functional response of the immature stages of *Chrysoperla externa* (Hagen) fed on the aphid *R. maidis* (Fitch), at five densities of prey by utilizing second and third instar nymphs. The experiments were carried out in climatic chamber at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, RH of $70 \pm 10\%$ and 12-h photophase. For the study of biology and predatory capacity, the design was completely randomized with five replicates and eight insects/replicate, amounting to a total of 40 larvae. For the functional response, the treatments corresponded to five densities of prey and five replicates, with two insects/replicate. The readings were done at 24, 48 hours and at the end of each instar. Consumption increased proportionally as related with the developmental stages of the larva, its being higher in the third instar with 279.1 aphids, representing about 82% of the consumption. A duration of 11 days for the larval stage and a survival rate of 100% in all stages were observed. A higher consumption for the three instars and larval stage as related with the increase in prey densities was found. The duration of each instar and larval stage increased as related with the increase in the availability of preys. However, in the second instar, it reduced as related with this increase. A Type II functional response was verified for all instars. The shortest search time for the average prey density was verified for larvae of second and third instars, and the first instar presented the longest r handling time.

Key words: Green lacewing, biology, functional response, prey, corn-leaf-aphid.

¹ Adviser: César Freire Carvalho – UFLA.

3 Introdução

Artrópodes-praga são fatores limitantes à exploração agrícola. Segundo Gassen (1996) e Martins & Ferrão (1990), a infestação pelo pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) em milho inicia em plantas isoladas. A partir daí dissemina-se em manchas nas folhas, durante a fase de desenvolvimento vegetativo e, principalmente, próximo ao lançamento do pendão, quando as folhas encontram-se enroladas, sugando a seiva continuamente e multiplicando-se com facilidade, mas sem importância econômica direta. Todavia, sob condições de alta densidade populacional, no pré-florescimento, este ataque pode ocasionar perda econômica, principalmente se a infestação estiver associada ao estresse hídrico e as plantas estiverem nos estádios correspondentes a iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, período de fertilização e enchimento de grãos (Everly, 1960; Honěk 1990, 1991; Magalhães et al., 1995).

Os predadores são, muitas vezes, agentes eficazes na regulação da densidade populacional desses organismos. Dentre eles, destacam-se os insetos da família Chrysopidae, mundialmente reconhecidos pela sua ocorrência em diversos agroecossistemas (Hagen, 1976; Senior & McEwen, 2001).

A fauna neotropical de crisopídeos é uma das mais ricas, com 21 gêneros e mais de 300 espécies descritas (Albuquerque et al., 2001); o gênero *Chrysoperla* Steinmann, 1964, possui vasta distribuição geográfica, incluindo 36 espécies, com uma maior concentração na região Holoártica. No continente americano encontra-se *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), cuja ocorrência tem sido registrada em diversas regiões no Brasil (Brooks, 1994).

Atributos, como grande capacidade de busca e voracidade das larvas, alto potencial reprodutivo, tolerância a certos inseticidas e a facilidade de

criação em laboratório, favorecem o uso de *C. externa* em programas de controle biológico. Entretanto, há necessidade de estudos sobre sua biologia e interação com insetos-praga como subsídio para programas de controle biológico.

A resposta funcional dos inimigos naturais a mudanças na densidade da presa é uma forma de constatação da variação na relação entre esses organismos, em que um aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador a um aumento do consumo (Solomon, 1949; O'Neil, 1990). A resposta funcional e a numérica são componentes básicos da predação e originários da relação entre as densidades de presas e de predadores, podendo afetar diretamente o número de indivíduos predados (Holling, 1961).

A falta de conhecimento da dinâmica populacional das pragas e de seus inimigos naturais tem sido o principal entrave ao progresso na prática de manipulação dos agroecossistemas. A preferência dos crisopídeos por determinadas densidade e qualidade nutricional da presa, ou sua habilidade na captura desses organismos, podem ser fatores importantes nas liberações inundativas e crucial nas inoculativas (Daane, 2001). Assim, a manipulação do hábitat como tática de uso de crisopídeos no manejo de pragas (Albuquerque et al. 2001) requer vasto conhecimento da biologia das espécies envolvidas.

Com base na necessidade de pesquisas relacionadas à interação predador/presa, este trabalho objetivou estudar alguns aspectos biológicos das fases imaturas, a capacidade predatória e a resposta funcional de *C. externa* alimentada com o pulgão *R. maidis* em diferentes densidades.

4 Material e Métodos

4.1 Aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa*

Adultos de *C. externa* foram coletados no campus da UFLA, levados para o laboratório, mantidos em sala climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$, fotofase de 12 horas e acondicionados em gaiolas cilíndricas de pvc de 20 cm de altura por 20 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel filtro branco. Vedou-se a parte superior com filme de pvc laminado e a inferior permaneceu apoiada numa placa de Petri forrada com papel toalha branco, conforme metodologia empregada por Ribeiro (1988).

A alimentação dos adultos consistiu de uma dieta à base de lêvedo de cerveja e mel (1:1). Para facilitar a criação adotou-se a metodologia empregada por Costa (2002) que consistiu de um frasco de 30 ml, contendo a dieta em consistência líquida e uma esponja em sua extremidade. Esse conjunto foi ajustado, em posição invertida, na extremidade superior da gaiola num orifício do filme de pvc laminado e sustentado por um anel de borracha. Colocou-se no fundo, um frasco contendo um chumaço de algodão embebido em água destilada, para servir, também, como umidificador.

Os ovos produzidos foram coletados cortando-se os pedicelos com uma tesoura de ponta fina. A partir dessa criação de manutenção em laboratório, individualizaram-se 40 ovos de *C. externa* acondicionados em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura, vedados com filme de pvc, perfurados para aeração e mantidos em câmaras climatizadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os remanescentes foram destinados à criação de manutenção, sendo colocados em gaiolas semelhantes às utilizadas para a criação de adultos contendo tiras de papel sulfite plissadas, com o objetivo de

diminuir o canibalismo. As larvas foram alimentadas *ad libitum* com ovos do piralídeo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) e com o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), provenientes de uma criação do próprio laboratório.

As larvas dos experimentos foram oferecidos pulgões, *R. maidis*, também oriundos de uma criação em laboratório (Sub-item 4.1 Capítulo 2). As observações foram realizadas diariamente até a emergência dos adultos. Foram avaliadas a duração e a viabilidade nas cinco densidades de cada ínstar, das fases de larva, pré-pupa, pupa e o período de larva a adulto.

Para o estudo da biologia, capacidade predatória e resposta funcional, efetuaram-se ensaios preliminares adotando a metodologia de Fonseca et al. (2000), visando determinar o número médio de afídeos consumidos diariamente em cada ínstar. Para isso, criaram-se 10 larvas de *C. externa* em uma densidade de presas acima de sua capacidade diária de consumo, obtendo-se o número médio diário de pulgões consumidos por ínstar, com 6, 20 e 100 pulgões para o primeiro, segundo e terceiro estádios, respectivamente. Foram utilizadas cinco densidades de pulgões, sendo duas abaixo e duas acima da média por ínstar (Tabela 1).

TABELA 1. Densidades de *Rhopalosiphum maidis* oferecidas às larvas de primeiro, segundo e terceiro instares de *Chrysoperla externa*, sob a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Densidade do pulgão	Nº de pulgões/ínstar		
	1º	2º	3º
1	2	10	30
2	4	15	65
3	6	20	100
4	8	25	135
5	10	30	170

Wharley

Em laboratório, os pulgões foram multiplicados de acordo com metodologia desenvolvida por Fonseca (2002), diferindo apenas na seção foliar utilizada neste experimento, que é de milho cultivar BRS 3133 proveniente de plantio feito em casa de vegetação. Para padronização do tamanho dos pulgões foram colocados 40 adultos em uma unidade de criação contendo uma seção foliar de milho. Esses adultos foram retirados após dois dias e, no quarto dia, as ninfas de terceiro e quarto ínstars foram utilizadas nos ensaios.

Procedeu-se a contagem diária dos pulgões predados e, após a higienização dos tubos, forneceu-se novamente às larvas, o mesmo número de presas, correspondente ao ínstar considerado. Foram avaliados o consumo diário e total, em cada ínstar e na fase de larva, em intervalos de 24 e 48 horas após eclosão ou ecdise.

Para avaliar o tempo de busca e de manuseio da presa pelo predador, utilizou-se a metodologia de Fonseca et al. (2000). O tempo em que o predador ficou exposto à presa até a sua captura foi cronometrado, determinando-se o tempo de busca. O período em que ele ficou em contato com a presa, alimentando-se dessa, foi o tempo de manuseio. Utilizou-se a densidade média de presas para estes estudos.

Para o estudo da capacidade predatória de larvas de *C. externa*, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições e oito larvas/repetição, totalizando 40 insetos. Avaliou-se o número de ninfas predadas após 24 e 48 horas, e ao final de cada estágio. Para isso utilizou-se a densidade média de pulgões, com a finalidade de comparar os resultados da biologia e predação sob a densidade média com aqueles relacionados às cinco densidades.

A resposta funcional foi avaliada no mesmo delineamento, com cinco densidades de presas em cada ínstar, com cinco repetições e duas

larvas/repetição, totalizando dez larvas/densidade e 50 no total. Procedeu-se as análises de variância e de regressão devido o caráter quantitativo das variáveis

5 Resultados e Discussão

5.1 Aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa*

A duração do primeiro, segundo, terceiro ínstaes e fase larval de *C. externa*, quando a presa foi oferecida nas cinco densidades de pulgões, foi 3,6; 3,1; 4,3 e de 11,0 dias, respectivamente (Figura 1).

Albuquerque et al. (1994), alimentando larvas de *C. externa* com ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), constataram, para a duração dos três ínstaes e fase larval a 23,9°C, 3,4; 2,8; 4,0 e 10,2 dias e a 26,7°C, 3,0; 2,0; 3,2 e 8,2 dias, respectivamente, assemelhando-se ao observado neste trabalho.

Trabalhando com esse crisopídeo em temperatura próxima a 25°C e utilizando como presa o pulgão *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900), López (1996) observou 3,0; 3,0; 4,0 e 10,0 dias os três ínstaes e fase larval. Maia et al. (2000), utilizando como presa o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), observaram e 3,5; 3,3; 3,8 e 10,6 dias, para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes e fase larval de *C. externa*, a 24°C.

As variações encontradas na duração de cada ínstar e da fase larval, entre os resultados obtidos e os registrados na literatura, podem ser atribuídas ao tipo de presa oferecida, influência da temperatura, umidade relativa, disponibilidade e qualidade do alimento.

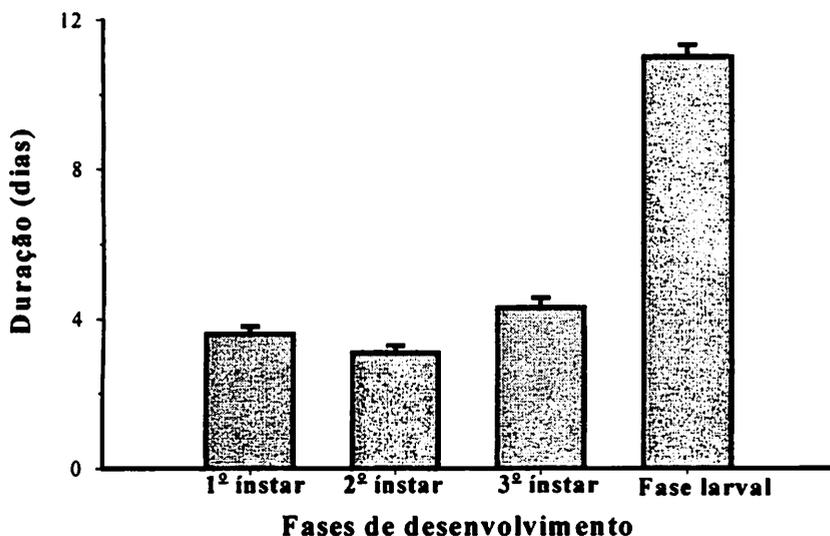


FIGURA 1. Duração do primeiro, segundo, terceiro ínstar e fase larval de *Chrysoperla externa* alimentada com *Rhopalosiphum maidis*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Com relação à capacidade predatória de larvas de *C. externa*, observou-se que, no primeiro ínstar, o consumo foi maior no intervalo entre 24 e 48 horas, em relação às primeiras 24 horas após a eclosão, passando de 4,8 para 13,8 pulgões, o que representa um aumento de cerca de 187%. Nos ínstar subsequentes ocorreu o inverso, verificando-se um maior consumo nas primeiras 24 horas após a ecdise, resultado também observado para toda a fase larval, constatando-se reduções próximas a 38, 112 e 53%, respectivamente. O consumo total de *R. maidis* por larvas de segundo ínstar durante as 24 horas após

a ecdise foi de cerca de 18 e, para o terceiro, de 135, reduzindo para cerca de 10 e 63 pulgões, respectivamente, no intervalo entre 24 e 48 horas (Figura 2).

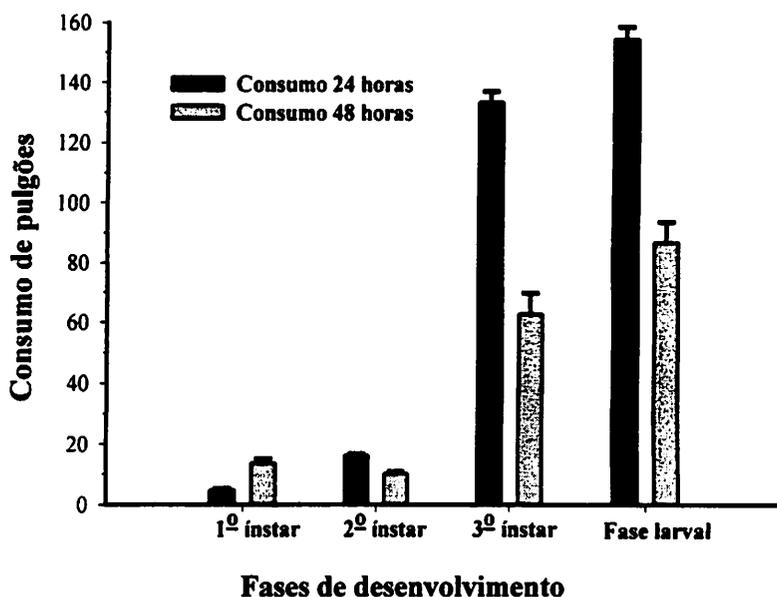


FIGURA 2. Número médio de *Rhopalosiphum maidis* consumidos nos três ínstar e fase larval de *Chrysoperla externa*. Temperatura de 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Quando se observou o consumo médio diário (Figura 3) para os três ínstar e fase larval, constatou-se um aumento de maneira concomitante ao desenvolvimento da larva, com 6,1 (7,2%) no primeiro ínstar, 13,0 (15,4%) no segundo ínstar e 65,4 pulgões/dia (77,4%) no terceiro ínstar, totalizando 28,2 pulgões consumidos diariamente durante toda a fase larval.

Ribeiro (1988) verificou um menor aumento no número médio de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) consumido/dia por larvas dessa mesma espécie a 25°C, com 3,5 vezes de aumento para o terceiro ínstar, em

relação às larvas de primeiro ínstar. Essa diferença pode estar relacionada com o tamanho, comportamento e qualidade nutricional da presa.

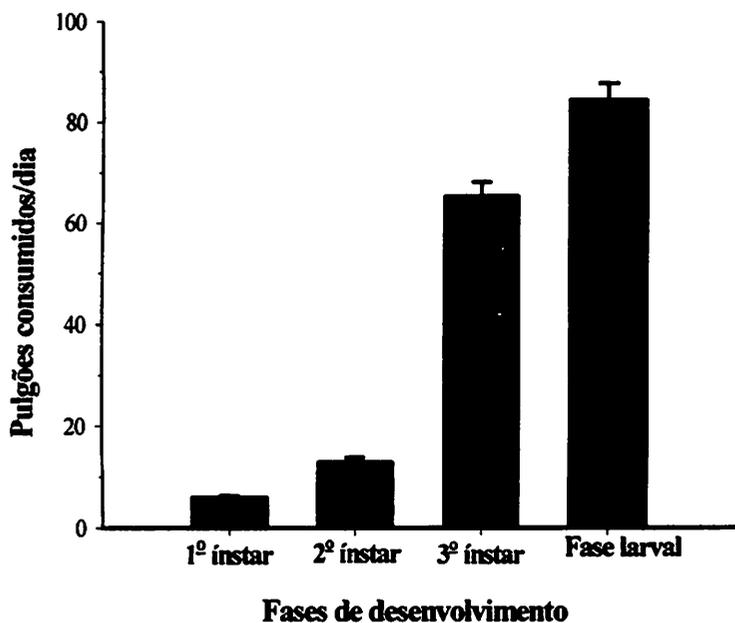


FIGURA 3. Número médio de *Rhopalosiphum maidis* consumidos/dia nos três instares e fase larval de *Chrysoperla externa*. Temperatura de 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG. 2003.

De maneira similar, Fonseca et al. (2000) verificaram, para os três instares e fase larval de *C. externa* alimentada com *S. graminum* a 24°C, um consumo médio diário de 3,4; 10,5; 76,7 e de 29,0 pulgões, respectivamente, evidenciando um aumento superior a 20 vezes entre o consumo no primeiro e terceiro instares.

Da mesma forma, verificou-se, para o consumo total, uma relação direta entre o número de pulgões predados e o desenvolvimento larval, atingindo o máximo no terceiro ínstar (Figura 4).

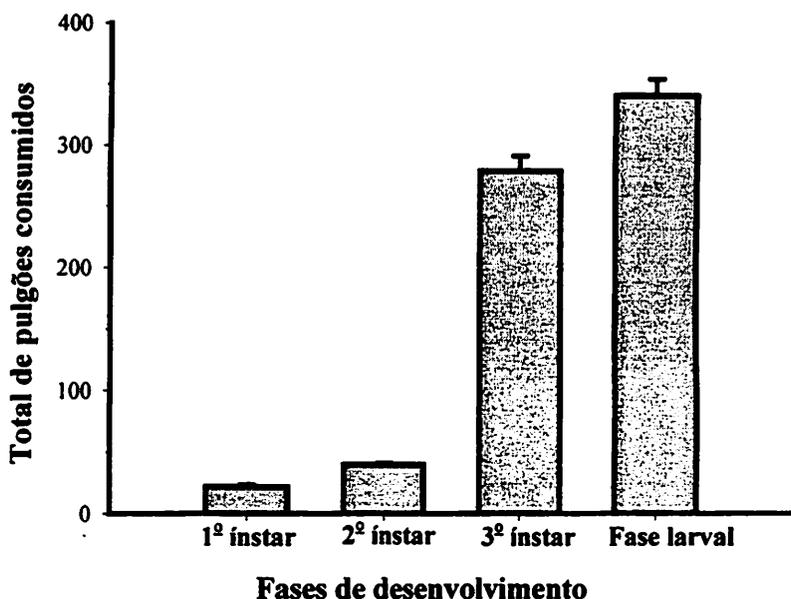


FIGURA 4. Média do número total de *Rhopalosiphum maidis* consumidos nos três instares e fase larval de *Chrysoperla externa*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

O consumo no terceiro ínstar foi cerca de 82% do total verificado para a fase larval. Esse fato também foi observado por Ribeiro (1988), Chakrabarti et al. (1991), López (1996), Carvalho et al. (1997), Scomparin (1997), Fonseca et al. (2000) e Tiraboschi et al. (2001). O número total de presas consumidas no primeiro, segundo, terceiro instares e fase larval de *C. externa*, foi de 21,9; 40,1; 279,0 e 341,0 pulgões, correspondendo a 6,4; 11,8 e 81,8%, respectivamente.

Os resultados verificados neste trabalho, referentes à predação por larvas de primeiro e segundo ínstar, foram menores, quando comparados aos obtidos por Ribeiro (1988) com 52,8 e 81,8 pulgões, respectivamente, para larvas dessa mesma espécie alimentadas com *A. gossypii*, a 25°C. Porém, foram superiores aos verificados por Fonseca et al. (2000), quando as larvas foram alimentadas com *S. graminum*, correspondendo a 13,7 e 34,7 presas, respectivamente, a 24°C.

Segundo Canard (1970, 1973), diferenças encontradas no potencial de predação para uma mesma espécie de crisopídeo podem estar correlacionadas com o tipo de presa e adaptação ao predador, que não apresenta um desenvolvimento satisfatório quando alimentado com algumas espécies de afídeos. Assim, Santa-Cecília et al. (2001) constataram que, apesar da alta viabilidade obtida para os estágios imaturos de *C. externa* alimentada com a cochonilha-do-abacaxi, *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae), a duração das fases foi prolongada em relação à de larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella*. De maneira geral, além da espécie de presa, a interação presa/hospedeiro também pode refletir diretamente sobre a predação e desenvolvimento do predador.

5.2 Resposta funcional, tempo de busca e de manuseio de *Chrysoperla externa*

Verificou-se, para as larvas dos três ínstar e fase larval, um maior consumo em função do aumento na densidade da presa (Figura 5). Nas três maiores densidades da presa, obtiveram-se resultados semelhantes quanto ao número de afídeos predados, diferindo das duas densidades menores, as quais também não variaram significativamente entre si.

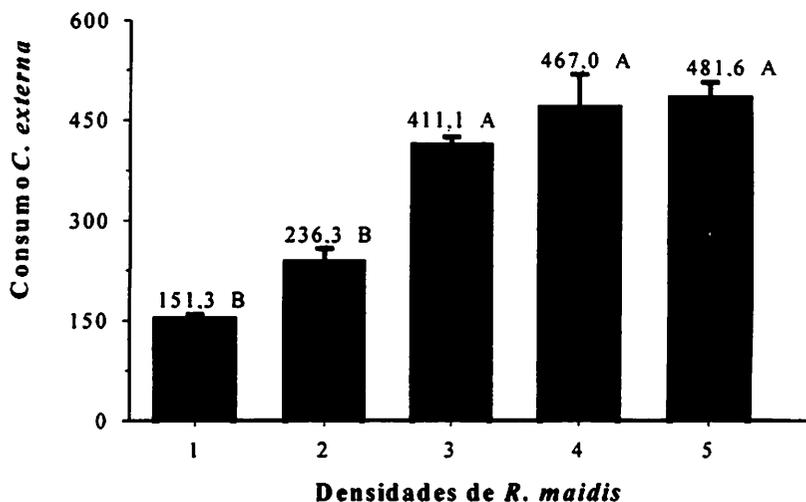


FIGURA 5. Número médio total de *Rhopalosiphum maidis* consumidos por larvas de *Chrysoperla externa*, em função da densidade. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Zheng et al. (1993) verificaram, para larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) alimentadas com ovos do piralídeo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), um consumo cerca de duas vezes maior nas densidades superiores à capacidade predatória, quando comparado às inferiores, aproximando-se aos resultados obtidos neste trabalho. Também aproximaram-se daqueles encontrados por Fonseca et al. (2000), que observaram uma relação semelhante no consumo de *S. graminum* por larvas de *C. externa* em cinco densidades.

No que se refere ao efeito da densidade de *R. maidis* sobre a velocidade de desenvolvimento de *C. externa*, verificou-se, de maneira geral, que a duração

obtida para a fase larval (Tabela 2) diminuiu em função do aumento no número de presas.

Na menor densidade, a duração do primeiro ínstar foi maior, evidenciando o efeito significativo da densidade de *R. maidis* sobre a duração desse estágio. Mas, esse efeito não foi verificado para o segundo ínstar e, para o terceiro, de maneira geral, a velocidade de desenvolvimento aumentou de maneira concomitante ao aumento na densidade.

A duração do terceiro ínstar foi significativamente menor na maior densidade de pulgões, ou seja, em função da saciação mais rápida do predador, as necessidades energéticas foram supridas mais rapidamente (Garcia, 1990) (Tabela 2). Não houve efeito significativo da densidade de pulgões sobre a duração das fases de pré-pupa e pupa; contudo, em relação ao período de larva a adulto, a menor duração foi observada na maior densidade (Tabela 3).

Obteve-se uma resposta funcional Tipo II para todos os instares, conforme sugerido por Holling (1959) (Figura 6). Verificou-se um consumo ascendente de acordo com o aumento na densidade de pulgões e, levando-se em consideração a natureza da curva encontrada, a qual mesmo não alcançando um patamar característico, evidenciou uma estabilização. Possivelmente, densidades maiores àquelas utilizadas neste trabalho evidenciarão, de maneira mais marcante esse tipo de resposta, diferentemente do Tipo I, em que há uma linearização no consumo.

Esses resultados assemelharam-se aos encontrados por Fonseca et al. (2000) para larvas de *C. externa* alimentadas com *S. graminum*, que também verificaram uma resposta funcional Tipo II, evidenciando a adaptação desse predador a diferentes espécies de presas. Mesmo não alcançando um patamar para o consumo de *A. gossypii* por larvas de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839), Nordlung & Morrison (1990) verificaram uma resposta funcional Tipo II.

Trabalhando com *Chrysoperla congrua* (Walker, 1853) e esse mesmo afídeo como presa, Kabissa et al. (1996) obtiveram o mesmo tipo de resposta funcional.

TABELA 2. Duração em dias (\pm EP) dos três ínstaes e fase larval de *Chrysoperla externa*, em função da densidade de *Rhopalosiphum maidis*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, UFLA, Lavras - MG, 2003.

Densidade de presas	Duração dos ínstaes			Fase larval
	1 ^o	2 ^o	3 ^o	
1	3,1 \pm 0,2 A	3,4 \pm 0,2A	5,0 \pm 0,4 A	11,5 \pm 0,2 A
2	2,4 \pm 0,2 B	3,4 \pm 0,2 A	4,0 \pm 0,2 B	9,8 \pm 0,1 B
3	2,7 \pm 0,1 B	3,1 \pm 0,2 A	4,5 \pm 0,3 A	10,3 \pm 0,2 B
4	2,4 \pm 0,2 B	3,1 \pm 0,1 A	4,5 \pm 0,3 A	10,2 \pm 0,5 B
5	2,4 \pm 0,2 B	3,0 \pm 0,3 A	3,3 \pm 0,3 B	8,7 \pm 0,5 C
F	3,77	0,85	3,62	9,78
CV (%)**	11,70	14,62	17,74	7,13

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. F = Valor do F da ANOVA; CV = coeficiente de variação.

TABELA 3. Duração em dias (\pm EP) das fases de pré-pupa, pupa e de larva-adulto de *Chrysoperla externa*, em função da densidade de *Rhopalosiphum maidis*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Densidade de presas	Duração		
	Pré-pupa	Pupa	Larva-adulto
1	3,7 \pm 0,1 A	8,5 \pm 0,2 A	23,7 \pm 0,4 A
2	4,2 \pm 0,2 A	8,5 \pm 0,3 A	22,5 \pm 0,3 B
3	3,8 \pm 0,3 A	8,1 \pm 0,3 A	22,2 \pm 0,2 B
4	3,5 \pm 0,3 A	8,9 \pm 0,4 A	22,6 \pm 0,5 B
5	3,4 \pm 0,4 A	8,9 \pm 0,5 A	21,0 \pm 0,5 C
F	1,21	0,88	6,98
CV (%)	17,21	9,29	3,65

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. F = Valor do F da ANOVA; CV = coeficiente de variação.

Holling (1959) mencionou que há aumento no consumo de presas em maiores densidades, podendo ocorrer uma redução gradativa, até a estabilização. Segundo Garcia (1990), a estabilidade ocorre quando o predador esta saciado, a partir da qual ele não é capaz de consumir um número adicional de presas.

O tempo de busca e de manuseio foi maior para larvas de primeiro instar do crisopídeo em comparação àquelas de segundo e terceiro (Tabela 4). Isso também foi verificado por Fonseca et al. (2000) para larvas dessa mesma espécie, em que, nas maiores densidades de *S. graminum*, ocorreu um aumento na predação, com menor tempo de busca e de manuseio, em relação ao primeiro instar. Possivelmente o aumento na densidade permitiu uma maior probabilidade de encontro com o predador, reduzindo o tempo de busca. Outro fator refere-se ao maior volume corporal do predador a cada instar proporcionando sucção mais rápida da hemolinfa e, conseqüentemente, uma redução no tempo de manuseio.

TABELA 4. Tempo de busca e de manuseio (minutos e segundos) pelos três instares de *Chrysoperla externa*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR 70 \pm 10% e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Ínstares	Tempo médio	
	Busca	Manuseio
1 ^o	29' 51" ^a	31' 15" ^a
2 ^o	9' 13" ^b	13' 56" ^b
3 ^o	8' 23" ^b	10' 11" ^b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%.

Bergeson & Messina (1998), além de terem verificado para larvas de *Chrysoperla plorabunda* (Fitch, 1855) maior preferência por *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) em relação a *Diuraphis noxia* (Kurdjumov, 1913), constataram menor tempo de manuseio na primeira presa, mesmo quando esse pulgão formou um complexo de presas. O tamanho da presa exerce influência

sobre o comportamento do predador (Carvalho & Souza, 2000), o que possivelmente explica a preferência de larvas de *C. plorabunda* por *R. padi*.

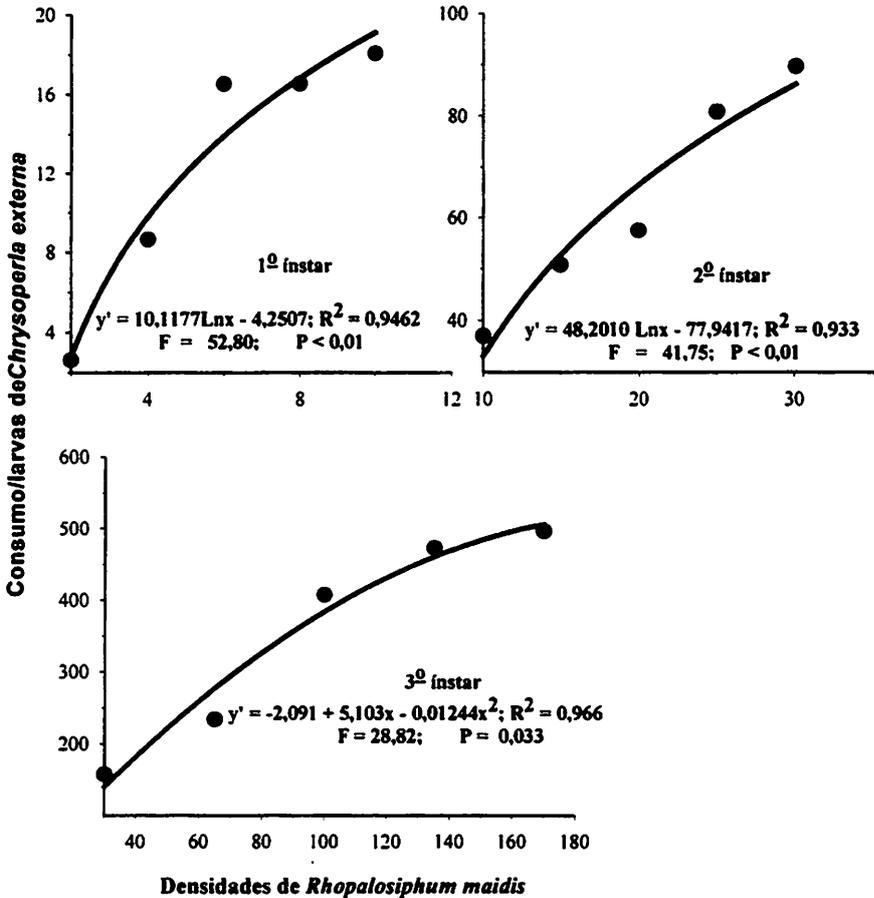


FIGURA 6. Resposta funcional dos três ínstaros de *Chrysoperla externa* em função da densidade de *Rhopalosiphum maidis*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

6 CONCLUSÕES

- *Chrysoperla externa* passou por três estádios com duração média de 3,6; 3,1 e 4,3 dias e um período larval de 11,0 dias;
- O consumo de presas por larvas de primeiro ínstar de *Chrysoperla externa* foi menor nas primeiras 24 horas enquanto que no segundo e terceiro ínstars, o consumo foi maior a 24 horas do que 48 horas;
- Do total de pulgões consumidos por larvas de *Chrysoperla externa*, 77,4% foi no terceiro ínstar. Durante a fase de larva o consumo médio foi de 341,0 ou 481,6 pulgões em função da densidade de presa;
- A densidade de presas afetou a duração das fases e estádios larvais de *Chrysoperla externa*;
- A resposta funcional para larvas de *Chrysoperla externa* nos três ínstars foi em forma de ascensão linear, caracterizando o Tipo II;
- Os tempos de busca e de manuseio foram afetados pela densidade de presas e estágio de desenvolvimento das larvas de *Chrysoperla externa*, sendo maior no primeiro ínstar.

7 Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, v. 4, n. 1, p. 8-13, 1994.

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa* spp.: potential for biological control in the New World tropics and subtropics. In: McEWEN, P.; NEW, T.R.; WHITTINGTON, A.E. (Eds.) **Lacewings in the Crop Environment**. Cambridge, Academic Press, 2001. Cap. 21, p.408-423.

BERGESON, E.; MESSINA, F. J. Effect of a co-occurring aphid on the susceptibility of the Russian wheat aphid to lacewings predators. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 87, p. 103-108, 1998.

BROOKS, S. J. A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum Natural History (Entomology)**, v. 63, n. 2, p. 137-210, 1994.

CANARD, M. Incidences de la valeur alimentaire de divers pucerons (Homoptera: Aphididae) sur le potentiel de multiplication de *Chrysopa perla* (L.) (Neuroptera: Chrysopidae). **Annales de Zoologie Écologie Animale**, v. 2, n. 3, p. 345-355, 1970.

CANARD, M. **Influence de l'alimentation sur le développement, la fécondité et la fertilité d'un prédateur aphidiphage: *Chrysopa perla* (Linnaeus) (Neuroptera: Chrysopidae)**. Thèse (Doctorat d'État)-Université Paul-Sabatier 547, Toulouse-France.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. Cap. 6, p. 91-110.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTOS, T. M. Predation capacity and reproduction potential of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) eggs. **Acta Zoologica Fennica**, v. 209, p. 83-86, 1998.

CHAKRABARTI, S.; DEBNATH, N.; GHOSH, D. Developmental rate, larval voracity and oviposition of *Cunctochrysa jubigensis* (Neuroptera: Chrysopidae), an aphidophagous predator in the western Himalayas. In: POLGAR, L. et al. (Ed.). **Behavior and impact of aphidophaga**. The Netherlands SPB, Academic, 1991. p. 107-113.

COSTA, R. I. F. **Estudo da densidade de ovos e de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) visando adequação na criação de laboratório**. 2002. 60 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DAANE, K. M. Ecological studies released lacewings in crops. In: McEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the Crop Environment**. Academic Press, 2001, Cap. 14, p. 338-350.

EVERLY, R. T. Loss in corn yield associated with the abundance of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*, in Indiana. **Journal of Economic Entomology**, v. 53, n. 5, p. 924-932, 1960.

FONSECA, A.R. **Efeitos de genótipos resistentes de sorgo e *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae)**. 2002. 142 p. Tese (Doutorado em Entomologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 29, n. 2, p. 309-317, 2000.

FREITAS, S. de; SCOMPARIN, C. H. J. O uso de crisopídeos no controle biológico de *Leptopharsa hevea* (Hemiptera: Tingidae) o percevejo de renda da seringueira (*Hevea brasiliensis*). In: Simpósio de Controle Biológico, 7., 2001, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 477.

GARCIA, M. A. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1990. p.289-311.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.

HAGEN, K. S. Role of nutrition in insect management. In: TALL TIMBERS CONFERENCE ON ECOLOGICAL ANIMAL CONTROL BY HABITAT MANAGEMENT, 6., 1976 **Proceedings...** Dr. W. Junk Publisher, The Hague, (ed.). p.221-261.

HOLLING, C. S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, v. 6, p. 163-182, 1961.

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, v. 91, n. 7, p. 385-398, 1959.

HÖNEK, A. Host plant energy allocation to and within ears, and abundance of cereal aphids. **Journal of Applied Entomology**, v. 110, p. 68-72, 1990.

HÖNEK, A. Environment stress, plant quality and abundance of cereal aphids (Hom., Aphididae) on winter wheat. **Journal of Applied Entomology**, v. 112, p. 65-70, 1991.

KABISSA, J. C. B.; YARRO, J. G.; KAYUMBO, H. Y.; JULIANO, S. A. Functional responses of two chrysopid feeding on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). **Entomophaga**, v. 41, n. 2, p. 141-151, 1996.

LÓPEZ, C. C. **Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae), sobre o pulgão da roseira *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900) (Hemiptera: Aphididae).** 1996. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1995. 27 p. (Circular Técnica, 20).

MAIA, W. J. M. S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 81-86, 2000.

MARTINS, D. S. dos; FERRÃO, R. G. Ataque severo de pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) na cultura de milho no norte do estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 1990, Vitória. **Resumos...** Vitória: EMCAPA, 1990. p. 61.

NORDLUNG, D. A.; MORRISON, M. J. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 57, p. 237-242, 1990.

O'NEIL, R. J. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insects pests in agricultural systems. **New direction in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Academic Press. Alan Reliss, 1990. p. 83-86.

RIBEIRO, M. J. **Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas**. 1988. 131 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, M. V. Aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7., 2001, Poços de Caldas. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 28.

SCOMPARIN, C. H. J. **Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) e seu potencial no controle biológico do percevejo de renda (*Leptopharsa hevea* Drake & Poor) (Hemiptera: Tingidae)**. 1997. 147 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia)-Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal

SENIOR, L. J.; McEWEN, P. K. The use of lacewings in biological control In: McEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the Crop Environment**. Cambridge, Academic Press, 2001. Cap. 11, p.296-302.

SOLOMON, M. E. The natural control of animal populations. **Journal of Animal Ecology**, v. 18, p. 1-35, 1949.

TIRABOSCHI, L. A.; FREITAS, S. de; SERIKAWA, R. H. Capacidade predatória de larvas de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7., 2001, Poços de Caldas, MG. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 98.

ZHENG, Y.; DAANE, K. M.; HAGEN, K. S.; MITTLER, T. E. Influence of larval food consumption on the fecundity of the lacewing *Chrysoperla carnea*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.67, p.9-14, 1993.

CAPÍTULO 4

INTERAÇÃO DO ESTÁDIO FENOLÓGICO DO MILHO, DE *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) E DE *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) EM CONDIÇÕES DE CAMPO¹

1 Resumo

Esse trabalho objetivou estudar a interação tritrófica entre o milho cultivar BRS 3133, o pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) e *Chrysoperla externa* (Hagen), e a influência sobre o número de espigas e peso de grãos, em condições de campo. Os ensaios foram conduzidos em área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial, com três fatores 3 x 4 x 4 x 4 (parcela x subparcela x avaliações) com 5 repetições, sendo que cada bloco foi formado por quatro parcelas representando os estádios fenológicos 2, 3, 4 e 5. As subparcelas foram formadas por quatro densidades, sendo 0, 2, 4 e 8 larvas de primeiro ínstar de *C. externa* e cinco plantas por densidade, liberando-se 10, 20 ou 40 larvas por subparcela. A infestação foi de 150 pulgões/planta, e as avaliações feitas através da escala de notas 1, 2, 3, 4 e 5. Houve efeito da densidade, do estágio fenológico e da interação entre esses parâmetros. Observou-se um maior efeito da predação nas densidades 2, 4 e 8, 4 e 8 larvas/planta nos estádios 4 e 5, respectivamente. Independentemente da densidade, verificou-se em plantas no estágio 4 uma maior infestação e influência sobre a interação predador/pulgão. Não foram constatadas diferenças significativas sobre a produção de espigas e peso de grãos com uma produção média de 6,6 ton/ha.

Palavras-chave: Pulgão-do-milho, crisopídeo, controle, produção.

¹ Orientador: César Freire Carvalho – UFLA.

2 Abstract

INTERACTION OF THE PHENOLOGICAL STAGE OF CORN, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) AND *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) UNDER FIELD CONDITIONS¹

This work aimed to evaluate the tritrophic interaction among the corn cultivar BRS 3133, aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) and *Chrysoperla externa* (Hagen), and the influence on the number of ears and weight of kernels, under field conditions. The experiments were conducted in the National Corn and Sorghum Research Center of EMBRAPA, at Sete Lagoas, MG, Brazil. The design was in randomized blocks in a factorial scheme, with 5 x 4 x 4 x 4 (block x plot x subplot x evaluations), each block being composed of 4 plots represented by phenological stages 2, 3, 4 and 5. The subplots consisted of the 4 densities 0, 2, 4 and 8 of first instar larvae of *C. externa* and five plants per densities, releasing 10, 20 or 40 larvae/subplot. The infestation was of 150 aphids/plant and evaluations done through the score scale 1, 2, 3, 4 and 5. There was effect of the density, of the phenological stage and of the interaction between these parameters. A greater effect of predation at densities 2, 4 and 8; 4 and 8 larvae/plant in stages 4 and 5, respectively. Independently of the density, a greater infestation and influence on the predator was found on plants in stage 4. No significant differences were verified on ear yield and weight of grains, with an average yield of 6.6 tons/ha.

Key words: corn leaf aphid, green lacewing, control, production.

¹ Adviser: César Freire Carvalho – UFLA.

3 Introdução

O Brasil é um país de dimensões continentais e possuidor de uma agricultura intensiva em boa parte de seu território, com a exploração de diversas áreas tornando-se “irracional” devido a vários fatores. Entretanto, artrópodes-praga ainda constituem fatores limitantes à produção e exploração racional em muitos agroecossistemas. Através de prejuízos diretos e/ou indiretos causados por esses organismos são um dos principais problemas, o que torna o país um dos maiores usuários de produtos fitossanitários (Roobs & Bittencourt, 1998).

Apesar da venda desses produtos ter apresentado um crescimento acima de 100% na década de 1990 (Tsunechiro & Ferreira, 2001), não houve uma redução proporcional nos prejuízos causados pelas pragas. Isso possivelmente ocorreu devido à sua utilização incorreta, emprego de produtos não-seletivos e de amplo espectro de ação, eliminando ou impedindo a ação de inimigos naturais, e em muitos casos, agravando os problemas com as pragas (Cruz, 1999, 2000). Estes fatos podem ser comprovados pelas perdas anuais de US\$ 2,2 bilhões nas lavouras brasileiras e de cerca de US\$ 276 milhões na cultura do milho (Bento, 2000).

A manutenção da produtividade, melhoria da qualidade, valor nutritivo, e sanidade dos alimentos com produtos livres de resíduos tóxicos e, principalmente, a conservação dos recursos naturais como solo, água, ar e organismos para as gerações futuras, são alguns dos desafios da agricultura neste novo milênio (Medeiros, 1997). Dentro dessa perspectiva, o controle biológico de algumas pragas do milho representa uma possibilidade concreta como parte de programas de MIP nessa cultura.

A semeadura extemporânea do milho, por prolongar a oferta de alimento para as pragas e aliada às condições ambientais inerentes à essa época (Gassen & Gassen, 1996), pode-se transformar num fator multiplicador, bem como favorecer o surgimento de outros insetos-praga considerados exóticos ou mesmo mudar o “status” de algum inseto secundário para primário.

De acordo com Duarte (2001), insetos-praga como a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) vetor, de forma persistente, de enfezamentos pálido, causado por espiroplasma (*Spiroplasma kunkelli* Whitcomb) e vermelho, através de fitoplasma (*Maize bushy stunt phytoplasma*), ambos patógenos pertencentes à classe Mollicutes, e o pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae), vetor do vírus “*Maize dwarf mosaic virus*” (MDMV), prejudicial à cultura do milho no Brasil, pelos danos à produção de grãos, têm ocorrido com maior frequência nesse tipo de cultivo (Cruz, 2000a; Sabato *et al.*, 2002; Oliveira *et al.*, 2003).

Esse afídeo era considerado como praga secundária na cultura mas, com o incremento do cultivo do milho “safreina” na última década, os danos causados por esse inseto aumentaram em importância, observando-se problemas maiores em cultivares de milho doce, devido à transmissão de vírus. Portanto, os maiores danos são indiretos, pois trata-se de um vetor de viroses, principalmente do mosaico comum, que é também de grande importância econômica para a cultura do sorgo e da cana-de-açúcar. Sua presença tem sido constatada praticamente em todo o Estado de Minas Gerais, e outros Estados brasileiros em todos os estádios fenológicos do milho (Peña-Martínez, 1992; Gassen, 1996; Waquil *et al.*, 1996; Waquil *et al.*, 1998).

A sucção incessante da seiva por *R. maidis* depaupera a planta, levando-a, em infestações maciças, ao definhamento geral. As folhas ficam cloróticas, encarquilhadas e enroladas, com manchas marrom-amareladas, recobertas de “honeydew” (Bayer, 1967).

Segundo Gassen (1996) e Martins & Ferrão (1990), a infestação por esse afídeo inicia-se em plantas isoladas, disseminando-se em manchas na lavoura, com sua presença sendo constatada no período vegetativo e, principalmente, próxima ao lançamento do pendão. Nessa fase, as folhas encontram-se enroladas, formando cartucho de proteção, onde o pulgão suga a seiva continuamente e multiplica-se com facilidade, mas sem importância econômica direta. Todavia, altas infestações no período de pré-florescimento podem ocasionar perdas econômicas, principalmente se a planta estiver com estresse hídrico e nos estádios correspondentes à iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, período de fertilização e enchimento de grãos (Everly, 1960; Brodbeck & Strong, 1987; Honěk 1990, 1991; Magalhães et al., 1995).

O agrossistema do milho possui uma vasta entomofauna e grande parte é formada por insetos-praga, predadores e parasitóides (Gassen, 1996; Cruz, 2000; Duarte, 2001). Entre os primeiros destacam-se os noctuídeos *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), o piralídeo, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848), o cicadelídeo *D. maidis* e o afídeo *R. maidis*.

O crescimento, a sobrevivência, a reprodução, o local de alimentação e a formação de pulgões alados são grandemente influenciados pela concentração total de aminoácidos na dieta (Srivastava, 1989, citado por Parra, 1999) e plantas sob estresse hídrico ou com disponibilidade hídrica reduzida tendem a uma maior concentração de aminoácidos (Dixon, 1987). Estes fatores, aliados ao incremento do cultivo do milho “safrinha” na última década (Gassen, 1996), podem explicar as razões pelas quais o pulgão *R. maidis*, considerado praga secundária na cultura, tornou-se uma praga-chave.

Entre os insetos predadores, que fazem parte dessa entomofauna, destacam-se os da família Chrysopidae, principalmente por serem reconhecidos como inimigos naturais potenciais de ovos e lagartas de instares iniciais da

lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, de pulgões e possuem larvas vorazes com elevada capacidade de busca (Carvalho et al., 1997; Carvalho & Souza, 2000; Cruz, 2000).

Os crisopídeos têm sido reconhecidos como predadores efetivos e, há mais de 250 anos, Réaumur (1742) discutiu sobre o uso desses organismos para o controle biológico de afídeos. Posteriormente, muitos autores constataram a gama de presas e o número de organismos-praga consumidos por larvas de crisopídeos. Todavia, somente após o início do século XX é que estudos sobre o potencial desses insetos para o controle biológico foram incrementados, com o pioneirismo de criação massal e liberação para controle de pragas e creditados para Doutt & Hagen (1949 e 1950) e Finney (1948) (Senior & McEwen, 2001).

A fauna de crisopídeos na região neotropical possui uma grande diversidade, sendo formada por 21 gêneros e mais de 300 espécies, e *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) apresenta-se com potencial para produção massal e uso em programas de controle biológico na América Latina (Albuquerque et al., 2001).

Dessa maneira, objetivou-se estudar o efeito da densidade de larvas de primeiro instar de *C. externa* sobre a formação e desenvolvimento da colônia de *R. maidis*, em milho, em diferentes estádios fenológicos e a produção.

4 Material e Métodos

Os estudos foram realizados em áreas experimentais da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, no período de outubro de 2000 a maio de 2001, utilizando-se sementes do milho BRS 3133. Essa cultivar possui ciclo de 130 dias, 240 cm de altura, grãos amarelos, estilo-estigmas vermelhos e

Iniciou-se a criação de *R. maidis* por meio de espécimens obtidos na EMBRAPA. Eles foram mantidos e multiplicados em sala climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$, fotofase de 12 horas, em gaiolas constituídas por recipientes de 150 ml contendo uma secção foliar de milho e coberto com recipientes de 300 ml e/ou prateleiras vedadas com tela fina ou tecido tipo “voil” (Figura 2A). Retiraram-se, de plantios semanais em campo, folhas de milho no estágio fenológico 4, as quais foram usadas na criação dos afídeos.

Considerando-se a necessidade de se obter 120.000 pulgões para a montagem dos experimentos, adotou-se a metodologia de Maia et al. (2001), a qual consistiu em criar os pulgões em secções foliares de milho de aproximadamente 30 cm acondicionadas em garrafas plásticas de 2 l (Figura 2B). As seções foliares foram previamente pulverizadas com extrato de pendão de milho obtido pela maceração de dois pendões, com aproximadamente 500 g, seguida de moagem e adição de 1 l de água. Essa suspensão foi aquecida por 5 minutos em banho-maria e coada posteriormente.

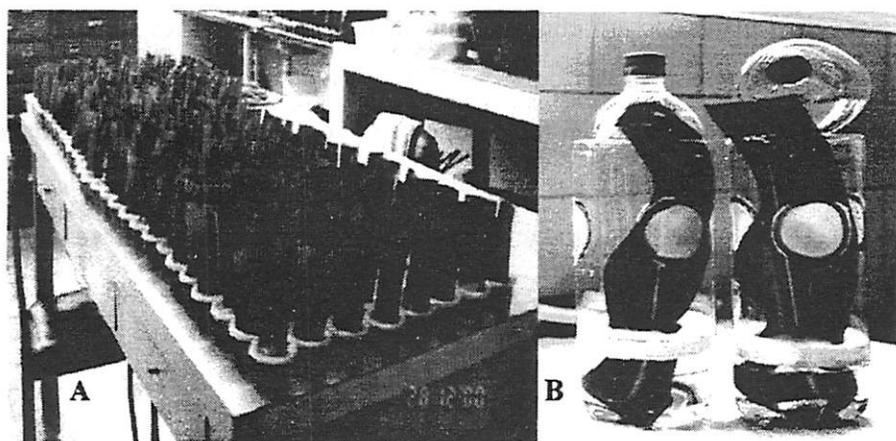


FIGURA 2. Criação massal de *Rhopalosiphum maidis*: A – recipientes plásticos de 150 ml com seção foliar de milho e B – “gaiolas” de 2 l com seção foliar. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, 2003.

A criação de manutenção de *C. externa* foi realizada de acordo com a metodologia descrita no sub-item 4.1, Capítulo 3.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial, com 5 x 4 x 4 x 4 (bloco x parcela x subparcela x avaliações), sendo cada bloco formado por quatro parcelas representadas pelos estádios fenológicos 2, 3, 4 e 5. As subparcelas foram formadas pelas densidades 0, 2, 4 e 8 de larvas de primeiro ínstar de *C. externa*, liberadas em cinco plantas/subparcela.

Os pulgões foram contados e acondicionados em recipientes de 50 ml contendo um disco foliar de milho e vedados com tampa de acrílico, em grupos de 50 e 150 insetos. Bandejas de isopor de 50 cm de comprimento x 30 cm de largura, com capacidade para agrupar 24 desses recipientes, foram acondicionadas a $18 \pm 1^\circ\text{C}$ até o término da contagem dos pulgões, para a infestação no campo.

Iniciou-se a infestação com a retirada da tampa e inversão do recipiente na região do cartucho. Nas parcelas em estágio fenológico 2, os recipientes foram fixados às folhas do cartucho por meio de um grampeador. Após essas infestações, as plantas foram etiquetadas com os números correspondentes às densidades 0, 2, 4 e 8 larvas de *C. externa* e cobertas com uma gaiola de estrutura metálica revestida com tecido tipo "voil" (Figura 3), com a finalidade de evitar a entrada de inimigos naturais, como por exemplo *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae), muito comum na área onde foi instalado o experimento (Cruz & Oliveira, 1997).



FIGURA 3. A - Gaiola de proteção ao pulgão cobertas com voil e usadas em plantas de milho nos estádios fenológicos: 2, 3 e 4. B - Gaiolas com plástico perfurado e usadas em plantas no estágio 5. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003.



FIGURA 2. A - fixação de recipientes plásticos contendo ninfas de *Rhopalosiphum maidis* em plantas de milho no estágio fenológico 2. B - Plantas etiquetadas após liberação de larvas de *Chrysoperla externa*. C - Vista geral de uma subparcela. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003.

Devido à altura das plantas no estágio 5 ser superior a dois metros, utilizaram-se gaiolas revestidas por tela fina, colocadas no terço superior das plantas, onde ocorreu a infestação. Como procedimento de segurança, realizou-se uma vistoria prévia à infestação, com a finalidade de eliminar possíveis inimigos naturais.

Com a finalidade de reduzir a mão-de-obra para a liberação das larvas de *C. externa*, essas larvas foram acondicionadas duas a duas, em tubos de vidro de 30 ml, onde receberam cerca de 0,5 g de ovos de *A. kuehniella*. A parte superior desses tubos foi vedada com filme de pvc laminado, fazendo-se orifícios para aeração e eles foram colocados em bandejas de isopor com capacidade para 150 unidades, permanecendo em sala climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$, até serem levados para o campo. Após três dias da infestação pelo pulgões, larvas de primeiro ínstar do predador foram liberadas nas plantas já identificadas de acordo com os tratamentos. A testemunha foi constituída por cinco plantas as quais não foram infestadas e não receberam larvas do predador.

As gaiolas foram retiradas no dia das avaliações. Adotaram-se classes de infestação, atribuindo-se as notas: 1 – nenhuma infestação; 2 – presença de uma colônia isolada com aproximadamente 180 indivíduos; 3 – presença de uma colônia duas vezes maior que à anterior ou em grupo de duas; 4 – colônia de tamanho maior que à anterior ou três colônias; 5 – infestação generalizada no terço médio e superior da planta. As avaliações foram realizadas a cada três dias, nos períodos de 16 a 25/01/01, vistoriando-se toda a planta.

Realizou-se análise de variância seguida do teste de médias de Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade para variáveis qualitativas e análise de regressão para variáveis quantitativas. Avaliaram-se também o número de espigas e o peso de grãos.

5 Resultados e Discussão

Não houve efeito significativo entre a interação dos estádios fenológicos, do pulgão e predador em nenhuma época de avaliação. Contudo, observou-se efeito da interação entre os estádios fenológicos e as densidades de larvas de *C. externa*. Com relação às datas de avaliações e estádios fenológicos, também ocorreu efeito significativo, independentemente das densidades.

Observou-se que o estágio fenológico 4 exerceu influência significativa sobre o desenvolvimento da colônia, alcançando a maior nota em todas as densidades de larvas de primeiro ínstar de *C. externa* usadas (Tabela 1). Nesse estágio há um maior carregamento de nutrientes para a região apical, principalmente açúcares e aminoácidos, para a formação dos grãos de pólen (Fancelli & Dourado Neto, 2000), o que pode ter servido como estimulante à alimentação dos afídeos. Dessa maneira, pode também ter incrementado o desenvolvimento da colônia, levando-a a uma maior média na escala de notas. Nos demais estádios, as médias obtidas não diferiram significativamente entre si, variando entre 1,0 e 1,7.

Analisando-se o efeito das densidades de larvas em cada estágio fenológico, verificou-se que, nos dois primeiros períodos de desenvolvimento da planta, o número de larvas liberadas não afetou a infestação do pulgão. Porém, no estágio 4, plantas nas quais não foram liberadas larvas do crisopídeo apresentaram colônias de pulgões significativamente maiores.

No estágio 5, em plantas sem e com duas larvas do predador, a infestação por *R. maidis* alcançou maiores notas. Isso pode ter sido ocasionado pela baixa densidade das larvas e, possivelmente, por ser um estágio em que o pendão encontra-se exposto, favorecendo a dispersão dos afídeos para outras plantas (Tabela 1).

Verificando-se as curvas ajustadas entre a densidade de larvas de primeiro ínstar de *C. externa* e a infestação pelo pulgão, nos quatro períodos de desenvolvimento da planta, observou-se uma tendência geral de redução da infestação do afídeo em todos os estádios fenológicos, com o aumento da densidade de liberações.

O estágio 2 apresentou notas inferiores aos demais em todas as densidades, variando de 1,0 a 1,3 para as densidades 8 e 0, respectivamente (Tabela 1 e Figura 4). Essas variações nas notas de infestação evidenciaram a influência desse estágio, caracterizado por plantas com oito folhas (Fancelli & Dourado Neto, 2000). O estágio 2, de maneira geral, para cultivares de milho, apresenta resistência física devido à maior densidade de tricomas nas folhas (Bing et al., 1991a, b). Assim, esse fator pode ter exercido um comportamento de dispersão nos afídeos e, da mesma maneira, sobre as larvas de *C. externa* que, sem alimento, podem ter dispersado-se.

TABELA 1. Notas de infestação pelo pulgão *Rhopalosiphum maidis* em milho cultivar BRS 3133, em função dos estádios fenológicos e das densidades de larvas de primeiro ínstar de *Chrysoperla externa*. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003.

Estádios fenológicos	Densidade de larvas de <i>C. externa</i>			
	0	2	4	8
2	1,3 ± 0,12 a B	1,2 ± 0,08 a B	1,1 ± 0,07 a B	1,0 ± 0,00 a B
3	1,7 ± 0,21 a B	1,5 ± 0,17 a B	1,4 ± 0,17 a B	1,3 ± 0,12 a B
4	2,7 ± 0,30 a A	2,0 ± 0,22 b A	2,1 ± 0,23 b A	1,9 ± 0,22 b A
5	1,7 ± 0,21 a B	1,5 ± 0,14 a B	1,1 ± 0,07 b B	1,1 ± 0,07 b B
CV (%)	-	-	-	32,74

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott & Knott ($P < 0,05$).

Portanto, evidenciou-se que, além da ação direta de larvas de *C. externa* sobre a colônia de *R. maidis*, o estágio fenológico 2 influenciou no tamanho e

desenvolvimento da colônia desse afídeo e, conseqüentemente, a interação com o predador.

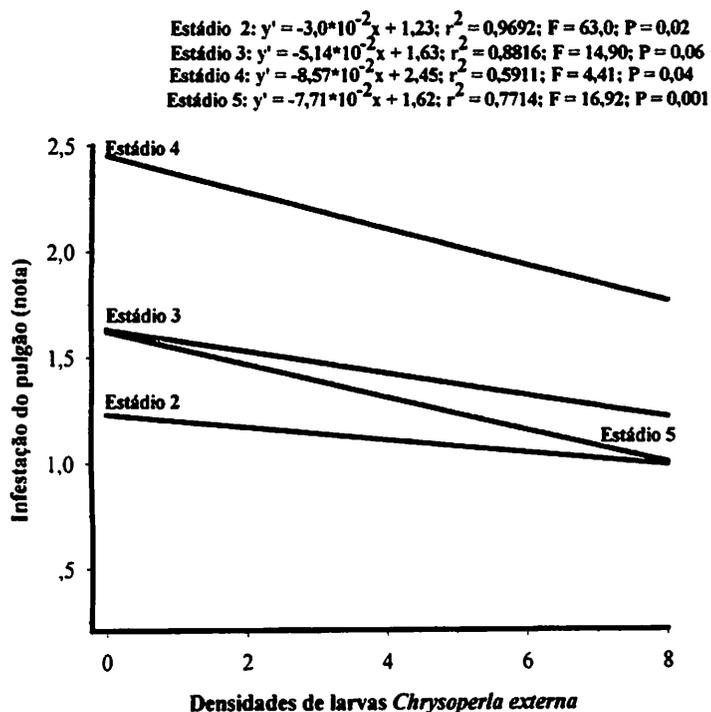


FIGURA 4. Notas de infestação pelo pulgão *Rhopalosiphum maidis* em milho cultivar BRS 3133, em função dos estádios fenológicos e das densidades de larvas de primeiro ínstar de *Chrysoperla externa*. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003.

Quanto aos estádios 3 e 4, de maneira geral, ocorreu uma redução na infestação com o aumento na densidade de larvas. Porém, no estádio 4, e da densidade 0 para a 2, ocorreu uma redução superior a 25%, a partir da qual houve uma estabilização na infestação na presença de larvas,

evidenciando a ação dessas sobre a colônia do afídeo, mas mantendo-se superior, com relação à infestação, quando comparada com os demais estádios (Tabela 1 e Figura 4).

Observou-se que houve influência dos estádios fenológicos do milho em todas as avaliações (Tabela 2), sendo que o estágio 4 foi o que proporcionou as maiores infestações com 3,0; 2,9 e 1,7, respectivamente, para as três primeiras datas. Na última data de avaliação, a maior nota foi observada no estágio 5 (1,4). Esses resultados aproximaram-se daqueles observados por Kieckhefer & Gellner (1988), que constataram maior capacidade reprodutiva e desenvolvimento da colônia de *R. maidis* em milho no estágio 4. Porém, em sorgo, este fato foi observado no estágio 3, muito provavelmente devido a diferenças fisiológicas e morfológicas entre essas duas gramíneas (Honek, 1990, 1991).

Com o desenvolvimento das plantas de milho, observaram-se variações na flutuação de *R. maidis*, dentro de cada estágio fenológico (Tabela 2 e Figura 5). No estágio 2 (Tabela 2), ocorreu um aumento na infestação até a segunda avaliação ocorrendo um decréscimo na terceira e mantendo-se neste patamar até a última avaliação. Esse aumento pode ser devido à maior influência do estágio fenológico após seis dias de desenvolvimento com aumento na produção e transporte de fotoassimilados (Fancelli & Dourado Neto, 2000). A redução observada logo após a segunda avaliação, possivelmente foi devido a predação por larvas de *C. externa*.

As flutuações observadas nos estádios fenológicos 3 e 4 (Figura 5) seguiram a mesma tendência, com uma queda no número de insetos a partir da primeira avaliação. A diferença foi que no estágio 4 essa queda foi mais acentuada após a segunda avaliação, possivelmente devido à manutenção, nos primeiros seis dias, da concentração de nutrientes nessa região da planta para formação dos grãos de pólen. Porém, mesmo com essa redução verificada após a primeira avaliação, evidenciou-se a influência positiva dos estádios 3 e 4 sobre a

infestação pelo pulgão, em que as notas médias mantiveram-se superiores às observadas nos estádios 2 e 5.

A infestação verificada no estádio 5 manteve-se relativamente baixa nas duas primeiras avaliações, seguida de um acréscimo de cerca de 25% até a terceira e posterior redução na última observação (Figura 5).

Nesse estádio, as espigas expõem seus estilo-estigmas e o pendão encontra-se totalmente aberto para a dispersão dos grãos de pólen, o que pode ter influenciado a infestação pelo afídeo até a terceira avaliação, após a qual ocorreu essa dispersão. Pode ter havido também uma redução na fonte alimentar do pulgão, acompanhada do controle exercido pelas larvas do predador, ocasionando essa redução (Tabela 2 e Figura 5).

TABELA 2. Notas de infestação pelo pulgão *Rhopalosiphum maidis* em milho cultivar BRS 3133, em função dos estádios fenológicos e das datas de avaliação. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003.

Estádios fenológicos	Nota de infestação/datas de avaliação			
	16/01/01	19/01/01	22/01/01	25/01/01
2	1,1 ± 0,01 b C	1,4 ± 0,05 a B	1,0 ± 0,08 b B	1,0 ± 0,07 b B
3	2,5 ± 0,06 a B	1,3 ± 0,08 b B	1,1 ± 0,02 c B	1,0 ± 0,08 c B
4	3,0 ± 0,25 a A	2,9 ± 0,38 a A	1,7 ± 0,09 b A	1,0 ± 0,09 c B
5	1,2 ± 0,02 c C	1,2 ± 0,03 c B	1,6 ± 0,02 a A	1,4 ± 0,09 b A
CV (%)	-	-	-	32,74

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott & Knott ($P < 0,05$).

Efetuiu-se a primeira avaliação no terceiro dia após a liberação das larvas, ou seja, a terceira avaliação pode ter ocorrido quando as larvas de *C. externa* já se encontravam em estádio de pré-pupa e/ou pupa. Portanto, a redução na infestação, de maneira geral, a partir da segunda avaliação, independentemente das densidades (Figura 5) e dos estádios fenológicos (Figura 6), pode ter sido devido a dois fatores: a ação predatória inicial das larvas de *C.*

externa no período compreendido entre a liberação até a segunda data e a ação de outros inimigos naturais sobre as colônias de *R. maidis*.

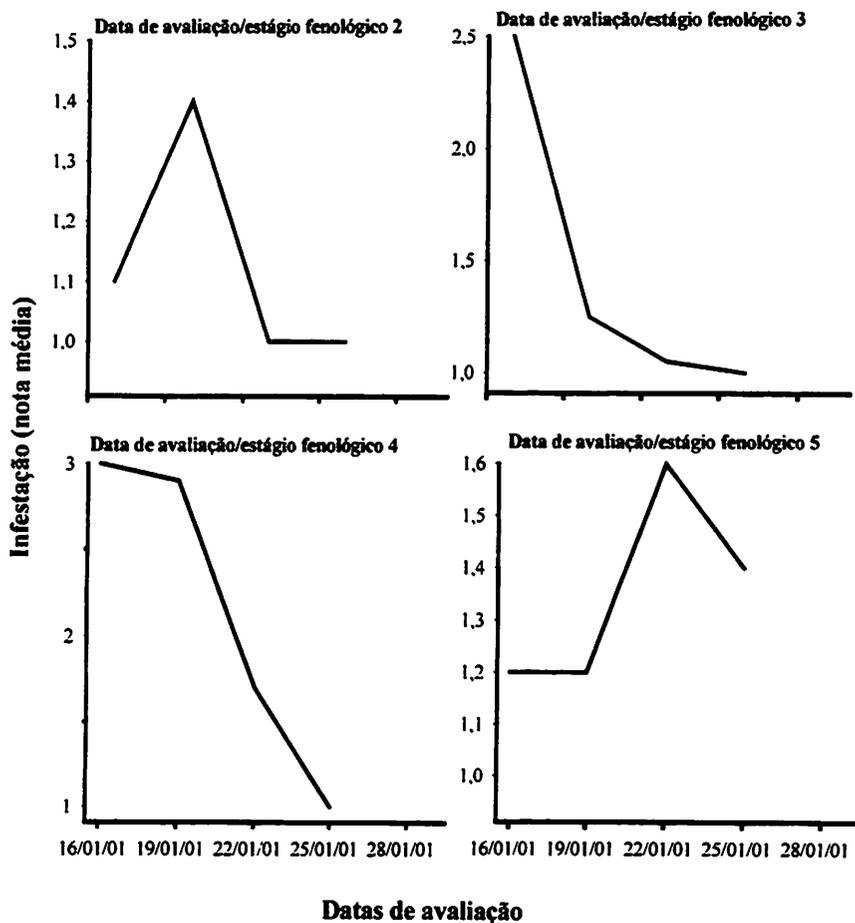


FIGURA 5. Flutuação populacional de *Rhopalosiphum maidis* em milho cultivar BRS 3133, em função das datas de avaliação e dos estádios fenológicos. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003.

Dessa maneira, por meio dos resultados de infestação e flutuação populacional de *R. maidis*, verificou-se uma redução na nota média de infestação

desse afídeo, de acordo com o aumento na densidade de larvas de *C. externa* (Figura 4), ou de acordo com as interações avaliações x estádios fenológicos (Figura 5) e avaliações x densidades de larvas (Figura 6).

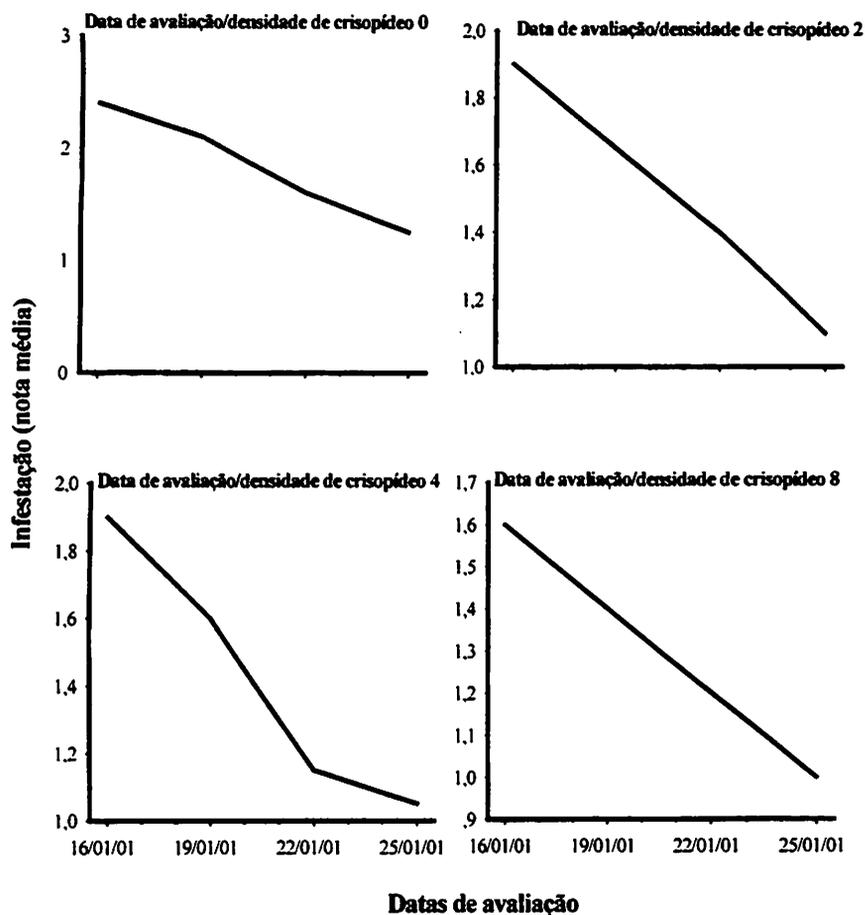


FIGURA 6. Flutuação populacional de *Rhopalosiphum maidis* em milho cultivar BRS 3133, em função das datas de avaliação e das densidades de larvas de primeiro instar de *Chrysoperla externa*. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003.

Rautapää (1977) verificou, para larvas de primeiro instar de *C. carnea*, uma redução de 50% na população do afídeo *R. padi* quando a relação predador/presa foi de 1 larva/5 pulgões ou 3 ovos/1 pulgão. Visando ao controle do pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) na cultura de berinjela, em casa de vegetação, Hassan et al. (1985) conseguiram reduções substanciais na população desse afídeo com larvas de primeiro instar de *C. carnea*, utilizando as relações predador/presa de 1:10 e 1:20. Porém, quando a relação foi reduzida para 1:40, os resultados não foram significativos.

Da mesma forma, observou-se, neste trabalho, uma maior infestação por *R. maidis*, no período compreendido entre a primeira e segunda avaliações, na densidade zero de larvas de *C. externa* (Figura 6). Esta infestação foi menor e com redução mais rápida da colônia nas relações predador/presa de 1: 75; 1: 67 e 1: 19, respectivamente densidades 2, 4 e 8 (Figura 6).

Portanto, na presença de larvas de *C. externa* houve uma redução linear na infestação com o desenvolvimento da planta, independentemente do estágio fenológico, evidenciando a ação exercida pelo predador (Figura 6 e 7).

Na ausência do crisopídeo, também foi detectada uma redução na densidade populacional do afídeo ao longo do crescimento da planta. Isso pode ter ocorrido em função de outros fatores reguladores, como, por exemplo, a barreira física provocada pelos grãos de pólen à alimentação do afídeo no estágio 5, a precipitação verificada ao longo da condução do experimento ou a presença de predadores potenciais na cultura do milho (Carvalho & Souza, 2002), como *D. luteipes*.

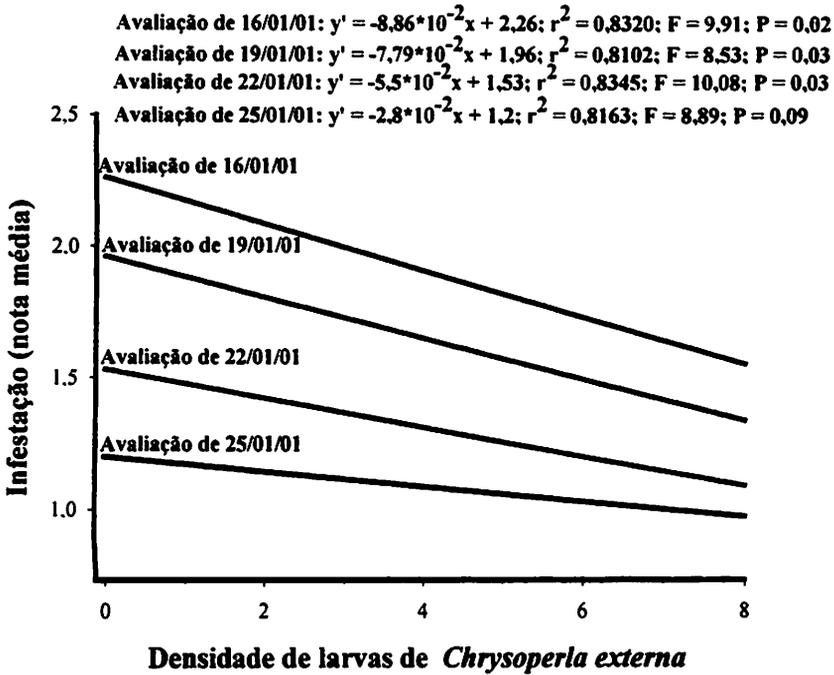


FIGURA 7. Notas de infestação pelo pulgão *Rhopalosiphum maidis* em milho cultivar BRS 3133, em função das densidade de larvas de primeiro ínstar de *Chrysoperla externa* e das datas de avaliação. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003.

De forma geral, o maior número de larvas (densidades 4 e 8) e o estágio 4 exerceram um maior efeito sobre a infestação (Tabela 2), com maior predação. Por outro lado, no estágio fenológico 4 poderá haver maior atração ao afídeo devido ao maior fluxo de nutrientes para a região do pendão, disponibilizando aminoácidos livres para insetos sugadores especializados.

De acordo com Daane (2001), a preferência pela espécie e densidade da presa, qualidade nutricional e/ou a habilidade na captura, em todos os estádios de desenvolvimento do predador, podem ser importantes para liberações

inundativas e essencial para as inoculativas, podendo ocasionar diferenças importantes no resultado da interação predador/presa. Esses fatores, relacionados à qualidade nutricional da presa, podem ter influenciado indiretamente os estádios fenológicos 2 e 5, devido à menor atratividade para o afídeo, em comparação com o 4 e, dessa maneira, reduzir a densidade populacional e/ou a qualidade nutricional dos pulgões.

Com relação ao efeito da infestação sobre o número de espigas e peso de grãos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o número de espigas (Tabela 3) e peso de grãos (Tabela 4), em função do estágio fenológico e da densidade de larvas de *C. externa*, respectivamente.

TABELA 3. Número de espigas (\pm EP) em função da densidade de larvas de primeiro instar de *Chrysoperla externa* e do estágio fenológico do milho cultivar BRS 3133. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003

Estádios fenológicos	Densidade de larvas				Média
	0	2	4	8	
2	5,0 \pm 0,0	5,2 \pm 0,2	5,0 \pm 0,0	4,8 \pm 0,2	5,00 A
3	5,0 \pm 0,3	5,4 \pm 0,2	5,2 \pm 0,2	5,0 \pm 0,0	5,15 A
4	4,8 \pm 0,2	5,0 \pm 0,3	5,4 \pm 0,4	5,2 \pm 0,2	5,10 A
5	5,0 \pm 0,0	5,0 \pm 0,0	5,2 \pm 0,2	5,8 \pm 0,8	5,25 A
Média	5,0 a	5,2 a	5,2 a	5,2 a	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott & Knott ($P < 0,05$).

O lançamento de novas folhas e do pendão ainda fechado, o crescimento dos estilo-estigmas e transporte de assimilados, principalmente açúcares e aminoácidos, para os terços médio e superior da planta, podem ser favoráveis ao *R. maidis*, acarretando uma maior atividade alimentar e reprodutiva desse afídeo (Hönek, 1990, 1991; Fancelli & Dourado Neto, 2000).

TABELA 4. Peso de grãos de milho (gramas/5 plantas) (\pm EP) em função da densidade de larvas de primeiro ínstar de *Chrysoperla externa* e do estágio fenológico do milho cultivar BRS 3133. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, 2003.

Estádios fenológicos	Densidade de larvas				Média
	0	2	4	8	
2	0,72 \pm 0,09	0,67 \pm 0,08	0,59 \pm 0,07	0,54 \pm 0,08	0,63 A
3	0,63 \pm 0,08	0,67 \pm 0,04	0,76 \pm 0,05	0,57 \pm 0,08	0,66 A
4	0,57 \pm 0,08	0,63 \pm 0,05	0,77 \pm 0,07	0,71 \pm 0,07	0,67 A
5	0,66 \pm 0,05	0,59 \pm 0,06	0,78 \pm 0,04	0,68 \pm 0,08	0,68 A
Média geral	0,65 a	0,64 a	0,73 a	0,63 a	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott & Knott ($P < 0,05$).

Hönek (1990, 1991), estudando os estádios fenológicos do trigo, observou a sua influência sobre populações de *R. maidis* e, segundo Parra (1999), a concentração de aminoácidos livres constitui o maior componente alimentar de insetos sugadores especializados como os afídeos, variando de acordo com o estágio fenológico e condições de estresse da planta (Leather & Dixon, 1980; Brodbeck & Strong, 1987).

Como o milho é uma planta com acentuada alogamia e grande produção de pólen (Fancelli, 1988), talvez a redução na fertilização dessas plantas não tenha sido afetada pela densidade populacional do afídeo. Isso porque, de acordo com Martins & Ferrão (1990), somente por meio de altas infestações e no período de pré-florescimento, pode ocorrer perda econômica, principalmente se a planta estiver com estresse hídrico e nos estádios correspondentes a iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, período de fertilização e enchimento de grãos.

Segundo Waquil et al. (1996), os maiores danos são indiretos, pois o *R. maidis*, constitui-se em um vetor de viroses, principalmente o mosaico. Como não ocorreram tais danos, possivelmente devido à origem dos pulgões, não

estando infectados, os resultados não foram significativos para ambos os plantios.

A produtividade média, extrapolando-se para 1 ha, foi de 6,6 t/ha. Essa produção foi inferior às observadas por Vasconcelos (2000), para os produtores da região de Lavras, MG, com 7,3 e 7,7 t/ha para duas avaliações e superiores a outra com 5,05 t/ha. A produtividade observada está acima da média nacional, que é de 2,8 t/ha (AGRIANUAL, 2003), e das médias regionais, as quais, segundo Cruz (1999), são muito variáveis, correspondendo a 3,7 t/ha no sul; 3,9 t/ha no sudeste; 4,1 t/ha no centro-oeste e apenas 1,5 e 1,1t/ha no norte e nordeste.

6 Conclusões

- Houve influência dos estádios fenológicos da planta de milho sobre a infestação de *Rhopalosiphum maidis*, sendo o estágio 4 aquele onde ocorreu maior desenvolvimento da colônia;
- A interação entre as datas das avaliações e os estádios fenológicos da planta de milho, independentemente da densidade de larvas de primeiro ínstar de *Chrysoperla externa*, influenciou a infestação por *Rhopalosiphum maidis*;
- A interação entre as densidades de larvas de primeiro ínstar de *Chrysoperla externa* e os estádios fenológicos da planta de milho, independentemente das datas das avaliações, influenciou a infestação por *Rhopalosiphum maidis*;
- O número de espigas e o peso de grãos de milho não foram afetados pelas infestações de *Rhopalosiphum maidis*, nos estádios fenológicos da planta.

7 Referências Bibliográficas

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, Argos, 2003. p. 413-434.
- ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa* spp.: potential for biological control in the New World tropics and subtropics. In: McEWEN, P.; NEW, T.R.; WHITTINGTON, A.E. (Eds.) **Lacewings in the Crop Environment**. Cambridge, Academic Press, 2001. Cap. 21, p.408-423.
- BAYER. Os pulgões do milho. **Correio Agropecuário**, São Paulo: Bayer, 1957 v. 7, n. 4, p. 59.
- BENTO, J. M. S. Prejuízos causados pelos insetos. **Cultivar**, ano II, n. 22, p. 18-21, 2000.
- BING, J. W.; GUTHRIE, W. D.; DICKE, F. F.; OBRYCKI, J. J. Seedling stage feeding by corn leaf aphid (Homoptera: Aphididae): influence on plant development in maize. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, n. 2, p. 625-632, 1991b.
- BING, J. W.; NOVAK, M. G.; OBRYCKI, J. J.; GUTHRIE, W. D. Stylet penetration and feeding sites of *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae) on two growth stages of maize. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 84, n. 5, p. 549-554, 1991a.
- BRODBECK, B.; STRONG, D. Amino acid nutrition of herbivorous insects and stress to host plants. In: BARBOSA, P.; SCHULTZ, J.C. (Eds.), San Diego: Academic Press, **Insect outbreaks**, cap. 14, p. 347-364. 1987.
- CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**, Lavras, MG, 2000. Cap. 6, p. 91-110.
- CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Insetos predadores na cultura do milho. In: **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. (Ed.). São Paulo: Manole, 2002. Cap. 12, p.191-208.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTOS, T. M. Predation capacity and reproduction potential of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) eggs. *Acta Zoologica Fennica*, v. 209, p. 83-86, 1998.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, A. C. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* Scudder em plantas de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, n. 4, p. 363-368. 1997.

CRUZ, I. Pragas iniciais do milho. *Revista Cultivar*, ano II, n. 12, p. 10-14, 2000.

CRUZ, J. C. Milho: orientações para instalar e conduzir bem esta cultura. *A Granja*, Porto Alegre: Centaurus, ano 55, n. 609, p. 12-22, 1999.

DAANE, K. M. Ecological studies released lacewings in crops. In: McEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Ed.). *Lacewings in the Crop Environment*. Academic Press, 2001, Cap. 14, p. 338-350.

DIXON, A. F. G. The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution. In: MINKS, A. K.; HARREWING, P. (Eds.). *World crop pests: their biology, natural enemies and control*. 1987. Cap.4.1, p. 197-207.

DUARTE, A. P. Como fazer uma boa segunda safra. *Revista Cultivar*, Pelotas: Ceres, ano III, n. 25, p. 10-18, 2001

EVERLY, R. T. Loss in corn yield associated with the abundance of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*, in Indiana. *Journal of Economic Entomology*, v. 53, n. 5, p. 924-932, 1960.

FANCELLI, A. L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 172 p. Tese. (Doutorado).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**, Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**, Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134 p.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto, o caminho para o futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

HASSAN, S. A.; KLINGAUF, F.; SHARIN, F. Role of *Chrysopa carnea* as an aphid predator on sugar beet and effect of pesticides. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, v. 100, n. 2, p. 163-174, 1985.

HÖNEK, A. Environment stress, plant quality and abundance of cereal aphids (Hom., Aphididae) on winter wheat. *Journal of Applied Entomology*, v. 112, p. 65-70, 1991.

HÖNEK, A. Host plant energy allocation to and within ears, and abundance of cereal aphids. *Journal of Applied Entomology*, v. 110, p. 68-72, 1990.

KIECKHEFER, R. W.; GELLNER, J. L. Influence of plant growth stage on cereal aphid reproduction. *Crop Science*, v. 28, p. 688-690. 1988.

LEATHER, S. R.; DIXON, A. F. G. The effect of cereal growth stage and feeding site on the reproductive activity of the bird-cherry aphid, *Rhopalosiphum padi*. *Journal of Applied Entomology*, v. 97, p. 135-140. 1980

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. Fisiologia da planta de milho. *Circular Técnica*, Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, n. 20, 27 p. 1995.

MAIA, W. J. M. S. Aspectos biológicos e exigências térmicas da fase jovem de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. Lavras: UFLA, 1998. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

MAIA, W. J. M. S.; CRUZ, I.; CARVALHO, C. F.; MAIA, T. J. A. F. de Técnica de criação massal do pulgão-do-milho para utilização em estudos de controle biológico. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, Poços de Caldas, MG, 2001. *Resumos...* Lavras: UFLA, 2001. p. 427.

MARTINS, D. S. dos; FERRÃO, R. G. Ataque severo de pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) na cultura de milho no norte do estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18, 1990, Vitória, ES. *Resumos...* Vitória: EMCAPA, 1990. p. 61.

MEDEIROS, M. A. de O controle biológico de insetos-praga e sua aplicação em cultivos de hortaliças. In: EMBRAPA/CNPQ, (Ed.). *Série Circular Técnica da Embrapa Hortaliças*, Brasília, 1997. 16 p.

OLIVEIRA, E. de.; RESENDE, R. de O.; PECCI, M. de la P.; LAGUNA, I. G.; HERRERA, P.; CRUZ, I. Incidência de viroses e enfezamentos e estimativas de perdas causadas por molícutes em milho no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 19-25, 2003.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1999. 137 p.

PEÑA-MARTINEZ, M. R. Biología de áfidos y su relación con la transmisión de virus. In: URIAS-M., C.; RODRÍGUEZ-M., ALEJANDRE-A., T. (Eds.) **Afidos como vectores de virus en México**. México: Centro de Fitopatología, Montecillo, v.I, p.11-35, 1992.

RAUTAPÄÄ, J. Evaluation of predator-prey ratio using *Chrysopa carnea* Steph. in control of *Rhopalosiphum padi* (L.). **Annales Agriculturae Fenniae**, v. 16, p. 103-109, 1977.

RIBEIRO, M. J. **Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas**. Lavras: ESAL, 1988. 131 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia).

ROBBS, C. F.; BITTENCOURT, A. M. Controle biológico de insetos. **Revista Biotecnologia**, v. 2, n. 6, p. 10-12, 1998.

SABATO, E. O. de; OLIVEIRA, C. M.; CRUZ, I. Plantas sob ataque: doenças do milho disseminadas por insetos vetores limitam drasticamente a produção. **Revista Cultivar**, Pelotas, ano IV, n. 45, p. 08-10, nov. 2002.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 502-512, 1974.

SENIOR, L. J.; McEWEN, P. K. The use of lacewings in biological control In: McEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the Crop Environment**. Cambridge, Academic Press, 2001. Cap. 11, p.296-302.

TSUNECHIRO, A.; FERREIRA, C. R. R. P. T. Consumo de defensivos agrícolas. **Revista Cultivar**, ano II, n. 22, p. 22-24, 2001.

VASCONCELOS, R. C. de **Tecnologias e custos de produção na cultura do milho: o caso de Lavras-MG**. UFLA: Lavras, 2000. 92 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

WAQUIL, J. M.; OLIVEIRA, E.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; CORREA, L. A. Efeito na produção e incidência de viroses em híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v.21, n.4, p.460-63, 1996.

WAQUII, J. M. OLIVEIRA, E.; VIANA, P. A.; PINTO, N. F. J. A.; VALICENTE, C. R. C.; CRUZ, I.; FERREIRA, A. S.; FERNANDES, F. T.; AZEVEDO, S. F.; SANTOS, J. P. Incidência de insetos vetores de patógenos em milho e de seus inimigos naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17, ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 8, Rio de Janeiro, 1998. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, 1998, p. 522. (v.1).