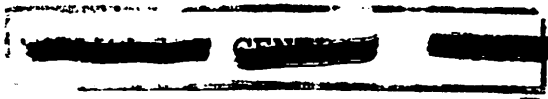


**EFEITOS DE GENÓTIPOS RESISTENTES  
DE SORGO E *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)  
(Neuroptera: Chrysopidae) SOBRE  
*Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera:  
Aphididae)**

**ALYSSON RODRIGO FONSECA**

2002



1954  
1955  
1956  
1957  
1958  
1959  
1960  
1961  
1962  
1963  
1964  
1965  
1966  
1967  
1968  
1969  
1970  
1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976  
1977  
1978  
1979  
1980  
1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011  
2012  
2013  
2014  
2015  
2016  
2017  
2018  
2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025

54927  
M.F.N. 046979

ALYSSON RODRIGO FONSECA

**EFEITOS DE GENÓTIPOS RESISTENTES DE SORGO E *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) SOBRE *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. César Freire Carvalho

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2002

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

Fonseca, Alysson Rodrigo

Efeitos de genótipos resistentes de sorgo e *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)  
(Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856)  
(Hemiptera: Aphididae) / Alysson Rodrigo Fonseca. -- Lavras : UFLA, 2002.  
142 p. : il.

Orientador: César Freire Carvalho.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Sorgo. 2. Pulgão-do-milho. 3. Biologia. 4. Resistência. 5. Exigência térmica.  
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-597.747  
-633.1749752

**ALYSSON RODRIGO FONSECA**

**EFEITOS DE GENÓTIPOS RESISTENTES DE SORGO E *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) SOBRE *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para obtenção do título de “Doutor”.

**APROVADA em 18 de dezembro de 2002**

**Dra. Brígida Souza**

**UFLA**

**Dr. Ivan Cruz**

**EMBRAPA/CNPMS**

**Dr. José Magid Waquil**

**EMBRAPA/CNPMS**

**Dr. Paulo Afonso Viana**

**EMBRAPA/CNPMS**



**Prof. César Freire Carvalho**  
**UFLA**  
**(Orientador)**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**

A meus pais, Adílson Silva de Moraes e Teresinha Fonseca, à minha avó, Maria da Silveira Fonseca, pelo amor, apoio e exemplo;  
A meus irmãos, Alexandre Francisco e Alessandra Fonseca,  
A Janáina M. Dinardi Costa, companheira e amiga nos momentos felizes e difíceis, pelo amor, carinho e incentivo,

## DEDICO

A meu avô, Elpidio Fonseca (*In memoriam*) que, com toda certeza, está como sempre, orgulhoso de seu neto mais velho,

## OFEREÇO

"Mas há ainda uma Revelação - a mais alta, completa e de todas a mais preciosa - pela qual a própria Divindade se descobre no Cosmos, revelando todos os Seus atributos, todos os Seus poderes, todas as Suas belezas nas diferentes formas que compõem o Universo. Ela manifesta Seu esplendor no céu, Seu infinito nos espaços siderais onde formigam as estrelas, Sua força nas montanhas, Sua pureza nos picos nervosos e no ar translúcido, Sua energia nas ondas arrogantes, Sua beleza na torrente, que atravessa os precipícios, o lago de águas tranqüilas, a floresta profunda e murmurante, Sua intrepidez nos heróis, Sua paciência no Santo, Sua ternura no amor materno, Sua sabedoria no filósofo. Ela nos fala na brisa que murmura, nos sorri no raio do sol, nos estimula, ora por nossos sucessos, ora por nossos fracassos. Em todas as coisas Ela se deixa entrever, despertando-nos o desejo de amá-LA. Ela se oculta, a fim de aprendermos a caminhar sós. Reconhecê-LA em toda parte, eis a verdadeira sabedoria, amá-LA em tudo, o verdadeiro Desejo, servi-LA, a verdadeira Ação. Esta Revelação de Deus, por si mesmo, é a Revelação Suprema".

*Annie Besant*

## AGRADECIMENTOS

Com grande orgulho, à Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de concretização deste trabalho.

À CAPES, pelo financiamento de meus estudos, e ao CNPMS/EMBRAPA, local onde foram realizados os experimentos.

Com admiração e respeito, aos meus orientadores e amigos, César Freire Carvalho, Ivan Cruz e Brígida Souza, que, com competência, paciência e profissionalismo, conduziram meus estudos e possibilitaram a realização deste trabalho.

Com verdadeiro respeito, aos pesquisadores e funcionários do CNPMS/EMBRAPA, especialmente a Isaiás Tadeu Barbosa e Geraldo Magela, pela amizade e auxílio na condução dos experimentos.

Ao amigo Carvalho Carlos Ecolé, pelo companheirismo e ajuda constante, o que muito contribuiu para a realização deste trabalho.

Ao Sr. Abner Botrel, grande amigo e instrutor, presença marcante em minha vida.

A todos os colegas e amigos do curso de pós-graduação, que compartilharam comigo as alegrias, tristezas, dificuldades e realizações.

Aos amigos que indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho, pela amizade e companheirismo, nascidos dos laços de irmandade e convivência.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
CAPÍTULO 1 .....	1
1 Introdução Geral .....	1
2 Referencial Teórico .....	4
2.1 A cultura do sorgo .....	4
2.2 O pulgão <i>Rhopalosiphum maidis</i> e sua importância como inseto-praga .....	6
2.3 Aspectos biológicos do pulgão <i>Rhopalosiphum maidis</i> .....	7
2.4 A resistência do sorgo ao pulgão <i>Rhopalosiphum maidis</i> .....	9
2.5 A resistência de plantas e sua influência sobre os inimigos naturais de artrópodes-praga .....	10
2.6 Aspectos biológicos dos crisopídeos .....	13
2.7 Os crisopídeos e o controle biológico de pragas .....	17
3 Metodologia geral .....	19
3.1 Cultivo do sorgo .....	19
3.2 Descrição dos genótipos .....	20
3.3 Criação de manutenção de <i>Rhopalosiphum maidis</i> .....	20
3.4 Criação de manutenção de <i>Chrysoperla externa</i> .....	22
4 Referências Bibliográficas .....	23
CAPÍTULO 2 .....	41
Desenvolvimento de <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em sorgo, cultivar BR304 .....	41
1 Resumo .....	41
2 Abstract .....	42
3 Introdução .....	43
4 Material e Métodos .....	44



4.1 Aspectos biológicos de <i>Rhopalosiphum maidis</i> em sorgo, sob diferentes temperaturas, em laboratório .....	44
4.2 Aspectos biológicos de <i>Rhopalosiphum maidis</i> criado em superfície adaxial e abaxial de folhas de sorgo, em casa de vegetação .....	45
5 Resultados e Discussão .....	47
5.1 Aspectos biológicos de <i>Rhopalosiphum maidis</i> em sorgo, sob diferentes temperaturas, em laboratório .....	47
5.2 Aspectos biológicos de <i>Rhopalosiphum maidis</i> criado em superfície adaxial e abaxial de folhas de sorgo, em casa de vegetação .....	53
6 Conclusões .....	56
7 Referências Bibliográficas .....	57
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>61</b>
Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): I Teste de livre escolha.....	61
1 Resumo .....	61
2 Abstract .....	62
3 Introdução .....	63
4 Material e Métodos .....	64
5 Resultados e Discussão .....	66
6 Conclusões .....	73
7 Referências Bibliográficas .....	74
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>76</b>
Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): II. Teste de confinamento .....	76
1 Resumo .....	76
2 Abstract .....	77
3 Introdução .....	78
4 Material e Métodos .....	79
5 Resultados e Discussão .....	80
6 Conclusões .....	93

7 Referências Bibliográficas .....	94
CAPÍTULO 5 .....	97
Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): III. Efeito no desenvolvimento da planta .....	97
1 Resumo .....	97
2 Abstract .....	98
3 Introdução .....	99
4 Material e Métodos .....	101
5 Resultados e Discussão .....	103
6 Conclusões .....	109
7 Referências Bibliográficas .....	110
CAPÍTULO 6 .....	114
Influência da temperatura sobre a capacidade predatória e biologia das fases imaturas de <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) .....	114
1 Resumo .....	114
2 Abstract .....	115
3 Introdução .....	116
4 Material e Métodos .....	117
5 Resultados e Discussão .....	119
6 Conclusões .....	137
7 Referências Bibliográficas .....	138

## RESUMO

FONSECA, Alysson Rodrigo. Efeitos de genótipos resistentes de sorgo e *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). 2002. 142p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG.<sup>1</sup>

O trabalho teve por objetivo estudar aspectos biológicos de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) em sorgo, bem como os mecanismos de resistência de genótipos dessa gramínea a esse pulgão, aspectos biológicos e potencial de consumo de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com esse afídeo. Os experimentos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. Ninfas de *R. maidis* foram individualizadas em seções foliares de sorgo e mantidas em câmaras climatizadas a 15, 20, 25 e 30 ± 1 °C, UR 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. Em casa de vegetação, ninfas também foram individualizadas em gaiolas fixadas nas superfícies adaxial e abaxial de folhas de sorgo. Experimentos laboratoriais e em casa de vegetação permitiram avaliar os mecanismos de resistência do sorgo por antibiose, não-preferência e tolerância em oito genótipos. Os aspectos biológicos e consumo por *C. externa* foram avaliados em laboratório, sob as mesmas condições climáticas descritas anteriormente. As temperaturas de 20 e 25 °C proporcionaram um maior número de descendentes, menor mortalidade e fuga de ninfas e adultos de *R. maidis*. A superfície abaxial foi a mais adequada ao desenvolvimento do pulgão. A resistência por não-preferência foi evidente, principalmente no TX430 (IS x SC) e TX 430 (GR), sendo que o BRS303 foi o que exerceu maior atração sobre o pulgão. A antibiose mostrou-se presente nos genótipos TX430 (IS x SC) e GR1.1.1.1.1, observando-se aumento na mortalidade de ninfas e adultos, capacidade reprodutiva, período reprodutivo, pós-reprodutivo e no ciclo total do inseto. Os genótipos GR1.1.1.1.1, BRS303, IS2293, GSBT×399, TX430 (GR) e TX2567 apresentaram a tolerância como mecanismo de resistência. A duração de todas as fases do desenvolvimento do crisopídeo foi decrescente com o aumento da temperatura, sendo a faixa de 20 a 25 °C, a ideal para o desenvolvimento desse predador, por proporcionar maior viabilidade às suas fases imaturas. Em todas as temperaturas, a capacidade predatória aumentou em função do desenvolvimento larval, constatando-se um maior consumo no terceiro instar.

---

<sup>1</sup> Orientador: César Freire Carvalho – UFLA.

## ABSTRACT

FONSECA, Alysson Rodrigo. **Effect of resistant sorghum genotypes and *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) to *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae).** 2002. 142p. Thesis (Doctorate in Entomology) – Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG<sup>1</sup>.

The work was intended to study the biological aspects of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) on sorghum as well as the resistance mechanisms of genotypes of this crop to that aphid, biological aspects and consumption potential of *Chrysoperla externa* (Hagen) fed that aphid. The experiments were conducted in the National Corn and Sorghum Research Center of EMBRAPA, at Sete Lagoas, MG, Brazil. The nymphs of *R. maidis* were individualized into leaf sections of sorghum and kept in chambers acclimatized at 15, 20, 25 and 30 ± 1 °C, RH 70 ± 10% and 12-hour photophase. In greenhouse, they were individualized into cylindrical cages fixed on the adaxial (upper) and abaxial (lower) surfaces of sorghum leaves. Laboratory and greenhouse experiments permitted to evaluate the resistance mechanisms of sorghum by non-preference, antibiosis and tolerance in eight genotypes. The biological aspects and consumption potential of *C. externa* were evaluated in laboratory under the same climatic conditions previously reported. The temperatures of 20 and 25 °C provided a greater offspring number, less mortality and less nymph and adult escape of *R. maidis*. The abaxial surface proved to be more adequate to the development of aphids. The resistance mechanism by non-preference was evident mainly in the genotypes TX430 (IS x SC) and TX430 (GR) and the commercial hybrid BRS303 was the one which exerted the greatest attraction on the aphid. Antibiosis was present in genotypes TX430 (IS x SC) and GR1.1.1.1.1, reducing survival rate, reproductive capacity, reproductive and post-reproductive period and total cycle. The genotypes GR1.1.1.1.1, BRS303, IS2293, GSBTx399, TX430 (GR) and TX2567 presented tolerance as a resistance mechanism. The duration of all the developmental phases of the chrysopid was decreasing with the increase of the temperature, the range of 20 to 25 °C being the ideal for the development of that predator for providing greater viability to their immature phases. At all temperatures, the predatory capacity increased in terms of the larval development, showing a greater consumption in the third instar.

---

<sup>1</sup> Adviser: César Freire Carvalho – UFLA.

# CAPÍTULO 1

## 1 Introdução Geral

O controle de artrópodes-praga no setor agrícola é uma das principais preocupações do homem, dada a magnitude dos danos causados por esses organismos às plantas cultivadas. Embora muitas pragas possam ser controladas com eficiência pelo uso de inseticidas, o alto preço desses produtos, o aparecimento de insetos resistentes e outros problemas decorrentes de sua utilização, como o desequilíbrio biológico, os resíduos nos alimentos e a poluição ambiental têm estimulado a pesquisa de novos métodos de controle (Vendramin, 1990; Peña-Martinez, 1992).

Na agricultura brasileira, o pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) é uma espécie de praga de culturas como as do sorgo e do milho. Segundo Cruz *et al.* (1997), esses insetos desenvolvem-se em colônias, observadas principalmente nos pontos de crescimento como cartucho, pendão e gemas florais. São responsáveis pela sucção da seiva, além de proporcionar o desenvolvimento da fumagina e serem vetores de viroses, como o mosaico.

Dentre os vários métodos que podem ser empregados para o controle de pragas, a utilização de cultivares resistentes apresenta-se como uma tática promissora, pois reduz as populações de insetos a níveis que não causam danos. Geralmente é uma prática que não interfere com o ecossistema, não é poluente, não promovendo desequilíbrio ambiental, não acarreta ônus ao custo de produção, seu efeito é cumulativo e persistente e, finalmente, não exige

conhecimentos específicos por parte dos agricultores para a sua utilização (Tingey, 1986; Vendramin, 1990; Lara, 1991).

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas visando determinar genótipos de plantas resistentes a afídeos. Todavia, o uso de cultivares resistentes, como todos os métodos de controle, apresenta vantagens e limitações; portanto, não deve ser visto como um método unilateral de controle, mas, sim, incluído em um programa amplo e racional de manejo integrado (Rosseto, 1967). A associação da resistência de plantas com outros métodos, como o controle biológico, geralmente é positiva, mesmo que ela cause apenas uma baixa redução na população do inseto. Assim, podem ser desenvolvidas cultivares com baixos ou moderados níveis de resistência, as quais são obtidas de modo mais fácil e rápido. Além disso, níveis moderados de resistência são interessantes, pois podem manter os insetos-praga em baixas populações, com disponibilidade de alimento para os predadores e parasitóides, que podem auxiliar no controle da praga visada e de outros insetos fitófagos (Vendramin, 1990). Entretanto, deve-se considerar que, em certos casos, a resistência a insetos e controle biológico podem ser antagonistas. Assim, as características individuais de uma planta, como as toxinas ou substâncias redutoras de digestibilidade, dureza dos tecidos, ausência de nectários extraflorais e pilosidade, podem ser prejudiciais a alguns inimigos naturais, sendo importante que essa interação seja bem estudada antes de ambas as táticas de manejo serem desenvolvidas (Vendramin, 1990; Silva, 1998).

Entre os vários organismos que atuam no controle biológico de pragas, destacam-se os crisopídeos. A família Chrysopidae é formada por um grupo de insetos predadores encontrados em muitas culturas de interesse econômico, exercendo um importante papel no controle biológico de artrópodes-fitófagos (Scopes, 1969; Rautapää, 1977; Hagley, 1989; Bergeson & Messina, 1998; El Arnaouty & Sewify, 1998). A maioria das espécies possui vasta distribuição

geográfica, habitats variados e se alimentam de uma ampla diversidade de presas, incluindo afídeos. Além desses atributos, a grande capacidade de busca e voracidade das larvas, o alto potencial reprodutivo, a resistência a certos inseticidas e a facilidade de criação em laboratório, favorecem o uso desses insetos em programas de controle biológico (New, 1975; Núñez, 1988; Daane *et al.*, 1996; Moraes & Carvalho, 1991; Figueira, 1998; Stelzl & Devetak, 1999; Tauber *et al.*, 2000; Macedo, 2001; Costa, 2002).

Na Região Neotropical, destaca-se *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), ocorrendo naturalmente em várias culturas, como por exemplo a do sorgo, que em vários países dessa região, e mais recentemente no Brasil, vem ganhando espaço. Segundo Magalhães *et al.* (2000), trata-se de um cereal de grande importância na obtenção de alimentos, particularmente em regiões onde a disponibilidade reduzida de água ou a distribuição irregular das chuvas constituem fatores limitantes ao cultivo de outros cereais como o milho, pois é uma planta de clima tropical, resistente ao déficit hídrico.

Dessa forma, considerando-se as vantagens da resistência de plantas e o potencial do predador *C. externa* no controle biológico de afídeos, objetivou-se avaliar a resistência de genótipos de sorgo ao pulgão *R. maidis*, assim como o consumo e aspectos biológicos do crisopídeo alimentado com esse pulgão.

## 2 Referencial Teórico

### 2.1 A cultura do sorgo

A origem do sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tem sido até hoje objeto de muitas controvérsias por parte de diversos pesquisadores. Sabe-se que essa planta é cultivada há muito tempo, tendo-se informações de sua exploração no Egito, China e Índia, mesmo antes da era cristã (Veiga, 1986). Provavelmente o sorgo é originário da Etiópia ou Sudão e desses países foi levado por nativos que migraram para outros locais da África. No ano de 700 a.C. foi introduzido na Ásia e, no início da era cristã, na Europa. As sementes foram levadas da África para diversas partes da região ocidental por escravos, durante os séculos XVII e XVIII. Na América Latina, o sorgo chegou à Argentina e Paraguai nos primeiros anos da colonização, mas somente se tornou uma cultura de importância econômica no princípio do século XX, quando foram introduzidas cultivares oriundas dos EUA (Enciclopédia Agropecuária Terranova, 1995). A introdução do sorgo no Brasil é relativamente recente e efetivou-se no Estado do Rio Grande do Sul, onde pesquisas pioneiras foram realizadas nas extintas estações experimentais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Veiga, 1986).

O sorgo inclui um vasto grupo de plantas que oferecem amplas possibilidades de utilização, tanto nas propriedades agrícolas como para fins industriais, sendo que, no Brasil, é utilizado principalmente como ingrediente nas rações de aves, suínos e bovinos (Campos & Canécio Filho, 1973; Veiga, 1986, Agriannual, 2000; Magalhães *et al.*, 2000). Em algumas regiões da África e da Ásia, o sorgo se tornou um dos alimentos básicos da população humana, suprimindo cerca de 70% das necessidades calóricas diárias. Seu valor nutritivo em



hidratos de carbono, proteínas, vitaminas e minerais assemelha-se ao do milho e trigo (Oliveira, 1986).

Essa cultura tem boa tolerância ao déficit hídrico, assim como resistência à desidratação, desenvolvendo-se bem em condições de baixa pluviosidade. Apresenta baixo custo de produção, aproveitando o efeito residual dos fertilizantes utilizados na cultura anterior. Seus restos culturais se decompõem mais lentamente e permanecem por mais tempo sobre o solo, fator que favorece a execução do sistema de plantio direto, utilizado principalmente na região do cerrado. O plantio do sorgo na “safrinha”, nas áreas antes ocupadas pelo milho, “quebra” o ciclo das doenças dessa cultura, diminuindo sua incidência na próxima safra (Mezzena, 1997).

De acordo com Murata *et al.* (1995) e Narciso *et al.* (1995), a planta do sorgo pode ser ainda usada como reservatório de inimigos naturais, sendo recomendado seu plantio em faixas, em meio a uma cultura principal, pois produz grande quantidade de pólen e permite o desenvolvimento de vários artrópodes fitófagos que podem ser utilizados como presas e hospedeiros.

As estatísticas disponíveis situam o sorgo granífero como o quinto cereal em volume de produção na agricultura mundial, sendo precedido, em ordem de importância, pelo trigo, arroz, milho e cevada. No Brasil, ocupa o 20º lugar em produção, o 23º em área plantada e o 17º em produtividade, sendo as regiões sul e sudeste as responsáveis pela maior parte da produção desse cereal (Veiga, 1986; Duarte, 1994). De acordo com o Agriannual (2000), o Brasil ocupa a 11ª posição no ranking dos países produtores de sorgo, sendo os Estados Unidos, a Índia, a Nigéria e o México, os maiores produtores.

## 2.2 O pulgão *Rhopalosiphum maidis* e sua importância como inseto-praga

O adulto de *R. maidis* apresenta coloração verde-azulada, com pernas, antenas e sífúnculos negros, medindo, as formas ápteras, cerca de 1,5 mm de comprimento. As formas aladas são menores e apresentam as asas hialinas transparentes (Waquil *et al.*, 1986; Cruz *et al.*, 1997).

Esse afídeo alimenta-se nas folhas novas das plantas (Waquil *et al.*, 1986) e, além do sorgo, atacam outras gramíneas cultivadas, como o milho, cana-de-açúcar, trigo, aveia, centeio, cevada e painço, bem como gramíneas silvestres, encontrando-se sobre elas em seus diversos estágios de desenvolvimento (MacColloch, 1921; Haves, 1922; Correio Agropecuário Bayer, 1967; Jackson *et al.*, 1970; Foolt, 1977; Lamborot & Guerrero, 1979; Bing *et al.*, 1992; Robinson, 1992; Jauset *et al.*, 1998).

No sorgo, as infestações geralmente ocorrem no cartucho, na panícula e folhas, que ficam cloróticas, encarquilhadas, enroladas, com manchas marrom-amareladas e recobertas por "honeydew". Sobre esses excrementos e seiva extravasada, desenvolve-se um fungo de cor preta, a fumagina, a qual, revestindo o limbo foliar, prejudica a atividade fotossintética (Waquil *et al.*, 1986). Ataques intensos podem depauperar a planta, levando-a, em infestações maciças, ao definhamento geral. Podem ainda afetar a qualidade e o poder germinativo dos grãos, reduzindo seu valor comercial (MacColloch, 1921; Correio Agropecuário Bayer, 1967). Segundo Waquil *et al.* (1986), plantas com pouco vigor ou sob condições de estresse hídrico sofrem mais com as altas infestações.

Esse inseto pode ainda causar danos indiretos por serem vetores de viroses de várias culturas de interesse econômico, como o milho, sorgo, trigo, cevada, aveia e cana-de-açúcar (Saksena *et al.*, 1964; Sánchez & Cremeli, 1987;

Farrell & Stufkens, 1992; Louier & Knoke, 1991; Vangessel & Coble, 1993; Harvey *et al.*, 1995; Sadegui *et al.*, 1997; Waquil, 1998; Huggett *et al.*, 1999).

Apesar dos danos ocasionados pelo pulgão às plantas hospedeiras, a sua presença em baixa densidade populacional no sorgo, pode atrair e aumentar a população de predadores e parasitóides que ocorrem naturalmente nessa cultura, contribuindo para o equilíbrio da população de pulgões e outras pragas em níveis inferiores ao de dano econômico (Young & Teetes, 1977; Teetes, 1980; Waquil *et al.*, 1986; Kring & Gilstrap, 1986).

### 2.3 Aspectos biológicos do pulgão *Rhopalosiphum maidis*

Pesquisas realizadas evidenciam que a biologia de pulgões do gênero *Rhopalosiphum* Koch, 1854, pode ser afetada pela temperatura (Singh & Painter, 1963; Chaudhary *et al.*, 1969; El-Ibrashy *et al.*, 1972; Dean, 1974); espécie do hospedeiro (Itô & Hirano, 1963; Robinson, 1963); idade do hospedeiro (El-Ibrashy *et al.*, 1972; Fisk, 1978; Leather & Dixon, 1981); local de alimentação na planta (Belvett *et al.*, 1965; Leather & Dixon, 1981); qualidade nutricional do hospedeiro (Honek, 1991) e biótipo do pulgão (Singh & Painter, 1963).

Sua reprodução, em clima tropical, se processa exclusivamente por partenogênese telitoca e de forma vivípara e os indivíduos observados nas plantas são fêmeas ápteras ou aladas (Correio Agropecuário Bayer, 1967). Segundo Wikteliuss (1992), a produção de espécimens alados está diretamente relacionada à idade e qualidade-nutricional da planta, assim como à densidade de indivíduos presentes no hospedeiro.

Os indivíduos geralmente passam por quatro instares, conforme relatado por Wildermuth & Walter (1932); Branson & Ortman (1967); El-Ibrashy *et al.* (1972) e Rezende & Cruz (1989). Em condições de campo, Wildermuth & Walter (1932) estudaram a biologia de *R. maidis* em cevada, obtendo uma

duração de 1,3; 1,4; 1,2 e 1,4 dias para o primeiro, segundo, terceiro e quarto instares, respectivamente, totalizando 5,3 dias para duração da fase jovem do inseto.

Branson & Ortman (1967), estudando essa mesma espécie de pulgão e hospedeiro em condições de laboratório em temperatura média de 26 °C, obtiveram para o primeiro, segundo, terceiro e quarto instares, uma duração de 1,9; 1,3; 1,0 e 1,3 dias, respectivamente. O ciclo de vida do inseto foi de 23,8 dias, havendo uma produção de 61,3 ninfas/indivíduo, com uma média diária de 5,6 ninfas.

Em condições de campo, Chaudhary *et al.* (1969) avaliaram alguns aspectos biológicos do pulgão *R. maidis* em trigo. O período ninfal, reprodutivo, pós-reprodutivo e o ciclo total, foi de 9,0; 16,8; 1,4 e 27,2 dias, respectivamente. O número de ninfas produzidas por fêmea foi de 34,4, com uma média diária de 2,1 ninfas/dia.

El-Ibrashy *et al.* (1972), estudando alguns aspectos biológicos de *R. maidis* em cevada, milho e *Vicia faba* Linnaeus à 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C, observaram que o hospedeiro mais adequado ao pulgão foi a cevada, sendo a temperatura de 30 °C a mais adequada para o pulgão nessa planta, na qual o desenvolvimento ninfal foi acelerado, a porcentagem de ninfas/fêmea aumentada e a mortalidade de ninfas e adultos reduzida. Em temperaturas de 10 e 35 °C, o número de ninfas produzidas foi significativamente menor, assemelhando-se aos resultados de Singh & Painter (1963), mostrando que a espécie vegetal e a condição climática podem influenciar a produção de ninfas de *R. maidis*.

Trabalhando com essa mesma espécie em plantas de cevada a 25,5 °C, Folt (1977) obteve para o período pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo durações de 5,9; 15,8 e 9,6 dias, respectivamente. O número total de ninfas produzidas foi de 68,2 ninfas/indivíduo.

Estudando a biologia do pulgão *R. maidis* em sorgo a 20 e 25 °C, Rezende & Cruz (1989) obtiveram 6,3 dias para o período pré-reprodutivo; 16,6 dias para o reprodutivo; 8,4 dias para o pós-reprodutivo e 31,4 dias para o ciclo total, com uma viabilidade de 95% e produção de 65,2 ninfas/fêmea.

#### **2.4 A resistência do sorgo ao pulgão *Rhopalosiphum maidis***

O sorgo apresenta ampla variabilidade genética, tornando possível a identificação e o desenvolvimento de plantas resistentes a várias pragas dessa cultura. Aproximadamente 18.000 acessos, oriundos de diferentes locais no mundo, têm sido preservados e mantidos no Instituto Internacional de Pesquisa de Culturas dos Trópicos Semi-áridos (ICRISAT), em Hyderabad, Índia, e no Laboratório Nacional de Armazenamento de Sementes em Fort Collins, Colorado, EUA. Essas entradas foram obtidas em zonas tropicais e temperadas, de baixas e elevadas altitudes e locais onde o sorgo se desenvolve em diferentes estações do ano. Dessa forma, alguns desses materiais podem apresentar resistência a insetos, podendo, assim, ser úteis em programas de melhoramento dessa cultura (Teetes, 1980).

Poucos trabalhos reportam a resistência do sorgo ao pulgão *R. maidis*, sendo que McColloch (1921) foi o primeiro a realizar estudos dessa natureza com a cultivar "Sudangrass". Posteriormente, Howitt & Painter (1956), em experimentos realizados em campo e em casa de vegetação, constataram que cultivares do grupo "Sudão" demonstraram um alto grau de resistência a esse afídeo em todos os testes de não-preferência e antibiose, sendo a cultivar "Piper sudan 428-1" a que mostrou resultados mais satisfatórios.

Teetes *et al.* (1974) encontraram novas fontes de resistência ao pulgão *R. maidis* em vários genótipos de sorgo do grupo "Zera-zera", especialmente o "TAM 428 (SC 0110-9)", que mostrou alto grau de resistência ao pulgão do

milho. Em condições de campo, Gahukar (1993) avaliou, com base no nível de infestação das plantas, a resistência de 13 cultivares de sorgo a esse pulgão, sendo que a cultivar "51-69" mostrou ser menos atacada.

De acordo com Gallun *et al.* (1975), a resistência de plantas está entre os mais duráveis métodos de controle de insetos. No entanto, as mutações genéticas ocorridas nesses artrópodes têm originado biótipos, especialmente entre pulgões com reprodução partenogenética. Cartier & Painter (1956) estudaram a biologia de *R. maidis* encontrados no genótipo "Piper sudan 428-1", tido como resistente a esse inseto. Dois biótipos foram descobertos e classificados como KS-1 e KS-2, sendo que o segundo apresentou uma grande capacidade de sobrevivência no genótipo resistente, além de produzir adultos mais pesados. Entretanto, não foram encontrados caracteres morfológicos capazes de separar os dois biótipos.

## **2.5 A resistência de plantas e sua influência sobre os inimigos naturais de artrópodes-praga**

As interações entre cultivares resistentes e o controle biológico são compatíveis e desejáveis uma vez que a regulação extrínseca proporcionada pelo controle biológico natural torna-se aditiva à resistência intrínseca de origem genética apresentada pela planta. Acrescente-se ainda que a cultivar resistente e o controle biológico atuam retardando o início das aplicações de inseticidas e reduzindo sua frequência (Rodrigues, 1996).

Segundo Vendramin (1990), a interação entre cultivares resistentes e o controle biológico, resultando num aumento da eficiência no controle de uma praga, é devido a vários fatores, destacando-se: 1) a influência da planta sobre o inimigo natural, pela maior atração exercida por ela ou pela presença, na mesma, de alguma característica morfológica que facilite o encontro da praga pelo organismo entomófago; 2) a influência da planta sobre a praga alterando-lhe o

comportamento, desenvolvimento e vigor e, conseqüentemente, tornando-a mais exposta ou mais facilmente atacada pelo inimigo natural.

Assim, a compatibilidade entre esses dois métodos de controle somente será viável se as cultivares resistentes não afetarem de modo expressivo os inimigos naturais das pragas (Adkisson & Dyck, 1980). Estudos sobre resistência de plantas no Brasil têm sido dirigidos quase que exclusivamente para as características intrínsecas da resistência, enquanto a interação entre a planta e o inimigo natural tem sido pouco pesquisada (Rodrigues, 1996).

Vários trabalhos têm relatado os efeitos positivos da associação da resistência de plantas e o controle biológico. Starks *et al.* (1972), estudando as interações entre plantas resistentes e o microhimenóptero parasitóide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) para o controle de *S. graminum* em sorgo e cevada, observaram que a associação desses métodos reduziu a densidade populacional do afídeo e os danos por eles ocasionados.

Alvarenga *et al.* (1996) estudaram a ação do predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) sobre o crescimento populacional de *S. graminum* em genótipos de sorgo suscetíveis, moderadamente resistentes e resistentes ao ataque desse afídeo. Para cada genótipo, constatou-se que o predador provocou uma redução na população do pulgão, a qual foi maior nos genótipos resistentes. Segundo Price (1986), o maior consumo observado nesses genótipos se deve ao fato de os insetos apresentarem menor tamanho e, conseqüentemente, menor peso. Outro fator seria a maior movimentação do pulgão nesse material, a procura de locais apropriados à alimentação tornando-o mais exposto ao predador.

Cruz (1998), estudando o controle integrado do pulgão *S. graminum* e, utilizando cultivares de sorgo e larvas de primeiro instar de *C. externa*, verificou que nas infestações de 60 pulgões/planta, a presença do predador fez com que os danos fossem reduzidos em cerca de 50% quando se utilizaram genótipos de

resistência intermediária e resistentes, havendo, portanto, uma interação positiva entre cultivares resistentes e o crisopídeo.

A eficiência de larvas do crisopídeo *Chrysoperla plorabunda* (Fitch, 1855) no controle de *Diuraphis noxia* (Kurdjumov, 1913) (Hemiptera: Aphididae), em cultivares de trigo suscetíveis e resistentes ao afídeo, foi avaliada por Messina & Sorenson (2001), que verificaram que o predador provocou redução na população do pulgão, a qual foi maior nas cultivares resistentes.

Figueira (2001), avaliando o controle integrado de *S. graminum* através de genótipos de sorgo resistentes e de *C. externa*, obteve um controle acima de 80% quando as relações predador: presa foram de 1:5 e 1:10. Em condições de campo, a eficiência do controle integrado foi de 83% no genótipo mais resistente, mostrando uma interação positiva entre os dois métodos. Entretanto, de acordo com Price *et al.* (1980), as plantas apresentam muitos efeitos, diretos e indiretos, positivos e negativos, não apenas sobre os herbívoros, mas também sobre seus inimigos naturais, o terceiro nível trófico. Assim, um melhor entendimento das relações entre a planta, a praga e o inimigo natural é necessário para prever como utilizar a resistência e o controle biológico como métodos alternativos no controle de pragas (Bottrell & Barbosa, 1998).

Alguns trabalhos relataram efeitos negativos da resistência de plantas sobre os inimigos naturais das pragas. Larvas de *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, 1824 (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *S. graminum* criado em híbrido de sorgo resistente, prolongaram a duração da fase pupal, reduziram a sobrevivência de larvas e pupas, além de acarretarem a produção de fêmeas com menor peso (Rice & Wilde, 1989). Da mesma forma, Farid *et al.* (1997) relataram que os efeitos da antibiose podem ser transferidos do herbívoro para o predador.



Alvarenga (1992) e Alvarenga *et al.* (1995) constataram a influência negativa de genótipos resistentes de sorgo para *D. luteipes*, observando um menor peso do predador quando alimentado com *S. graminum* proveniente desses materiais. Os menores pesos relacionados a esses genótipos podem ser devido não só ao tamanho do pulgão, o qual é normalmente menor em materiais resistentes, como também à sua deficiência nutricional devido à antibiose. Conseqüentemente, o predador, mesmo se alimentando de um maior número de pulgões, não conseguiu suprir essa deficiência. Resultados semelhantes foram obtidos por Figueira (2001), o qual, estudando os aspectos biológicos de *C. externa* alimentada com *S. graminum* criado em diferentes genótipos de sorgo, observou que o peso das larvas e adultos do predador, assim como o período de sobrevivência de fêmeas adultas, foi menor quando as larvas se alimentaram de pulgões criados em genótipos resistentes.

## 2.6 Aspectos biológicos dos crisopídeos

Os crisopídeos ovipositam em locais os mais variados possíveis, encontrando-se ovos próximos às colônias de afídeos e também em locais bastante inóspitos ao desenvolvimento larval (Maia, 1998). O local de oviposição, o tamanho do ovo, o comprimento do pedicelo e a coloração servem, em muitos casos, para a identificação específica (Smith, 1921).

A duração do período embrionário varia principalmente em função da espécie e da temperatura (Cañard & Principi, 1984; Macedo, 2001). Figueira (1998); Maia (1998) e Fonseca *et al.* (2001) observaram um prolongamento do período embrionário de *C. externa* em temperaturas mais baixas e uma redução com o aumento desse fator.

Aun (1986) e Ribeiro (1988), estudando o período embrionário de *C. externa* a 25 °C, obtiveram uma duração de 4,2 dias e Boregas (2000), constatou

uma variação de 6,3 a 7,6 dias para ovos dessa mesma espécie de crisopídeo, mantida em casa de vegetação, em diferentes recipientes.

O sistema de armazenamento a longo prazo a baixas temperaturas constitui-se em um fator-chave que assegura a eficiência, o sincronismo e a disponibilidade oportuna de inimigos naturais para serem empregados em programas de controle biológico. Ferreira (1996) constatou que ovos de *C. externa* a 10 °C apresentaram viabilidade de 92 e 84% quando armazenados por 5 e 10 dias, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa (2002), que constatou uma viabilidade de 90% para ovos desse mesmo crisopídeo mantidos a 10 °C durante nove dias. A partir desse período, verificou-se decréscimo gradativo para 78, 60 e 44 % para períodos de armazenamento de 10, 13 e 15 dias, respectivamente.

Logo após a eclosão, que ocorre geralmente à noite, as larvas permanecem sobre o córion por certo tempo, durante o qual o tegumento endurece e torna-se escuro. Em seguida, descem pelo pedicelo e iniciam a busca por presas (Smith, 1921). A larva apresenta 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 (Abid *et al.*, 1978). Segundo Smith (1921), Lima (1942) e Canard & Principi (1984), as pequenas lagartas e ovos de lepidópteros, pulgões, tripes, cochonilhas, cigarrinhas, moscas brancas, psilídeos e ácaros constituem-se nas principais presas de crisopídeos.

As larvas de muitas espécies apresentam o hábito de cobrirem-se de detritos, fragmentos vegetais e restos de presas consumidas, o que as tornam protegidas contra inimigos naturais (Canard & Principi, 1984), sendo vulgarmente denominadas “bicho-lixeiro”. O canibalismo é comum e pode representar uma fonte alternativa de alimento quando o número de presas disponíveis não é suficiente (New, 1975; Ribeiro, 1988).

De acordo com Smith (1921 e 1922), a duração de cada ínstar e da fase larval é influenciada pela temperatura, umidade relativa, disponibilidade e qualidade de alimento. Núñez (1988) avaliou a duração dos três ínstares de *C. externa* alimentada com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae) a 25,3 °C e 78% de umidade relativa, e obteve uma média de 4,0 dias para cada estágio. Trabalhando com a mesma espécie alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), Aun (1986) constatou que a duração do período larval foi de 14,0; 9,6 e 7,3 dias para insetos criados a 22, 25 e 30 °C, respectivamente.

Ribeiro (1988), trabalhando com larvas de *C. externa* alimentadas com o pulgão *A. gossypii* em laboratório, obteve duração de 3,3; 2,8 e 4,3 dias para o primeiro, segundo e terceiro ínstares, respectivamente. Resultados semelhantes foram reportados por López (1996) que obteve, para essa mesma espécie, durações de 3,0; 3,0 e 4,0 dias, para os três ínstares, quando as larvas foram alimentadas com o pulgão *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900).

Maia (1998) e Fonseca *et al.* (2001) estudaram a duração da fase larval de *C. externa* alimentada com o pulgão *S. graminum* em laboratório. Para as temperaturas de 21, 24 e 27 °C, foram obtidas médias de 13,9; 10,7 e 9,7 dias, respectivamente, observando-se a influência da temperatura sobre a velocidade de desenvolvimento desse inseto.

Em experimento conduzido em casa de vegetação, Macedo (2001), alimentando larvas de *C. externa* com o pulgão *A. gossypii*, verificou uma duração de 6,1; 5,1 e 5,4 dias para cada ínstar, respectivamente.

A fase de pré-pupa inicia-se quando a larva, completamente desenvolvida, cessa a sua alimentação, iniciando a formação de um casulo em um local protegido (Núñez, 1988; Canard & Principi, 1984). Esse casulo é de formato oval, composto de seda branca ou amarelada disposta em camadas, aderindo-se ao substrato por meio de fios tecidos de forma frouxa e irregular. A

pupa é exarada, apresentando os apêndices afastados do corpo e visíveis (Gepp, 1984). O casulo mede de 1,5 a 7,0 mm de comprimento, sendo, as dimensões, variáveis com a espécie e, dentro do mesmo grupo, variam de acordo com o tamanho alcançado pela larva. Os casulos dos machos são menores, mais leves e mais claros que os das fêmeas (Canard & Principi, 1984).

A última ecdise ocorre no interior do casulo e, de acordo com Smith (1921) e Canard & Principi (1984), é 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 a última ecdise larval até a emergência do adulto, corresponde à fase de pupa propriamente dita.

Completado o desenvolvimento, as pupas se libertam dos casulos através de uma abertura circular feita com as mandíbulas em uma das suas extremidades (Smith, 1921). Externamente, inicia-se a fase “farata” correspondente 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 velocidade do desenvolvimento e a sobrevivência de pré-pupas e pupas são também influenciadas pela temperatura. Figueira (1998), trabalhando com *C. externa*, obteve para a fase de pré-pupa durações de 5,0; 3,0 e 3,2 dias, a 21, 24 e 27 °C; e para a fase de pupa, 9,6; 7,9 e 6,7 dias para as mesmas temperaturas, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Maia *et al.* (2000) que, trabalhando com esse mesmo crisopídeo alimentado com o pulgão *S. graminum* e mantido nas mesmas temperaturas, observaram durações de 4,0; 3,6 e 3,4 dias para a fase de pré-pupa e 9,0; 7,2 e 6,7 dias para a fase de pupa, respectivamente. A 24 °C, Fonseca *et al.* (2001) encontraram 4,1 e 7,4 dias para essas fases.

Em experimento conduzido em casa de vegetação, com larvas de *C. externa* alimentadas com o pulgão *A. gossypii*, Macedo (2001) verificou uma duração de 6,3 e 13,8 dias para as fases de pré-pupa e pupa, respectivamente.

## 2.7 Os crisopídeos e o controle biológico de pragas

Os crisopídeos têm recebido grande atenção dos pesquisadores em todo o mundo, sendo considerados como organismos eficientes para o controle de vários artrópodes-praga. O seu potencial como agentes reguladores de populações de organismos fitófagos e seu emprego em cultivos em casa de vegetação e campo encontram-se reportados em muitas pesquisas (Ridgway & Jones, 1968; Ridgway, 1969; Scopes, 1969; Ridgway & Kinzer, 1974; Rautapää, 1977; Hassan *et al.*, 1985; Hagley & Miles, 1987; Núñez, 1988; Hagley & Allen, 1990; Daane *et al.*, 1996; Daane & Yokota, 1997; Bergeson & Messina, 1998; Cruz, 1998; El Arnauouty & Sewify, 1998; Messina & Sorenson, 2001).

Segundo Núñez (1988), os crisopídeos são agentes promissores para o controle biológico de afídeos, principalmente por serem polípagos, possuírem uma 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. Moraes & Carvalho (1991) e Stelzl & Devetak (1999) relataram que algumas espécies de crisopídeos são predadoras tanto na fase larval como na adulta, enquanto outras são predadoras apenas na fase larval, e, nesse caso, os adultos alimentam-se de pólen e/ou "honeydew".

Frequentemente, o número desses predadores presentes em condições naturais é insuficiente para fornecer um nível adequado de controle de algumas pragas, tornando-se necessária sua criação massal para posterior liberação de seus ovos e/ou larvas (Ridgway & Kinzer, 1974; Hassan *et al.*, 1985; Hagley, 1989; Tauber *et al.*, 2000). Portanto, a manipulação de populações de

crisopídeos através de técnica de produção e o uso de suplementos alimentares em pulverizações e outros atraentes, são métodos potenciais para o estabelecimento de uma densidade populacional adequada de predadores para proporcionar um controle efetivo de pragas (Ridgway & Kinzer, 1974; Stelzl & Devetak, 1999; Tauber *et al.*, 2000).

O sucesso do uso de crisopídeos para o controle biológico foi demonstrado por vários pesquisadores. Scopes (1969) estudou o potencial de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) como agente de controle de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em crisântemo cultivado em casa de vegetação. Populações desse pulgão foram eliminadas pela introdução de larvas com um dia de idade na proporção predador/presa de até 1:50. Larvas de terceiro instar efetuaram o controle da praga quando essa proporção foi de 1:200.

A relação predador: presa necessária para o controle de *Rhopalosiphum padi* (Kock, 1854) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de aveia, através de liberações de *C. carnea* foi avaliada por Rautapää (1977). Em laboratório, na proporção de 50 afídeos por larva desse crisopídeo, verificou-se uma redução de 10% na população da praga e utilizando-se cinco afídeos por larva, obteve-se 50%.

A eficiência de *C. carnea* no controle de *Aphis pomi* de Geer, 1773 (Hemiptera: Aphididae) em macieira foi avaliada por Hagley (1989) que, liberando cerca de 335.000 ovos desse crisopídeo por hectare, constatou uma redução do número de adultos ápteros e ninfas do afídeo. Semelhantemente, Daane *et al.* (1996) realizaram liberações de larvas de *C. carnea* visando ao controle de *Erythroneura variabilis* Beamer e *Erythroneura elegantula* Osborn (Hemiptera: Cicadellidae) em videira. As densidades das populações desses cicadélídeos foram reduzidas em 23.5 e 30.3% em parcelas que receberam

29.652 e 88.956 larvas de *C. carnea* por hectare, respectivamente, em comparação com parcelas sem liberação.

Bergeson & Messina (1998) estudaram a eficiência de *C. plorabunda* no controle de *R. padi* e *D. noxia* em trigo. Constatou-se uma redução na porcentagem de aumento populacional de *D. noxia* quando as plantas foram infestadas somente com essa espécie de pulgão, sugerindo que o predador pode reduzir ou até eliminar a população desse afídeo. Entretanto, quando as plantas foram infestadas com as duas espécies de pulgões, em número equivalente ao de *D. noxia* liberado, a capacidade predatória do crisopídeo foi reduzida.

A eficiência do controle do pulgão *A. gossypii* pela liberação de ovos ou larvas de *C. carnea* foi avaliada por El Arnaouty & Sewify (1998), obtendo-se uma redução mínima de 95% na população da praga em relação a parcelas não tratadas, sendo que o emprego de ovos mostrou-se mais adequado.

### 3 Metodologia Geral

Os ensaios em laboratório e casa de vegetação foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, em Sete Lagoas, MG.

#### 3.1 Cultivo do sorgo

Visando à manutenção de populações de *R. maidis*, sementes das cultivares BR304 e BRS303 obtidas junto ao CNPMS, foram plantadas em uma área de 300 m<sup>2</sup>, semeando-se, semanalmente, uma fileira de seis metros lineares de cada cultivar, com o intuito de se obter plantas em vários estádios de desenvolvimento. A adubação foi feita utilizando-se a formulação NPK 04-14-

08 + Zn em 300 Kg/ha e uréia em 150 Kg/ha, conforme análise de solo. O plantio também foi feito semanalmente em vasos plásticos de 20 cm de diâmetro x 25 cm de altura, mantidos em casa de vegetação, tendo como substrato terra esterilizada e adubada com formulação NPK 08-28-16 + Zn na quantidade de 3Kg/1000Kg de solo.

### **3.2 Descrição dos genótipos**

Nos experimentos utilizaram-se os genótipos BR304; BRS303; GB3; GR1.1.1.1.1; GSBTx399; IS2293; TX2567; TX430 (GR1.1.1)3.1 e TX430 (IS2536 x SC170) provenientes do Banco de Germoplasma do CNPMS, com exceção dos dois primeiros que são híbridos comerciais. Nos demais capítulos os genótipos TX430 (GR1.1.1)3.1 e TX430 (IS2536 x SC170) serão referidos como TX430 (GR) e TX430 (IS x SC).

### **3.3 Criação de manutenção de *Rhopalosiphum maidis***

Para a criação dos pulgões, tanto em laboratório como em casa de vegetação, utilizou-se metodologia desenvolvida pela EMBRAPA/CNPMS. Os afídeos foram multiplicados nos genótipos BR304 e BRS303, plantados em 20 vasos plásticos mantidos individualmente em gaiolas de 75 cm de comprimento x 65 cm de largura x 55 cm de altura, em casa de vegetação. Quando as plantas atingiram uma altura de 50-60 cm, foram liberados, em cada vaso, cerca de 200 pulgões.

Em laboratório, os pulgões foram multiplicados em sala climatizada a uma temperatura de  $25 \pm 2$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$ , fotofase de 12 horas e mantidos em gaiolas e/ou prateleiras. Esses insetos foram criados em seções foliares de



sorgo provenientes do plantio feito no campo, com cerca de quinze centímetros de comprimento, as quais foram colocadas em recipientes plásticos de 130 ml contendo água até a metade para a manutenção da turgescência da folha. Para fixação das folhas e evitar a queda dos pulgões na água, utilizou-se a própria tampa do recipiente, cuja borda foi cortada em uma extensão e largura suficientes para o encaixe da folha. Para impedir a fuga dos pulgões e a entrada de inimigos naturais as seções foliares foram protegidas por um recipiente de acrílico com capacidade para 300 ml, tendo o fundo removido e substituído por "voil", o qual foi colocado de forma invertida sobre a parte superior do recipiente (Figura 1). As seções foliares foram trocadas a cada três dias.

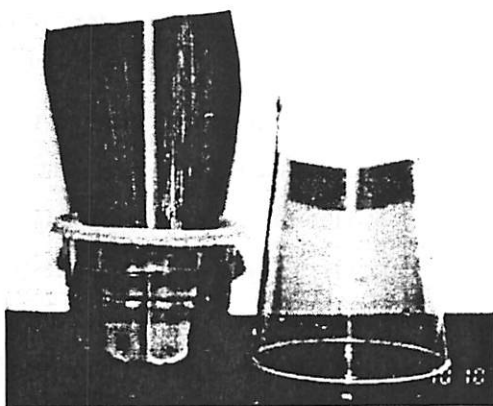


FIGURA 1. Recipiente de criação de *Rhopalosiphum maidis* em laboratório.

### 3.4 Criação de manutenção de *Chrysoperla externa*

Os adultos foram criados em sala climatizada a  $25 \pm 2$  °C. UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas, acondicionados em gaiolas cilíndricas de PVC de 20 cm de altura por 20 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel de filtro branco, conforme a metodologia adotada por Ribeiro (1998). A parte superior foi vedada com PVC laminado e a inferior permaneceu apoiada em uma placa de Petri forrada com papel toalha branco.

A alimentação dos adultos consistiu de uma dieta à base de lêvedo de cerveja e mel, na proporção de 1:1, pinceladas em tiras de parafilm<sup>®</sup> de 10 x 2 cm, fixadas na borda superior da gaiola. No fundo de cada recipiente de criação, foi colocado um frasco contendo um chumaço de algodão embebido em água destilada, servindo como alimento e umidificador, o qual foi substituído semanalmente.

Os ovos foram coletados diariamente, cortando-se o pedicelo com uma tesoura de ponta fina. Aqueles destinados aos ensaios foram individualizados e acondicionados em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura e vedados com PVC laminado. Os ovos restantes foram destinados à manutenção, sendo colocados em gaiolas semelhantes às utilizadas para a criação dos adultos. No interior de cada gaiola, colocaram-se tiras de papel sulfite plissadas com o objetivo de fornecer abrigo às larvas e diminuir o canibalismo, que é uma relação intraespecífica comum entre os crisopídeos. As larvas eclodidas foram alimentadas "ad libitum" com ovos de *A. kuehniella* e o pulgão *R. maidis*, provenientes da criação de manutenção do próprio laboratório.

#### 4 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 2000 - Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: 2000. 546 p.

ADKISSON, P. L.; DICK, V. A. Resistant varieties in pest management systems. In: MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley, 1980. p. 233-251.

ALVARENGA, C. D. **Controle integrado do pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) através de genótipos resistentes e do predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876)**. 1992. 113 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

ALVARENGA, C. D.; VENDRAMIM, J. D.; CRUZ, I. Biologia e predação de *Doru luteipes* (Scud.) sobre *Schizaphis graminum* (Rond.) em diferentes genótipos de sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v. 24, n. 3, p. 523-531, dez. 1995.

ALVARENGA, C. D.; VENDRAMIM, J. D.; CRUZ, I. Efeito do predador *Doru luteipes* (Scud.) sobre o crescimento populacional de *Schizaphis graminum* (Rond.) em diferentes genótipos de sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 137-140, abr. 1996.

AUN, V. Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). 1986. 65 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

BELVETT, V. B.; SUN, R. Y.; ROBINSON, A. G. Observations on laboratory rearing of grain aphids (Homoptera: Aphididae). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 43, n. 4, p. 619-622, 1965.

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.

BING, J. W.; GUTHRIE, W. D.; DICKE, F. F. Genetics of resistance in maize to the corn leaf aphid (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 4, p. 1476-1479, Aug. 1992.

BOREGAS, K. G. B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa de vegetação. 62 p. 2000. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BOTTRELL, D. G.; BARBOSA, P. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 347-367, 1998.

BRANSON, T. F.; ORTMAN, E. E. Biology of laboratory-reared corn leaf aphids, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 60, n. 5, p. 1118. Oct. 1967.

CAMPOS, T. de; CANÉCIO FILHO, V. **Principais culturas II**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. v. 2, 952 p.

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.

CARTIER, J. J.; PAINTER, R. H. Differential reactions of two biotypes of the corn leaf aphid to resistant and susceptible varieties, hybrids and selections of sorghums. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 49, n. 4, p. 498-508. Aug. 1956.

CHAUDHARY, J. P.; RAMZAN, M.; ATWAL, A. S. Preliminary studies on the biology of wheat aphids. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 39, n. 7, p. 672-675, July 1969.

CORREIO agropecuário Bayer. **Os pulgões do milho**. n. 4, p. 59, 1967.

COSTA, R. I. F. **Estudos de 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 Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CRUZ, I. **Controle integrado do pulgão-verde, *Schizaphis graminum*, utilizando cultivares resistentes e o predador *Chrysoperla externa***. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. (EMBRAPA-CNPMS. Pesquisa em andamento, n. 29).

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, 67p, 1997.

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.

DAANE, K. M.; YOKOTA, G. Y. Release strategies affect survival and distribution of green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae) in augmentation program. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 26, n. 2, p. 455-464, Apr. 1997.

DEAN, G. J. Effect of temperature on the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* (Wlk.), *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Macrosiphum avenae* (F.) (Hem., Aphididae). **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 63, n. 3, p. 401-409, 1974.

DUARTE, J. O. **Situação da cultura do sorgo no Brasil**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1994. v. 6, 342 p. (Relatório Técnico Anual).

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**. Helsinki: Finnish Zoological and Botanical Publishing Board, 1998. v. 209, p. 103-106. (Proceedings of the Internacional Symposium on Neuropterology, 6., 1997, Helsinki, Finland).

EL-IBRASHY, M. T.; EL-ZIADY, S.; RIAD, A. A. Laboratory studies on the biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 15, n. 2, p. 166-174, 1972.

ENCICLOPÉDIA Agropecuária Terranova. Santafé de Bogotá: Terranova, 1995. 278 p. (**Producción Agrícola 1**). Capítulo Cereales, p. 99-122.

FARID, A.; JOHNSON, J. B.; QUISENBERRY, S. S. Compatibility of a coccinellidae predator with a russian wheat aphid resistant wheat. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence, v. 70, n. 2, p. 114-119, Apr. 1997.

FARRELL, J. A.; STUFKENS, M. W. Cereal aphid flights and barley yellow dwarf virus infection of cereals in Canterbury, New Zealand. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 20, n. 4, p. 407-412, 1992.

FERREIRA, R. J. **Técnicas para produção massal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae).** 1996. 115 p. 1996. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

FIGUEIRA, L. K. **Efeito da temperatura sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae).** 1998. 103 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FIGUEIRA, L. K. **Controle integrado do pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), utilizando genótipos de sorgo resistentes e o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae).** 2001. 71 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

FISK, J. **Resistance of *Sorghum bicolor* to *Rhopalosiphum maidis* and *Peregrinus maidis* as affected by differences in the growth stage of the host.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 23, n. 3, p. 227-236. 1978.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. **Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas.** *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 2, p. 251-263, abr./jun. 2001.



FOOLT, W. H. Biology of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), in Southwestern Ontario. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 109, n. 8, p. 1129-1135, Aug. 1977.

GAHUKAR, R. T. Infestation levels of improved sorghum cultivars with *Rhopalosiphum maidis* Fitch and *Eublemma gayneri* Roths. In Senegal. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 70, n. 2, p. 185-187, Apr. 1993.

GALLUN, R. L.; STARKS, K. J.; GUTHRIE, W. D. Plant resistance to insects attacking cereals. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 20, p. 337-357, 1975.

GEPP, J. Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: A short survey. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publisher, 1984. p. 9-19.

HAGLEY, E. A. C.; MILES, N. Release of *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae) for control of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) on peach grown in protected environment structure. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 119, n. 2, p. 205-206, Feb. 1987.

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**, Ottawa, v. 121, n. 4/5, p. 309-315, Apr./May 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**, Ottawa, v. 122, n. 11/12, p. 1221-1228, Nov./Dec. 1990.

HARVEY, T. L.; SEIFERS, D. L.; KOFOID, K. D. Effect of sorghum hybrid and imidacproprid seed treatment on infestations by corn leaf aphid and greenbug (Homoptera: Aphididae) and the spread of sugarcane mosaic virus strain MDMV-B. **Journal of Agricultural Entomology**, Clemson, v. 13, n. 1, p. 9-15, Jan. 1995.

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

HAVES, W. P. Observations on insects attacking sorghums. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 15, p. 349-356, 1922.

HONEK, A. Environment stress, plant quality and abundance of cereal aphids (Hom., Aphididae) on winter wheat. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 112, n. 1, p. 65-70, July 1991.

HOWITT, A. J.; PAINTER, R. H. Field and greenhouse studies regarding the sources and nature of resistance of sorghums, *Sorghum vulgare* Pers., to the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). Kansas: Agricultural Experiment Station, 1956. 37 p. (Technical Bulletin, n. 82).

HUGGETT, D. A. J.; LEATHER, S. R.; WALTERS, K. F. A. Suitability of the biomass crop *Miscanthus sinensis* as a host for the aphids *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Rhopalosiphum maidis* (F.), and its susceptibility to the plant luteovirus barley yellow dwarf virus. **Agricultural and Forest Entomology**, Amsterdam, v. 1, n. 2, p. 143-149, 1999.

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.

JACKSON, H. B.; COLES, L. W.; WOOD, E. A.; EIKENBARY, R. D. Parasites reared from the greenbug and corn leaf aphid in Oklahoma in 1968 e 1969. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 63, n. 3, p. 733-736, June 1970.

JAUSET, A. M.; MUÑOZ, M. P.; PONS, X. Karyotypes of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) in the Lleida Basin. **Integrated Control in Cereal Crops**. London, v. 21, n. 8, p. 15-20, Aug. 1998.

KRING, T. J.; GILSTRAP, F. E. Beneficial role of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Homoptera: Aphididae), in maintaining *Hippodamia* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) in grain sorghum. **Crop Protection**, Oxford, v. 5, n. 2, p. 125-128, Apr. 1986.

LAMBOROT, L. L.; GUERRERO, M. A. Dinamica poblacional de los afidos de cereales y sus enemigos naturales en la provincia de Santiago durante las temporadas 1976 y 1977. *Investigacion Agricola*, Santiago, v. 5, n. 1, p. 23-32, 1979.

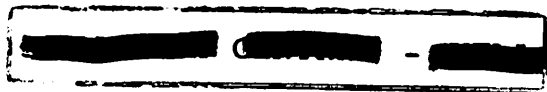
LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

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. **Insetos do Brasil: Homópteros**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1942. v. 3, 327 p. (Série Didática, 4).

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. 96 p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

LOUIER, R.; KNOKE, J. K. Detection of maize dwarf mosaic onset in Northern Ohio. *Phytopathology*, St. Paul, v. 81, n. 7, p. 760-765, July 1991.



MACEDO, L. P. M. **Desenvolvimento, reprodução e comportamento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições ambientais.** 2001. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta do sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46 p. (EMBRAPA. Circular Técnica 3).

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) (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas.** 1998. 66 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

McCOLLOCH, J. W. **The corn leaf aphid (*Aphis maidis* Fitch) in Kansas.** *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 14, n. 1, p. 89-94, 1921.

MESSINA, F. J.; SORENSON, S. M. **Effectiveness of lacewing larvae in reducing russian wheat aphid populations on susceptible and resistant wheat.** *Biological Control*, San Diego, v. 21, n. 1, p. 19-26, May 2001.

MEZZENA, A. G. L. Agrianual 97 - Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 1997. 435 p.

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.

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., 1995, Caxambu-MG. **Resumos...** Lavras: SEB, 1995. 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., 1995, Caxambu-MG. **Resumos...** Lavras: SEB, 1995. p. 408.

NEW, T. R. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, London, v. 127, n. 2, p. 115-140, July 1975.

NÚÑEZ, Z. E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomología**, Lima, v. 31, n. 1, p. 76-82, 1988.

OLIVEIRA, F. M. Consumo humano do sorgo na propriedade agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 144, p. 7-11, dez. 1986.

PENÃ-MARTINEZ, R. Afidos como vetores de vírus en México: identificación de afidos de importância agrícola. México: centro de Fitopatología, 1992. v. 2, 135 p.

PRICE, P. W. Ecological aspects of host plant resistance and biological control: Interactions among three trophic levels. In: BOETHEL, D. J.; EIKENBARY (Ed). **Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects**. Chichester: Horwood, 1986. p. 31-60.

PRICE, P. W.; BOUTON, C. E.; GROSS, P.; Mc PHERON, B. A.; THOMPSON, J. N.; WEIS, A. E. Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review Ecology Systems**, Palo Alto, v. 11, p. 41-65, 1980.

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. Biologia do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Homoptera: Aphididae) em sorgo e milho, em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12.; ENCONTRO SOBRE MOSCAS DAS FRUTAS, 2., 1989, Belo Horizonte. **Resumos**. Belo Horizonte: SEB, 1989. p. 08.

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

RICE, M. E.; WILDE, G. E. Antibiosis effect of sorghum on the convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae), a third-trophic level predator of the greenbug (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 2, p. 570-573, Apr. 1989.

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

RIDGWAY, R. L. Control of the bollworm and tobacco budworm through conservation and augmentation of predaceous insects. In: **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management**, p. 127-144, 1969.

RIDGWAY, R. L.; KINZER, R. E. Chrysopids as predators of crop pests. **Entomophaga**, Paris, v. 7, n. 1, p. 45-51, 1974.



ROBINSON, A. G. Host plant records and biology of aphids on cereal grains and grasses in Manitoba (Homoptera: Aphididae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 95, n. 2, p. 134-137, Feb. 1963.

ROBINSON, J. Modes of resistance in barley seedlings to six aphid (Homoptera: Aphididae) species. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 6, p. 2510-2515, Dec. 1992.

RODRIGUES, C. J. **Influência de duas cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merrill sobre insetos-praga e seus inimigos naturais**. 1996. 83 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

ROSSETO, C. J. **Resistência de plantas a insetos**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1967. 27 p. (Boletim, 175).

SADEGHI, E.; DEDRYVER, C. A.; GAUTHIER, J. P. Role of acquisition and inoculation time in the expression of clonal variation for BYDV-PAV transmission in the aphid species *Rhopalosiphum padi*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 46, n. 4, p. 502-508, Aug. 1997.

SAKSENA, K. N.; SINGH, S. R.; SILL, W. H. J. Transmission of barley yellow-dwarf virus by four biotypes of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 57, n. 4, p. 569-571, Aug. 1964.

SÁNCHEZ, M. C.; CREMELI, M. Epidemiologia do vírus do mosaico enano del maiz (MDMV) en parcelas experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). I. Flutuacion poblacional de afidos en siembras escalonadas. **Agronomia Tropical**. Maracay, v. 37, n. 1, p. 83-95, ene./jun. 1987.

SCOPES, N. E. A. The potencial of *Chrysopa carnea* as a biological control agent of *Myzus persicae* on glasshouses *Chrysantemus*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 64, n. 7, p. 433-439, July 1969.

SILVA, E. A. da. Resistência de genótipos de batata, *Solanum* spp. , a afídeos e avaliação da influência sobre parasitóides e o predador *Cycloneda sanguinea* (L). 1998. 102 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

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, June 1963.

SMITH, R. C. A study of the biology of the Chrysopidae. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 14, n. 1, p. 27-35, Jan. 1921.

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

STARKS, K. J.; MUNIAPPAN, R.; EIKENBARY, R. D. Interaction between plant resistance and parasitism against the greenbug on barley and sorghum. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 65, n. 3, p. 650-655, Mar. 1972.

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.

TEETES, G. L. Breeding sorghum resistant to insects. In: MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding plants resistant to insects**. New York, 1980. 683 p.

TEETES, G. L.; SCHAEFFER, C. A.; JOHNSON, J. W.; ROSENOW, D. T. Resistance in sorghum to the greenbug: field evaluation. **Crop Science**, Madison, v. 14, n. 5, p. 706-708, Sept./Oct. 1974.

TINGEY, W. M. Techniques for evaluating plant resistance to insects. In: MILLER, J. R.; MILLER, T. A. (Ed.). **Insect-plant interactions**. New York: Springer-Verlag, 1986. p. 251-284.

VANGESSEL, M. J.; COBLE, H. D. Postemergence control of johnsongrass and its effect on maize dwarf mosaic virus incidence and vectors in corn. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, n. 6, p. 613-618, June 1993.

VEIGA, A. C. Aspectos econômicos da cultura do sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 144, p. 3-5, dez. 1986.

VENDRAMIN, J. D. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: CROCOMO, W. B. (Ed.). **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: UNESP, 1990. p. 177-197.

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. Corn leafhoppers as vectors of maize pathogens in Brasil. In: CASELA, C.; RENFRO, R.; KRATTIGER, A. F. (Ed.). **Diagnosing maize diseases in Latin America**. New York: ISAAA, 1998. v. 9, p. 34-42.

WILDERMUTH, V. L.; WALTER, E. V. Biology and control of the corn leaf aphid with special reference to the Southwestern States. **Technical Bulletin**, Tucson, v. 306, p. 1-21, 1932.

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**, Berlin, v. 144, n. 5, p. 491-496, Dec. 1992.

YOUNG, W. R.; TEETES, G. L. Sorghum Entomology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 22, p. 193-218, 1977.

## CAPÍTULO 2

### DESENVOLVIMENTO DE *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) EM SORGO, CULTIVAR BR304<sup>1</sup>

#### 1 Resumo

Ensaio em laboratório e casa de vegetação destinados a estudar aspectos biológicos do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) em sorgo, foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. Para os experimentos desenvolvidos em laboratório, pulgões recém-nascidos, com cerca de uma hora de idade, foram individualizados em seções foliares da cultivar BR304, oriundas de plantas cultivadas no campo e mantidas em câmaras climatizadas reguladas a 15, 20, 25 e 30 ± 1 °C, UR 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. Para os ensaios conduzidos em casa de vegetação, a 26,3 °C e UR 79%, ninfas com até uma hora após o nascimento foram individualizadas em gaiolas cilíndricas fixadas nas superfícies adaxial e abaxial de folhas de sorgo por meio de uma presilha metálica adaptada a essa função. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 40 repetições para os ensaios de laboratório e dois tratamentos e 25 repetições para aqueles conduzidos em casa de vegetação. As ninfas de *R. maidis* passaram por quatro instares, embora alguns indivíduos tenham apresentado cinco estádios. Observou-se que em laboratório a duração de cada fase do ciclo biológico do pulgão foi afetada significativamente pela temperatura, constatando-se um aumento na velocidade de desenvolvimento quando submetido a condições térmicas mais elevadas. As temperaturas de 20 e 25 °C foram as que proporcionaram maior número de descendentes, menor mortalidade e fuga de ninfas e adultos. Em casa de vegetação, observou-se que a superfície abaxial das folhas de sorgo mostrou-se mais adequada à criação do pulgão, por proporcionar um melhor desenvolvimento do inseto, com maior produção de ninfas, menor mortalidade e fuga de ninfas e adultos.

Palavras-chave: pulgão-do-milho, aspectos biológicos, temperatura.

---

<sup>1</sup> Orientador: César Freire Carvalho – UFLA.

## 2 Abstract

### DEVELOPMENT OF *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) ON SORGHUM, CULTIVAR BR304<sup>1</sup>

Laboratory and greenhouse trials intended to study biological aspects of the aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) on sorghum were conducted in the National Corn and Sorghum Research Center of EMBRAPA, at Sete Lagoas, MG, Brazil. For the experiments developed in laboratory, newly-born aphids about one hour old were individualized to feed on leaf sections of the cultivar BR304 from field-grown plants and maintained in climatic chambers at 15, 20, 25 and 30 ± 1 °C, RH 70 ± 10% and 12-hour photophase. For the trials conducted in greenhouse at 26.3 °C and RH 79%, nymphs one hour old were individualized into cylindrical cages fixed on the adaxial (upper) or abaxial (lower) surfaces of sorghum leaves using metallic loops adapted for that function. The experimental design was completely randomized with four treatments and 40 replicates for the laboratory trails and two treatments and 25 replicates for the greenhouse. The *R. maidis* nymphs had four instars, although some individuals presented five stages. It was observed that in laboratory the duration of each stage of the biological cycle of the aphid was affected significantly by temperature and on increase in the developmental velocity was found when submitted to higher thermal conditions. The temperatures of 20 and 25 °C were the ones which provided the greatest offspring number, less mortality and less escape of nymphs and adults. In greenhouse, the abaxial (lower) surface of sorghum leaves was more adequate to the raising of aphids for providing a better development of the insect with a greater nymph production, less mortality and less escape of nymphs and adults.

Key words: corn aphid, biological aspects, temperature.

---

<sup>1</sup> Adviser: César Freire Carvalho – UFLA.

### 3 Introdução

O pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) é uma importante praga do sorgo em várias partes do mundo, podendo atacar também culturas como o milho, cana-de-açúcar, trigo, aveia, centeio, cevada e painço, bem como gramíneas silvestres (McColloch, 1921; Haves, 1922; Jackson *et al.*, 1970; Foolt, 1977; Lambrot & Guerrero, 1979; Bing *et al.*, 1992; Robinson, 1992; Jauset *et al.*, 1998).

Em sorgo, o pulgão geralmente infesta o cartucho e a panícula, sugando a seiva da planta. As folhas atacadas ficam cloróticas, encarquilhadas e enroladas, com manchas marrom-amareladas, recobertas por "honeydew". Sobre esses excrementos e seiva extravasada, desenvolve-se um fungo de cor preta, a fumagina, o qual, revestindo o limbo foliar, prejudica a atividade fotossintética (Haves, 1922; Waquil *et al.*, 1986; Gahukar, 1993). Segundo McColloch (1921) e Cartier & Painter (1956), ataques intensos podem ainda afetar a qualidade e o poder germinativo dos grãos, reduzindo seu valor comercial. Nos Estados Unidos as perdas podem atingir 33% em peso e 50% em volume, como mencionado por McColloch (1921), além dos danos indiretos provocados pela transmissão de viroses, tal como o mosaico (Waquil *et al.*, 1986).

Os conhecimentos gerados pelo estudo dos aspectos biológicos de uma espécie que se deseja controlar é de fundamental importância no delineamento de estratégias e táticas para a redução da densidade populacional. Assim, em função da escassez de pesquisas desenvolvidas com *R. maidis* no Brasil, especialmente em sorgo, o objetivo do trabalho foi avaliar alguns aspectos biológicos desse pulgão, nessa gramínea, em condições de laboratório e casa de vegetação.

## 4 Material e Métodos

### 4.1 Aspectos biológicos de *Rhopalosiphum maidis* em sorgo, sob diferentes temperaturas, em laboratório

Os estudos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, em uma área de 10 m<sup>2</sup>, onde foram plantadas duas fileiras de cinco metros lineares de sementes do genótipo BR304, com o intuito de se obter folhas para a criação dos pulgões. As plantas foram adubadas e irrigadas de acordo com as necessidades da cultura e suas folhas coletadas de plantas nos estádios fenológicos 3 e 4 (Vanderlip & Reeves, 1972).

Pulgões com aproximadamente uma hora de idade e oriundos da criação de manutenção do próprio laboratório foram individualizados em seções foliares provenientes do material BR304 plantado no campo e mantidos em câmaras climatizadas a 15, 20, 25 e 30 ± 1 °C, UR 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. Cada seção foliar, medindo cerca de quinze centímetros de comprimento, foi colocada em recipientes plásticos conforme metodologia descrita no capítulo 1, pág. 20.

Avaliou-se o número de instares, períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo, ciclo total, número de ninfas produzidas por fêmea e perdas de ninfas e adultos, ou seja, número de indivíduos mortos ou não encontrados, sendo esses dois últimos parâmetros avaliados desde o nascimento até o final do período reprodutivo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com os tratamentos representados pelas quatro temperaturas em 40 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial.



#### 4.2 Aspectos biológicos de *Rhopalosiphum maidis* criado em superfície adaxial e abaxial de folhas de sorgo, em casa de vegetação

Inicialmente, cinco sementes do genótipo BR304 foram semeadas em vasos plásticos de 20 cm de diâmetro e 25 cm de altura, com capacidade para 5 Kg de solo, adubado com NPK na formulação 04-14-08 + Zn, na proporção de 3 Kg/1000 Kg de solo, conforme análise de solo. Após a germinação procedeu-se ao desbaste deixando-se duas plântulas por vaso. Quando as plantas encontravam-se no estágio fenológico 3 (Vanderlip & Reeves, 1972), vinte e cinco ninfas com até uma hora de idade foram individualizadas em gaiolas cilíndricas de 2,5 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura e fechadas em sua parte superior com tecido organza (Figura 1), conforme metodologia utilizada pelo CNPMS/EMBRAPA.

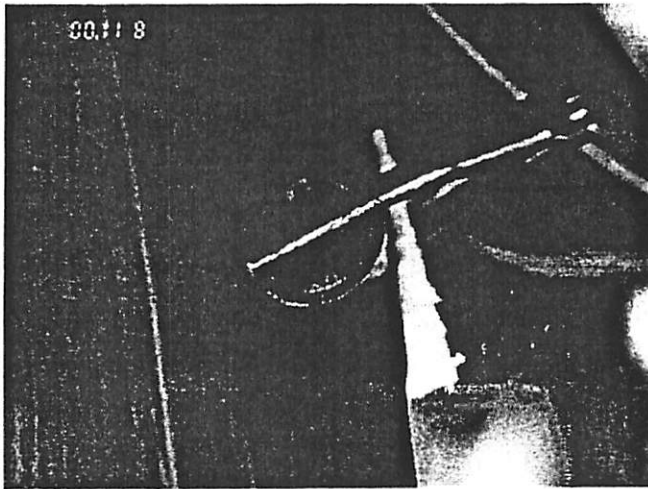


FIGURA 1. Recipiente utilizado para criação de *Rhopalosiphum maidis* em casa de vegetação.

Essas gaiolas foram fixadas nas superfícies adaxial e abaxial, próximas à nervura central, na parte mediana da folha, utilizando-se uma presilha metálica adaptada para essa função. Avaliou-se o número de instares, períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo, ciclo total e número de ninfas produzidas por fêmea. De forma semelhante ao experimento laboratorial, o número de indivíduos mortos ou não encontrados foi avaliado desde o nascimento das ninfas até o final do período reprodutivo.

As condições de temperatura e umidade relativa foram registradas por um termohigrógrafo colocado próximo ao experimento e em local protegido da incidência direta de raios solares. As determinações médias diárias desses dois fatores foram feitas empregando-se a metodologia citada em Climanálise (1998), por meio das fórmulas:

$$T_{\text{média}} = \frac{T_9 + T_m + T_x + 2T_{21}}{5}$$

$$UR_{\text{média}} = \frac{UR_9 + UR_{15} + 2UR_{21}}{4}$$

sendo:

$T_{\text{média}}$  = temperatura média em °C

$T_9$  = temperatura às 9 horas

$T_m$  = temperatura mínima

$T_x$  = temperatura máxima

$T_{21}$  = temperatura às 21 horas

$UR_{\text{média}}$  = umidade relativa média em %

$UR_9$  = umidade relativa às 9 horas

$UR_{15}$  = umidade relativa às 15 horas

$UR_{21}$  = umidade relativa às 21 horas

O fotoperíodo não foi controlado: entretanto, segundo o Setor de Climatologia do CNPMS, na época e local dos estudos foi cerca de 14 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 25 repetições.

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Aspectos biológicos de *Rhopalosiphum maidis* em sorgo, sob diferentes temperaturas, em laboratório

De modo geral, o número de instares observado para os pulgões nas temperaturas estudadas foi quatro, embora alguns tenham passado por cinco estádios (Tabela 1). Observou-se maior número de insetos com cinco instares a 30 °C, com média de 4,7, podendo indicar uma menor adaptação do inseto a temperaturas mais elevadas. A 15, 20 e 25 °C observou-se uma estabilização, obtendo-se médias de 4,3; 4,2 e 4,1 instares, respectivamente. Foi possível o ajustamento de uma equação de regressão de segundo grau entre o número de instares e a temperatura (Figura 2).

Estudando alguns aspectos biológicos do pulgão *R. maidis* em cevada a 25 °C, El-Ibrashy *et al.* (1972) observaram quatro instares, resultados que se assemelharam aos obtidos por Rezende & Cruz (1989), quando trabalharam com essa mesma espécie em sorgo a 20 e 25 °C. Algumas pesquisas realizadas com o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) em sorgo e trigo mostraram haver pouca variação no número de instares em função da temperatura e do hospedeiro, sendo observados apenas alguns indivíduos com cinco instares (Cruz & Vendramim, 1989a e b).

TABELA 1. Aspectos biológicos ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis* em sorgo, cultivar BR304, em diferentes temperaturas. UR 70  $\pm$  10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG. 2001.

Temperaturas (°C)	Números de instares	Períodos (dias)				Número de ninfas/fêmea
		Pré reprodutivo	Reprodutivo	Pós-reprodutivo	Ciclo total	
15	4,3 $\pm$ 0,09	12,2 $\pm$ 0,15	28,2 $\pm$ 1,19	21,1 $\pm$ 1,07	61,5 $\pm$ 1,08	53,0 $\pm$ 1,91
20	4,2 $\pm$ 0,09	7,8 $\pm$ 0,14	13,9 $\pm$ 0,39	17,8 $\pm$ 1,43	39,5 $\pm$ 1,46	53,9 $\pm$ 2,57
25	4,1 $\pm$ 0,05	5,6 $\pm$ 0,10	10,8 $\pm$ 0,30	10,8 $\pm$ 0,63	27,2 $\pm$ 0,62	48,7 $\pm$ 2,35
30	4,7 $\pm$ 0,08	5,5 $\pm$ 0,10	11,1 $\pm$ 0,42	4,4 $\pm$ 0,33	21,1 $\pm$ 0,54	36,4 $\pm$ 2,07
CV (%) <sup>2</sup>	10,8	9,5	22,8	39,1	14,9	25,2

<sup>1</sup> Erro padrão

<sup>2</sup> Coeficiente de variação

Observou-se que as variáveis avaliadas foram afetadas significativamente pela temperatura, constatando-se um aumento da velocidade de desenvolvimento quando submetidas a condições térmicas mais elevadas (Tabela 1 e Figura 2). Esses resultados foram coincidentes com aqueles constatados em vários trabalhos realizados em outros países, que mostraram que a biologia de pulgões do gênero *Rhopalosiphum* (Koch, 1854) pode ser significativamente afetada pela temperatura (Singh & Painter, 1963; Chaudhary *et al.*, 1969; El-Ibrashy *et al.*, 1972; Dean, 1974).

Para os períodos pré-reprodutivo e reprodutivo observou-se uma maior sensibilidade do inseto nas temperaturas de 15 e 20 °C, sendo que um aumento de 5 °C proporcionou uma redução mais evidente na duração quando comparado às variações observadas nas temperaturas de 25 e 30 °C (Tabela 1). Assim, para o período reprodutivo, observou-se uma redução de 3,1 dias na temperatura de 25 °C em relação a de 20 °C, enquanto que, nas temperaturas de 25 e 30 °C, praticamente não houve variação na duração dessa fase. As curvas ajustadas para as regressões do período pré-reprodutivo e reprodutivo evidenciaram um coeficiente de determinação de 0,84 e 0,98, respectivamente (Figura 3).

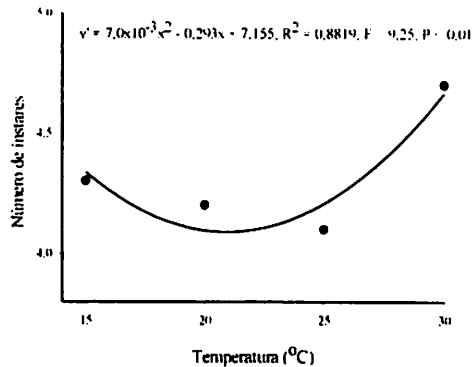


FIGURA 2. Curva de regressão ajustada para o número de instares de *Rhopalosiphum maidis* em sorgo, cultivar BR304, em função da temperatura. UR 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

A duração do período pós-reprodutivo reduziu-se proporcionalmente com o aumento da temperatura, sendo a maior obtida a 15 °C (Tabela 1). Observou-se uma diferença de 16,7 dias na duração desse período para insetos criados a 15 e 30 °C. A análise de regressão seguiu um modelo de natureza linear, evidenciando um efeito significativo da temperatura sobre essa característica biológica (Figura 3).

Para o ciclo total, verificou-se que as temperaturas de 15 e 30 °C proporcionaram as maiores e menores durações, respectivamente, sendo que a obtida a 30 °C foi aproximadamente três vezes menor que a obtida a 15 °C (Tabela 1). A temperatura exerceu influência significativa na duração do ciclo total do pulgão *R. maidis*, ocorrendo uma redução sob condições térmicas mais elevadas. A equação de regressão ajustada para a duração do ciclo total em função da temperatura, mostrou-se de natureza linear, com um coeficiente de determinação de  $R^2=0,93$  (Figura 3).

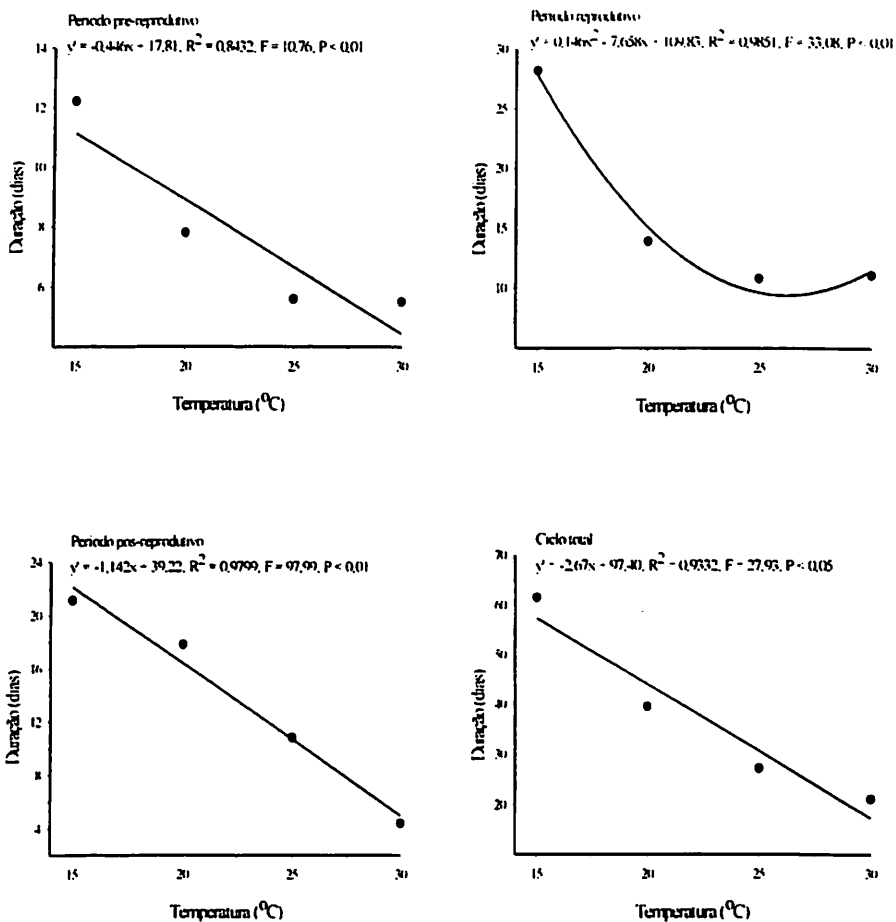


FIGURA 3. Curvas de regressão ajustadas para a duração dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo e ciclo total de *Rhopalosiphum maidis* em sorgo, cultivar BR304, função da temperatura. UR  $70 \pm 10\%$ , fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Rezende & Cruz (1989) estudaram alguns aspectos biológicos do pulgão *R. maidis* em sorgo a 20 e 25 °C, constatando, para o ciclo total, durações de 38,2 e 31,4 dias, respectivamente, resultados que se assemelharam aos encontrados nessa pesquisa. El-Ibrashy *et al.* (1972), estudando essa mesma espécie de afídeo em cevada, a 15, 20, 25 e 30 °C, obtiveram, para o ciclo total, durações de 35,1; 29,6; 26,0 e 16,8 dias, respectivamente, constatando-se uma variação de 18,3 dias entre as temperaturas mínima e a máxima estudadas, duração essa que correspondeu a aproximadamente 50% da obtida nesse trabalho. A 15 e 20 °C foram, respectivamente, cerca de 26,4 e 9,9 dias menor, variações que podem ser atribuídas à utilização de hospedeiros diferentes, bem como à origem geográfica do pulgão. Entretanto, a 25 °C a duração foi semelhante à obtida nesse experimento, com uma diferença de apenas 1,2 dias, demonstrando uma melhor adaptabilidade de *R. maidis* nessa condição.

A temperatura afetou significativamente o número de ninfas produzidas por fêmeas ápteras de *R. maidis*. A maior fecundidade foi verificada a 15 e 20 °C, com uma produção de 53,0 e 53,9 ninfas, respectivamente. Entretanto, a 25 e 30 °C o número de ninfas foi reduzido com o aumento da temperatura, com médias de 48,7 e 36,4 ninfas, respectivamente (Tabela 1 e Figura 4). Rezende & Cruz (1989), estudando *R. maidis* em sorgo a 20 e 25 °C, obtiveram uma produção média de 73,1 e 65,2 ninfas/fêmea, respectivamente. Embora se tenha trabalhado com a mesma espécie de afídeo, o número de ninfas produzidas foi superior ao obtido nesse trabalho, provavelmente pelo fato de os pulgões terem sido criados em cultivares mais adequadas ao pulgão. Os dados permitiram o ajuste de uma equação de segundo grau, com um coeficiente de determinação de 0,99, evidenciando o efeito da temperatura sobre a produção de ninfas (Figura 4).

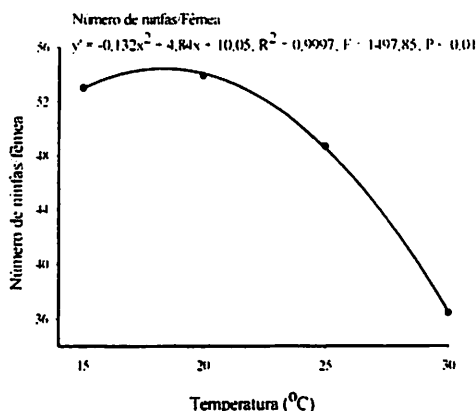


FIGURA 4. Curva de regressão ajustada para o número de ninfas produzidas por *Rhopalosiphum maidis* em sorgo, cultivar BR304, em função da temperatura. UR 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

De uma maneira geral, nas temperaturas de 15, 20 e 25 °C observou-se menor número de ninfas e adultos mortos ou não encontrados, obtendo-se 77,5; 82,5 e 80,0% de pulgões em função do número inicial de insetos estudados, respectivamente. Assim, para a temperatura de 15 °C, das 40 ninfas iniciais observaram-se duas mortas e cinco desaparecidas. A 20 °C, contabilizou-se a perda de cinco ninfas, duas mortas e três desaparecidas e, a 25 °C, não se observou mortalidade ou fuga de ninfas. Com relação ao número de adultos, a 15 e 20 °C observou-se a perda de dois indivíduos, com uma morte e uma fuga. A 25 °C o número de adultos mortos elevou-se para seis indivíduos, observando-se dois desaparecidos. Embora o número de ninfas e adultos mortos ou não encontrados nessas temperaturas tenha variado, observou-se que a contabilização final dos resultados mostrou porcentagens semelhantes.



TABELA 2. Número de ninfas e adultos de *Rhopalosiphum maidis* mortos (M) ou desaparecidos (D) e sua porcentagem final em diferentes temperaturas. UR 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas, 2001.

Temperaturas (°C)	N	Ninfa		Adulto		Morte Acidental <sup>1</sup>	Total	(%) <sup>2</sup>
		M	D	M	D			
15	40	2	5	1	1	1	9	77.5
20	40	2	3	1	1	1	7	82.5
25	40	0	0	6	2	1	8	80.0
30	40	5	0	14	1	0	20	50.0

<sup>1</sup>Não foi computado na porcentagem final

<sup>2</sup>Em relação ao número inicial de ninfas

Um maior número de insetos mortos ou desaparecidos foi obtido a 30 °C, com a perda de 20 indivíduos, evidenciando uma menor adaptação do inseto a temperaturas mais elevadas. Segundo Campbell *et al.* (1974), a maior mortalidade em altas temperaturas pode ser resultante da desnaturação de proteínas ou de distúrbios metabólicos devido ao acúmulo de produtos tóxicos, sendo que esses efeitos deletérios ocorrem principalmente se a temperatura for mantida constante.

## 5.2 Aspectos biológicos de *Rhopalosiphum maidis* criado em superfície adaxial e abaxial de folhas de sorgo, em casa de vegetação

De um modo geral, para ambas as superfícies foliares, o número de instares foi quatro, embora alguns indivíduos tenham apresentado cinco. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Wildermuth & Walter (1932), Branson & Ortman (1967), El-Ibrashy *et al.* (1972) e Rezende & Cruz (1989), os quais, estudando a biologia desse inseto em laboratório e casa de vegetação, obtiveram, em média, quatro instares.

TABELA 3. Aspectos biológicos ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis* criado em superfície adaxial e abaxial de folhas de sorgo, cultivar BR304, em casa de vegetação. Temperatura de  $26,3 \pm 8,9$  °C, UR  $79 \pm 12\%$ . CNPMS, Sete Lagoas, 2001.

Superfície foliar	Número de instares	Períodos (dias)				Número de ninfas/lêmea
		Pré-reprodutivo	Reprodutivo	Pós-reprodutivo	Ciclo total	
Adaxial	4.1 $\pm$ 0.07	7.0 $\pm$ 0.12	19.7 $\pm$ 0.93 a	5.8 $\pm$ 0.97 b	32.4 $\pm$ 1.21	42.4 $\pm$ 2.96 b
Abaxial	4.2 $\pm$ 0.08	6.7 $\pm$ 0.11	16.4 $\pm$ 0.70 b	9.8 $\pm$ 0.99 a	32.9 $\pm$ 1.26	53.8 $\pm$ 2.27 a
CV (%) <sup>2</sup>	9.1	8.3	20.0	54.3	17.1	23.4

<sup>1</sup>Erro padrão

<sup>2</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

O período pré-reprodutivo não diferiu significativamente em função da superfície foliar, sendo, em média, 6,8 dias (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Rezende e Cruz (1989), que estudando a biologia do pulgão *R. maidis* em sorgo, a 20 e 25 °C, obtiveram 6,3 dias.

O período reprodutivo foi significativamente maior quando o inseto foi criado na face adaxial da folha, verificando-se, contudo, uma menor produção de ninfas nessa superfície (Tabela 3). Os insetos criados na face abaxial produziram cerca de 11,4 ninfas a mais que aqueles mantidos na adaxial, mostrando uma maior adaptação do pulgão a essa região do limbo foliar. Esses resultados podem ser devidos a uma maior facilidade de penetração dos estiletos bucais no tecido vegetal, em função de características físicas e químicas da parede celular da folha.

O período pós-reprodutivo dos insetos criados na superfície adaxial da folha foi menor em relação àquele obtido na superfície abaxial, sendo de 5,8 e 9,8 dias, respectivamente (Tabela 3). O ciclo total não diferiu significativamente entre as duas superfícies foliares, verificando-se uma média de 32,6 dias.

TABELA 4. Número de ninfas e adultos de *Rhopalosiphum maidis* mortos (M) ou desaparecidos (D) e sua porcentagem final em superfície adaxial e abaxial de folhas de sorgo, cultivar BR304, em casa de vegetação. Temperatura de  $26,3 \pm 8,9$  °C, UR  $79 \pm 12\%$ . CNPMS, Sete Lagoas, 2001.

Superfície foliar	N	Ninfa		Adulto		Morte acidental <sup>1</sup>	Total	(%) <sup>2</sup>
		M	D	M	D			
Adaxial	25	2	0	2	4	1	8	68.0
Abaxial	25	0	0	0	1	1	1	96.0

<sup>1</sup>Não foi computado na porcentagem final

<sup>2</sup>Em relação ao número inicial de ninfas

Um maior número de insetos mortos ou não encontrados foi obtido na superfície adaxial da folha, onde se observou a morte de quatro insetos, sendo duas ninfas e dois adultos e ainda a fuga de outros quatro indivíduos adultos (Tabela 4). Assim, dos 25 indivíduos iniciais, 68% completaram o ciclo biológico. Para a superfície abaxial, observou-se que 96% dos pulgões completaram o ciclo, sendo reportado o desaparecimento de um inseto adulto e uma morte ocasionada acidentalmente.

## 6 Conclusões

- O número de instares de *R. maidis* foi quatro, embora alguns indivíduos tenham apresentado cinco.
- A temperatura afetou a duração e a viabilidade da fase jovem e adulta do pulgão *R. maidis*.
- As temperaturas mais favoráveis ao desenvolvimento de *R. maidis* em plantas de sorgo foram as de 15, 20 e 25 °C, por proporcionarem maior fecundidade e número de indivíduos que completaram o ciclo biológico.
- A superfície abaxial da folha mostrou ser a mais adequada ao pulgão, por proporcionar um melhor desenvolvimento do inseto, maior produção de ninfas e menor mortalidade e fuga de ninfas e adultos.

## 7 Referências Bibliográficas

BING, J. W.; GUTHRIE, W. D.; DICKE, F. F. Genetics of resistance in maize to the corn leaf aphid (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 4, p. 1476-1479, Aug. 1992.

BRANSON, F. B.; ORTMAN, E. E. Biology of laboratory-reared corn leaf aphids, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 60, n. 5, p. 1118-1119, Oct. 1967.

CAMPBELL, A.; FRAZER, B. D.; GILBERT, N.; GUITIERREZ, A. P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 11, n. 2, p. 431-438, 1974.

CARTIER, J. J.; PAINTER, R. H. Differential reactions of two biotypes of the corn leaf aphid to resistant and susceptible varieties, hybrids and selections of sorghums. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 49, n. 4, p. 498-508, Aug. 1956.

CHAUDHARY, J. P.; RAMZAN, M.; ATWAL, A. S. Preliminary studies on the biology of wheat aphids. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 39, n. 7, p. 672-675, July 1969.

CLIMANÁLISE: **Boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista - SP, v. 13, n. 6, p. 45, 1998.

CRUZ, I.: VENDRAMIM, J. D. Biologia do pulgão-verde em diferentes hospedeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 277-282, mar. 1989a.

CRUZ, I.: VENDRAMIM, J. D. Biologia do pulgão-verde em sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 283-289, mar. 1989b.

DEAN, G. J. Effect of temperature on the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* (Wlk.), *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Macrosiphum avenae* (F.) (Hem., Aphididae). **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 63, n. 3, p. 401-409, mar. 1974.

EL-IBRASHY, M. T.; EL-ZIADY, S.; RIAD, A. A. Laboratory studies on the biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 15, n. 2, p. 166-174, 1972.

FOOLT, W. H. Biology of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), in Southwestern Ontario. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 109, n. 8, p. 1129-1135, Aug. 1977.

GAHUKAR, R. T. Infestation levels of improved sorghum cultivars with *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) and *Eublemma gayneri* (Roths). In Senegal. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 70, n. 2, p. 185-187, Apr. 1993.

HAVES, W. P. Observations on insects attacking sorghums. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 15, p. 349-356, 1922.

JACKSON, H. B.; COLES, L. W.; WOOD, E. A.; EIKENBARY, R. D. Parasites reared from the greenbug and corn leaf aphid in Oklahoma in 1968 e 1969. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 63, n. 3, p. 733-736, June 1970.

JAUSET, A. M.; MUÑOZ, M. P., PONS, X. Karyotypes of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) in the Lleida Basin. **Integrated control in cereal crops**, London, v. 21, n. 8, p. 15-20, Aug. 1998.

LAMBOROT, L. L.; GUERRERO, M. A. Dinamica poblacional de los afidos de cereales y sus enemigos naturales en la provincia de Santiago durante las temporadas 1976 y 1977. **Investigacion Agricola**, Santiago, v. 5, n. 1, p. 23-32, 1979.

McCOLLOCH, J. W. The corn leaf aphid (*Aphis maidis* Fitch) in Kansas. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 14, n. 1, p. 89-94, Jan. 1921.

REZENDE, M. A. A.; CRUZ, I. Biologia do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Homoptera: Aphididae) em sorgo e milho, em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12.: ENCONTRO SOBRE MOSCAS DAS FRUTAS. 2., 1989. Belo Horizonte. **Resumos**. Belo Horizonte: SEB, 1989. p. 08.

ROBINSON, J. Modes of resistance in barley seedlings to six aphid (Homoptera: Aphididae) species. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 6, p. 2510-2515, Dec. 1992.

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, June 1963.

VANDERLIP, R. L.; REEVES, H. E. Growth stages of sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 64, n. 1, p. 6-13, Jan./Feb. 1972.

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

WILDERMUTH, V. L.; WALTER, E. V. Biology and control of the corn leaf aphid with special reference to the Southwestern States. **Technical Bulletin**, Tucson, v. 306, n. 1, p. 1-21, 1932.



## CAPÍTULO 3

### RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SORGO AO PULGÃO *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): I. TESTE DE LIVRE ESCOLHA<sup>1</sup>

#### 1 Resumo

Ensaio em casa de vegetação, destinados a estudar a resistência de genótipos de sorgo ao pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), em teste de livre escolha, foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. Inicialmente, oito genótipos de sorgo, sendo sete de resistência conhecida ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) e a cultivar comercial BRS303, foram semeados aleatoriamente, de forma circular, com espaçamento de 5 cm entre plantas, em vinte vasos plásticos com capacidade para 5 Kg de solo adubado conforme as necessidades da cultura. Após a emergência, as plantas foram cobertas por gaiolas cilíndricas, revestidas com "voil" e onze dias após o plantio foram liberados, no centro de cada vaso, 45 pulgões adultos ápteros, numa densidade média de cinco insetos por planta. Após 24, 48, 72 e 96 horas contaram-se os pulgões adultos por planta de cada genótipo, sendo que, após a última avaliação contaram-se, também, as ninfas em cada planta. Posteriormente, o experimento foi repetido na ausência do genótipo BRS303. Em ambos os ensaios, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, alocando-se nas parcelas os genótipos e nas subparcelas os horários de avaliação. Considerando-se os resultados obtidos na presença e ausência do genótipo BRS303, os genótipos TX430 (IS x SC) e TX 430 (GR) mostraram-se como os menos preferidos pelo pulgão *R. maidis*. O híbrido comercial BRS303 foi o que exerceu maior atração sobre o pulgão, seguido pelo TX2567.

Palavras-chave: *Sorghum*, pulgão-do-milho, método de controle, resistência de plantas a insetos.

---

<sup>1</sup> Orientador: César Freire Cavalho – UFLA.

## 2 Abstract

### RESISTANCE OF SORGHUM GENOTYPES TO THE APHID *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): I. FREE CHOICE TEST<sup>1</sup>

Greenhouse trials intended to study the resistance of sorghum genotypes to the aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), in free choice test, were conducted in the National Corn and Sorghum Research Center of EMBRAPA, at Sete Lagoas, MG, Brazil. At first, eight sorghum genotypes, being seven of them of known resistance to the aphid *Schizaphis graminum* (Rondani) and the commercial cultivar BRS303, were randomly sowed in a circular way with a spacing of 5 centimeters between plants, in plastics pots with a capacity of 5 kg of fertilized soil according to the needs of the crop. After emergence, the plants were covered with cylindrical cages, "voil"-coated and eleven days after planting they were released at the center of each pot, 45 wingless aphids at an average density of five insects per plant. After 24, 48, 72 and 96 hours, the adult aphids per plant were counted on each genotype and after the last evaluation; also, the nymphs on each plant were counted. Afterwards, the experiment was replicated in the absence of the genotype BRS303. In both trials, the experimental design was in randomized blocks, in split plots, allocating in the plots the genotypes and in the subplots the schedules of evaluation. By considering the results obtained in the presence and absence of the genotype BRS303, the genotypes TX430 (IS x SC) and TX430 (GR) were shown as the less preferred to *R. maidis*. The commercial hybrid BRS303 was the one, which exerted the greatest attraction on the aphid, followed by TX2567.

Key words: Sorghum, corn aphid, control method, resistance\_of\_plants to insects.

---

<sup>1</sup> Adviser: César Freire Carvalho – UFLA.

### 3 Introdução

No Brasil, até há poucos anos, o pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856), era tido como uma praga secundária do milho e do sorgo; entretanto, com o plantio desses cereais fora da época normal, ou seja, a cultura "safrinha", esse inseto tem ocorrido em altas populações, ocasionando perdas econômicas nessas culturas.

Dentre os métodos de controle dessa praga, a resistência de plantas apresenta vantagens em relação a outros métodos de supressão, principalmente por reduzir suas populações a níveis que não causam danos, apresentando efeito cumulativo, persistente e não poluente, não acarretando ônus ao custo de produção e, finalmente, não exigindo conhecimentos específicos, por parte dos agricultores, para a sua utilização (Tingey, 1986; Vendramin, 1990; Lara, 1991).

Segundo Lara (1991), a resistência se baseia na capacidade de uma planta possuir meios para resistir ou tolerar o ataque de uma determinada praga, sendo esses meios denominados "mecanismos de resistência". Dentre esses mecanismos, a não-preferência se caracteriza por tornar uma planta menos utilizada pelo inseto que outra em igualdade de condições, seja para alimentação, oviposição ou abrigo. No Brasil, não se tem relato de trabalhos visando à obtenção de cultivares resistentes de sorgo ao pulgão *R. maidis*.

Assim, considerando-se a importância do pulgão-do-milho e a escassez de pesquisas sobre esse afídeo, objetivou-se estudar o mecanismo de resistência por não-preferência, em oito genótipos de sorgo, resistentes ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), em relação a *R. maidis*.

#### 4 Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. Foram testados os genótipos: BRS303; GB3; GR1.1.1.1.1; GSBT $\times$ 399; IS2293; TX2567; TX430 (GR) e TX430 (IS  $\times$  SC), sendo, o primeiro, um híbrido comercial e os demais, possuidores de um ou mais mecanismos de resistência ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), como determinado por Cruz (1986).

A metodologia empregada foi aquela descrita por Teetes *et al.* (1974) e adaptada por Cruz (1986). Os genótipos foram semeados aleatoriamente de maneira circular, em vasos de 20 cm de diâmetro e 25 cm de altura, com capacidade para cinco quilos de solo, adubado com formulação NPK 08-28-16 + Zn na quantidade de 3 Kg/1000 Kg de solo, mantendo-se uma planta de cada genótipo por vaso, espaçadas entre si por cerca de cinco centímetros. Cada vaso foi coberto por uma gaiola cilíndrica, feita com armação de arame, de aproximadamente 20 cm de diâmetro e 40 cm de altura, revestida por um tecido fino (filó). Onze dias após o plantio, foram liberados no centro de cada vaso, 45 pulgões adultos e ápteros, ou seja, uma densidade média de cinco pulgões por planta. As avaliações relativas ao número de pulgões adultos por planta foram efetuadas após 24, 48, 72 e 96 horas das infestações. Inicialmente foram testados os oito genótipos, e, posteriormente, o ensaio foi repetido na ausência do mais suscetível, o BRS303. Após a última avaliação, as plantas, em ambos os experimentos, foram cortadas rente ao solo, individualizadas em sacos plásticos e levadas para o laboratório onde se procedeu à contagem das ninfas.

Visando a verificar a aleatoriedade da distribuição dos pulgões liberados no centro de cada vaso e a possível interferência externa sobre a atratividade dos pulgões para determinado genótipo, nos diferentes intervalos de avaliação,

efetuou-se um ensaio preliminar, utilizando-se somente o genótipo BR304, suscetível ao pulgão *R. maidis*, com nove plantas por vaso e 10 repetições. O número de afídeos liberados, bem como os intervalos de avaliação, foram os mesmos utilizados nos experimentos descritos anteriormente.

A temperatura e umidade relativa do ar durante os ensaios foram registrados por um termohigrógrafo colocado próximo ao experimento e em local protegido da incidência direta de raios solares. As determinações médias diárias desses dois fatores foram feitas empregando-se a metodologia citada em Climanálise (1998), conforme descrito no Capítulo 2, pág. 46.

O fotoperíodo não foi controlado; entretanto, segundo o Setor de Climatologia do CNPMS, na época e local dos estudos, foi de 14 horas de luz. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, alocando-se os genótipos nas parcelas e os períodos de avaliação nas subparcelas, com 20 repetições. Os dados foram transformados para raiz quadrada de  $(x + 0,1)$  antes de se proceder à análise de variância, seguida do teste de agrupamento de médias de Scott e Knott a 5% de probabilidade (Scott & Knott, 1974).

## 5 Resultados e Discussão

O número de pulgões encontrados em cada planta, no ensaio preliminar, não diferiu significativamente pela análise de variância, tanto para os intervalos de tempo, quanto para as posições das plantas no vaso, em relação ao ambiente externo (Tabela 1). Esses resultados mostram que houve uma distribuição uniforme dos pulgões em cada planta, independente da sua posição no vaso, indicando tratar-se de uma metodologia adequada para os testes de livre escolha por *R. maidis* em genótipos de sorgo.

TABELA 1. Número de adultos ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis* por planta de sorgo, cultivar BR304, em função do tempo de liberação, em casa de vegetação. Temperatura de  $24,1 \pm 9,3$  °C, UR  $82 \pm 14\%$ . CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Posição da planta no vaso	Período de avaliação (horas)			
	24	48	72	96
1	2,7 $\pm$ 0,55	4,0 $\pm$ 0,60	4,1 $\pm$ 0,51	4,2 $\pm$ 0,53
2	4,5 $\pm$ 0,92	4,2 $\pm$ 0,76	4,2 $\pm$ 0,67	4,2 $\pm$ 0,78
3	4,1 $\pm$ 0,61	4,8 $\pm$ 0,79	4,7 $\pm$ 0,54	4,6 $\pm$ 0,49
4	4,3 $\pm$ 0,57	4,3 $\pm$ 0,80	4,4 $\pm$ 0,72	4,7 $\pm$ 0,50
5	2,8 $\pm$ 0,49	3,1 $\pm$ 0,61	3,2 $\pm$ 0,54	3,7 $\pm$ 0,45
6	3,7 $\pm$ 0,84	3,5 $\pm$ 0,83	3,6 $\pm$ 0,63	3,7 $\pm$ 0,67
7	4,5 $\pm$ 0,64	4,3 $\pm$ 0,52	3,9 $\pm$ 0,46	3,9 $\pm$ 0,43
8	3,6 $\pm$ 0,63	5,2 $\pm$ 0,61	5,1 $\pm$ 0,63	5,1 $\pm$ 0,66
9	3,4 $\pm$ 0,78	4,1 $\pm$ 0,62	4,1 $\pm$ 0,54	4,1 $\pm$ 0,52
Total	33,6	37,5	37,3	38,2
Média	3,7	4,2	4,1	4,2

<sup>1</sup>Valores não significativos pela análise de variância, para tempo e posição.

No ensaio preliminar, envolvendo somente o genótipo BR304, embora não tenha sido detectada diferença significativa entre os períodos de avaliação, de uma maneira geral, um menor número de pulgões foi constatado 24 horas após a liberação, com média de 3,7 indivíduos, mostrando que os insetos ainda não se haviam estabelecido nos hospedeiros. A partir de 48 horas o número de pulgões manteve-se estável, com uma média de 4,2 insetos, correspondendo a 84% do total liberado.

No que concerne ao experimento envolvendo os oito genótipos, 24 horas após a liberação, observou-se um número médio de 4,8 pulgões por planta, independente do material genético utilizado, mostrando que 96% dos afídeos já se encontravam sobre os hospedeiros. Esse número se reduziu progressivamente nas avaliações posteriores, provavelmente pelo fato de os insetos se deslocarem das plantas, através do solo, em busca de hospedeiros mais adequados (Tabela 2).

Após 24 horas, os genótipos BRS303, IS2293 e GB3 foram os mais preferidos, o GR1.1.1.1.1 e GSBTx399 mostraram resultados intermediários, ficando o TX2567; TX430 (IS x SC) e TX430 (GR) como os menos preferidos pelos pulgões. Após 48 horas, os resultados foram semelhantes; entretanto, o genótipo GSBTx399 passou a ser incluído no grupo das plantas mais preferidas. Na avaliação realizada após 72 horas, apenas os genótipos BRS303 e IS2293 diferiram significativamente como mais preferidos. Finalmente, após 96 horas, observou-se que o BRS303 apresentou uma densidade significativamente maior de pulgões, seguido pelos genótipos GR1.1.1.1.1, IS2293, GSBTx399 e TX2567, que apresentaram densidades intermediárias. Os genótipos menos preferidos foram o GB3, TX 430 (IS x SC) e TX430 (GR), sendo que os dois últimos mantiveram, durante todo o período de avaliação, um número de pulgões abaixo da média geral e não foram significativamente diferentes entre si (Tabela 2).

TABELA 2. Número de adultos ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis* por planta de sorgo, em função do genótipo e do tempo de liberação, em casa de vegetação. Temperatura de  $25,6 \pm 8,4$  °C, UR  $82 \pm 13\%$ . CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Período de avaliação (horas)			
	24	48	72	96
BRS303	7,1 $\pm$ 1,11 a	6,3 $\pm$ 0,93 a	6,8 $\pm$ 0,81 a	6,3 $\pm$ 0,64 a
GR1.1.1.1.1	4,4 $\pm$ 0,85 b	4,1 $\pm$ 0,71 b	4,2 $\pm$ 0,54 b	4,4 $\pm$ 0,52 b
IS2293	5,5 $\pm$ 1,14 a	5,5 $\pm$ 1,14 a	5,6 $\pm$ 0,82 a	4,2 $\pm$ 0,49 b
GSBTx399	5,2 $\pm$ 1,16 b	4,9 $\pm$ 1,07 a	4,4 $\pm$ 0,87 b	3,7 $\pm$ 0,43 b
TX2567	3,2 $\pm$ 0,64 c	3,0 $\pm$ 0,58 b	3,7 $\pm$ 0,48 b	3,5 $\pm$ 0,33 b
GB3	6,6 $\pm$ 1,39 a	5,8 $\pm$ 1,15 a	4,3 $\pm$ 0,73 b	2,9 $\pm$ 0,41 c
TX430 (IS x SC)	3,4 $\pm$ 0,91 c	3,9 $\pm$ 0,98 b	3,3 $\pm$ 0,67 b	2,3 $\pm$ 0,47 c
TX430 (GR)	3,2 $\pm$ 0,51 c	2,9 $\pm$ 0,58 b	2,7 $\pm$ 0,42 b	1,8 $\pm$ 0,39 c
Total	38,6	36,4	35,0	29,1
Média	4,8	4,5	4,4	3,6

<sup>1</sup>Erro padrão

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

Segundo Norris & Kogan (1980), Corcuera (1984) e Rustamani *et al.* (1992), metabólitos secundários de plantas, tais como os alcalóides e o ácido aconítico podem estar presentes em cultivares de sorgo causando deterrência em afídeos e, dessa forma, proporcionando à planta resistência a esses insetos. Dreyer & Cambell (1984) mostraram que a resistência do sorgo a pulgões pode estar ainda associada a fatores físicos, tal como o grau de metilação da pectina na matriz intercelular. A natureza estrutural dessa pectina, que funciona nas plantas como um cimento intercelular, pode dificultar a penetração dos estiletos do inseto em direção ao floema e, dessa forma, a cultivar pode se tornar menos preferida pelo pulgão.

Em relação à produção de ninfas, os genótipos BRS303, GSBTx399, IS2293 e GR1.1.1.1.1 mostraram um número significativamente maior em



relação aos demais (Tabela 3). Considerando o número de pulgões adultos na avaliação realizada após 96 horas (Tabela 2), verificou-se que os genótipos GB3, TX430 (IS x SC) e TX430 (GR) foram os menos preferidos pelos pulgões, havendo, portanto, uma confirmação dos resultados. Isso ocorreu, provavelmente, devido ao fato de um menor número de insetos gerarem uma menor descendência e, ainda, pela presença de metabólitos secundários na planta, que podem afetar a produção e a sobrevivência de ninfas, conforme relatado por Corcuera (1984).

TABELA 3. Número de ninfas ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis* em genótipos de sorgo, após 96 horas da liberação de adultos, em casa de vegetação. Temperatura de  $25,6 \pm 8,4$  °C, UR  $82 \pm 13\%$ . CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Número ninfas/planta
BRS303	39,5 $\pm$ 4,11 a
GSBTx399	35,3 $\pm$ 4,66a
IS2293	28,1 $\pm$ 2,98 a
GRI.1.1.1.1	28,0 $\pm$ 2,63 a
GB3	23,3 $\pm$ 3,34 b
TX2567	21,6 $\pm$ 2,86 b
TX430 (IS x SC)	21,4 $\pm$ 2,17 b
TX430 (GR)	15,9 $\pm$ 2,43 b
CV (%) <sup>2</sup>	27,0

<sup>1</sup>Erro padrão

<sup>2</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados relativos ao experimento conduzido na ausência do genótipo BRS303, suscetível ao pulgão. Após 24 e 48 horas da liberação, constatou-se uma média de 4,4 insetos por planta, independente do genótipo, mostrando que 88% dos afídeos já se encontravam sobre os hospedeiros. Nas demais avaliações, houve uma redução gradativa na densidade populacional, atingindo um mínimo com 96 horas, com uma média de 3,9 pulgões. Essa redução ocorreu, provavelmente, devido ao fato de alguns genótipos serem não preferidos pelos pulgões, os quais podem ter se deslocado em busca de outro hospedeiro, ficando sob a terra do vaso ou nas paredes da gaiola.

TABELA 4. Número de adultos ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis* por planta de sorgo, em função do genótipo e do tempo de liberação, na ausência do genótipo BRS303, em casa de vegetação. Temperatura de 26,4  $\pm$  9,7 °C, UR 85  $\pm$  11%. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Período de avaliação (horas)			
	24	48	72	96
TX2567	6,7 $\pm$ 1,04 a	6,9 $\pm$ 0,92 a	6,5 $\pm$ 0,88 a	6,0 $\pm$ 0,58 a
IS2293	5,5 $\pm$ 1,01 a	5,5 $\pm$ 1,06 a	4,4 $\pm$ 0,70 b	4,5 $\pm$ 0,64 b
GR1.1.1.1.1	4,3 $\pm$ 0,92 b	4,6 $\pm$ 0,98 b	4,3 $\pm$ 0,75 b	4,2 $\pm$ 0,65 c
GB3	3,1 $\pm$ 0,65 b	3,6 $\pm$ 0,60 b	3,6 $\pm$ 0,63 b	3,8 $\pm$ 0,46 c
GSBTx399	4,7 $\pm$ 0,93 b	4,2 $\pm$ 0,76 b	4,1 $\pm$ 0,64 b	3,5 $\pm$ 0,58 c
TX430 (GR)	3,1 $\pm$ 0,75 b	2,8 $\pm$ 0,67 b	2,8 $\pm$ 0,55 b	2,8 $\pm$ 0,48 d
TX430 (IS x SC)	3,5 $\pm$ 0,88 b	3,6 $\pm$ 0,83 b	3,2 $\pm$ 0,57 b	2,6 $\pm$ 0,41 d
Total	31,0	31,2	28,9	27,4
Média	4,4	4,4	4,1	3,9

<sup>1</sup>Erro padrão

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

Com relação à discriminação dos genótipos pelos pulgões, nas avaliações realizadas com 24 e 48 horas, observou-se que o TX2567 e o IS2293 mostraram ser significativamente mais preferidos pelos pulgões em relação aos demais, com densidades médias de 6,8 e 5,5 pulgões, respectivamente. A avaliação após 72 horas mostrou resultados semelhantes aos obtidos nas anteriores, com exceção do IS2293 que passou a integrar o grupo dos genótipos menos preferidos. Na última avaliação, os genótipos TX430 (GR) e TX430 (IS x SC) foram os menos preferidos, com médias de 2,8 e 2,6 pulgões, respectivamente. Em posição intermediária, ficaram os genótipos GR1.1.1.1.1, GB3 e GSBTx399, seguido pelo IS2293. O TX2567 foi o mais atrativo a *R. maidis*, com média de 6,0 pulgões, apresentando cerca de 2,2 vezes mais indivíduos que os genótipos TX430 (GR) e TX430 (IS x SC), tidos como os menos preferidos pelo inseto (Tabela 4).

Esses resultados foram semelhantes aos obtidos quando o genótipo suscetível BRS303 estava presente (Tabela 2), onde o TX430 (GR) e o TX430 (IS x SC) também mostraram-se como os menos preferidos pelo inseto.

Cruz (1986), avaliando a resistência de genótipos de sorgo ao pulgão *S. graminum*, observou que o GSBT x 399, GR 1.1.1.1.1, TX430 (GR) e GB3 foram os menos preferidos pelo pulgão, sendo esses resultados semelhantes aos obtidos nesse trabalho. Assim, as causas que poderiam estar conferindo ao sorgo resistência a *S. graminum* poderiam estar atuando de maneira análoga em relação a *R. maidis*, embora alguns genótipos tidos como não-preferidos ao pulgão *R. maidis* tenham se mostrado suscetíveis a *S. graminum*.

TABELA 5. Número de ninfas ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis* em genótipos de sorgo, após 96 horas da liberação de adultos, na ausência do genótipo BRS303, em casa de vegetação. Temperatura de 26,4  $\pm$  9,7 °C; UR 85  $\pm$  11%. CNPMS, Sete Lagoas, 2001.

Genótipos	Número ninfas/planta
TX2567	64,5 $\pm$ 5,54 a
GR1.1.1.1.1	44,8 $\pm$ 6,56 b
GSBTx399	42,6 $\pm$ 4,58 b
IS2293	38,7 $\pm$ 6,11 b
GB3	34,4 $\pm$ 5,42 b
TX430 (IS x SC)	33,2 $\pm$ 4,33 b
TX430 (GR)	30,4 $\pm$ 3,52 b
CV (%) <sup>2</sup>	30,8

<sup>1</sup> Erro padrão

<sup>2</sup> Coeficiente de variação

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

O genótipo TX2567 diferiu significativamente dos demais, apresentando o maior número de ninfas por planta (Tabela 5). Esses resultados são semelhantes aos apresentados na Tabela 4, na qual ficou evidenciada a maior atratividade desse material em relação ao pulgão, sendo de se esperar um maior número de ninfas nessa cultivar. De forma semelhante, os genótipos previamente determinados como menos preferidos (Tabela 4), foram os que apresentaram os menores números de ninfas (Tabela 5).

Assim, considerando as avaliações realizadas na presença e ausência do genótipo BRS303, o mecanismo de não-preferência foi evidenciado principalmente nos genótipos TX430 (IS x SC) e TX 430 (GR), os quais mostraram-se menos preferidos em todos os testes realizados. O BRS303 foi o que exerceu maior atratividade sobre o inseto, sendo que na sua ausência, o mais preferido foi o TX2567, seguido pelo IS2293.

## 6 Conclusões

- O mecanismo de resistência por não-preferência foi detectado nos genótipos TX430 (IS x SC) e TX 430 (GR), os quais poderão ser utilizados em programas de melhoramento visando à resistência do sorgo ao pulgão *R. maidis*.
- O genótipo BRS303 foi o mais suscetível ao inseto.

## 7 Referências Bibliográficas

CLIMANÁLISE: Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Cachoeira Paulista - SP, v. 13, n. 6, p. 45, 1998.

CORCUERA, L. J. Effects of indole alkaloids from gramineae on aphids. *Phytochemistry*, St. Paul, v. 23, n. 3, p. 539-541, Mar. 1984.

CRUZ, I. Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão-verde *Schizaphis gramimun* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). 1986. 222 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

DREYER, D. L.; CAMPBELL, B. C. Association of the degree of methylation of intercellular pectin with plant resistance to aphids and with induction of aphid biotypes, *Experientia*, Basel, v. 40, n. 2, p. 224-226, 1984.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

McCOLLOCH, J. W. The corn leaf aphid (*Aphis maidis* Fitch) in Kansas. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 14, n. 1, p. 89-94, Jan. 1921.

NORRIS, D. M.; KOGAN, M. Biochemical and morphological bases of resistance. In: FOWDEN, F. G.; JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding Plants Resistant to Insects**. New York: John Wiley & Sons, 1980. p. 23-61.

RUSTAMANI, M. A.; KANEHISA, K.; TSUMUKI, H.; SHIRAGA, T. Further observation on the relationship between aconitic acid contents and aphid densities on some cereal plants. **Bulletin of the Research Institute for Bioresources**, Okayama, v. 1, n. 1, p. 9-20, 1992.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

TEETES, G. L.; SCHAEFFER, C. A.; JOHNSON, D. T. Resistance in sorghum to the greenbugs: laboratory determination of mechanisms of resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 67, n. 3, p. 393-396, 1974.

TINGEY, W. M. Techniques for evaluating plant resistance to insects. In: MILLER, J. R.; MILLER, T. A. (Ed.) **Insect-plant Interactions**. New York: Springer-Verlag, 1986. p. 251-284.

VENDRAMIN, J. D. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: W. B CROCOMO (Ed.). **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: UNESP, 1990. p. 177-197.

## CAPÍTULO 4

### RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SORGO AO PULGÃO *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): II. TESTE DE CONFINAMENTO<sup>1</sup>

#### 1 Resumo

Esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de genótipos de sorgo sobre a biologia do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). Os experimentos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. Foram testados oito genótipos de sorgo, sendo sete de resistência conhecida ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) e a cultivar comercial BRS303. Foi plantada, semanalmente, no campo, uma fileira de cinco metros lineares de cada material avaliado, com o intuito de se obter folhas para a criação dos pulgões em laboratório. Os experimentos foram conduzidos durante duas gerações do pulgão, utilizando-se, na primeira, insetos recém-nascidos, com aproximadamente uma hora de idade e oriundos da cultivar BR304. As ninfas foram individualizadas e mantidas em seções foliares provenientes de cada uma das oito cultivares estudadas. Na segunda fase, utilizaram-se ninfas recém-nascidas obtidas de progenitores criados em cada genótipo estudado na fase anterior, ou seja, indivíduos da segunda geração. Em ambas as etapas, os insetos foram mantidos em câmaras climatizadas reguladas a  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas, avaliando-se o número de instares, períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo, ciclo total, número de ninfas produzidas por fêmea e peso dos insetos aos quatro e oito dias de idade, com 15 repetições. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (genótipos x gerações x repetições). Os genótipos TX430 (IS x SC) e GR1.1.1.1.1 apresentaram efeito adverso sobre a biologia do inseto, reduzindo a sobrevivência, a capacidade reprodutiva, o período reprodutivo, pós-reprodutivo e o ciclo total. O genótipo BRS303 foi o hospedeiro mais adequado, proporcionando uma elevada produção de ninfas, alta viabilidade e períodos reprodutivo, pós-reprodutivo e ciclo de vida mais longos.

Palavras-chave: *Sorghum*, pulgão-do-milho, método de controle, resistência de plantas a insetos.

---

<sup>1</sup> Orientador: César Freire Carvalho – UFLA.



## 2 Abstract

### RESISTANCE OF SORGHUM GENOTYPES TO THE APHID *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): II. NO CHOICE TEST<sup>1</sup>

The objective of this work was to evaluate the effect of genotypes of sorghum on the biology of the aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). The experiments were conducted in the National Corn and Sorghum Research Center of EMBRAPA, at Sete Lagoas, MG, Brazil. Eight sorghum genotypes were tested, seven of them being of known resistance to the aphid *Schizaphis graminum* (Rondani) and the commercial cultivar BRS303. A row of five linear meters of each material evaluated was planted weekly to provide leaves for rearing aphids in laboratory. The experiments were conducted over two generations of the aphid. Nymphs about one hour old were individualized and maintained on leaf sections from each one of the eight cultivars. In the second phase, newly-born nymphs obtained from parents were reared in each genotype studied in the previous phase. In both stages, the insects were kept in climatic chambers at  $25 \pm 1$  °C, RH  $70 \pm 10\%$  and 12-hour photophase. The number of instars, pre-reproductive, reproductive and post-reproductive periods, total cycle, number of produced nymphs per female and insect weight at four and eight days old, using 15 replicates were evaluated. The experimental design was the completely randomized in a factorial scheme (genotypes x generations x replicates). The genotypes TX430 (IS x SC) and GR1.1.1.1.1 reduced survival rate, reproductive capacity, reproductive and post-reproductive period and total cycle. Genotype BRS303 was the most adequate host, providing a high nymph production, high survival rate and reproductive, post-reproductive periods and longer life cycles.

Key words: *Sorghum*, corn aphid, control method, resistance of plants to insects.

---

<sup>1</sup> Adviser: César Freire Carvalho – UFLA.

### 3 Introdução

O plantio do milho e do sorgo fora da época normal, chamada "safrinha", tem favorecido, em várias regiões do Brasil, o desenvolvimento de altas populações do pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856). Esse inseto, além de causar danos diretos pela sucção da seiva, pode afetar as plantas indiretamente pela transmissão de viroses e ainda pela produção de "honeydew", o que propicia o aparecimento da fumagina (Teetes, 1979; Waquil *et al.*, 1986; Cruz *et al.*, 1997).

A utilização de cultivares resistentes, aliada a outros métodos de controle, vem sendo uma alternativa viável para o controle de pragas agrícolas. O mecanismo de resistência por antibiose ocorre quando um inseto alimenta-se normalmente de uma planta, que exerce um efeito adverso sobre sua biologia. Dessa forma, uma planta que apresenta esse mecanismo de resistência afeta direta ou indiretamente o potencial de reprodução do inseto, seja através do aumento na mortalidade, redução do tamanho e peso dos indivíduos, redução na fertilidade, alteração da proporção sexual ou alteração no tempo de vida (Teetes, 1980; Lara, 1991; Cruz & Vendramim, 1995). Cartier & Painter (1956), estudando os mecanismos de resistência de espécies de sorgo ao pulgão *R. maidis*, constataram a existência de antibiose na cultivar do tipo Sudão "Piper".

No Brasil, à semelhança de muitos outros países, as pesquisas visando à obtenção de cultivares resistentes de sorgo ao pulgão *R. maidis* são escassas ou mesmo inexistentes. Assim, considerando-se as possibilidades de utilização da resistência de plantas de sorgo a esse pulgão, objetivou-se determinar o efeito de oito cultivares de sorgo, resistentes ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), sobre alguns aspectos biológicos de *R. maidis*.

#### 4 Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos em laboratório do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, utilizando-se os genótipos BRS303, GB3, GR1.1.1.1.1, GSBTx399, IS2293, TX2567, TX430 (GR) e TX430 (IS x SC). O primeiro deles é um híbrido comercial e os demais apresentam um ou mais mecanismos de resistência ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), como demonstrado por Cruz (1986).

Inicialmente, foi preparada no campo uma área de 300 m<sup>2</sup> onde foram plantados, semanalmente, uma fileira de cinco metros lineares de cada material estudado, com o intuito de se obter folhas para a criação dos pulgões. As adubações e irrigação foram realizadas conforme as recomendações para a cultura. As folhas foram coletadas quando as plantas encontravam-se no estágio de desenvolvimento de 3 a 4 (Vanderlip & Reeves, 1972).

Os pulgões foram multiplicados em sala climatizada à temperatura de 25 ± 2 °C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas e criados em seções foliares de sorgo da cultivar comercial BR304, também plantada semanalmente no campo. Cada seção foliar, medindo cerca de quinze centímetros de comprimento, foi colocada em recipientes plásticos de 130 ml, conforme metodologia geral descrita no Capítulo 1, pág. 20.

Os experimentos foram conduzidos durante duas gerações do pulgão, utilizando-se, na primeira, insetos recém-nascidos, com até uma hora de idade e oriundos da cultivar BR304. As ninfas foram individualizadas e mantidas nas mesmas condições e tipos de recipientes citados anteriormente, em seções foliares provenientes de cada uma das oito cultivares. Na segunda fase utilizaram-se ninfas recém-nascidas obtidas de progenitores criados em cada genótipo estudado na fase anterior, ou seja, indivíduos da segunda geração.

Dessa forma, na primeira fase utilizaram-se ninfas provenientes de pais criados no genótipo comercial BR304, enquanto na segunda, as ninfas originaram-se de pais criados nos genótipos testados na primeira fase. Avaliou-se o número de instares, período pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo, ciclo total, número de ninfas produzidas por fêmea e peso dos insetos aos quatro e oito dias de idade. Avaliou-se, também, o número de indivíduos mortos ou não encontrados, desde o nascimento das ninfas até o final do período reprodutivo.

Para determinar o peso dos indivíduos criados nos diferentes genótipos, um experimento foi conduzido concomitantemente e de forma idêntica, sendo que no quarto e oitavo dias após a infestação, cinco amostras de 10 ninfas provenientes de cada genótipo foram pesadas em balança Metter Toledo modelo AB 204, obtendo-se, dessa forma, o peso médio de ninfas, no quarto dia e de adultos, no oitavo dia.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial, com oito genótipos, duas gerações e 15 repetições. Procedeu-se à análise de variância, seguida do teste de agrupamento de médias de Scott e Knott a 5% de probabilidade (Scott & Knott, 1974).

## **5 Resultados e Discussão**

Não houve efeito dos genótipos e gerações no número de instares apresentados pelo pulgão (Tabela 1). De um modo geral, o número de instares observados para a primeira e segunda gerações do pulgão nos diferentes genótipos foi quatro, sendo que alguns indivíduos apresentaram cinco instares. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Branson & Ortman (1967), El-Ibrashy *et al.* (1972) e Rezende & Cruz (1989), os quais, estudando aspectos

biológicos desse afídeo em laboratório e casa de vegetação obtiveram, em média, quatro ínstars.

TABELA 1. Número de ínstars ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis*, em duas gerações, em genótipos de sorgo. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Número de ínstars / geração		Média geral
	1	2	
GB3	4,2 $\pm$ 0,12	4,3 $\pm$ 0,28	4,3 a
IS2293	4,2 $\pm$ 0,11	4,1 $\pm$ 0,09	4,2 a
GSBTx399	4,2 $\pm$ 0,12	4,1 $\pm$ 0,09	4,2 a
BRS303	4,1 $\pm$ 0,09	4,1 $\pm$ 0,09	4,1 a
TX430 (GR)	4,1 $\pm$ 0,09	4,1 $\pm$ 0,07	4,1 a
TX2567	4,0 $\pm$ 0,00	4,1 $\pm$ 0,09	4,1 a
GRI.1.1.1.1	4,1 $\pm$ 0,07	4,1 $\pm$ 0,07	4,1 a
TX430 (IS x SC)	4,0 $\pm$ 0,00	4,1 $\pm$ 0,07	4,0 a
Média geral	4,1 A	4,1 A	-
CV(%) <sup>2</sup>	-	-	10,2

<sup>1</sup>Erro padrão

<sup>2</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Para o período pré-reprodutivo, observou-se que houve efeito conjunto entre genótipos de sorgo e gerações do pulgão (Tabela 2). Na primeira geração, os insetos criados nos genótipos TX430 (GR), GSBTx399, IS2293, TX2567 e BRS303 apresentaram um maior período pré-reprodutivo, não diferindo entre si. Os demais genótipos acarretaram menor duração desse parâmetro. Na segunda geração, um maior período pré-reprodutivo foi obtido para os insetos criados nos genótipos TX430 (GR), GSBTx399, TX430 (IS x SC) e GB3. Assim, dentre os genótipos citados, somente no TX430 (GR) e GSBTx399 obtiveram-se médias

significativamente maiores nas duas gerações. Observou-se também que, embora os insetos mantidos nos genótipos TX430 (IS x SC) e GB3 tenham apresentado uma menor média na primeira geração, na segunda eles se apresentaram no grupo que mostrou os maiores períodos pré-reprodutivos.

TABELA 2. Período pré-reprodutivo ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis*, em duas gerações, em genótipos de sorgo. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Período pré-reprodutivo (dias) / geração		Média geral
	1	2	
TX430 (GR)	6,9 $\pm$ 0,12 aA	6,7 $\pm$ 0,16 aA	6,8
GSBTx399	6,9 $\pm$ 0,13 aA	6,6 $\pm$ 0,23 aA	6,7
IS2293	7,0 $\pm$ 0,14 aA	6,4 $\pm$ 0,17 bB	6,7
TX430 (IS x SC)	6,3 $\pm$ 0,21 bA	6,8 $\pm$ 0,21 aA	6,6
GB3	6,7 $\pm$ 0,15 bA	6,6 $\pm$ 0,17 aA	6,6
TX2567	7,0 $\pm$ 0,15 aA	6,3 $\pm$ 0,15 bB	6,6
BRS303	6,8 $\pm$ 0,11 aA	6,3 $\pm$ 0,12 bB	6,5
GRI.1.1.1.1	6,6 $\pm$ 0,13 bA	6,1 $\pm$ 0,15 bB	6,3
Média geral	6,8	6,4	-
CV(%) <sup>2</sup>	-	-	9,1

<sup>1</sup>Erro padrão

<sup>2</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com Assis Júnior (1995), um período pré-reprodutivo mais longo reduziria a densidade populacional dos insetos, pois esses necessitariam de um maior tempo para darem início a geração de descendentes. Analisando a duração média das duas gerações do pulgão, observou-se que não houve diferença significativa entre os genótipos, obtendo-se uma diferença de apenas

12 horas entre a maior duração, obtida para o genótipo TX430 (GR), e a menor, obtida para o GR1.1.1.1.1 (Tabela 2).

Em função das gerações estudadas, houve uma redução significativa do período pré-reprodutivo da primeira para a segunda geração, para os genótipos IS2293, TX2567, BRS303 e GR1.1.1.1.1, sendo essa redução de 0,6; 0,7; 0,5 e 0,5 dias, respectivamente (Tabela 2). Observou-se uma tendência de redução desse período na segunda geração, provavelmente devido a uma melhor adaptação do inseto, uma vez que foram criados no mesmo hospedeiro dos pais. Resultados semelhantes foram obtidos por Cruz (1986), que, estudando a antibiose como mecanismo de resistência ao pulgão *S. graminum*, observou uma maior adaptação do inseto ao hospedeiro quando criados nos mesmos genótipos de seus progenitores.

Em relação ao período reprodutivo, observou-se que, de uma maneira geral, embora tenha ocorrido efeito dos genótipos sobre os pulgões, as durações obtidas na primeira e segunda gerações não diferiram significativamente entre si (Tabela 3). O genótipo TX430 (IS x SC) diferiu significativamente dos demais ocasionando maior redução do período reprodutivo dos insetos, com duração média, nas duas gerações, de 8,8 dias. Os genótipos TX2567 e GR1.1.1.1.1 mostraram durações intermediárias, com médias gerais de 11,7 e 11,0 dias, respectivamente. Um maior período foi observado para os insetos criados nos genótipos GB3, BRS303, TX430 (GR), GSBTx399 e IS2293, que não diferiram significativamente entre si, apresentando médias de 14,2; 13,7; 13,4; 12,5 e 12,5 dias, respectivamente. Assim, os pulgões criados no genótipo comercial BRS303 mostraram um prolongamento do período reprodutivo de cerca de cinco dias em relação a duração observada para o TX430 (IS x SC), que provocou um maior efeito adverso sobre os pulgões.

TABELA 3. Período reprodutivo ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis*, em duas gerações, em genótipos de sorgo. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Período reprodutivo (dias) / geração		Média geral
	1	2	
GB3	13,6 $\pm$ 1,16	14,8 $\pm$ 0,78	14,2 a
BRS303	14,8 $\pm$ 0,76	12,5 $\pm$ 0,84	13,7 a
TX430 (GR)	13,2 $\pm$ 0,97	13,6 $\pm$ 0,85	13,4 a
GSBTx399	12,4 $\pm$ 0,66	12,7 $\pm$ 0,81	12,5 a
IS2293	12,8 $\pm$ 1,11	12,2 $\pm$ 0,50	12,5 a
TX2567	11,7 $\pm$ 0,73	11,6 $\pm$ 1,12	11,7 b
GR1.1.1.1.1	12,1 $\pm$ 0,69	10,2 $\pm$ 1,03	11,0 b
TX430 (IS x SC)	9,0 $\pm$ 1,15	8,7 $\pm$ 1,0	8,8 c
Média geral	12,8 A	12,2 A	-
CV(%) <sup>2</sup>	-	-	24,8

<sup>1</sup> Erro padrão

<sup>2</sup> Coeficiente de variação

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Observou-se que o número de ninfas produzidas foi afetado apenas pelos genótipos, não havendo, portanto, efeito das gerações sobre essa característica biológica (Tabela 4). Apenas o genótipo TX430 (IS x SC) diferiu dos demais, permitindo a produção de um menor número de indivíduos, com cerca de 30,1 ninfas, evidenciando a ação deletéria desse genótipo na fecundidade do inseto. Esse efeito pode resultar em menores populações e, conseqüentemente, menores danos ao sorgo.

Considerando que os insetos criados no genótipo TX430 (IS x SC) foram os que apresentaram o menor período reprodutivo em relação aos demais (Tabela 3), o número de ninfas produzidas pode estar relacionado à duração



desse período, como também demonstrado por Assis Júnior (1995). Resultados semelhantes foram obtidos por Cruz & Vendramim (1995), os quais, estudando o efeito de diferentes genótipos de sorgo sobre aspectos biológicos do pulgão *S. graminum*, verificaram que um menor período reprodutivo foi correlacionado a uma menor produção de ninfas.

TABELA 4. Número de ninfas ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> produzidas por *Rhopalosiphum maidis*, em duas gerações, em genótipos de sorgo. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Número de ninfas / geração		Média geral
	1	2	
BRS303	56,3 $\pm$ 1,52	50,2 $\pm$ 3,71	53,5 a
IS2293	42,3 $\pm$ 5,16	55,7 $\pm$ 5,40	48,4 a
GB3	45,4 $\pm$ 5,69	45,6 $\pm$ 2,02	45,5 a
TX430 (GR)	39,2 $\pm$ 4,17	47,7 $\pm$ 4,31	43,8 a
GSBTx399	42,0 $\pm$ 4,14	44,9 $\pm$ 5,25	43,4 a
TX2567	46,3 $\pm$ 3,88	40,0 $\pm$ 5,06	43,0 a
GR1.1.1.1	43,4 $\pm$ 3,40	40,9 $\pm$ 5,77	41,9 a
TX430 (IS x SC)	26,0 $\pm$ 3,60	33,6 $\pm$ 3,60	30,1 b
Média geral	42,6 A	44,7 A	-
CV(%) <sup>2</sup>	-	-	34,1

<sup>1</sup>Erro padrão

<sup>2</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Embora não tenha ocorrido efeito das gerações sobre o número de ninfas produzidas (Tabela 4), observou-se uma tendência de seu aumento em alguns genótipos, especialmente o IS2293, com 13,4 ninfas a mais, em relação à primeira geração, o que pode ser devido a uma maior adaptação do pulgão à planta, uma vez que foram criados no mesmo hospedeiro dos pais. Entretanto,

principalmente para os genótipos BRS303 e TX2567, verificou-se uma redução no potencial reprodutivo em relação ao obtido na primeira geração, o que pode estar relacionado com a qualidade nutricional do hospedeiro.

TABELA 5. Período pós-reprodutivo ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis*, em duas gerações, em genótipos de sorgo. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Período pós-reprodutivo (dias) / geração		Média geral
	1	2	
BRS303	11,1 $\pm$ 1,29	13,2 $\pm$ 1,71	12,1 a
IS2293	8,5 $\pm$ 1,04	11,0 $\pm$ 1,69	9,6 a
GB3	7,8 $\pm$ 1,81	9,7 $\pm$ 2,24	8,6 a
TX430 (GR)	6,8 $\pm$ 1,70	10,0 $\pm$ 1,54	8,5 a
TX2567	7,9 $\pm$ 1,24	8,5 $\pm$ 1,31	8,2 a
GSBTx399	6,9 $\pm$ 1,45	7,4 $\pm$ 1,12	7,2 b
GR1.1.1.1.1	4,0 $\pm$ 0,90	6,2 $\pm$ 1,46	5,3 b
TX430 (IS x SC)	2,0 $\pm$ 0,00	7,4 $\pm$ 1,60	4,8 b
Média geral	6,9 B	9,2 A	-
CV(%) <sup>2</sup>	-	-	60,1

<sup>1</sup>Erro padrão

<sup>2</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e mesma letra maiúscula, na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao período pós-reprodutivo, observou-se que não houve interação entre o efeito dos genótipos e das gerações (Tabela 5). Os genótipos GSBTx399; GR1.1.1.1.1 e TX430 (IS x SC) reduziram significativamente o período pós-reprodutivo do inseto, apresentando, independentemente da geração, uma duração média de 7,2; 5,3 e 4,8 dias, respectivamente. Dessa forma, houve uma redução de 7,3 dias entre a duração mais longa, obtida para o genótipo

BRS303, em relação ao observado para o TX430 (IS x SC), que apresentou uma duração significativamente menor. Em termos de resistência, é interessante que o inseto apresente um período pós-reprodutivo mais curto, pois, dessa forma, ele permanece menos tempo se alimentando no hospedeiro e, conseqüentemente, causando menores danos à planta.

Em função da geração e independentemente do genótipo, verificou-se, para os indivíduos avaliados na primeira geração, um período pós-reprodutivo significativamente mais curto em relação à segunda geração, a qual foi de 9,2 dias, mostrando uma provável adaptação do inseto, uma vez que foram criados nos mesmos hospedeiros dos pais.

Para o ciclo total, observou-se que, embora os insetos tenham sido afetados pelos genótipos, não houve efeito das gerações (Tabela 6). Os menores períodos foram verificados para os pulgões criados nos genótipos GR1.1.1.1.1 e TX430 (IS x SC), com médias gerais de 22,6 e 20,0 dias, respectivamente. Numa posição intermediária ficaram os genótipos TX2567 e GSBTx399, cujo ciclo total médio foi, respectivamente, 26,3 e 25,6 dias. As maiores durações foram obtidas para os genótipos BRS303, GB3, IS2293 e TX430 (IS x SC), que não diferiram entre si e apresentaram médias de 32,4; 29,4; 28,8 e 28,8 dias, respectivamente. Assim, o ciclo total obtido para os genótipos GR1.1.1.1.1 e TX430 (IS x SC) foi cerca de 11 dias mais curto que o verificado para o híbrido comercial BRS303.

TABELA 6. Ciclo total ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis*, em duas gerações, em genótipos de sorgo. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Ciclo total (dias) / geração		Média geral
	1	2	
BRS303	32,7 $\pm$ 1,19	32,0 $\pm$ 2,07	32,4 a
GB3	28,3 $\pm$ 2,61	30,8 $\pm$ 2,06	29,4 a
IS2293	28,2 $\pm$ 1,45	29,5 $\pm$ 1,79	28,8 a
TX430 (GR)	26,9 $\pm$ 2,11	30,3 $\pm$ 1,94	28,8 a
TX2567	26,5 $\pm$ 1,68	26,2 $\pm$ 1,84	26,3 b
GSBTx399	25,1 $\pm$ 1,59	26,0 $\pm$ 1,49	25,6 b
GR1.1.1.1.1	22,7 $\pm$ 1,13	22,6 $\pm$ 1,87	22,6 c
TX430 (IS x SC)	17,0 $\pm$ 1,15	22,7 $\pm$ 2,54	20,0 c
Média geral	26,2 A	27,7 A	-
CV(%) <sup>2</sup>	-	-	22,8

<sup>1</sup>Erro padrão

<sup>2</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

A mortalidade e o desaparecimento de ninfas e adultos, do nascimento até o final do período reprodutivo, para a primeira geração (Tabela 7), foram menores para os genótipos BRS303 e IS2293, obtendo-se 93,3 % de pulgões em função do número inicial de insetos estudados, havendo a morte de apenas um indivíduo, mostrando, dessa forma, uma maior adaptação do pulgão a esses genótipos.

As maiores porcentagens de indivíduos mortos ou desaparecidos foram obtidas para os genótipos GR1.1.1.1.1 e TX430 (IS x SC), correspondendo a 40% para o primeiro e 80% para o segundo. Assim, para o GR1.1.1.1.1, observou-se o desaparecimento de uma ninfa e a morte de cinco adultos. Para o TX430 (IS x SC), apenas três indivíduos completaram o ciclo, sendo que sete ninfas morreram e duas desapareceram e, na fase adulta, dois indivíduos

morreram e um não foi encontrado. Assim, a menor sobrevivência observada para os pulgões criados nesses dois genótipos pode ser devida a uma menor adequação a esses hospedeiros, o que pode ser confirmado pelo maior período pré-reprodutivo, pela redução nos períodos reprodutivo e pós-reprodutivo (Tabelas 3 e 5), pela menor fecundidade (Tabela 4), pela redução do ciclo total (Tabela 6) e, ainda, pela maior percentagem de insetos mortos ou desaparecidos (Tabela 7).

TABELA 7. Número de ninfas e adultos de *Rhopalosiphum maidis* mortos (M) ou desaparecidos (D), em genótipos de sorgo, na primeira geração. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	N	Ninfa		Adulto		Morte acidental <sup>1</sup>	Total	(%) <sup>2</sup>
		M	D	M	D			
BRS303	15	0	0	1	0	0	1	93,3
GB3	15	0	0	3	1	0	4	73,3
IS2293	15	1	0	0	0	0	1	93,3
TX430 (GR)	15	1	0	1	1	0	3	80,0
TX2567	15	0	0	2	0	0	2	86,7
GSBTx399	15	0	0	1	1	0	2	86,7
GR1.1.1.1.1	15	0	1	5	0	1	6	60,0
TX430 (IS x SC)	15	7	2	2	1	0	12	20,0

<sup>1</sup>Não computado na porcentagem final

<sup>2</sup>Em relação ao número inicial de ninfas

De modo geral, o número de pulgões mortos ou desaparecidos na segunda geração (Tabela 8) foi semelhante aos resultados obtidos para a primeira, com exceção dos genótipos GR1.1.1.1.1 e TX430 (IS x SC), que mostraram um aumento no número de insetos que completaram o período reprodutivo. Para o GR1.1.1.1.1 houve uma redução de 50% no número de indivíduos mortos ou desaparecidos, em relação à primeira geração. De forma semelhante, o genótipo TX430 (IS x SC), que proporcionou a morte ou fuga de

12 indivíduos na primeira geração, causou uma redução para sete indivíduos. Esses resultados mostraram a ocorrência de uma adaptação dos pulgões, na segunda geração, quando criados no mesmo hospedeiro de seus progenitores.

TABELA 8. Número de ninfas e adultos de *Rhopalosiphum maidis* mortos (M) ou desaparecidos (D), em genótipos de sorgo, na segunda geração. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	N	Ninfa		Adulto		Morte acidental <sup>1</sup>	Total	(%) <sup>2</sup>
		M	D	M	D			
BRS303	15	0	0	2	1	0	3	80,0
GB3	15	1	0	2	1	2	4	73,3
IS2293	15	1	0	1	2	0	4	73,3
TX430 (GR)	15	0	0	1	0	0	1	93,3
TX2567	15	0	0	1	1	0	2	86,7
GSBTx399	15	0	0	1	2	0	3	80,0
GR1.1.1.1.1	15	0	0	3	0	0	3	80,0
TX430 (IS x SC)	15	0	0	3	4	1	7	53,3

<sup>1</sup>Não computado na porcentagem final

<sup>2</sup>Em relação ao número inicial de ninfas

O peso dos pulgões com quatro e oito dias de idade não diferiu significativamente em função dos genótipos avaliados (Tabela 9). Entretanto, a média geral constatada aos oito dias foi superior à obtida aos quatro dias, o que foi devido ao fato de, na segunda pesagem, os insetos estarem na fase adulta e, conseqüentemente, com maior peso.

Segundo Schuster & Starks (1973), um dos critérios utilizados para avaliar a antibiose são o aumento do período pré-reprodutivo, diminuição do período reprodutivo e ciclo total e, também, redução da capacidade reprodutiva dos insetos. Dessa forma, observou-se que os genótipos TX430 (IS x SC) e GR1.1.1.1.1 afetaram negativamente os aspectos biológicos desses afídeos, com relação a todos esses parâmetros, embora a discriminação relacionada ao período

pré-reprodutivo não tenha sido significativa. Observou-se também, para esses genótipos, maior número de mortes e desaparecimentos. Assim, conclui-se que esses materiais provavelmente apresentaram a antibiose como mecanismo de resistência ao pulgão *R. maidis*, embora, possivelmente, o mecanismo de não-preferência tenha influenciado os resultados (Capítulo 1). Portanto, esses genótipos poderiam ser utilizados em programas de manejo integrado desta praga do sorgo.

TABELA 9. Peso médio ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de *Rhopalosiphum maidis* aos quatro e oito dias, em genótipos de sorgo. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Peso (mg)		Média geral (mg)
	4 dias	8 dias	
IS2293	0,23 $\pm$ 0,02	0,33 $\pm$ 0,03	0,27 a
GB3	0,20 $\pm$ 0,01	0,30 $\pm$ 0,01	0,25 a
TX430 (IS x SC)	0,18 $\pm$ 0,02	0,30 $\pm$ 0,01	0,24 a
TX430 (GR)	0,21 $\pm$ 0,01	0,30 $\pm$ 0,02	0,25 a
BRS303	0,26 $\pm$ 0,02	0,29 $\pm$ 0,02	0,27 a
GSBTx399	0,24 $\pm$ 0,01	0,28 $\pm$ 0,02	0,26 a
GR1.1.1.1.1	0,23 $\pm$ 0,02	0,28 $\pm$ 0,01	0,25 a
TX2567	0,20 $\pm$ 0,02	0,26 $\pm$ 0,02	0,23 a
Média geral	0,22 B	0,29 A	-
CV (%) <sup>2</sup>	-	-	15,9

<sup>1</sup>Erro padrão

<sup>2</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

O genótipo GSBTx399 proporcionou uma redução no período pós-reprodutivo e no ciclo total e o TX2567 no período reprodutivo e no ciclo total, mostrando, também, uma ação deletéria sobre o inseto, porém, com efeito sobre somente alguns parâmetros biológicos. De um modo geral, os demais genótipos não afetaram, de forma significativa, a biologia do pulgão, sendo que o BRS303 mostrou uma tendência de maior adequabilidade ao afídeo, proporcionando maior produção de ninfas, maior sobrevivência e períodos reprodutivo, pós-reprodutivo e ciclo de vida mais longos.

Cruz (1986) e Cruz & Vendramin (1995), estudando a antibiose como mecanismo de resistência de genótipos de sorgo a *S. graminum*, observaram que, dentre os genótipos avaliados nesse trabalho, o TX430 (GR), GSBTx399 e IS2293 apresentaram a antibiose como mecanismo de resistência ao afídeo, embora a não-preferência possa ter influenciado os resultados. Dessa forma, observou-se, nesse trabalho, que os dois primeiros genótipos afetaram, em diferentes intensidades, a biologia do pulgão *R. maidis*. Entretanto, o IS2293 mostrou-se suscetível a esse afídeo, evidenciando que, fatores que conferem à planta resistência a uma determinada espécie de pulgão, podem ser inócuos à outra.



## **6 Conclusões**

- Independente do hospedeiro, o número de ínstars foi, de modo geral, constante, com a maioria dos indivíduos apresentando quatro estádios, ocorrendo raramente indivíduos com cinco.
- Antibiose e não-preferência possivelmente atuam simultaneamente para os genótipos TX430 (IS x SC) e GR1.1.1.1.1.
- O genótipo BRS303 foi o hospedeiro mais adequado ao pulgão, por permitir maior produção de ninfas, maior sobrevivência e períodos reprodutivo, pós-reprodutivo e ciclo de vida mais longos.

## 7 Referências Bibliográficas

ASSIS JUNIOR, S. L. *Eucaliptus urophylla* como alimento suplementar do predador *Supputius cincticeps* Stal, 1860 (Heteroptera: Pentatomidae). 1995. 73 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRANSON, F. B.; ORTMAN, E. E. Biology of laboratory-reared corn leaf aphids, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae). *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, v. 60, n. 5, p. 1118-1119, Oct. 1967.

CARTIER, J. J.; PAINTER, R. H. Differential reactions of two biotypes of the corn leaf aphid to resistant and susceptible varieties, hybrids and selections of sorghums. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 49, n. 4, p. 498-508, Aug. 1956.

CRUZ, I. Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão-verde *Schizaphis gramimun* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). 1986. 222 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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, I; VENDRAMIM, J. D. Efeito de diferentes genótipos de sorgo resistentes no desempenho do pulgão-verde, *Schizaphis gramimun* Rond. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 24, n. 2, p. 253-263, ago. 1995.

EL-IBRASHY, M. T.; EL-ZIADY, S.; RIAD, A. A. Laboratory studies on the biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 15, n. 2, p. 166-174, 1972.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

REZENDE, M. A. A.; CRUZ, I. Biologia do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Homoptera: Aphididae) em sorgo e milho, em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12.; ENCONTRO SOBRE MOSCAS DAS FRUTAS, 2. 1989, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SEB, 1989. p. 08.

SCHUSTER, D. J.; STARKS, K. J. Greenbugs: components of host-plant resistance in sorghum. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 66, n. 5, p. 1131-1134, Oct. 1973.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

TEETES, G. L. Overview of pest management and host plant resistance in US sorghum. In: FREDERIKSEN, R. A.; NILES, G. A.; TEETES, G. L. (Ed.). **Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plants**. Texas, 1979. p. 181-223.

TEETES, G. L. Breeding sorghum resistant to insects. In: MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding plants resistant to insects**. New York, 1980. 683 p.

VANDERLIP, R. L.; REEVES, H. E. Growth stages of sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 64, n. 1, p. 6-13, Jan./Feb. 1972.

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

## CAPÍTULO 5

### RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SORGO AO PULGÃO *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): III. EFEITO NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA<sup>1</sup>

#### 1 Resumo

O objetivo desse trabalho foi estudar, em casa de vegetação, a tolerância como mecanismo de resistência do sorgo ao pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), em experimentos conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. Oito genótipos de sorgo, sendo sete de resistência conhecida ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) e a cultivar comercial BRS303, foram semeados em uma densidade de três sementes por vaso com capacidade para 5 Kg de solo. Após a emergência, realizou-se um desbaste deixando-se apenas uma planta, que foi coberta por uma gaiola cilíndrica, revestida com "voil". Aos onze dias após o plantio, metade dos vasos contendo cada genótipo foi infestada com 25 pulgões adultos por planta, enquanto a outra metade foi utilizada como tratamento testemunha, avaliando-se, semanalmente, a altura e o peso fresco e seco entre plantas infestadas e não-infestadas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em parcela subdividida, alocando-se nas parcelas os genótipos e nas subparcelas os períodos de avaliação, com 10 repetições. Observou-se que os genótipos GR1.1.1.1.1, BRS303, IS2293, GSBTx399, TX430 (GR) e TX2567 apresentaram a tolerância como mecanismo de resistência, embora esta tenha sido mais evidente nos três primeiros.

Palavras-chave: *Sorghum*, pulgão-do-milho, método de controle, resistência de plantas a insetos.

---

<sup>1</sup> Orientador: César Freire Carvalho – UFLA.

## 2 Abstract

### RESISTANCE OF SORGHUM GENOTYPES TO THE APHID *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): III. EFFECT IN PLANT DEVELOPMENT<sup>1</sup>

The objective of this work was to investigate in greenhouse, tolerance as a resistance mechanism of sorghum to the aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) in experiments conducted in the National Corn and Sorghum Research Center of EMBRAPA, at Sete Lagoas, MG, Brazil. Eight sorghum genotypes, seven of the being of known resistance to the aphid *Schizaphis graminum* (Rondani) and the commercial cultivar BRS303, were sown at a density of three seeds per pot with a capacity for 5 kg of soil. After emergence, a thinning was accomplished leaving only one plant, which was covered with a cylindrical cage, "voil"-coated. At eleven days from planting, a half of the pots was infested with 25 adult aphids per plant, whereas the other half was utilized as the check treatment, evaluating weekly the height and fresh and dry weight between the infested and non-infested plants. The experimental design was the one completely randomized in split plot by allocating in the plots the genotypes and in the subplots the evaluation periods with ten replicates. It was found that genotypes GR 1.1.1.1.1, BRS303, IS2293, GSBTx399, TX430 (GR) and TX2567 presented tolerance as a resistance mechanism, though it had been more marked in the three first ones.

Key words: *Sorghum*, corn aphid, control method, resistance of plants to insects.

---

<sup>1</sup> Adviser: César Freire Carvalho – UFLA.



### 3 Introdução

O pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) é encontrado em praticamente todas as regiões temperadas e tropicais do mundo, tendo como principais plantas hospedeiras o sorgo, a cevada e o milho. No Brasil, ocorre principalmente em regiões onde se cultivam o sorgo e o milho "safrinha", causando danos econômicos (Goussain, 2001). Segundo Cruz *et al.* (1997), esses insetos desenvolvem-se em colônias, principalmente nos pontos de crescimento, como cartucho, pendão e gemas florais. São responsáveis pela sucção da seiva, além de proporcionar o desenvolvimento da fumagina e serem vetores de viroses, como o mosaico.

Dentre os vários métodos que podem ser empregados para o controle de pragas, a utilização de cultivares resistentes tem se destacado como um método eficaz e prático (Lara, 1991). Uma planta apresenta a tolerância como mecanismo de resistência quando é menos danificada em relação a outras, sob um mesmo nível de infestação por uma determinada praga, sem afetar o comportamento ou a biologia da espécie fitófaga. Assim, pode-se dizer que é uma planta que possui a capacidade de suportar o ataque da praga, quer seja através de regeneração dos tecidos destruídos, emissão de ramos ou perfilhos, ou por outro meio qualquer, de forma que o ataque não chegue a provocar queda significativa na quantidade e qualidade de sua produção. Esse mecanismo de resistência depende exclusivamente da planta e não atua sobre o inseto (Horber, 1980; Tingey, 1986; Lara, 1991; Reese *et al.*, 1994).

Segundo Reese *et al.* (1994), a tolerância apresenta algumas vantagens em relação aos mecanismos de antibiose e não-preferência. Primeiramente, devido ao fato de ser uma resposta da planta, não afeta o comportamento, reprodução ou desenvolvimento do inseto, não exercendo, portanto, pressão de

seleção, o que pode ocorrer com a antibiose e a não-preferência. Essa característica é de fundamental importância para o desenvolvimento de cultivares resistentes a afídeos, insetos que apresentam uma grande capacidade de desenvolverem biótipos capazes de "quebrar" um determinado mecanismo de resistência de uma planta. Uma segunda vantagem é que a tolerância não apresenta nenhum efeito deletério sobre os inimigos naturais das pragas, o que pode ocorrer com a antibiose e não-preferência. Assim, esse mecanismo de resistência pode ser importante na manutenção de populações de predadores e parasitóides, porque, além de não afetar diretamente esses organismos, não reduz a população de suas presas e hospedeiros. Outra vantagem desse mecanismo seria a possibilidade de aumento do nível de dano econômico, atrasando ou reduzindo o controle químico da praga. Entretanto, segundo Teetes (1980) e Reese *et al.* (1994), a tolerância apresenta como desvantagem a dificuldade de separá-la da antibiose e não-preferência e, ainda, de quantificá-la com precisão, devido principalmente ao fato de ser mais afetada pela temperatura, sendo reduzida ou mesmo anulada sob condições térmicas mais baixas (Wood Jr. & Starks, 1972; Schweissing & Wilde, 1979; Tingey & Singh, 1980).

De acordo com Starks *et al.* (1983); Webster *et al.* (1987) e Webster *et al.* (1991), a tolerância é definida em função da produção, e, portanto, é a planta, e não o inseto, que deve ser medida. Assim, uma das técnicas para quantificar e separar a tolerância da antibiose é a utilização de um número fixo de insetos, adicionando-os ou removendo-os, diariamente, de maneira a manter uma população sempre constante. Entretanto, essa técnica limita o número de plantas que podem ser observadas em um intervalo de tempo, em função da mão-de-obra envolvida (Webster *et al.*, 1991; Reese *et al.*, 1994). Outros métodos para quantificar a tolerância a afídeos, em sorgo, incluem índices que consideram a relação entre o peso de plantas infestadas e não infestadas, além do número de



insetos obtidos no final de um período de tempo (Dixon *et al.*, 1990; Inayatullah *et al.*, 1990). Também tem sido utilizada a diferença nos danos (Starks *et al.*, 1983), perda em área foliar (Schweissing & Wilde, 1979) e diferença em altura entre plantas infestadas e não-infestadas (Schuster & Starks, 1973).

Assim, considerando as possibilidades de utilização da tolerância como mecanismo de resistência do sorgo a afídeos, especialmente ao pulgão *R. maidis*, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de populações do pulgão sobre o desenvolvimento de oito genótipos de sorgo.

#### 4 Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, empregando-se os genótipos BRS303; GB3; GR1.1.1.1.1; GSBTx399; IS2293; TX2567; TX430 (GR) e TX430 (IS x SC), sendo o primeiro, um híbrido comercial e os demais, apresentando um ou mais mecanismos de resistência ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), conforme Cruz (1986).

Inicialmente, determinou-se o número de pulgões necessários para provocar um dano significativo em plantas suscetíveis, conforme a metodologia proposta por Cruz (1986). O experimento para esse fim foi conduzido com o híbrido comercial BR304, plantado em vinte vasos de 20 cm de diâmetro e 25 cm de altura, com capacidade para 5 Kg de solo, adubado com NPK na formulação 04-14-08 + Zn, na proporção de 3 Kg/1000 Kg de solo, conforme análise de solo.

Onze dias após o plantio, foram liberados 5, 10, 15, 20 e 25 pulgões adultos e ápteros por vaso, que continha uma só planta. O tratamento testemunha consistiu de plantas não infestadas. Cada unidade foi coberta por uma gaiola

cilíndrica feita com armação de arame com 20 cm de diâmetro e 40 cm de altura, envolta por um tecido fino ("voil"). Após a infestação, foram feitas observações diárias em cada planta, retirando-se ninfas produzidas e repondo os pulgões adultos mortos ou desaparecidos, de modo a manter a população inicial. Determinou-se a altura das plantas, considerando-se a distância entre a sua base e o ápice da folha mais longa. As avaliações foram iniciadas no dia da infestação e, posteriormente, a intervalos semanais, até a constatação de uma diferença significativa entre as parcelas não infestadas e pelo menos uma parcela infestada, conforme metodologia adaptada por Cruz (1986).

Os resultados obtidos permitiram conduzir o experimento visando a conhecer o mecanismo de resistência por tolerância nos diferentes genótipos. Para esse teste, três sementes de cada genótipo foram plantadas em vasos, como descrito anteriormente, sendo que após a emergência, foi realizado um desbaste deixando-se uma planta por vaso. Cada unidade foi coberta com o mesmo tipo de gaiola usada no ensaio preliminar e, onze dias após o plantio, metade dos vasos, de cada genótipo, foi infestada com a densidade de pulgões escolhida com base nos resultados do experimento inicial, ou seja, 25 pulgões/planta, enquanto na outra metade, considerada como testemunha, não foi feita liberação, permitindo-se comparar o desenvolvimento da planta na presença e ausência do afídeo. De forma semelhante e com o mesmo objetivo do experimento preliminar, procedeu-se à retirada de ninfas e à reposição de adultos. A avaliação da altura das plantas foi semelhante à descrita anteriormente, sendo a última realizada aos 21 dias após a liberação. Calculou-se o crescimento porcentual das plantas, computando-se o valor do acréscimo no comprimento de cada genótipo infestado em relação ao acréscimo médio no comprimento das plantas não-infestadas.

Com o objetivo de se comparar o peso fresco e seco de genótipos infestados e não-infestados, após a última avaliação, realizada aos 21 dias, as

plantas foram cortadas rente ao solo e acondicionadas individualmente em sacos de papel, levadas para o laboratório e imediatamente pesadas a fim de se obter o peso fresco. Logo após, os genótipos foram colocados em estufa a 70 °C e mantidos por um período de 72 horas, sendo novamente pesados, obtendo-se o peso seco.

As condições de temperatura e umidade relativa durante os ensaios foram registradas por um termohigrógrafo colocado próximo ao experimento e em local protegido da incidência direta de raios solares. As determinações médias diárias da temperatura e umidade relativa do ar foram feitas empregando-se a metodologia citada em Climanálise (1998), por meio das fórmulas descritas no Capítulo 2, pág. 46.

O fotoperíodo não foi controlado, entretanto, segundo o Setor de Climatologia da EMBRAPA/CNPMS, na época e local dos estudos foi de aproximadamente 14 horas de luz. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sob esquema de parcela subdividida, alocando-se nas parcelas os genótipos e nas subparcelas os tempos de avaliação, com dez repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade (Scott & Knott, 1974).

## **5 Resultados e Discussão**

Observou-se que, de um modo geral, o incremento na altura das plantas foi progressivamente reduzido de acordo com o aumento na densidade de insetos liberados, variando de 29,6 cm em plantas não infestadas a 23,5 cm na densidade de 25 pulgões, na qual ocorreu uma redução porcentual de 79,4% em relação à testemunha (Tabela 1). Em função dos resultados obtidos, foi utilizado para os

experimentos, visando determinar o mecanismo de resistência por tolerância, a densidade de 25 pulgões/planta.

TABELA 1. Incremento<sup>1</sup> na altura ( $\pm$  EP)<sup>2</sup> da cultivar de sorgo BR304, sete dias após infestação por adultos de *Rhopalosiphum maidis* em diferentes densidades. Temperatura de  $28,5 \pm 9,8$  °C, UR de  $78 \pm 14\%$ . CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Densidade de pulgão/planta	Incremento na altura (cm)	%
0	29,6 $\pm$ 0,70 a	100,0
5	27,1 $\pm$ 1,31 a	91,5
10	28,7 $\pm$ 0,82 a	96,9
15	26,9 $\pm$ 0,94 a	90,9
20	27,2 $\pm$ 1,35 a	91,9
25	23,5 $\pm$ 0,92 b	79,4
CV(%) <sup>3</sup>	11,1	-

<sup>1</sup>Diferença entre o comprimento no dia da avaliação e no dia da infestação.

<sup>2</sup>Erro padrão

<sup>3</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados referentes ao crescimento porcentual de cada genótipo em relação a plantas não infestadas, evidenciaram, na primeira avaliação, realizada no sétimo dia após a infestação, que os genótipos mais tolerantes foram o GR1.1.1.1.1, GSBTx399, IS2293 e TX430 (GR), os quais diferiram significativamente dos demais, com crescimentos porcentuais de 89,8; 67,9; 72,1 e 78,8%, respectivamente (Tabela 2). Na segunda avaliação, aos 14 dias após a infestação, os genótipos GR1.1.1.1.1 e IS2293 apresentaram um crescimento porcentual de cerca de 83,3 e 83,5%, respectivamente. Os genótipos BRS303, GSBTx399, TX430 (GR) e TX2567 mostraram crescimentos intermediários,

sendo as menores taxas obtidas para o TX430 (IS x SC) e GB3, correspondendo a 32,6 e 22,1%, respectivamente. Na última avaliação, realizada aos 21 dias após a infestação, esses dois genótipos foram os únicos a se diferenciarem dos demais, com crescimento médio de 34,4 e 22,9%, respectivamente. Dessa forma, um desenvolvimento mais próximo ao verificado em plantas não-infestadas foi observado nos genótipos GR1.1.1.1.1, BRS303, GSBTx399, IS2293, TX430 (GR) e TX2567, estando o mecanismo de tolerância provavelmente presente nesses materiais.

TABELA 2. Crescimento porcentual ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> de genótipos de sorgo infestados com 25 adultos de *Rhopalosiphum maidis*, em relação a plantas não infestadas, em função do tempo de avaliação. Temperatura de  $27,9 \pm 7,7$  °C, UR de  $84 \pm 12\%$ . CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Genótipos	Período de avaliação (dias)		
	7	14	21
GR1.1.1.1.1	89,8 $\pm$ 4,82 aA	83,3 $\pm$ 9,79 aA	82,1 $\pm$ 10,69 aA
BRS303	37,5 $\pm$ 8,11 bB	51,2 $\pm$ 8,84 bB	74,6 $\pm$ 11,23 aA
GSBTx399	67,9 $\pm$ 8,39 aA	57,2 $\pm$ 7,43 bA	71,8 $\pm$ 8,84 aA
IS2293	72,1 $\pm$ 9,56 aA	83,5 $\pm$ 6,95 aA	71,6 $\pm$ 10,26 aA
TX430 (GR)	78,8 $\pm$ 8,48 aA	42,6 $\pm$ 12,46 bB	70,2 $\pm$ 19,77 aA
TX2567	59,0 $\pm$ 6,88 bA	45,2 $\pm$ 11,37 bA	58,7 $\pm$ 5,71 aA
TX430 (IS x SC)	56,0 $\pm$ 9,63 bA	32,6 $\pm$ 7,88 cB	34,4 $\pm$ 9,89 bB
GB3	38,0 $\pm$ 6,64 bA	22,1 $\pm$ 6,92 cA	22,9 $\pm$ 8,15 bA
CV (%) <sup>2</sup>	39,7	52,4	56,3

<sup>1</sup>Erro padrão

<sup>2</sup>Coefficiente de variação

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Cruz (1986) e Cruz & Vendramim (1998), estudando, em casa de vegetação, a resistência do sorgo ao pulgão *S. graminum*, verificaram que os genótipos TX2567, GR1.1.1.1.1, TX 430 (GR) e GB3 apresentaram tolerância a esse inseto. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos nesse trabalho, com exceção do genótipo GB3 que se mostrou suscetível.

De um modo geral, verificou-se que houve interação entre genótipos e períodos de avaliação (Tabela 2). O híbrido comercial BRS303, estando entre os genótipos que mostraram os menores percentuais de crescimento na primeira avaliação, recuperou-se até ficar entre aqueles que apresentaram as maiores porcentagens, principalmente na última avaliação. Esse comportamento mostra uma maior susceptibilidade da planta ao inseto nos primeiros sete dias de seu desenvolvimento e uma maior capacidade de recuperação nos estádios posteriores. Os genótipos GR1.1.1.1.1, GSBx399, IS2293, TX2567 e GB3 mantiveram uma taxa de crescimento constante nos diferentes períodos de avaliação.

Embora no genótipo TX430 (GR) a taxa de crescimento tenha sido reduzida significativamente, na avaliação realizada aos 14 dias após a infestação, observou-se uma recuperação na avaliação realizada aos 21 dias, com 70,2%, ficando entre os mais tolerantes ao inseto. O genótipo TX430 (IS x SC) mostrou uma redução gradativa de seu crescimento porcentual a partir da primeira avaliação, evidenciando susceptibilidade ao afídeo durante o período avaliado.

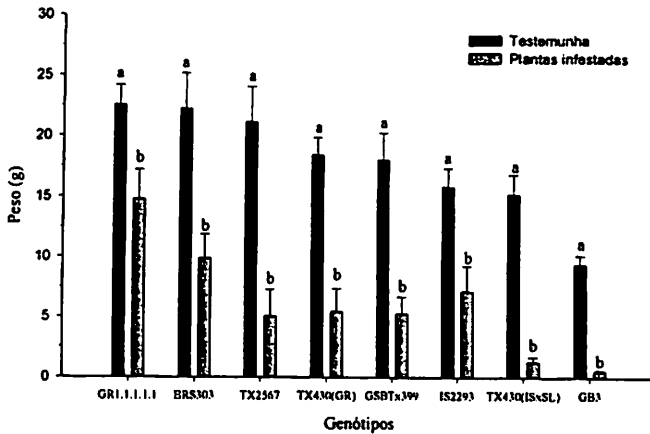


FIGURA 1. Peso fresco ( $\pm$  EP) de genótipos de sorgo infestados com 25 adultos de *Rhopalosiphum maidis* em relação a plantas não infestadas, aos 21 dias após a infestação. Médias dos tratamentos com diferenças significativas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. CNPMS, Sete Lagoas, 2001.

Observou-se que o peso fresco de plantas infestadas e não infestadas, diferiu significativamente em todos os genótipos estudados, mostrando que embora alguns possam ter sido mais tolerantes, todos foram afetados negativamente pelo pulgão quando submetidos a uma densidade de 25 insetos/planta (Figura 1). Os pesos obtidos para plantas dos genótipos GR1.1.1.1.1; BRS303 e IS2293 infestadas com *R. maidis* foram os que mais se aproximaram da testemunha, mostrando ser os mais tolerantes ao pulgão. Esses resultados estão de acordo com os apresentados na Tabela 2, onde é evidenciado que esses materiais estão entre os que apresentaram maior crescimento porcentual. As maiores diferenças entre o peso fresco de plantas infestadas e a

testemunha foram observadas para os genótipos TX430 (IS x SC) e GB3, mostrando ser os mais afetados pela presença do pulgão, reduzindo a produção de matéria verde e, conseqüentemente, o peso.

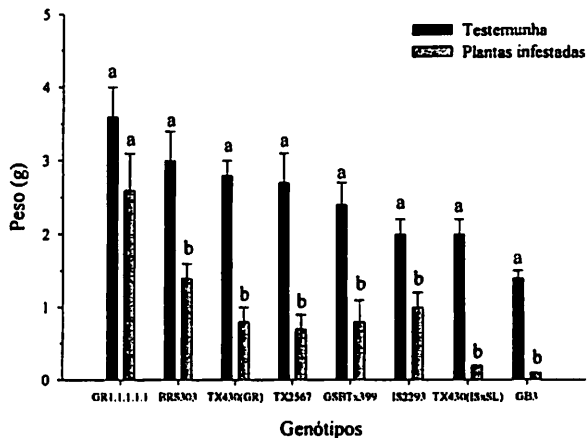


FIGURA 2. Peso seco ( $\pm$  EP) de genótipos de sorgo infestados com 25 adultos de *Rhopalosiphum maidis* em relação a plantas não infestadas, aos 21 dias após a infestação. Médias dos tratamentos com diferenças significativas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. CNPMS, Sete Lagoas, 2001.

De uma maneira geral, os resultados obtidos para o peso seco de plantas infestadas e não infestadas evidenciaram uma resposta semelhante à obtida para o peso fresco (Figura 2). Entretanto, observou-se que o genótipo GR1.1.1.1.1 não mostrou diferença significativa entre o peso seco de plantas infestadas e não-infestadas, sendo de 2,6 e 3,6 g, respectivamente, evidenciando ser, entre os



genótipos estudados, o que menos teve a produção de matéria verde reduzida pelo ataque do pulgão *R. maidis*.

Em função do crescimento porcentual e produção de biomassa, os genótipos GR1.1.1.1.1, BRS303, IS2293, GSBTx399, TX430 (GR) e TX2567 apresentaram tolerância como mecanismo de resistência, embora essa tenha sido mais evidente para o primeiro.

## **6 Conclusões**

- O pulgão *R. maidis* afetou o crescimento e o peso dos genótipos de sorgo estudados.
- Os genótipos GR1.1.1.1.1, BRS303, IS2293, GSBTx399, TX430 (GR) e TX2567 apresentaram-se tolerantes ao pulgão *R. maidis*.
- Os genótipos GB3 e TX430 (IS x SC) foram os mais suscetíveis ao pulgão, com base no crescimento porcentual e produção de biomassa.

## 7 Referências Bibliográficas

CLIMANÁLISE: Boletim de monitoramento e Análise Climática. Cachoeira Paulista - SP, v. 13, n. 6, p. 45, 1998.

CRUZ, I. Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). 1986. 222 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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, I; VENDRAMIM, J. D. Tolerância como mecanismo de resistência de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 141-148, mar. 1998.

DIXON, A. G. O.; BRAMEL-COX, P. J.; REEVE, J. C.; HARVEY, T. L. Mechanisms of resistance and their interactions in twelve sources of resistance to biotype E greenbug (Homoptera: Aphididae) in sorghum. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 83, n. 1, p. 234-240, Feb. 1990.

GOUSSAIN, M. M. Efeito da aplicação do silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e do pulgão-da-folha *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). 2001. 64 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

INAYATULLAH, C.; WEBSTER, J. A.; FARGO, W. S. Index measuring plant resistance to insects. *Entomologist*, London, v. 109, n. 3, p. 146-152, Sept. 1990.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

HORBER, E. Types and classification of resistance. In: FOWDEN, F. G.; JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley & Sons, 1980. p. 87-113.

REESE, J. C.; SCHWENKE, J. R.; LAMONT, P. S.; ZEHR, D. D. Importance and quantification of plant tolerance in crop pest management programs for aphids: greenbug resistance in sorghum. *Journal of Agricultural Entomology*, Clemson, v. 11, n. 3, p. 255-270, July 1994.

SCHUSTER, D. J.; STARKS, K. J. Greenbugs: components of host-plant resistance in sorghum. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 66, n. 5, p. 1131-1134, Oct. 1973.

SCHWEISSING, F. C.; WILDE, G. Temperature and plant nutrient effects on resistance of seedling sorghum to the greenbug. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 72, n. 1, p. 20-23, 1979.

SCOTT, A. J., KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

STARKS, K. J.; BURTON, R. L.; MERKLE, O. G. Greenbugs (Homoptera: Aphididae) plant resistance in small grain and sorghum to biotype E. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, n. 4, p. 877-880, 1983.

TEETES, G. L. Breeding sorghum resistant to insects. In: MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding plants resistant to insects**. New York, 1980. 683 p.

TINGEY, W. M. Techniques for evaluating plant resistance to insects. In: MILLER, J. R.; MILLER, T. A. (Ed.). **Insect-plant interactions**. New York: Springer-Verlag, 1986. p. 251-284.

TINGEY, W. M.; SINGH, S. R. Environmental factors influencing the magnitude and expression of resistance. In: FOWDEN, F. G.; JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley & Sons, 1980. p. 87-113.

WEBSTER, J. A.; STARKS, K. J.; BURTON, R. L. Plant resistance studies with *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae), a new United States wheat pest. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 80, n. 4, p. 944-949, 1987.

WEBSTER, J. A.; BAKER, C. A.; PORTER, D. R. Detection and mechanisms of russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) resistance in barley. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 84, n. 2, p. 669-667, Apr. 1991.

WOOD Jr., E. A.; STARKS, K. J. Effect of temperature and host plant interaction on the biology of three biotypes of the greenbug. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 1, n. 2, p. 230-234, Apr. 1972.

## CAPÍTULO 6

### **INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE A CAPACIDADE PREDATÓRIA E BIOLOGIA DAS FASES IMATURAS DE *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) ALIMENTADA COM *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae)<sup>1</sup>**

#### **1 Resumo**

Avaliou-se o consumo, alguns aspectos biológicos e as exigências térmicas das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentadas com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) em experimentos conduzidos em câmaras climatizadas reguladas a 15, 20, 25 e 30 ± 1 °C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quinze repetições. Observou-se que a duração de todas as fases do desenvolvimento do crisopídeo foi decrescente com o aumento da temperatura, sendo os menores períodos observados a 30 °C. Em todas as condições estudadas, a capacidade predatória aumentou em função do desenvolvimento larval, apresentando um maior consumo no terceiro instar. Na fase larval foram consumidos, a 15 °C, 317,4 pulgões, a 20 e 25 °C, 351,0 e 347,5 afídeos, respectivamente, reduzindo para 301,3, a 30 °C. As viabilidades encontradas para os três instares, pré-pupa, pupa e fase de larva foram de 100% nas temperaturas de 20 e 25 °C, sendo, portanto, a faixa ideal para o desenvolvimento desse crisopídeo. A temperatura-base (T<sub>b</sub>) e a constante térmica (K) variaram de acordo com o estágio de desenvolvimento, sendo que para o ciclo de ovo a adulto, corresponderam a 10,7 °C e 377,8 graus-dia, respectivamente.

**Palavras-chave:** Crisopídeo, temperatura, exigências térmicas, pulgão-do-milho, controle biológico.

---

<sup>1</sup> Orientador: César Freire Carvalho – UFLA.

## 2 Abstract

### **INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE PREDATORY CAPACITY AND BIOLOGY OF THE IMMATURE STAGES OF *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) FED ON *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae)<sup>1</sup>**

The objective was to evaluate the effect of temperature on food consumption and biology of the immature stages of *Chrysoperla externa* (Hagen) fed on *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). The experiments were undertaken in acclimatized chambers regulated at 15, 20, 25 and 30 ± 1 °C, RH 70 ± 10% and 12-hour photophase. The experimental design was completely randomized with four treatments and fifteen replicates. It was found that the duration of all phases of the development of the green lacewing was decreasing with the increase of temperature, the shortest periods being observed at 30 °C. Under all the conditions studied, predatory capacity increased in terms of the larval development, presenting a greater consumption in the third instar. In the larval stage were consumed 317.4 aphids at 15 °C, 351.0 at 20 °C and 347.5 at 25 °C, falling to 301.3 at 30 °C. The survival rates found for the three instars, pre-pupa, pupa and larva were of 100% at the temperatures of 20 and 25 °C. These temperatures were the ideal range for the development of that chrysopid. The base-temperature (T<sub>b</sub>) and thermal constant (K) ranged according to the developmental stage, for the egg to adult cycle, of 10.7 °C and 377.8 day-degrees, respectively.

**Key words:** Green lacewing, temperature, thermal requirements, corn aphid, biological control.

---

<sup>1</sup> Adviser: César Freire Carvalho – UFLA.

### 3 Introdução

O pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) era, há pouco tempo, considerado uma praga secundária do milho e do sorgo, porém, com o plantio fora da época normal, chamada "safrinha", esses insetos têm ocorrido em altas densidades populacionais. Nessas culturas ocasiona danos diretos pela sucção da seiva e indiretos pela transmissão de viroses e redução da capacidade fotossintética da planta, ocasionada pela fumagina que se desenvolve no "honeydew" produzido pelo inseto (Gahukar, 1993; Goussain, 2001).

O desenvolvimento de métodos alternativos de controle que minimizem o emprego de produtos fitossanitários, vem sendo empregado visando a reduzir o impacto desses produtos no ambiente. Vários autores (Núñez, 1988; Alburquerque *et al.*, 1994; Carvalho & Ciociola, 1996) têm citado, como alternativa ao controle químico de insetos-praga, o uso de inimigos naturais, como, por exemplo, o crisopídeo *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), um importante predador de várias espécies de artrópodes em diversos agroecossistemas e que apresenta um grande potencial para utilização em controle biológico.

Freqüentemente, o número desses predadores presentes em condições naturais é insuficiente para fornecer um nível adequado de controle de pragas, tornando-se necessária sua criação massal para posterior liberação de ovos e larvas (Hassan *et al.*, 1985; Hagley, 1989). Portanto, estudos envolvendo a biologia e a interação predador: presa são necessários a fim de fornecer subsídios para que programas eficazes de controle possam ser desenvolvidos.

Dessa forma, considerando-se a potencialidade de *C. externa* e as possibilidades de sua utilização no controle do pulgão *R. maidis*, o objetivo deste trabalho foi estudar alguns aspectos biológicos, a capacidade predatória e



as exigências térmicas das fases imaturas desse crisopídeo alimentado com esse afídeo, em diferentes temperaturas.

#### 4 Material e Métodos

Os experimentos foram iniciados individualizando-se 15 ovos recém-depositados em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura vedados com pvc laminado, perfurados com alfinete para aeração e mantidos em câmaras climatizadas a 15, 20, 25 e  $30 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com os tratamentos representados pelas quatro temperaturas em 15 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial.

Os pulgões foram criados em folhas do sorgo granífero cultivar BRS303, obtidas de plantas com aproximadamente 80 cm de altura, utilizando-se a metodologia preconizada na metodologia geral (Capítulo 1, pág. 20). Visando ao fornecimento de um tamanho padronizado das presas, colocaram-se cerca de doze pulgões adultos em cada seção foliar de sorgo. Após dois dias, esses insetos foram retirados, permanecendo somente as ninfas de primeiro e segundo ínstars, as quais, dois dias após, já no terceiro e quarto ínstars, foram utilizadas como alimento para as larvas do crisopídeo.

A capacidade predatória de *C. externa* foi avaliada fornecendo-se diariamente 15, 30 e 120 ninfas do pulgão para cada instar, respectivamente. A densidade de afídeos utilizada foi determinada através de um ensaio preliminar efetuado a  $25 \pm 1$  °C, com 10 repetições, objetivando-se o fornecimento de um número médio de pulgões superior à capacidade de consumo diário em cada estágio. Os pulgões predados foram contados diariamente e retirados juntamente com os sobreviventes, fornecendo-se, após a limpeza dos recipientes de criação,

o mesmo número de presas, procedimento que foi realizado até o término do período larval.

As observações foram realizadas diariamente, avaliando-se a duração do período embrionário, duração e viabilidade de cada ínstar, da fase de larva, das fases de pré-pupa, pupa e do período de ovo a adulto.

Para determinação das exigências térmicas, empregaram-se os dados biológicos obtidos para *C. externa*, determinando-se a temperatura base ( $T_b$ ) em °C e a constante térmica ( $K$ ), expressa em graus dia (GD), para o período embrionário, fase larval e o período de ovo a adulto. Para isso, utilizou-se a metodologia proposta por Bean (1961), Haddad & Parra (1984) e Haddad *et al.* (1999), a qual baseia-se na expressão da hipérbole e sua recíproca.

A constante térmica ( $K$ ) foi calculada pela fórmula  $K = D(T - T_b)$ , em que  $K$  é a constante térmica expressa em graus dia (GD);  $D$  é o tempo para completar o desenvolvimento em dias;  $T$  a temperatura ambiente em °C e  $T_b$  a temperatura base (Wigglesworth, 1972).

## 5 Resultados e Discussão

### Fase de ovo

O período embrionário foi maior em temperaturas mais baixas, sendo de 15,1 dias a 15 °C. A 20 °C verificou-se uma redução superior a 50% na duração, com uma média de 7,0 dias. Uma menor variação na velocidade do desenvolvimento foi obtida a 25 e 30 °C, com durações de 4,2 e 3,0 dias, respectivamente. Esses resultados permitiram ajustar uma equação de segundo grau entre a duração do período embrionário e a temperatura (Figura 1), evidenciando a redução desse período em função do aumento desse fator.

Resultados semelhantes foram obtidos por Figueira (1998), Maia (1998) e Fonseca *et al.* (2001), os quais, trabalhando com essa mesma espécie de crisopídeo, verificaram períodos embrionários maiores em temperaturas mais baixas, os quais reduziram sob condições térmicas mais elevadas. Esses pesquisadores também constataram, na faixa de 15 a 21 °C, uma maior variação no desenvolvimento, ao passo que a 24, 27 e 30 °C observou-se uma tendência à estabilização. Outras pesquisas conduzidas com *C. externa* mostraram pouca variação na duração do período embrionário, como, por exemplo, aquelas desenvolvidas por Aun (1986) e por Ribeiro (1988) os quais, estudando a duração dessa fase de desenvolvimento, obtiveram a 25 °C, uma duração média de 4,2 dias.

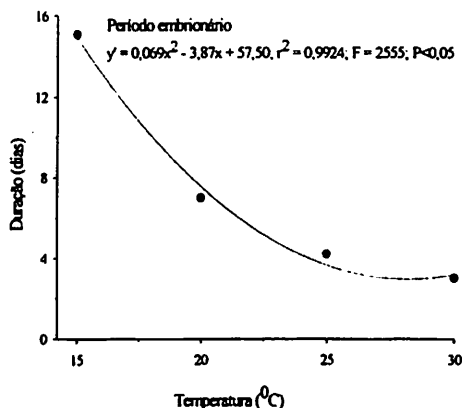


FIGURA 1. Curva de regressão ajustada para a duração do período embrionário de *Chrysoperla externa* em função da temperatura. UR 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

### Fase de larva

A duração de cada ínstar e da fase larval foi afetada significativamente pela temperatura, constatando-se um aumento na velocidade de desenvolvimento quando as larvas foram mantidas em condições térmicas mais elevadas (Tabela 1 e Figura 2).

De um modo geral, observou-se que o segundo ínstar teve uma duração inferior aos demais, sendo que a 15 °C essa diferença foi mais pronunciada, correspondendo a cerca de 2,3 dias em relação ao primeiro e terceiro estádios. Comportamento semelhante foi observado por Maia (1998), para essa mesma espécie de crisopídeo alimentada com o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani,

1852) que, a 15 °C, apresentou uma duração de 15,2; 10,5 e 13,9 dias, para os três instares, respectivamente.

TABELA 1. Duração (D) em dias ( $\pm$  EP) e viabilidade (V) em % dos três instares e fase larval de *Chrysoperla externa* alimentada com *Rhopalosiphum maidis* em diferentes temperaturas. UR 70  $\pm$  10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Temperaturas (°C)	1º instar		2º instar		3º instar		Fase larval	
	D	V	D	V	D	V	D	V
15	11,8 $\pm$ 0,31	100	9,4 $\pm$ 0,12	100	11,7 $\pm$ 0,25	92,3	32,8 $\pm$ 0,46	92,3
20	5,2 $\pm$ 0,12	100	4,3 $\pm$ 0,13	100	4,9 $\pm$ 0,21	100	14,4 $\pm$ 0,13	100
25	3,9 $\pm$ 0,15	100	3,0 $\pm$ 0,10	100	3,9 $\pm$ 0,13	100	10,7 $\pm$ 0,15	100
30	3,0 $\pm$ 0,00	100	2,1 $\pm$ 0,12	93,3	3,1 $\pm$ 0,10	100	8,3 $\pm$ 0,12	93,3
CV (%)	10,8		9,6		10,4		4,5	

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

Fonseca *et al.* (2001), trabalhando com *C. externa* alimentada com o pulgão *S. graminum* a 24 °C, obtiveram para os três instares e fase larval, 4,0; 3,3; 3,5 e 10,9 dias, respectivamente, resultados próximos aos obtidos neste trabalho, a 25 °C. Entretanto, Aun (1986), estudando essa mesma espécie alimentada com ovos do piralídeo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), obteve um período larval de 14,0; 9,6 e 7,3 dias a 22, 25 e 30 °C, respectivamente. Esses resultados diferem dos obtidos neste experimento, em temperaturas próximas, provavelmente devido ao tipo de presa oferecida, confirmando as observações feitas por Smith (1922), que mencionou ser a duração de cada instar e da fase larval altamente influenciada pelas condições de temperatura, umidade relativa, disponibilidade e qualidade de alimento.

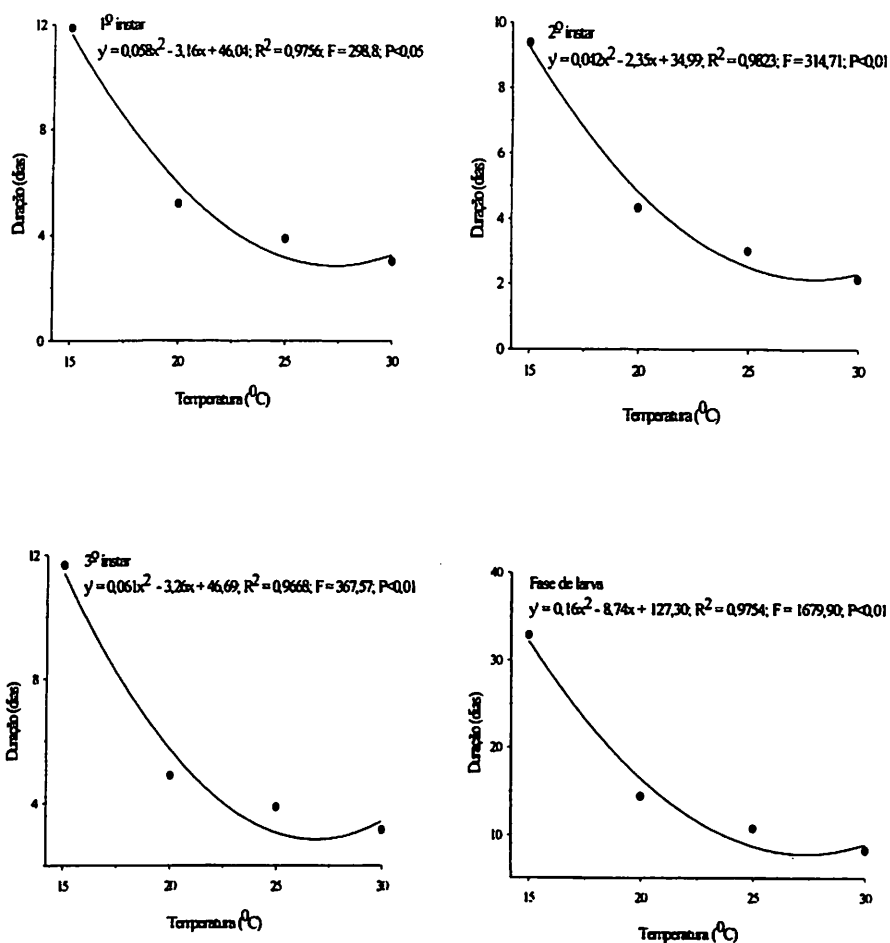


FIGURA 2. Curvas de regressão ajustadas para a duração dos três instares e fase larval de *Chrysoperla externa* alimentada com *Rhopalosiphum maidis* em função da temperatura. UR  $70 \pm 10\%$ , fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

O ajuste de equações de segundo grau entre a duração de cada ínstar e da fase de larva, em função da temperatura, evidenciou maior sensibilidade daquelas mantidas de 15 a 20 °C, observando uma redução de 18,4 dias na fase larval do inseto. Entretanto, de 25 a 30 °C essa redução foi de apenas 2,4 dias (Figura 2), assemelhando-se aos resultados obtidos por Figueira (1998), Maia (1998) e Fonseca *et al.* (2001), os quais, trabalhando com larvas de *C. externa* observaram, para todos os ínstares, maior sensibilidade em temperaturas mais baixas.

Uma viabilidade de 100% foi constatada para todos os ínstares e fase de larva dos insetos mantidos a 20 e 25 °C. Entretanto, a 15 e 30 °C, essa viabilidade foi reduzida para cerca de 92,8% (Tabela 1), concordando com Fonseca *et al.* (2001) que, estudando os aspectos biológicos de *C. externa* alimentada com *S. graminum*, observaram que a mortalidade nas fases imaturas foi superior nas temperaturas de 15 e 30°C. De acordo com Campbell *et al.* (1974), a maior mortalidade, em altas temperaturas, pode ser resultante da desnaturação de proteínas ou de distúrbios metabólicos devido ao acúmulo de produtos tóxicos, sendo que esses efeitos deletérios ocorrem, principalmente, se a temperatura for mantida constante.

### **Fases de pré-pupa e pupa**

A duração de cada uma das fases foi afetada significativamente pela temperatura, constatando-se um aumento na velocidade de desenvolvimento quando submetida a condições térmicas mais elevadas (Tabela 2 e Figura 3). A duração da fase de pré-pupa foi aproximadamente 12,7 dias menor que a de pupa, para insetos criados a 15 °C. Com o aumento da temperatura, essa diferença diminuiu progressivamente, chegando a 2,9 dias, a 30 °C.

As maiores durações foram obtidas a 15 °C, sendo de 15,9 dias para a fase de pré-pupa e de 28,6 dias para a fase de pupa; a 30 °C observou-se uma redução de aproximadamente 5,5 vezes para a fase de pré-pupa e 4,9 vezes para a de pupa. Esses resultados assemelharam-se àqueles de Fonseca *et al.* (2001), para larvas de *C. externa* alimentada com *S. graminum*, obtendo, a 15, 24 e 30 °C, durações de 17,0; 4,1 e 3,6 dias para a fase de pré-pupa e 25,0; 7,4 e 5,8 dias para a fase de pupa, respectivamente. Entretanto, Núñez (1988), estudando a biologia de *C. externa* alimentada com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae) obteve, a 25,3 °C, uma duração de 4,0 e 8,0 dias para as fases de pré-pupa e pupa, respectivamente. As diferenças entre os resultados obtidos evidenciam a importância da espécie de presa utilizada e origem geográfica do predador, uma vez que tais fatores podem interferir de modo significativo sobre o desenvolvimento dos insetos.

TABELA 2. Duração (D) em dias ( $\pm$  EP) e viabilidade (V) em % das fases de pré-pupa e pupa de *Chrysoperla externa* oriundas de larvas alimentadas com *Rhopalosiphum maidis* em diferentes temperaturas. UR 70  $\pm$  10 %, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Temperaturas (°C)	Pré-pupa		Pupa	
	D	V	D	V
15	15,9 $\pm$ 0,20	100	28,6 $\pm$ 0,55	41,7
20	6,1 $\pm$ 0,11	100	13,3 $\pm$ 0,34	100
25	3,3 $\pm$ 0,12	100	6,9 $\pm$ 0,11	100
30	2,9 $\pm$ 0,10	92,8	5,8 $\pm$ 0,21	92,3
CV (%)	7,3		7,8	

CV = Coeficiente de variação  
EP = Erro padrão



A sobrevivência dos insetos na fase de pré-pupa não foi influenciada pelas temperaturas, variando de 92,8 a 100%. Para a fase de pupa, as viabilidades a 20, 25 e 30 °C também foram elevadas, contudo, a 15 °C, encontrou-se 41,7%, o que pode ser atribuído a problemas relacionados à falta de adaptação do inseto em temperaturas mais baixas.

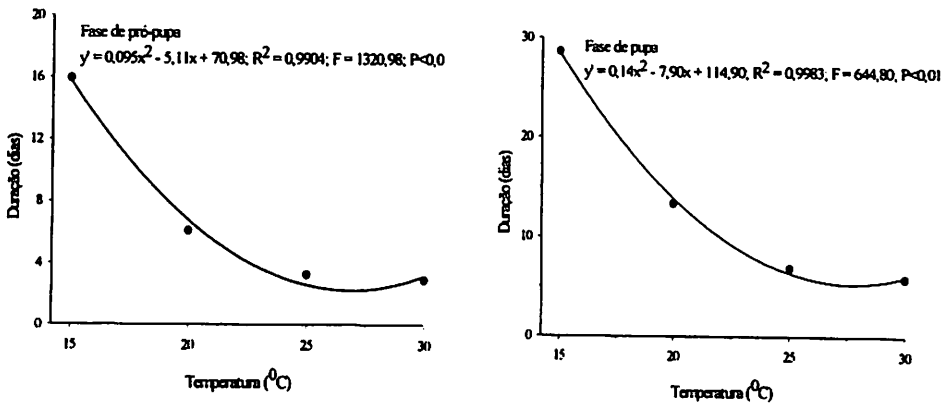


FIGURA 3. Curvas de regressão ajustadas para a duração das fases de pré-pupa e pupa de *Chrysoperla externa* oriundas de larvas alimentadas com *Rhopalosiphum maidis* em função da temperatura. UR 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

## Período de ovo a adulto

O período de ovo a adulto de *C. externa* a 15, 20, 25 e 30 °C foi de 92,8; 40,8; 25,1 e 20,1, respectivamente, observando-se uma redução de 72,7 dias em função do aumento da temperatura de 15 a 30°C. Avaliando essa mesma espécie de crisopídeo, Fonseca *et al.* (2001) obtiveram a 15, 24 e 30 °C uma duração de 95,3; 26,3 e 22,0 dias, respectivamente, sendo a diferença entre 15 e 30 °C semelhante a obtida nesse trabalho.

Uma maior sensibilidade da fase jovem do crisopídeo foi verificada na faixa de 15 a 25 °C, como pode ser visualizado na curva de regressão ajustada para esse parâmetro, em função das temperaturas (Figura 4), observando-se, a 25 e 30 °C, uma tendência da estabilização da velocidade do desenvolvimento.

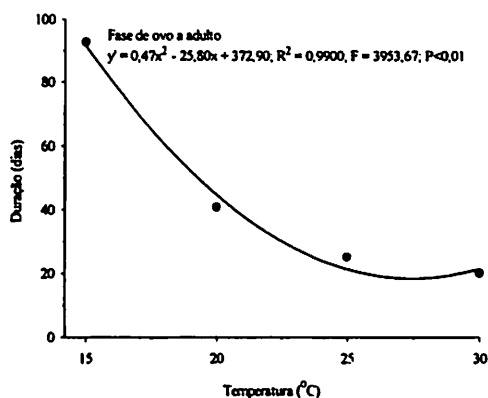


FIGURA 4. Curva de regressão ajustada para a duração do período de ovo a adulto de *Chrysoperla externa* alimentada com *Rhopalosiphum maidis* em função da temperatura. UR 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

As viabilidades encontradas a 15, 20, 25 e 30 °C foram de 41,7; 100; 100 e 85,7%, respectivamente. A menor viabilidade constatada a 15 °C foi devida, principalmente, à alta mortalidade dos insetos na fase de pupa e a incapacidade de expansão das asas após a emergência. A 30 °C, foi cerca de 50% superior à encontrada a 15 °C, evidenciando maior sensibilidade desse inseto a temperaturas mais baixas. Os resultados obtidos a 20 e 25 °C, corresponderam a 100%, mostrando ser essas as temperaturas mais adequadas ao desenvolvimento do inseto. Esses resultados diferiram daqueles obtidos por Fonseca *et al.* (2001) que obtiveram, a 24 e 30 °C, viabilidades próximas a 80 e 47%, respectivamente; portanto, inferiores às obtidas neste trabalho; contudo, a 15 °C, a viabilidade foi de 60%, sendo superior à verificada nesse experimento. Essas diferenças provavelmente estão relacionadas com a espécie de presa utilizada e a adaptação do predador, pois algumas espécies de pulgões não permitem um desenvolvimento satisfatório das fases de larva e adulta em certos grupos de crisopídeos, como constatado por Canard (1970).

Em função da alta viabilidade e da obtenção de adultos morfológicamente normais obtidas nas temperaturas de 20 e 25 °C, pode-se afirmar que o pulgão *R. maidis* é uma espécie adequada ao desenvolvimento do crisopídeo, podendo ser usado como presa alternativa em programas de criação massal desse predador.

## Capacidade predatória diária de larvas de *Chrysoperla externa* em função da temperatura

O consumo médio diário aumentou do primeiro para o terceiro ínstar em todas as temperaturas (Tabela 3). A 25 °C o consumo no primeiro estágio foi de 4,4 pulgões, elevando-se para 78,4 no terceiro, havendo um aumento de cerca de 18 vezes no consumo diário. Resultados semelhantes foram obtidos por Fonseca *et al.* (2001), os quais, trabalhando com *C. externa* mantida a 24 °C e alimentada com o pulgão *S. graminum*, verificaram que esse aumento no consumo foi de aproximadamente 22 vezes. Entretanto, um menor número de pulgões consumidos foi verificado por Ribeiro (1988) que, estudando essa mesma espécie mantida a 25 °C e alimentada com o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1876, obteve, para o terceiro ínstar, um aumento de aproximadamente 3,5 vezes no consumo médio diário em relação às larvas de primeiro ínstar, o que se deve principalmente à espécie de presa e hospedeiro utilizado.

No segundo ínstar, observou-se uma tendência de estabilização a 20 e 25 °C, com média de 9,5 pulgões consumidos; entretanto, comparando-se o consumo entre 15 e 30 °C, verificou-se um aumento de 16,1 afideos predados. No terceiro ínstar, esse aumento foi cerca de três vezes para o consumo observado entre 15 e 20 °C; todavia, a 25 e 30 °C, verificou-se uma tendência de estabilização, com um consumo médio de 78,6 afideos. Para a fase larval, obteve-se a 30 °C um aumento de aproximadamente quatro vezes no consumo diário em relação às larvas mantidas a 15 °C (Tabela 3).

TABELA 3. Número médio diário ( $\pm$  EP) de *Rhopalosiphum maidis* consumidos por larvas de *Chrysoperla externa* nos três instares e fase larval, em diferentes temperaturas. UR  $70 \pm 10\%$ , fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Temperaturas (°C)	Número médio diário de pulgões consumidos			
	1º instar	2º instar	3º instar	Fase larval
15	1,5 $\pm$ 0,15	4,5 $\pm$ 0,23	21,7 $\pm$ 0,55	9,6 $\pm$ 0,23
20	1,9 $\pm$ 0,11	9,4 $\pm$ 0,45	62,7 $\pm$ 2,24	24,4 $\pm$ 0,46
25	4,4 $\pm$ 0,22	9,6 $\pm$ 0,65	78,4 $\pm$ 1,51	32,4 $\pm$ 0,40
30	3,7 $\pm$ 0,19	20,6 $\pm$ 0,76	78,8 $\pm$ 2,85	36,4 $\pm$ 0,97
CV (%)	15,7	18,0	12,2	8,1

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

A temperatura interferiu na capacidade predatória nos três instares e na fase larval, com um aumento no consumo diário em função da elevação desse fator (Figura 5), verificando-se, na faixa de 15 a 30 °C, um aumento progressivo no número de presas consumidas. Conforme observado por Fonseca *et al.* (2001), o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtido para os três instares e fase de larva aumentou em função do desenvolvimento, sendo que no primeiro instar foi evidenciada uma maior variação relacionada ao consumo da larva ( $R^2=0,74$ ). Entretanto, quando os dados referentes aos três instares foram analisados (fase de larva), obteve-se um elevado valor de  $R^2$  ( $R^2=0,99$ ).

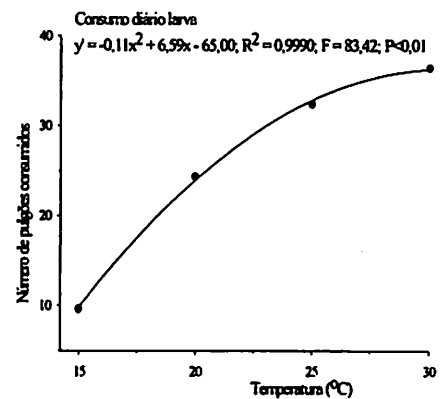
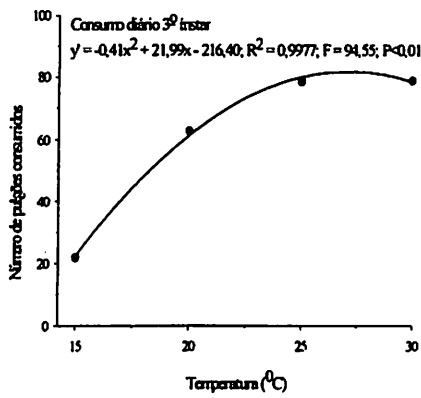
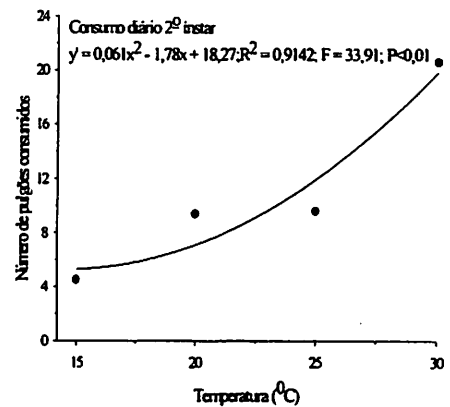
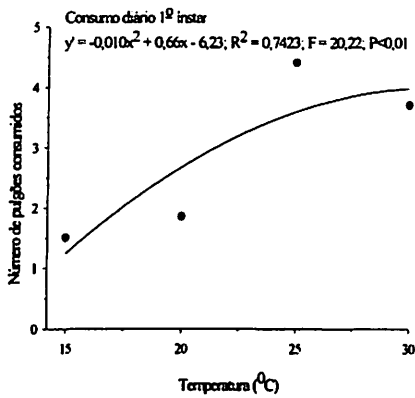


FIGURA 5. Curvas de regressão ajustadas para o consumo médio diário de *Rhopalosiphum maidis* por larvas de *Chrysoperla externa* nos três instares e na fase larval, em função da temperatura. UR 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Dessa forma, pode-se prever um aumento da capacidade de predação sob temperaturas mais elevadas, o que aumentaria, a curto prazo, a eficiência desse predador em condições de campo ou casa de vegetação. Esse conhecimento permite ainda a manipulação do consumo em criação massal, aspecto que assume elevada importância diante de uma eventual redução na disponibilidade de presas na criação de manutenção.

### **Capacidade predatória total de larvas de *Chrysoperla externa* em função da temperatura**

O consumo alimentar aumentou em função do desenvolvimento da larva. De um modo geral, observou-se que o consumo de presas no terceiro instar foi aproximadamente 95 e 86% superior ao do primeiro e segundo instares, respectivamente (Tabela 4), assemelhando-se aos resultados obtidos por Ribeiro (1988), Zheng *et al.* (1993), López (1996), Scomparin (1997), Maia (1998) e Fonseca *et al.* (2001), para diversas espécies de crisopídeos.

Houve uma grande variação no número de pulgões predados por larvas de *C. externa* em seus três instares em função do aumento da temperatura. No primeiro instar, o maior consumo foi observado a 15 °C, com 18,1 pulgões, o que se deve, provavelmente, à maior duração em temperaturas mais baixas, expondo as larvas a um período mais longo de alimentação. No segundo instar, verificou-se pouca variação no número de afídeos consumidos a 15 e 30 °C, mostrando que, embora a 30 °C a duração da fase larval seja mais curta, provavelmente ocorreu um aumento do metabolismo do crisopídeo, resultando em uma maior capacidade predatória. No terceiro instar, verificou-se uma estabilização do consumo a 20 e 25 °C, com uma média de 301,4 afídeos

predados, consumo esse superior ao observado a 15 e 30 °C, mostrando, nesse estágio, maior capacidade predatória em temperaturas intermediárias (Tabela 4).

TABELA 4. Número médio total ( $\pm$  EP) de *Rhopalosiphum maidis* consumidos por larvas de *Chrysoperla externa* nos três instares e fase larval, em diferentes temperaturas. UR 70  $\pm$  10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Temperaturas (°C)	Número médio total de pulgões consumidos			
	1º instar	2º instar	3º instar	Fase larval
15	18,1 $\pm$ 0,85	42,3 $\pm$ 1,94	256,4 $\pm$ 4,96	317,4 $\pm$ 6,07
20	9,5 $\pm$ 0,51	40,3 $\pm$ 1,41	301,1 $\pm$ 6,88	351,0 $\pm$ 7,16
25	17,1 $\pm$ 0,96	28,5 $\pm$ 1,60	301,8 $\pm$ 5,75	347,5 $\pm$ 5,78
30	11,1 $\pm$ 0,34	44,4 $\pm$ 3,18	245,7 $\pm$ 7,32	301,3 $\pm$ 6,72
CV (%)	17,5	20,4	8,6	7,3

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

Em relação ao número total de pulgões predados na fase larval (Tabela 4 e Figura 6), observou-se um maior consumo a 20 e 25 °C, com 351,0 e 347,5, respectivamente, em relação ao observado a 15 °C, com 317,4 e 30 °C, com 301,3 presas. Dessa forma, verificou-se que, embora a duração a 15 °C tenha sido cerca de quatro vezes superior à obtida a 30 °C (Tabela 1), o número total de presas consumidas foi semelhante nessas temperaturas, principalmente devido ao maior consumo diário das larvas a 30 °C (Tabela 3). O número total de pulgões predados a 20 e 25 °C evidenciou uma maior adaptabilidade do inseto a essas temperaturas, provavelmente por serem as mais adequadas ao seu desenvolvimento. Embora o consumo total no primeiro instar, a 20 °C, tenha sido cerca de duas vezes menor em relação ao verificado a 25 °C, essa diferença



foi compensada no segundo ínstar, com um maior consumo a 20 °C, não havendo diferença no número de insetos predados no terceiro ínstar. Dessa forma, embora tenham ocorrido variações no número de afideos consumidos nos três instares em função das temperaturas, obteve-se, para o consumo total da fase de larva, um alto valor do coeficiente de determinação ( $R^2=0,99$ ).

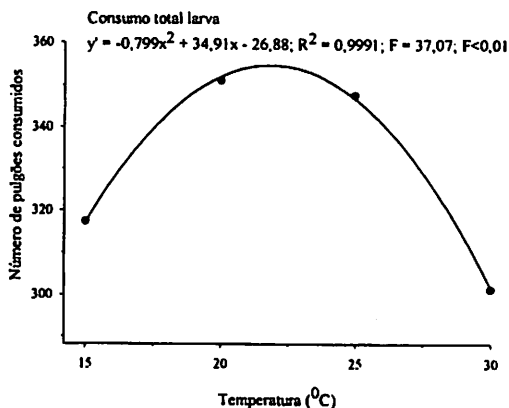


FIGURA 6. Curva de regressão ajustada para a capacidade predatória total de *Rhopalosiphum maidis* por larvas de *Chrysoperla externa*, em função da temperatura. UR  $70 \pm 10\%$ , fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

**Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* alimentada com o pulgão *Rhopalosiphum maidis*.**

A temperatura-base (Tb) e a constante térmica (K) variaram de acordo com a fase de desenvolvimento do inseto. Para o período embrionário, fase de larva e ciclo de ovo a adulto obtiveram-se 11,6 °C e 55,8 GD; 9,2 °C e 169,9 GD e 10,7 °C e 377,8 GD, respectivamente (Tabela 5 e Figura 7). Maia *et al.* (2000), estudando as exigências térmicas dessa espécie de crisopídeo alimentada com o pulgão *S. graminum*, obtiveram para a fase de ovo, larva e ciclo de ovo a adulto, resultados semelhantes aos encontrados nesse trabalho.

TABELA 5. Temperatura base (Tb), constante térmica (K), equações de regressão e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) das fases imaturas de *Chrysoperla externa* alimentada com *Rhopalosiphum maidis*. UR 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.

Fase	Tb (°C) *	K (GD)**	Equação de Regressão***	R <sup>2</sup> (%)
Ovo	11,6	55,8	y' = 0,0179x - 0,2081	99,7
Larva	9,2	169,9	y' = 0,0059x - 0,0540	98,8
Ovo a adulto	10,7	377,8	y' = 0,0026x - 0,0283	99,3

\*Calculada pelo método da hipérbole.

\*\*Constante térmica em graus-dia.

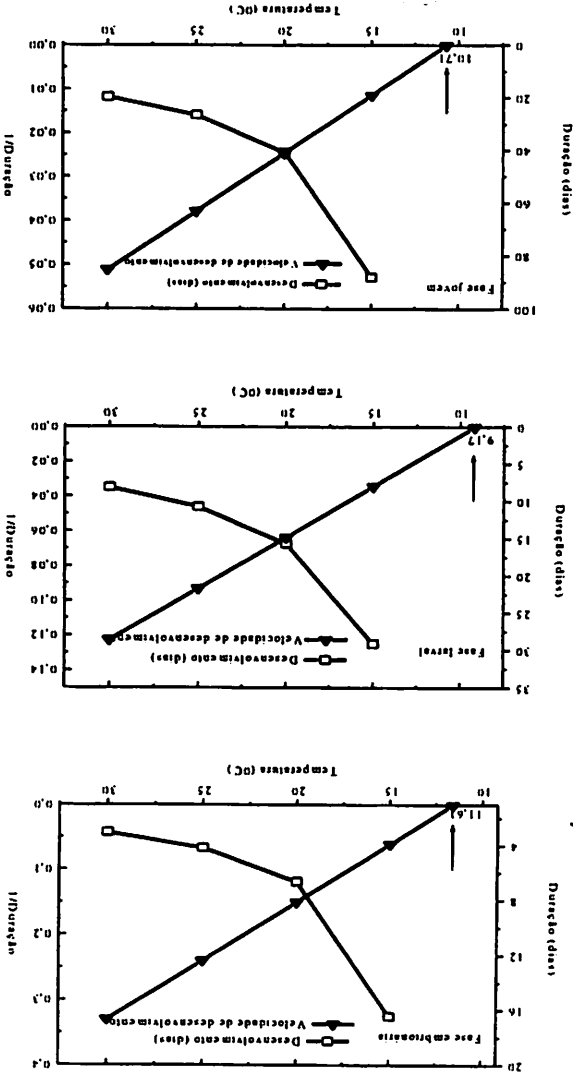
\*\*\* y' = 1/Duração

A velocidade de desenvolvimento em todas as fases estudadas foi afetada significativamente pela temperatura, constatando-se em condições térmicas mais elevadas um aumento na velocidade de desenvolvimento e, conseqüentemente, uma redução na duração dos estágios imaturos (Figura 7). Uma maior sensibilidade do inseto foi verificada a 15 e 20 °C tendo um aumento de 5 °C e proporcionado uma redução mais intensa na duração quando comparado às variações observadas nas temperaturas de 25 e 30 °C.

Observou-se que os coeficientes de determinação foram altos para todas as fases estudadas, variando de 98,8 a 99,7% e mostrando que a duração do desenvolvimento desse crisopídeo encontra-se estreitamente correlacionada com as variações da temperatura, podendo ser explicada pelas equações de regressão obtidas.

De acordo com Cividanes (2000), em programas de controle biológico de artrópodes-praga, as exigências térmicas de inimigos naturais podem indicar o potencial de adaptação desses insetos a uma região na qual se pretende introduzi-los. Dessa forma, procura-se importar um inimigo natural de região com clima semelhante ao da área onde se pretende fazer sua liberação, sendo que o valor do limite térmico inferior de desenvolvimento evidencia o potencial do inimigo natural se estabelecer com sucesso na região onde será realizada a sua liberação.

Figura 7. Relação entre a temperatura, o tempo (D) e a velocidade de desenvolvimento (1/D) de larvas de *Chrysoperla externa* alimentada com *Rhopalosiphum maidis*. UR 70 ± 10%, fotofase de 12 horas. CNPMS, Sete Lagoas - MG, 2001.



## 6 Conclusões

- A temperatura afetou a duração e a viabilidade das fases imaturas de *C. externa*.
- A velocidade de desenvolvimento das fases imaturas de *C. externa* foi aumentada em condições térmicas mais elevadas.
- O estágio de desenvolvimento das larvas de *C. externa* e a temperatura afetaram o número de *R. maidis* consumidos pelas larvas.
- As temperaturas de 20 e 25 °C foram as mais adequadas ao desenvolvimento das fases imaturas de *C. externa*.
- A temperatura-base ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ) variaram de acordo com a fase de desenvolvimento de *C. externa*.

## 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 América. **Biological Control**, Berlin, v. 4, n. 2, p. 8-13, June 1994.

AUN, V. Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). 1986. 65 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

BEAN, J. L. Predicting emergence of second-instar spruce budworm larvae from hibernation under field conditions in Minesota. **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v. 54, n. 1, p. 175-177, Jan. 1961.

CAMPBELL, A.; FRAZER, B. D.; GILBERT, N.; GUITIERREZ, A. P.; MACKAUER, M. Temperature requeriments of some aphidis and their parasites. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 11, n. 2, p. 431-438, 1974.

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**, Paris, v. 2, n. 3, p. 345-355, Sept. 1970.

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., 1996, Foz do Iguaçu. Anais... Curitiba: Sincobiol, 1996. p. 294-303.

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

FIGUEIRA, L. K. **Efeito da temperatura sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae).** 1998. 103 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 251-263, abr./jun. 2001.

GAHUKAR, R. T. Infestation levels of improved sorghum cultivars with *Rhopalosiphum maidis* Fitch and *Eublemma gayneri* Roths. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 70, n. 2, p. 185-187, Apr. 1993.

GOUSSAIN, M. M. Efeito da aplicação do silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e do pulgão-da-folha *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). 2001. 64 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B.; PARRA, J. R. P. MOBAE - Modelos bioestatísticos aplicadas à entomologia (Versão 1. 0). Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999. 29 p.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P. Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos. São Paulo: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1984. 12 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*, Ottawa, v. 121, n. 4/5, p. 309-315, Apr./May 1989.

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



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. 96 p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia) – Universidade Estadual de São Paulo. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, SP.

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) (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas.** UFLA: Lavras, 1998. 66 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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) (Homoptera: Aphididae) em condições de laboratório.** *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 1, p. 81-86, jan./mar. 2000.

NÚÑEZ, Z. E. **Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae).** *Revista Peruana de Entomologia*, Lima, v. 31, n. 1, p. 76-82, 1988.

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

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

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

WIGGLESWORTH, V. B. **The principles of insect physiology.** 17. ed. English Language Book Society, 1972. 827 p.

ZHENG, Y.; HAGEN, K. S.; DAANE, K. M.; 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.