

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

***Campoletis flavicincta* (HYM., ICHNEUMONIDAE): OCORRÊNCIA,
CRIAÇÃO E INTERAÇÃO COM *Spodoptera frugiperda*
(LEP., NOCTUIDAE) E *Bacillus thuringiensis aizawai***

Sônia Thereza Bastos Dequech
Bióloga (UFPR)

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Doutora em
Fitotecnia, Área de Concentração Fitossanidade

Porto Alegre (RS), Brasil
Agosto de 2002

Dedico este trabalho à minha filha Paula, por tudo que ela representa, pela sua compreensão, pelo auxílio na parte experimental e, principalmente, pelo amor que sempre me deu.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Rogério Fernando Pires da Silva, pela orientação, apoio e ensinamentos recebidos.

À Prof^a Dr^a Lidia Mariana Fiuza, pela co-orientação e pela minha introdução ao mundo das bactérias.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

Aos pesquisadores Dr. Virendra Gupta, Entomology & Nematology Dept., University of Florida, Gainesville, FL, pela identificação de *Campoletis flavicineta*; Dr. Ronaldo Toma, Museu de Entomologia, USP por ter identificado os taquinídeos; e Dr. Gerard Delvare, do CIRAD, Montpellier, França e Dr. Ayres Menezes Jr. da Universidade Estadual de Londrina, PR pela identificação tanto dos parasitóides quanto dos hiperparasitóides citados no Capítulo II desta Tese.

Ao Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) pela cedência e manutenção das áreas de cultivo de milho utilizadas nos experimentos.

Aos colegas e amigos do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, pelo apoio e incentivo constantes.

Ao Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da UFRGS pela disponibilidade de infra-estrutura para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao colega e amigo Eng. Agrônomo Ricardo Adaime da Silva, por todo auxílio prestado, tanto nas disciplinas que cursamos juntos quanto pelas constantes idéias trocadas.

Aos bolsistas Andresa P. R. Lucho e Silvino L. Sieben, por terem demonstrado, através do apoio prestado, muita competência profissional e amizade.

À funcionária do Departamento de Fitossanidade (UFRGS) Rute Beatriz de Oliveira Dias, pelo auxílio dedicado, pelo incentivo constante e pelos momentos diários de descontração durante o cafezinho.

À Diounéia Lisiane Berlitz, bolsista da UNISINOS, pelos ensinamentos prestados sobre as técnicas de preparo de lagartas para análise histológica.

À Carla Azambuja Centeno Bocchese, doutoranda em Fitotecnia, pelas facilidades oferecidas para o desenvolvimento das diferentes etapas de preparo de material para a análise histológica.

Ao meu pai Eduardo Dequech, à minha mãe Beatriz P. Bastos e à minha sogra Eddy Diehl Kruse (*in memoriam*), pela presença sempre constante e apoio incondicional.

Ao meu marido, Nelson Diehl Kruse, por ter feito eu acreditar que conseguiria realizar este trabalho, pelo auxílio prestado em todas as etapas de execução do mesmo e, principalmente, pela compreensão e paciência nos momentos mais difíceis.

***Campoletis flavicincta* (HYM., ICHNEUMONIDAE): OCORRÊNCIA,
CRIAÇÃO E INTERAÇÃO COM *Spodoptera frugiperda*
(LEP., NOCTUIDAE) E *Bacillus thuringiensis aizawai*¹**

Autor: Sônia Thereza Bastos Dequech
Orientador: Rogério Fernando Pires da Silva
Co-orientador: Lidia Mariana Fiuza

RESUMO

Spodoptera frugiperda é um inseto-praga responsável por altos níveis de desfolhamento em gramíneas cultivadas, sendo que, dentre os métodos de controle, o biológico pode vir a tornar-se uma alternativa. Foi feita uma revisão de literatura sobre parasitóides de *S. frugiperda*. A ocorrência de parasitóides desse inseto, em áreas de cultivo de milho da EEA/IRGA, foi avaliada em Cachoeirinha, RS. Verificou-se a presença de *Chelonus* sp., *Cotesia* sp. e *Exatocolus* sp. (Hym., Braconidae), *Campoletis flavicincta* e *Ophion* sp. (Hym., Ichneumonidae) e de *Archytas incertus* e *Lespesia archippivora* (Dip., Tachinidae), com predomínio de *C. flavicincta*. Em função da dificuldade de obtenção de fêmeas deste inseto em laboratório, foram avaliadas diferentes condições de criação. Desta forma, registrou-se uma razão sexual de 0,41 quando foram expostas lagartas de segundo ínstar de *S. frugiperda*, as fêmeas do parasitóide apresentavam idade entre 3 e 6 dias e os casais foram formados no momento da exposição. Por fim, aspectos referentes à interação entre *C. flavicincta*/*S. frugiperda*/*B. thuringiensis aizawai*, em laboratório, foram avaliados. A partir de análise do consumo alimentar de folhas de milho, observou-se que lagartas parasitadas e infectadas apresentaram um menor consumo, apesar do mesmo não ter diferido daquele de lagartas apenas parasitadas. A mortalidade das lagartas parasitadas e infectadas foi superior tanto das infectadas quanto das parasitadas. Lagartas infectadas mostraram um período de alimentação que não diferiu das sadias, apesar de terem apresentado maior duração da fase larval. Indivíduos descendentes de casais que emergiram de lagartas infectadas não tiveram alteradas suas características biológicas. A análise histológica de lagartas parasitadas e infectadas indicou não ter havido alteração no ovo e larva do parasitóide, resultante da ação do bacilo. Pode-se, portanto, inferir que o uso conjunto do parasitóide e da bactéria não resulta em prejuízo para o parasitóide.

¹ Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (79 p.) Agosto, 2002.

***Campoletis flavicincta* (HYM., ICHNEUMONIDAE): OCCURRENCE,
REARING AND INTERACTION WITH *Spodoptera frugiperda*
(LEP., NOCTUIDAE) AND *Bacillus thuringiensis aizawai*¹**

Author: Sônia Thereza Bastos Dequech
Adviser: Rogério Fernando Pires da Silva
Co-adviser: Lidia Mariana Fiuza

ABSTRACT

Spodoptera frugiperda is an insect-pest responsible for high levels of defoliation in cultivated gramineae. Biological control might be an effective alternative for pest control. A literature review on parasitoids of *S. frugiperda* was done. The occurrence of the parasitoids of this insect was evaluate at the IRGA Experimental Station, in Cachoeirinha, RS. Areas with maize crop were sampled. Occurrence of *Chelonus* sp., *Cotesia* sp. and *Exatocolus* sp. (Hym., Braconidae), *Campoletis flavicincta* and *Ophion* sp. (Hym., Ichneumonidae) and *Archytas incertus* and *Lespesia archippivora* (Dip., Tachinidae) was recorded. It was observed a predominance of *C. flavicincta*. Different conditions of rearing had been evaluated due to difficulty of obtaiton of females of *C. flavicincta*. A sexual ratio of 0,41 was obtained after exposure of second instar larvae of *S. frugiperda*, the females to present age between 3 and 6 days, beyond the pairs having been formed at the time of the exposition. Finally, aspects to the interaction between *C. flavicincta*/*S. frugiperda*/*B. thuringiensis aizawai*, in laboratory, were evaluated. From the evaluation of the alimentary maize leaf consumption, it was observed that larvae parasitized and infected showed a lesser consumption. Such consumption did not differ from larvae only parasitized. Mortality of larvae parasitized and infected was larger of the infected ones and parasitized ones. Infected larvae showed a period of feeding similar to the healthy ones, although the larval phase was longer. Offspring from pairs that had emerged from infected larvae did not have modified its biological characteristics. The histological analysis of parasitized and infected larvae indicated no alteration in the egg and larvae of the parasitoid resultant from the action of the bacillus. The joint use of the parasitoid and the bacterium did not result in damage to the parasitoid.

¹ Doctoral thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (79 p.) August, 2002.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. CAPÍTULO I - Parasitóides de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep., Noctuidae).....	15
3. CAPÍTULO II - Ocorrência de parasitóides de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep., Noctuidae) em lavouras de milho.....	26
3.1 - Introdução.....	26
3.2 - Material e métodos.....	27
3.3 - Resultados e discussão.....	28
4. CAPÍTULO III - Razão sexual de <i>Campoletis flavicincta</i> (Hym., Ichneumonidae) em criação artificial.....	32
4.1 - Introdução.....	32
4.2 - Material e métodos.....	35
4.2.1 - Análise estatística.....	36
4.3 - Resultados e discussão.....	37
5. CAPÍTULO IV - Interação entre <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep., Noctuidae), <i>Campoletis flavicincta</i> (Hym., Ichneumonidae) e <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> , em laboratório.....	41
5.1 - Introdução.....	41
5.2 - Material e métodos.....	43
5.2.1 - Consumo foliar de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Campoletis flavicincta</i> e/ou infectadas por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i>	43
5.2.2 - Biologia de <i>Campoletis flavicincta</i> descendentes de parasitóides que emergiram a partir de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas e não infectadas com <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i>	44
5.2.3 - Análise histológica de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Campoletis flavicincta</i> e/ou infectadas com <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i>	45
5.2.4 - Análise estatística.....	46
5.3 - Resultados e discussão.....	47

5.3.1 - Consumo foliar de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Campoletis flavicincta</i> e/ou infectadas por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i>	47
5.3.1.1 - Índices de mortalidade.....	47
5.3.1.2 - Quantidade de alimento consumido.....	49
5.3.1.3 - Duração do período de alimentação em folhas de milho.....	51
5.3.1.4 - Duração da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i>	52
5.3.2 - Biologia de <i>Campoletis flavicincta</i> descendentes de parasitóides que emergiram a partir de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas e não infectadas com <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i>	53
5.3.3 - Análise histológica de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Campoletis flavicincta</i> e/ou infectadas por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i>	58
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	64
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
3.1 - Parasitismo em lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> em áreas de milho cultivado na EEA/IRGA - Cachoeirinha, RS, 2000 e 2001...	28
3.2 - Parasitóides de <i>Spodoptera frugiperda</i> identificados a partir de amostragens realizadas nos anos agrícolas 1999/2000 e 2000/2001. EEA/IRGA - Cachoeirinha, RS.....	29
3.3 - Porcentagem de machos e fêmeas de <i>Campoletis flavicincta</i> emergidos nos anos agrícolas de 1999/2000 e 2000/2001. EEA/IRGA - Cachoeirinha, RS.....	30
4.1 - Aspectos biológicos de <i>Campoletis flavicincta</i> em condições de 25°C, 12 horas de fotofase e umidade relativa em torno de 65%. Porto Alegre, RS, 2000.....	40
5.1 - Consumo médio de folha de milho (cm ²) por lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> submetidas a diferentes condições de parasitismo por <i>Campoletis flavicincta</i> e de infecção por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	49
5.2 - Tempo médio (dias) de alimentação de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> submetidas a diferentes condições de parasitismo por <i>Campoletis flavicincta</i> e de infecção por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	51
5.3 - Razão sexual de indivíduos de <i>Campoletis flavicincta</i> descendentes de parasitóides que emergiram a partir de casais provenientes de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas e não infectadas por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	54
5.4 - Duração média das fases de desenvolvimento (em dias) de <i>Campoletis flavicincta</i> oriundos de casais provenientes de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas e não infectadas por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	57
5.5 - Número de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Campoletis flavicincta</i> e parasitadas e infectadas por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> , distribuídas nos diferentes períodos após a infecção. Porto Alegre, RS, 2001.....	59

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
4.1 - Razão sexual de <i>Campoletis flavicincta</i> oriundos da exposição de lagartas de segundo ínstar de <i>Spodoptera frugiperda</i> a fêmeas do parasitóide com idade entre 3 e 6 dias, sendo os casais formados no momento da exposição. Porto Alegre, RS, 2000.....	39
5.1 - Mortalidade de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> submetidas a diferentes condições de parasitismo por <i>Campoletis flavicincta</i> e de infecção por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	48
5.2 - Mortalidade de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , nos três primeiros dias após serem submetidas a diferentes condições de parasitismo por <i>Campoletis flavicincta</i> e de infecção por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	48
5.3 - Duração do ciclo da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas e não infectadas por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	52
5.4 - Distribuição percentual de indivíduos de <i>Campoletis flavicincta</i> , entre os diferentes períodos de duração das fases de ovo e larva, descendentes de casais oriundos de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas (A) e não infectadas (B) por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	55
5.5 - Distribuição percentual de indivíduos de <i>Campoletis flavicincta</i> , entre os diferentes períodos de duração da fase de pupa, descendentes de casais oriundos de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas (A) e não infectadas (B) por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	55
5.6 - Distribuição percentual de indivíduos de <i>Campoletis flavicincta</i> , entre os diferentes períodos de duração das fases de ovo a pupa, descendentes de casais oriundos de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas (A) e não infectadas (B) por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	56

5.7 - Distribuição percentual de indivíduos de <i>Campoletis flavicincta</i> , entre as diferentes longevidades de insetos adultos, descendentes de casais oriundos de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas (A) e não infectadas (B) por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	56
5.8 - Distribuição percentual de indivíduos de <i>Campoletis flavicincta</i> , entre os diferentes períodos totais de desenvolvimento (ovo-adulto), descendentes de casais oriundos de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectadas (A) e não infectadas (B) por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> . Porto Alegre, RS, 2001.....	57
5.9 - Corte histológico de lagarta de <i>Spodoptera frugiperda</i> mostrando ovo de <i>Campoletis flavicincta</i> (seta), em posição transversal em relação ao comprimento do corpo da lagarta. Porto Alegre, RS, 2001.....	59
5.10 - Corte histológico de lagarta de <i>Spodoptera frugiperda</i> mostrando ovo de <i>Campoletis flavicincta</i> (seta), em posição longitudinal em relação ao comprimento do corpo da lagarta. Porto Alegre, RS, 2001.....	60
5.11 - Corte histológico de lagarta de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectada por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> mostrando ovos de <i>Campoletis flavicincta</i> (setas). Porto Alegre, RS, 2001.....	61
5.12 - Corte histológico de lagarta de <i>Spodoptera frugiperda</i> , com larva de primeiro ínstar de <i>Campoletis flavicincta</i> (seta). Porto Alegre, RS, 2001.....	62
5.13 - Corte histológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectada por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> , com larva de segundo ínstar de <i>Campoletis flavicincta</i> (seta). Porto Alegre, RS, 2001.....	62
5.14 - Corte histológico de lagarta de <i>Spodoptera frugiperda</i> infectada por <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> , com larva de quarto ínstar de <i>Campoletis flavicincta</i> (seta). Porto Alegre, RS, 2001.....	63

1. INTRODUÇÃO GERAL

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797), conhecida na fase larval como “lagarta-do-cartucho”, é o principal inseto-praga da cultura do milho no Brasil. Ataca e causa dano a várias outras culturas de importância econômica, como o sorgo, trigo, arroz, alfafa, feijoeiro, amendoim, tomateiro, algodoeiro, batatinha, repolho, espinafre, abóbora e couve (Cruz et al., 1999). Mais de 50 variedades de plantas, distribuídas em mais de 20 famílias, são relatadas como hospedeiras (Cruz, 1995).

Em função do hábito polífago e das condições climáticas serem favoráveis, a ocorrência de *S. frugiperda* abrange todas as regiões do território nacional. A distribuição geográfica deste inseto inclui as Américas e algumas ilhas a oeste da Índia (Cruz, 1995), sendo sua origem tropical-subtropical, no hemisfério ocidental (Sparks, 1979).

O inseto adulto de *S. frugiperda* mede cerca de 35 mm de envergadura, com coloração cinza (Cruz, 1995). Faz a postura nas folhas da planta de milho, em grupos de 50 a 300 ovos, podendo chegar a 1000 (Gassen, 1996). Leiderman & Sauer (1953) mencionam que os ovos são colocados à noite, em camadas superpostas (três ou mais) em ambas as faces das folhas, com preferência à página superior. Machado et al. (1985) obtiveram, a partir de lagartas criadas em couve, uma proporção de fêmeas para machos ao redor de 1:1, à temperatura de

25±2°C. Este lepidóptero não apresenta mecanismo de diapausa (Sparks, 1979).

A lagarta mede aproximadamente 35 mm de comprimento no último instar. A coloração é marrom-acinzentada no dorso, esverdeada na parte ventral e sub-ventral, sendo que esta última parte apresenta manchas de coloração marrom-avermelhada (Cruz, 1995).

O número de ínstars depende das condições de criação, sendo que Cruz (1995) observou oito ínstars quando utilizou milho para alimentação e sete quando criadas em dieta artificial, em condições de laboratório não especificadas; Lucchini (1977) obteve sete ínstars em lagartas alimentadas com folhas de milho, em condições de 25±1°C e 70±5% de umidade relativa; e Ferraz (1991) verificou seis ínstars, com alimentação à base de milho, mamona ou dieta artificial, e sob condições de temperatura de 25±2°C e 60±10% de umidade relativa.

Devido ao canibalismo, é comum encontrar-se apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho. No final da fase larval, as lagartas penetram no solo, onde se transformam em crisálidas. Estas, logo após sua formação, são de coloração verde-clara, tornando-se marrom-avermelhada, passando a totalmente preta próximo à emergência do adulto (Cruz, 1995).

As lagartas de primeiro instar geralmente iniciam sua alimentação nos tecidos verdes de um lado da folha, deixando a epiderme membranosa do outro lado intacta, causando o sintoma conhecido como “folhas raspadas”. Lagartas maiores começam a fazer orifícios na folha e, quando estão entre o quarto e o sexto ínstars, podem destruir completamente plantas pequenas ou causar severos danos em plantas maiores. Eventualmente podem, ainda, alimentarem-se do colmo, seccionar a planta na base ou dirigir-se à região da espiga, atacando o

pedúnculo e impedindo a formação dos grãos (Cruz, 1995).

As perdas na produção de milho podem chegar a 34%, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta (Silva et al., 1997), e a principal forma de controle utilizada pelos produtores é o químico. Porém, a tendência no controle de insetos-praga é a diminuição do uso de inseticidas convencionais para minimizar os danos ao meio ambiente e evitar o desenvolvimento de resistência (Wiseman, 1994).

S. frugiperda tem recebido atenção especial quanto ao desenvolvimento de métodos de controle que reduzam a aplicação de inseticidas. A atividade biológica dos inimigos naturais, bem como da “lagarta-do-cartucho”, tem sido pesquisada, mas suas interações são pouco estudadas (Silva et al., 1997).

Dentre os inimigos naturais de *S. frugiperda*, os parasitóides ocorrem por toda América do Norte, Central e do Sul, regulando a densidade populacional do inseto (Ashley, 1979; Barfield et al., 1980). Andrews (1988) realizou uma revisão da literatura resumindo as informações disponíveis sobre a distribuição, importância econômica, plantas hospedeiras, biologia e métodos de controle de *S. frugiperda*. Os parasitóides citados pertencem às ordens Hymenoptera e Diptera, incluindo sete famílias e 62 espécies.

Embora seja relacionado um grande número de parasitóides, poucos são os que realmente têm sido pesquisados, no Brasil, visando o controle biológico da praga, em especial na cultura do milho (Cruz, 1995). Destes, *Campoletis flavicincta* (Ashmead, 1890) tem se mostrado promissor como agente de controle de *S. frugiperda* (Cruz et al., 1997a), em função, basicamente, de atuar sobre lagartas de ínstares iniciais, controlando a praga antes que ocorram danos significativos.

C. flavicincta é um dos mais importantes parasitóides de lagartas de noctuídeos (Patel, 1981) e distribui-se nas regiões temperada e subtropical das Américas do Norte e do Sul (Patel & Habib, 1987). A postura é realizada no interior de lagartas de primeiro e segundo ínstares de *S. frugiperda* e a larva completa o ciclo alimentando-se do conteúdo interno do hospedeiro. Próximo à fase de pupa, a larva do parasitóide sai do corpo da lagarta, para construir o casulo no ambiente externo (Cruz, 1995). Apesar de poder ocorrer até quatro ovos/hospedeiro (Patel & Habib, 1987), verifica-se a emergência de apenas um indivíduo/lagarta.

No campo, normalmente, são encontradas lagartas pequenas da praga alimentando-se das folhas externas, próximo ao local da postura. Desta maneira, o inseto fica muito mais vulnerável ao ataque do parasitóide. Lagartas maiores normalmente encontram-se dentro do cartucho do milho, ficando mais protegidas contra os inimigos naturais (Cruz, 1995).

Outra alternativa importante aos inseticidas químicos no controle de algumas espécies de pragas é o uso de patógenos, sendo que destes, *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1911 é o mais comercializado no mundo (Feitelson et al., 1992). Porém, formulações de inseticidas com *B. thuringiensis* correspondem a menos que 1% do total de inseticidas utilizados a cada ano no mundo em função do alto custo e reduzida gama de hospedeiros. Por outro lado, são altamente compatíveis com inimigos naturais e outros organismos não alvo devido à estreita especificidade dos hospedeiros, não são nocivos a vertebrados e são biodegradáveis no ambiente (Bauer, 1995).

B. thuringiensis pertence à família Bacillaceae e, devido à sua capacidade de formar esporos, possui uma elevada persistência no ambiente.

Além disto, apresenta uma grande capacidade de produzir toxinas. É uma bactéria gram positiva, aeróbica ou anaeróbica facultativa (Benintende & Marquez, 1996). Ocorre naturalmente no solo, na água, em insetos mortos e em ambientes onde são armazenados grãos. Caracteriza-se por produzir inclusões cristalinas durante a esporulação, que consistem de proteínas com atividade inseticida altamente específica (Valicente et al., 2000). Muitas cepas de *B. thuringiensis* são classificadas em diferentes subespécies, a maioria ativa contra alguns lepidópteros (Höfte & Whiteley, 1989).

O cristal protéico de *B. thuringiensis*, em si, não tem ação tóxica, sendo considerado como protoxina. A sua dissolução no intestino médio das lagartas, em meio alcalino (acima de pH 8), resulta em proteínas de tamanhos variáveis (também chamadas de δ -endotoxinas), das quais algumas são tóxicas para insetos. Estas proteínas são ativadas por proteases e passam a interagir com o epitélio larval, levando à formação de poros na membrana celular, causando alterações no balanço osmótico. Conseqüentemente, as células distendem-se e sofrem lise. A lagarta cessa a alimentação e, eventualmente, morre (Höfte & Whiteley, 1989; Gill et al., 1992; Habib & Andrade, 1998).

Inicialmente, os estudos de Höfte & Whiteley (1989) descreveram 13 genes chamados *cry* que codificam proteínas (δ -endotoxinas) com ação inseticida, que foram separados em quatro grandes grupos com vários subgrupos, baseando-se nas similaridades estruturais e no espectro de ação das toxinas que codificam. Em 1992, Feitelson et al. acrescentaram dois novos grupos aos quatro mencionados anteriormente.

As toxinas ativas contra lepidópteros estão associadas, principalmente, aos genes *cry 1* e *cry 2*, caracterizando determinadas subespécies e cepas de *B.*

thuringiensis. Dentre estas, podem ser citadas *B. thuringiensis kurstaki*, *B. thuringiensis aizawai*, *B. thuringiensis thuringiensis* e *B. thuringiensis entomocidus* (Höfte & Whiteley, 1989). Em 1970 entrou no comércio o produto Dipel, que foi o primeiro preparado comercial à base de *B. thuringiensis kurstaki* (Beegle & Yamamoto, 1992).

As espécies do gênero *Spodoptera* são pouco suscetíveis à maioria das δ -endotoxinas (Aranda et al., 1996). Segundo Navon (1993), o controle destes insetos é difícil por não serem sensíveis a linhagens comerciais de *B. thuringiensis kurstaki*. Por outro lado, isolados de *B. thuringiensis aizawai* são considerados particularmente ativos contra lagartas de *Spodoptera* spp. (Beegle & Yamamoto, 1992). Vários laboratórios mencionam que linhagens de *B. thuringiensis aizawai* e *B. thuringiensis entomocidus* são cinco a sete vezes mais potentes que *B. thuringiensis kurstaki* HD-1 para lagartas de *Spodoptera littoralis* (Navon, 1993). Por outro lado, Lambert et al. (1996) descrevem uma nova toxina, a partir de *B. thuringiensis tolworthi*, com alta atividade contra lagartas da família Noctuidae.

No México, Bohorova et al. (1996) avaliaram 156 isolados de *B. thuringiensis* contra *S. frugiperda*, sendo que, destes, apenas seis (4%) resultaram em mortalidade entre 50 e 70% e nenhum com mortalidade superior a 70%; o padrão HD-1 foi letal a 10,2% das lagartas expostas.

Em estudos realizados no Brasil, Silva-Werneck et al. (2000) testaram 205 isolados de *Bacillus*, provenientes de diferentes regiões, contra lagartas de *S. frugiperda*. Apenas um isolado de *B. thuringiensis kurstaki* (S-93) causou 100% de mortalidade. A CL_{50} de uma mistura de esporo e cristal de S-93 contra lagartas de terceiro ínstar foi de 37,0 ng.ml⁻¹, enquanto que a CL_{50} do produto Dipel foi 177,73

mg.ml⁻¹, mostrando que o novo isolado foi mais ativo para *S. frugiperda* que Dipel.

Garcia et al. (1982), ao avaliarem possíveis razões da não suscetibilidade de lagartas de *S. frugiperda* ao *B. thuringiensis kurstaki*, concluíram que o suco gástrico destes insetos pode conter um fator inibitório efetivo, possivelmente de natureza química, que reduz a virulência de *B. thuringiensis*. Além disto, Garcia (1979) cita que o pH do mesêntero das lagartas (em média 8,6) não seria suficientemente alcalino para provocar a dissolução do cristal tóxico de *B. thuringiensis kurstaki*, que ocorre em pH acima de 9,5.

Lima & Zanuncio (1976) compararam, no Brasil, a mortalidade causada a lagartas de *S. frugiperda* pelos seguintes tratamentos: endosulfan CE, *B. thuringiensis* (Dipel PM) e carbofuram PM e G, aplicados à razão de 0,5 kg i.a. ha⁻¹ e carbaril PM aplicado à razão de 1,0 kg i.a. ha⁻¹. Foram avaliadas lagartas com aproximadamente 20 mm, 48 horas após a aplicação dos produtos, em dois ensaios. Em ambos os ensaios, Dipel causou uma porcentagem de mortalidade significativamente inferior aos demais tratamentos.

Kornosor & Oyarti (1989), na Turquia, analisaram o efeito de *B. thuringiensis* em lagartas de *Spodoptera exigua*, causadoras de dano em plantas de milho, em laboratório e no campo. Foram testados *B. thuringiensis kurstaki* (Dipel x, Dipel 2x, Javelin e Thuricide, todos a 0,15%), *B. thuringiensis thuringiensis* (Tarmik 3 a 0,15% e Thuringiensin a 0,4%) e cipermetrina (Arrivo a 0,2%). No laboratório, Dipel 2x, Javelin, Thuringiensin, Dipel x, Thuricide e Tarmik 3 causaram 99; 97,5; 96,5; 90; 78,8 e 28% de mortalidade, respectivamente, dez dias após a aplicação. Cipermetrina causou 100% de mortalidade, quatro dias após a aplicação. No campo, os valores correspondentes para os inseticidas microbianos Dipel 2x, Javelin, Thuringiensin, Dipel x, Thuricide e Tarmik 3 foi de

99; 100; 100; 87,5; 71 e 35,5% de mortalidade, respectivamente, oito dias após aplicação, enquanto cipermetrina causou novamente 100% de mortalidade, quatro dias após aplicação.

Em Taiwan, nove inseticidas microbianos (Thuricide WP, Bactospeine WP (*B. thuringiensis thuringiensis*), Dipel WP e seis formulações experimentais de *B. thuringiensis*), diafentiuron (Polo 50% SC e WP), deltametrina (Decis 2,8% EC) e flucitrinate (Pay-Off 31,6% EC), foram testados por Kao et al. (1990), para o controle de *Spodoptera litura* em cultivos de repolho. Diafentiuron apresentou melhores resultados do que os demais produtos.

Ali & Akhtar (1993) observaram que experimentos em laboratório indicaram eficiência de Thuricide HP (sozinho ou em combinação com piretróides sintéticos) contra lagartas de *S. litura*. Os resultados indicaram a possibilidade de usar *B. thuringiensis* no lugar de inseticidas químicos e sua incorporação em programas de MIP em Bangladesh.

Estudos foram conduzidos no Egito por Mohamed (1993), em cultivos de milho, para determinar a eficiência de três formulações de *B. thuringiensis kurstaki* (Dipel, SAN 415 I e Thuricide HP), monocrotofós, fenvalerate, monocrotofós + Thuricide HP e fenvalerate + Thuricide HP para controlar infestações de *S. exigua*. SAN 415 I e Dipel foram os inseticidas mais eficientes, enquanto fenvalerate foi o menos efetivo.

A eficiência de Dipel 2x, metomil (Lannate) e uma combinação dos dois contra *S. exigua* em milho e girassol foram investigadas em duas localidades do Egito por Salama et al. (1993). Aplicações com metomil causaram completa mortalidade de lagartas no milho e resultou no maior rendimento. Em girassol, a porcentagem de infestação foi significativamente maior em áreas tratadas com

metomil, que em áreas tratadas por Dipel a 250 g ou Dipel combinado com metomil.

Os inseticidas diafentiuron (Polo), *Bacillus thuringiensis aizawai* (Xen Tari) e tebufenozide (Mimic) foram muito eficientes para controlar explosões populacionais de *S. exigua*, na China, conforme resultados de Xu et al. (1998).

Yee & Toscano (1998) conduziram estudos em laboratório para testar os efeitos de inseticidas sintéticos e naturais no consumo de folhas de alface por lagartas de *S. exigua*. Dois inseticidas sintéticos e quatro naturais foram comparados: bifentrina (Capture), metomil (Lannate), spinosad (Success), *B. thuringiensis aizawai* (Xen Tari), criolite (Kryocide) e 90% óleo de nim (*Azadirachta indica*) (Trilogy). Bifentrina, metomil, spinosad e *B. thuringiensis aizawai* a 50 ppm i.a. causaram 100% de mortalidade, um dia após a exposição, de lagartas neonatas de *S. exigua*; e próximo a 100% em lagartas de terceiro e quinto ínstar de *S. exigua*. *B. thuringiensis aizawai* demonstrou ser menos efetivo que os inseticidas sintéticos e spinosad, mas as diferenças estatísticas entre eles não foram significativas. Os mais efetivos inseticidas naturais testados foram spinosad e *B. thuringiensis aizawai*.

Os efeitos de formulações à base de *B. thuringiensis kurstaki* (Dipel, Delfin, Biobit, Biolep, Bioasp), um inseticida botânico (Neemgold) e endosulfan, em condições de campo, para o controle de pragas de repolho, na Índia, foram avaliados por Malathi et al. (1999). Apenas endosulfan causou redução na população de *S. litura* (53,42%).

Salama et al. (1999a) analisaram o efeito de Dipel, metomil (Lannate) e triazofós (Hostathion) contra *S. exigua* em cultivo de batata, no Egito. Tanto o bioinseticida quanto os inseticidas químicos foram efetivos no controle.

A eficiência de Dipel 2x, comparada com o inseticida metomil (Lannate), foi testada por Salama et al. (1999b), para o controle de *S. littoralis* em *Trifolium alexandrinum* no Egito. O controle foi semelhante para ambos os produtos testados.

As avaliações das interações, entre entomopatógenos e parasitóides que ocorrem dentro de um agroecossistema, podem revelar aspectos importantes, que certamente deverão maximizar os efeitos benéficos dos primeiros no Manejo Integrado de Pragas (Magalhães et al., 1998). Algumas destas possíveis interações serão analisadas a seguir.

Lagartas parasitadas, normalmente, são menos suscetíveis às bactérias em função de alimentarem-se menos e terem maior dificuldade de adquirir a dose letal do patógeno (Nealis & Van Frankenhuyzen, 1990). Lagartas de *Choristoneura fumiferana* (Lep., Tortricidae) parasitadas pelo braconídeo *Apanteles fumiferanae*, a partir de avaliações realizadas por Nealis & Van Frankenhuyzen (1990), foram mais resistentes à exposição de *B. thuringiensis kurstaki* por alimentarem-se menos que as lagartas não parasitadas. Observação semelhante foi realizada por Monnerat (1995), verificando que a exposição de lagartas de *Plutella xylostella* a *B. thuringiensis kurstaki*, três dias após terem sido parasitadas pelo icneumonídeo *Diadegma* sp., resultou numa menor ingestão do patógeno, em função de um maior enfraquecimento causado pelo parasitismo. O mesmo procedimento foi realizado com lagartas após um dia da ocorrência do parasitismo, o que resultou num consumo de folhas de couve tratadas com *B. thuringiensis* semelhante ao de lagartas não parasitadas, em função de ainda não estarem enfraquecidas pelo parasitóide.

A transmissão do patógeno para lagartas sadias, através dos ovos de

parasitóides que realizaram postura anteriormente em lagartas infectadas, foi observada por Bell et al. (1974) ao estudarem a interação entre a bactéria *Serratia marcescens*, o braconídeo *Microplitis croceipes* e *Heliothis zea*. Brooks (apud Magalhães et al., 1998) considera que, em condições de campo, normalmente as bactérias matam seus hospedeiros rapidamente, o que torna pequena a possibilidade dos parasitóides agirem como vetores.

Alguns autores observaram que *B. thuringiensis* não afeta os insetos entomófagos a não ser indiretamente, pela morte prematura dos hospedeiros (Navon, 1993). Nealis & Van Frankenhuyzen (1990), ao estudarem larvas de *C. fumiferana* parasitadas por *A. fumiferanae*, observaram que *B. thuringiensis* reduziu a população do parasitóide em 50-60% em função de ter causado a morte dos hospedeiros antes da emergência do parasitóide.

Outro aspecto a ser considerado é a influência de *B. thuringiensis* na biologia do parasitóide. Em algumas situações não foram observadas alterações em aspectos biológicos avaliados pelos autores. Como exemplo, estudos realizados por Kaya & Dunbar (1972) demonstraram que os estágios imaturos de *Telenomus alsophilae*, parasitóide de ovos de *Ennomos subsignarius*, não foram afetados por aplicação de *B. thuringiensis*. A percentagem de fêmeas de *Diadegma insulare*, observadas por Ulpah & Kok (1996), que emergiu de lagartas de *P. xylostella* infectadas por *B. thuringiensis kurstaki* não diferiu significativamente de lagartas não tratadas. Blumberg et al. (1997) também verificaram que a alimentação de lagartas de *Helicoverpa armigera* por 24 ou 48 horas com concentração letal de Dipel, antes do parasitismo por *M. croceipes*, não ocasionou prejuízo no desenvolvimento de imaturos do parasitóide. Ainda, Monnerat & Bordat (1998) observaram que a duração do desenvolvimento larval e

do estágio pupal, além da proporção sexual e longevidade de insetos adultos de *Diadegma* sp., em lagartas de *P. xylostella* infectadas com HD-1, foi similar à de lagartas não tratadas.

Por outro lado, estudos demonstraram poder haver alterações na biologia de parasitóides após a infecção dos hospedeiros com o patógeno. Foi o que Ahmad et al. (1978) concluíram ao observarem que o tratamento com *B. thuringiensis* em lagartas de *Lymantria dispar* ocasionou um aumento de cerca de três dias no desenvolvimento total de *Apanteles melanoscelus*, ao comparar-se com o parasitismo em lagartas não infectadas. Da mesma forma, Salama et al. (1982), ao estudarem o parasitismo de *Microplites demolitor* em lagartas de *Spodoptera littoralis*, concluíram que, quando o hospedeiro é infectado por *B. thuringiensis entomocidus*, ocorre uma redução na porcentagem de emergência e potencial reprodutivo (número de ovos/fêmea) do parasitóide. Ainda, a emergência de adultos saudáveis do taquinídeo *Myiopharus doryphorae* foi reduzido de 90% para 78% em larvas do crisomelídeo *Leptinotarsa decemlineata* tratadas com *B. thuringiensis* (López & Ferro, 1995).

Conforme verificado por Dunbar & Johnson (1975), a ingestão de *B. thuringiensis kurstaki* adicionado à água açucarada, por adultos de *Cardiochiles nigriceps* (Braconidae), resultou num decréscimo significativo da longevidade pós-tratamento destes parasitóides. Já adultos de *M. croceipes*, observados por Blumberg et al. (1997), não foram afetados.

Em alguns casos, as bactérias causam um prolongamento do ciclo biológico dos hospedeiros, aumentando a duração dos estágios larvais, favorecendo os parasitóides que colocam ovos nos estágios iniciais do desenvolvimento do hospedeiro (Magalhães et al., 1998). Assim, os resultados

obtidos por Weseloh et al. (1983) sugerem que o efeito retardado da infecção por *B. thuringiensis kurstaki* mantêm lagartas de *L. dispar* pequenas o suficiente para permitir que fêmeas de *A. melanoscelus* parasitem grande número de indivíduos.

Aparentemente, os parasitóides não distinguem entre larvas do hospedeiro que ingeriram ou não agentes infecciosos (López & Ferro, 1995). Como exemplo, pode ser citado *M. doryphorae*, que não distingue entre larvas de *L. decemlineata* que ingeriram ou não toxinas de *B. thuringiensis* (López & Ferro, 1995). A mesma observação foi realizada por Ulpah & Kok (1996) em lagartas de *P. xylostella* parasitadas por *D. insulari*. Ainda, lagartas de *H. armigera* pré-alimentadas com concentração letal de *B. thuringiensis* não evitou a postura de *M. croceipes* (Blumberg et al., 1997).

Ahmad et al. (1978) observaram que o tratamento de lagartas de *L. dispar* com o parasitóide *A. melanoscelus* juntamente com *B. thuringiensis* resultou numa maior mortalidade que tratamentos com ambos os inimigos naturais isoladamente. Entretanto, a mortalidade foi menor na primeira situação que a soma das mortalidades dos tratamentos separados.

A partir do exposto, evidencia-se a importância da realização de estudos que visem um melhor entendimento tanto de aspectos bioecológicos dos parasitóides de insetos-praga, quanto da interação entre “parasitóide - patógeno - hospedeiro”.

Neste contexto, foi desenvolvida a hipótese geral deste trabalho de que a interação existente entre parasitóides de ocorrência natural de *S. frugiperda* e o inseticida biológico “*Bacillus thuringiensis aizawai*” não é prejudicial ao processo de parasitismo. Para a confirmação da hipótese, estabeleceu-se como objetivo geral o estudo da interação de parasitóide de *S. frugiperda* de ocorrência natural e

B. thuringiensis aizawai. Como objetivos específicos, estabeleceu-se: a determinação da ocorrência de parasitóides de *S. frugiperda* em áreas de cultivo de milho no Rio Grande do Sul (Cachoeirinha), apresentada no Capítulo II, para testar a hipótese de que ocorre parasitismo em *S. frugiperda* em áreas de cultivo de milho; a criação da espécie de parasitóide predominante na região de estudo, apresentada no Capítulo III, para testar a hipótese de que é possível obter-se, em laboratório, proporção sexual compatível com as necessidades de criação; o estudo da interação entre “parasitóide - patógeno - hospedeiro”, nos níveis morfológico e biológico, apresentado no Capítulo IV, para testar a hipótese de que a utilização de *B. thuringiensis aizawai* em *S. frugiperda* parasitada, diminui o seu consumo alimentar, além do patógeno não afetar a biologia e aspectos morfológicos do parasitóide. De forma a fornecer subsídios para estes estudos foi realizada uma revisão bibliográfica sobre parasitóides de *S. frugiperda* (Capítulo I).

2. CAPÍTULO I

PARASITÓIDES DE *Spodoptera frugiperda* (LEP., NOCTUIDAE)

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) é citado como importante inseto-praga de diversas culturas, desde grandes lavouras até plantas hortícolas, causando expressivos danos. Os métodos de controle normalmente utilizados incluem produtos nocivos tanto ao homem quanto ao meio ambiente. Em função disto, buscam-se, cada vez mais, métodos alternativos e, dentre estes, o controle biológico, que inclui o uso de inimigos naturais como parasitóides, predadores e patógenos.

A diversidade de parasitóides e a importância agrícola de *S. frugiperda* justificam este levantamento bibliográfico, o qual servirá de subsídio para os capítulos seguintes deste trabalho.

Na Argentina, vários levantamentos dos inimigos naturais de *S. frugiperda* foram realizados. Blanchard (apud Costa Lima, 1949) encontrou parasitismo por *Pseudoarchytopsis piliventris* (Dip., Tachinidae). Silva et al. (1968) referem *Agathis stigmatera* (Hym., Braconidae), *Euplectrus platyhypenae* (Hym., Eulophidae), *Hoplisis fuscus* (Hym., Sphecidae), *Ophion flavidus* (Hym.,

Ichneumonidae) e *Trichogramma koehleri* (Hym., Trichogrammatidae).

Em Tucuman, Vera et al. (1995) obtiveram os parasitóides *Campoletis* sp. e *Ophion* sp. (Ichneumonidae) e *Archytas* sp. e *Winthemia* sp. (Tachinidae).

Na província de Santa Fé, dípteros parasitóides de insetos-praga de *Glycine max* foram avaliados por Molinari & Ávalos (1997). Para *S. frugiperda*, os autores observaram *Archytas* sp., *Archytas incertus* e *Archytas marmoratus*.

O complexo de parasitóides de *S. frugiperda*, em Tucuman, foi descrito por Virla et al. (1999), baseado em revisão de bibliografia e amostragens sistemáticas. *Euplectrus furnius* foi citado pela primeira vez para a Argentina e *Chelonus insularis* e *Cotesia marginiventris* (Braconidae), *Ophion flavidus* e *Campoletis grioti*, além de *A. marmoratus* e *Lespesia grioti* (Tachinidae) foram registrados pela primeira vez em Tucuman. *Diadegma* sp. (Ichneumonidae) e *E. furnius* foram citados, pela primeira vez, parasitando lagartas de *S. frugiperda* na Argentina.

No Brasil, Patel & Habib (1987) realizaram estudos sobre aspectos biológicos de *Campoletis flavicincta*, endoparasitóide de *S. frugiperda*, incluindo a descrição morfológica do ovo e de ínstares larvais. A biologia dessa espécie, criada em lagartas de *S. frugiperda*, foi também descrita por Cruz et al. (1995). Patel & Habib (1987) realizaram, ainda, descrição morfológica do ovo e de ínstares larvais. Já o parasitismo por *C. flavicincta* em lagartas de *S. frugiperda* de diferentes idades e o consumo foliar por lagartas parasitadas e não parasitadas foram avaliados por Cruz et al. (1997a).

Aspectos da biologia de *A. incertus* e de sua inter-relação com *S. frugiperda* foram analisados por Milward de Azevedo & Parra (1991) e Milward de Azevedo et al. (1991a, 1991b, 1991c, 1991d) em São Paulo. O efeito do

parasitismo deste inseto no desenvolvimento larval e no consumo foliar de *S. frugiperda* foi estudado por Moraes & Carvalho (1992).

A dinâmica populacional de ovos de *S. frugiperda* e o parasitismo por *Trichogramma pretiosum* foram avaliados por Sá & Parra (1994), correlacionando-os com a fenologia do milho, a fim de determinar as melhores condições para conduzir liberações do parasitóide em campo.

Rezende et al. (1994) avaliaram o desenvolvimento e consumo foliar de lagartas de *S. frugiperda*, após terem sido parasitadas por *C. insularis*. Além disto, foram estudados aspectos biológicos do parasitóide (Rezende et al., 1995a) e avaliado o comportamento de lagartas parasitadas (Rezende et al., 1995b).

Cruz (1995) descreveu medidas de controle e recomendações sobre o manejo de *S. frugiperda*. O autor enumerou os principais parasitóides de *S. frugiperda* assinalados na literatura, descrevendo *Trichogramma* sp., o scelionídeo *Telenomus* sp., *C. insularis* e *C. flavicincta*. Cruz et al. (1999) relataram o controle de *S. frugiperda* através de *Trichogramma* sp.

Cruz et al. (1997b) avaliaram o efeito de diferentes doses de vírus da poliedrose nuclear para o controle de *S. frugiperda*, em milho, sendo que a ocorrência de parasitóides na área experimental propiciou um aumento médio na taxa de mortalidade larval; os parasitóides de maior ocorrência foram *C. flavicincta*, *C. insularis* e *Eiphosoma* sp.

Consoli et al. (1999) estudaram a ultraestrutura de ovos naturais e artificiais de hospedeiros de *Trichogramma galloi* e *T. pretiosum* (superfície e estrutura do córion), citando *S. frugiperda* como hospedeiro.

O levantamento de inimigos naturais *S. frugiperda* foi realizado em alguns Estados do Brasil. Em Ponta Grossa (PR) e em diferentes municípios do

Estado de São Paulo, *C. flavicincta* e *A. incertus* ocorreram em maior número nos levantamentos de Lucchini & Almeida (1980) e Patel & Habib (1984).

Em São Paulo, Silveira et al. (1987) citaram as espécies de parasitóides *A. incertus* e *Campoletis* sp., obtidas a partir de lagartas de *S. frugiperda* oriundas da cultura de milho.

Em Minas Gerais, Valicente (1989) realizou o levantamento de inimigos naturais de *S. frugiperda*, tendo predominado *Chelonus* sp., o icneumonídeo *Eiphosoma vitticolle* e os taquinídeos *A. marmoratus*, *Eucelatoria* sp., *A. incertus*, *Winthemia trinitatis*, *Lespesia archippivora* e *Euphorocera floridensis*. As espécies mais freqüentes foram *A. marmoratus* e *Chelonus* sp. Ainda no mesmo Estado, na região do Triângulo Mineiro, o parasitismo em *S. frugiperda* foi avaliado por Silva et al. (1997). Os parasitóides mais freqüentemente observados foram *Chelonus texanus* [*C. insularis*], *Diadegma* sp. e *A. incertus*. Além destes, foram também observados os braconídeos *Macrocentrus* sp. e *Cotesia* sp.; os icneumonídeos *Ophion* sp., *Eiphosoma* sp. e *Goryphina* sp. e os taquinídeos *Lespesia affinis*, *Winthemia* sp. e *Euphorocera* sp.

Valicente & Barreto (1999) citaram os inimigos naturais de *S. frugiperda* para a região de Cascavel, PR. Os parasitóides mais freqüentes foram *Campoletis* sp. e *A. marmoratus*.

Na Colômbia, a biologia de *Telenomus* sp., parasitóide de *S. frugiperda*, foi estudada por Alvarez & Roa (1995).

Para o Paraguai, Silva et al. (1968) referem parasitismo por *Amblyteles* sp. (Ichneumonidae).

No Uruguai, Silva et al. (1968) mencionam a presença de *Apanteles marginiventris* (Braconidae), *Atrometus tricolor* (Ichneumonidae), *Campoletis*

perdistinctus, *Chelonus* sp., *C. texanus*, *E. vitticole*, *Enicospilus merdarius* (Ichneumonidae), *Hyposoter* sp. (Ichneumonidae), *Iphiaulax tucumanus* (Braconidae), *Microplitis* sp. (Braconidae) e *Ophion* sp.

Na Venezuela, Hernandez et al. (1989) avaliaram a introdução de *Telenomus remus* para o controle de *S. frugiperda* em lavouras de milho, sendo que seis semanas após a liberação foi observado 60% de parasitismo. Hernandez & Diaz (1995, 1996a e 1996b) estudaram aspectos referentes ao parasitismo por *T. remus*.

A biologia de *M. laphygmae*, parasitóide de *S. frugiperda*, foi descrita por Fernandez & Teran (1990), em condições de laboratório.

O número de ínstaras larvais de *E. vitticolle*, parasitóide de *S. frugiperda*, foi analisado por Giraldo-Vanegas & Garcia (1992). A espécie foi avaliada, ainda, quanto a aspectos do comportamento e biologia dos estádios imaturos (Giraldo-Vanegas & Garcia, 1994a), o comportamento de adultos (Giraldo-Vanegas & Garcia, 1994b) e a influência da alimentação na capacidade reprodutiva (Giraldo-Vanegas & Garcia, 1995).

Andrews (1980) revisou, a partir de 1970, a literatura referente a *S. frugiperda* na América Central, além de algumas citações de países da América Latina e dos Estados Unidos. O autor discutiu informações disponíveis sobre a distribuição, importância econômica, plantas hospedeiras, biologia e métodos de controle. Foram citados parasitóides pertencentes às famílias Braconidae (*Apanteles* sp., *C. texanus*, *Chelonus* (*Microchelonus*) sp., *Rogas* sp., *Rogas laphygmae*), Eulophidae (*Euplectrus* sp., *Pachyscapha* próxima a *insularis*), Ichneumonidae (*Pristomerus* sp.), Tachinidae (*A. marmoratus* e *L. archippivora*) e Trichogrammatidae (*Trichogramma* sp.).

Em Honduras, Cave (1993) realizou levantamento dos parasitóides larvais e pupais de *S. frugiperda*, tendo elaborado uma chave para a determinação das espécies encontradas.

Aspectos sobre o desenvolvimento, biologia reprodutiva, comportamento do adulto, ecologia e criação em laboratório, além do processo de criação massal de *T. remus*, para o controle de *S. frugiperda*, foram abordados por Cave & Acosta (1999).

Em Manágua (Nicarágua), Gladstone (1991) avaliou os parasitóides de *S. frugiperda* na cultura de milho, tendo encontrado sete espécies de Hymenoptera e duas de Diptera, predominando *C. insularis* e *L. archippivora*, respectivamente.

Pantoja & Fuxa (1992) relataram os principais parasitóides de *S. frugiperda*, em lavouras de arroz em Porto Rico. Os insetos citados foram: *C. insularis*, *E. furnius*, *Campoletis marginiventris*, *Lespesia* sp., *Euplectrus platyhypenae*, *A. marmoratus* e *R. laphygmae* [*Aleiodes laphygmae*]. *R. laphygmae* e *E. furnius* foram citações novas para Porto Rico, tendo sido a primeira citação de *E. furnius* parasitando *S. frugiperda* em arroz.

Nos Estados Unidos da América, Ashley et al. (1980) realizaram levantamento dos parasitóides de *S. frugiperda*, em lavouras de milho, e encontraram *A. marginiventris*, *C. texanus*, *Meteorus autographae* (Braconidae), *E. platyhypenae*, *Temelucha* sp. (Ichneumonidae) e *Winthemia rufopicta*, *Lespesia* sp. e *Eucelatoria rubentis* (Tachinidae).

As alterações no padrão de crescimento de *S. frugiperda*, após ser parasitada por *A. marginiventris*, *C. grioti*, *C. insularis* e *E. vitticole*, foram avaliadas por Ashley (1983).

Ashley et al. (1983) coletaram *S. frugiperda* em milho, *Cynodon dactylon* (grama-seda) e *Brachiaria mutica* (capim-de-Angola), sendo *C. insularis*, *Temelucha* sp. e *A. marginiventris* os parasitóides mais freqüentes.

Aspectos da biologia e criação em grande escala de *A. marmoratus* foram descritos por Gross & Johnson (1985) e Rohlf & Mack (1985) realizaram a análise comportamental de *O. flavidus*.

Campoletis sonorensis foi avaliado por Isenhour (1985) quanto a diferentes condições de exposição do hospedeiro, e Isenhour (1986) estudou, também, a biologia da espécie.

Citações bibliográficas foram utilizadas por Ashley (1986) para determinar a distribuição geográfica e níveis de parasitismo, a partir de lagartas de *S. frugiperda* coletadas em diferentes cultivos.

Gross & Pair (1986) realizaram revisão com o objetivo de avaliar o impacto de parasitóides como reguladores de populações de *S. frugiperda*. Os autores citaram algumas tentativas de introdução dos seguintes parasitóides, sem sucesso, nos Estados Unidos:

- *A. incertus*, da Argentina, para a Flórida (Clausen em 1956);
- *E. vitticole*, da Bolívia, no sul da Flórida (Ashley et al. em 1982);
- *Microplitis manilae* e *Microplitis* sp., da Austrália para a Flórida (Ashley et al. em 1982);
- *T. remus*, indígena de Sarawak e Nova Guiné, no sul da Flórida (Waddill & Whitcomb em 1982);
- *Microplitis rufiventris*, do Egito, para a Geórgia (Pair & Waddill em 1983-1984).

Pair et al. (1986) obtiveram dezenove espécies de parasitóides em

levantamentos realizados em diferentes regiões dos Estados Unidos e México, com predomínio de *C. insularis*, *A. marmoratus*, *C. sonorensis*, *C. marginiventris*, *R. laphygmae*, *O. flavidus* e *Temelucha difficilis*.

Andrews (1988) realizou uma revisão da literatura latino-americana referente a *S. frugiperda*. O autor resumiu informações disponíveis sobre a distribuição, importância econômica, plantas hospedeiras, biologia e métodos de controle. Foram relacionadas 62 espécies de parasitóides, pertencentes a duas ordens e sete famílias.

Na Geórgia, Isenhour (1988) avaliou as interações de dois parasitóides (*R. laphygmae* e *C. sonorensis*) com *S. frugiperda*.

Ashley et al. (1989) realizaram uma compilação da bibliografia referente, basicamente, à taxonomia, morfologia, biologia, ecologia, fisiologia e aos métodos de controle de *S. frugiperda*, anteriores a 1984, nas Américas.

Wheeler et al. (1989) analisaram os parasitóides larvais de *S. frugiperda*, em milho; *C. insularis* foi a espécie mais comum, tendo sido verificada também a ocorrência de *Lespesia* sp.

Na Flórida, Rajapakse et al. (1991) analisaram a competição interespecífica entre lagartas de *S. frugiperda* e os parasitóides larvais *C. marginiventris* e *M. manilae*, e o parasitóide ovo-larval *C. insularis*.

Rajapakse et al. (1992) observaram, também, os efeitos da idade do hospedeiro (*S. frugiperda*), idade do parasitóide e temperatura na competição entre *C. insularis*, *C. marginiventris* e *M. manilae*.

Riggin et al. (1992a) avaliaram a ocorrência de parasitóides em lagartas de *S. frugiperda*, em genótipos de milho, com predomínio de *C. marginiventris*. O parasitóide foi analisado em criação em dieta artificial, tendo como hospedeiro *S.*

frugiperda (Riggin et al., 1992 b).

Os parasitóides de *S. frugiperda* foram verificados por Riggin et al. (1993), em diferentes genótipos de milho na Geórgia. *A. laphygmae*, *A. marmoratus*, *O. flavidus* e *C. marginiventris* foram os parasitóides que predominaram.

Baur & Yeargan (1994), analisando o comportamento de *C. marginiventris*, verificaram que os parasitóides distinguem lagartas de *S. frugiperda* parasitadas e não parasitadas.

O parasitóide especialista *Microplitis croceipes* pode parasitar apenas lagartas de noctuídeos dos gêneros *Helicoverpa* e *Heliothis* (Rose et al. 1997). O desenvolvimento de *M. croceipes* [*Glabromicroplitis croceipes*] foi estudado por Blumberg & Ferkovich (1994) em seis espécies atípicas de lepidópteros hospedeiros, dentre estes, *S. frugiperda*. Esta foi uma das únicas espécies que suportou o desenvolvimento com sucesso de *M. croceipes* de ovo a adulto, porém a porcentagem de parasitóides que alcançaram o estágio adulto foi muito baixa para que *S. frugiperda* fosse considerada uma espécie hospedeira mais econômica para criação de *M. croceipes*.

Diapetimorpha introita (Ichneumonidae) é um ectoparasitóide de pupas de *Spodoptera* spp., nativo da Geórgia (EUA), e vários artigos foram publicados referentes a esta espécie. Jewett & Carpenter (1998) estudaram a comunicação química entre machos e fêmeas do parasitóide. Gelman et al. (2000) avaliaram os níveis de ecdisteróides de *D. introita*, criados em *S. frugiperda* e em dieta artificial.

Gazit et al. (1996) analisaram aspectos relacionados com a captura de *T. remus* por um cairomônio associado aos ovos do hospedeiro *S. frugiperda*.

Proshold et al. (1998) realizaram testes-pilotos para determinar a

possibilidade de controlar *S. frugiperda* através de liberações de *A. marmoratus*. Os resultados mostraram que liberações inundativas deste parasitóide poderiam tornar-se um importante componente da estratégia de manejo integrado contra populações de *S. frugiperda*. Proshold & Carpenter (2000) estudaram a sobrevivência de *A. marmoratus* em condições de baixas temperaturas e dias curtos.

No México, Cortez & Trujillo (1994) avaliaram a incidência de inimigos naturais de *S. frugiperda* em plantas de milho. Os parasitóides encontrados foram *Chelonus* sp., *Euplectrus* sp., *Eiphosoma* sp. e espécies não identificadas das famílias Trichogrammatidae, Mymaridae e Tachinidae.

Lagartas de *S. frugiperda* foram coletadas por Molina-Ochoa et al. (2001), nos Estados de Michoacan, Colima, Jalisco e Tamaulipas, tendo sido obtidas onze espécies de parasitóides himenópteros pertencentes a três famílias: Ichneumonidae (*O. flavidus*, *C. flavicineta* e *Pristomerus spinator*); Braconidae (*A. laphygmae*, *C. marginiventris*, *M. laphygmae*, *Meteorus* sp., *C. insularis*, *Chelonus* sp. provavelmente *cautus* e *Chelonus* sp.) e Eulophidae (*E. platyhyphenae*). A taxa total de parasitismo obtida foi de 11,3%, a partir de 2219 larvas coletadas.

Martinez-Martinez & Bernal (2002) compararam o comportamento de *T. remus* criado em ovos de *S. frugiperda* e de *Ephestia kuehniella* (Lep., Pyralidae).

Na Espanha, Escribano et al. (2000a) estudaram aspectos relativos à interação entre parasitóides (*C. insularis* e *C. sonorensis*) e o patógeno (nucleopolyhedrovirus) em lagartas de *S. frugiperda*.

Escribano et al. (2000b e 2001) avaliaram as conseqüências do parasitismo por *C. sonorensis* sobre características genéticas de um nucleopolyhedrovirus (Baculoviridae) originado de lagartas de *S. frugiperda*.

Os parasitóides apresentaram grande diversidade nos levantamentos realizados em diferentes regiões, tendo predominado himenópteros icneumonídeos e braconídeos, além de dípteros taquinídeos. A maioria das espécies foi estudada quanto a aspectos bio-ecológicos e comportamentais, sendo que, algumas tiveram o índice de parasitismo em *S. frugiperda* avaliado.

3. CAPÍTULO II

OCORRÊNCIA DE PARASITÓIDES DE *Spodoptera frugiperda* (LEP., NOCTUIDAE) EM LAVOURAS DE MILHO

3.1. INTRODUÇÃO

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) é um dos principais insetos-praga de gramíneas cultivadas, sendo responsável por altos níveis de desfolhamento. O método mais utilizado para o controle desta praga é o químico, mas, devido ao desequilíbrio no ecossistema, o controle biológico através do uso de parasitóides pode tornar-se uma alternativa viável (Valicente, 1989).

No Brasil, em diferentes regiões, os principais parasitóides correspondem às espécies: *Campoletis flavicincta*, *Diadegma* sp., *Ophion flavidus* (Ichneumonidae); *Apanteles marginiventris*, *Chelonus* sp. (Braconidae); *Archytas incertus*, *Archytas marmoratus* e *Lespesia* sp. (Tachinidae) (Patel & Habib, 1984; Valicente, 1989; Silva et al., 1997).

Pouco se conhece em termos de inimigos naturais de *S. frugiperda* para as condições do Estado do Rio Grande do Sul. O presente trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência de parasitóides que atuam como agentes de controle biológico natural de *S. frugiperda* na Estação Experimental do Instituto

Riograndense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, RS.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de parasitóides foi realizado na Estação Experimental do IRGA, em Cachoeirinha, RS (29°55'30" latitude sul e 50°58'21" latitude oeste), nos anos agrícolas de 1999/2000 e 2000/2001.

As amostragens foram efetuadas em áreas de cultivo de milho, que eram circundadas por lavouras de arroz. No primeiro ano, foram utilizadas duas áreas, compreendendo o período de janeiro a abril de 2000. No segundo ano, as coletas foram realizadas em janeiro e fevereiro de 2001, em apenas uma área. Em ambos os anos agrícolas, as áreas destinadas ao levantamento foram subdivididas em cinco blocos, cada bloco com 16 linhas de 8 m. O espaçamento entre linhas era de 0,45 m, sendo que cada linha apresentava, em média, 30 plantas.

A amostragem de lagartas foi realizada semanalmente, desde o início do ciclo da cultura até o final da ocorrência do inseto-praga alvo. A cada coleta foi sorteada uma linha por bloco, sendo as lagartas capturadas e levadas ao Laboratório de Entomologia do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Em seguida, as lagartas foram individualizadas em tubos de ensaio numerados, contendo dieta artificial, e mantidas em câmaras incubadoras tipo B.O.D. (reguladas para 25°C e 12 horas de fotofase, e umidade relativa mantida próxima a 65%) até a emergência dos adultos ou dos parasitóides. O número de lagartas parasitadas foi avaliado e os parasitóides obtidos foram enviados a especialistas para identificação (Universidade da

Florida, EUA; CIRAD, França; UEL, Londrina, PR e USP, São Paulo).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano agrícola, foram realizadas oito coletas na primeira área e seis na segunda; no segundo ano, seis coletas na única área. O número de lagartas coletadas e o índice de parasitismo para cada ano estão apresentados na Tabela 3.1.

TABELA 3.1. Parasitismo em lagartas de *Spodoptera frugiperda* em áreas de milho cultivado na EEA/IRGA - Cachoeirinha, RS, 2000 e 2001.

Ano agrícola	Número de lagartas		Parasitismo (%)
	coletadas	parasitadas	
1999/2000	1425	258	18,11
2000/2001	518	114	22,01

Apesar do número total de insetos ter variado nos anos agrícolas estudados, observa-se que o percentual de parasitismo manteve-se próximo, correspondendo a 18,11% e 22,01%, respectivamente (Tabela 3.1).

Os parasitóides emergidos encontram-se na Tabela 3.2, sendo que, para todas as espécies, houve a emergência de apenas um indivíduo por lagarta ou pupa de *S. frugiperda*. Verificou-se que houve diferença nas espécies coletadas em ambos os anos de amostragens, com os braconídeos *Chelonus* sp. e *Cotesia* sp. ocorrendo apenas no primeiro ano e o taquinídeo *L. archippivora* no segundo. Porém, em ambas as épocas houve predomínio dos himenópteros, correspondendo a 87,60% e 86,84% do total de insetos coletados.

Nos anos agrícolas estudados houve uma predominância de

parasitóides larvais, com uma espécie ovo-larval (*Chelonus* sp.) e uma na qual a emergência ocorreu na fase pupal (*A. incertus*).

TABELA 3.2. Parasitóides de *Spodoptera frugiperda* identificados a partir de amostragens realizadas nos anos agrícolas 1999/2000 e 2000/2001. EEA/IRGA - Cachoeirinha, RS.

Parasitóide	Ano Agrícola				Estágio de emergência
	1999/2000		2000/2001		
	nº	%	nº	%	
Hymenoptera					
Braconidae					
Cheloniinae					
<i>Chelonus</i> sp.	40	15,50	0	0	larval
Homolabinae					
<i>Exaticolus</i> sp.	12	4,65	1	0,88	larval
Microgastrinae					
<i>Cotesia</i> sp.	4	1,55	0	0	larval
Ichneumonidae					
Campopleginae					
<i>Campoletis flavicineta</i>	164	63,57	87	76,32	larval
Ophioninae					
<i>Ophion</i> sp.	6	2,33	11	9,65	larval
Diptera					
Tachinidae					
Goniinae					
<i>Lespesia archippivora</i>	0	0	6	5,26	larval
Tachininae					
<i>Archytas incertus</i>	32	12,40	9	7,89	pupal
Total	258	100	114	100	

Considerando o número total de parasitóides encontrados, predominou, em ambos os anos agrícolas (1999/2000 e 2000/2001), o microhimenóptero *C. flavicineta* (Tabela 3.2), com maior emergência de fêmeas (Tabela 3.3).

Em distintos locais no Brasil há predominância de diferentes parasitóides de *S. frugiperda*. Em Ponta Grossa (PR), *C. flavicineta* e *A. incertus* ocorreram em maior número nos levantamentos de Lucchini & Almeida (1980),

predominando também em diferentes municípios do Estado de São Paulo, segundo Patel & Habib (1984). Ainda nesse mesmo Estado, *Campoletis* sp. e *A. incertus* foram os parasitóides encontrados por Silveira et al. (1987).

TABELA 3.3. Porcentagem de machos e fêmeas de *Campoletis flavicincta* emergidos nos anos agrícolas de 1999/2000 e 2000/2001. EEA/IRGA - Cachoeirinha, RS.

Ano Agrícola	Parasitóides (%)	
	machos	fêmeas
1999/2000	45,45	54,55
2000/2001	40,98	59,02

Para Minas Gerais, Valicente (1989) encontrou *Archytas marmoratus* e *Chelonus* sp. como sendo mais freqüentes, tendo também coletado *A. incertus*. Na Região do Triângulo Mineiro, Silva et al. (1997) observaram o predomínio de *Chelonus texanus* e *A. incertus*, juntamente com *Diadegma* sp.

Em Cascavel (PR), Valicente & Barreto (1999) citam *Campoletis* sp. e *A. marmoratus* como tendo sido os parasitóides mais freqüentes.

Em todos os momentos de coletas, quando foram encontradas pupas de *C. flavicincta*, as mesmas foram coletadas e consideradas no número total de *S. frugiperda* sendo, posteriormente, catalogadas dentre os insetos parasitados por *C. flavicincta*. Este total correspondeu a 46 no ano agrícola 1999/2000 e seis em 2000/2001.

Nos experimentos realizados neste estudo, foi observada a ocorrência de hiperparasitóides a partir de cinco casulos coletados no primeiro ano. De quatro destes casulos emergiram *Conura* sp. (Chalcididae). No casulo restante foi verificada a emergência de 15 indivíduos de *Aphanogmus* sp. (Ceraphronidae).

Conura spp. é citada como sendo hiperparasitóide de *Aleiodes*

stigmator, *Cotesia* sp., *Cotesia orobena* e *Cotesia glomerata* (Frana & O'Neil, 1993; Gaines & Kok, 1995; Dominguez et al., 1999; Gaines & Kok, 1999). Patel & Habib (1984) encontraram os seguintes hiperparasitóides de *C. flavicincta* no Estado de São Paulo: *Spilochalcis chapadae*, *Ceraphron (Caliceras)* sp. e um Hemitelini (Ichneumonidae) não identificado. O gênero *Spilochalcis* é considerado sinonímia de *Conura* por Gaines & Kok (1995).

Com relação a *Aphanogmus* sp., foi referido hiperparasitando *Cotesia* sp. (Peter & David, 1993; Kfir, 1995), sem ter sido localizada sua ocorrência em *C. flavicincta*.

Em função dos resultados apresentados, pode-se evidenciar a importância dos parasitóides como agentes de controle biológico natural de *S. frugiperda*, em especial *C. flavicincta*, espécie predominante na região de realização do trabalho.

4. CAPÍTULO III

RAZÃO SEXUAL DE *Campoletis flavicincta* (HYM., ICHNEUMONIDAE) EM CRIAÇÃO ARTIFICIAL

4.1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem significativa importância sócio-econômica para o Estado do Rio Grande do Sul, sendo *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), a “lagarta-do-cartucho”, considerada o principal inseto-praga da cultura.

Entre os vários autores que se referem aos inimigos naturais de *S. frugiperda*, destaca-se Ashley (1979), que relata 53 espécies de parasitóides. Em Hymenoptera, são citados os icneumonídeos *Campoletis* spp.

Campoletis flavicincta (Ashmead, 1890) distribui-se nas regiões subtropical e temperada da América do Norte e do Sul. É um endoparasitóide de lagartas dos noctuídeos *S. frugiperda*, *Heliothis virescens*, *Heliothis zea*, *Pseudaletia adultera*, além de outras lagartas encontradas em plantas silvestres e cultivadas. Os adultos acasalam somente uma vez, logo após a emergência. Os ovos são inseridos no interior do corpo de lagartas de instares iniciais (Patel & Habib, 1987), com emergência de apenas um indivíduo por hospedeiro.

A biologia de *C. flavicincta* foi estudada por Patel & Habib (1987), que

obtiveram, ao exporem lagartas de *S. frugiperda* de 2º ínstar, duração ovo-larval de 7,94 dias e pupal de 6,93 dias. A longevidade média dos machos foi de 8,6 dias e das fêmeas de 9,36 dias. Da mesma forma, Cruz et al. (1995) encontrou um ciclo total de 19,3 dias, sendo de 12,1 dias o período de ovo-larva e 7,2 dias o período de pupa. A média da longevidade dos adultos foi 29,3 dias para os machos e 23,3 dias para as fêmeas. Os primeiros autores trabalharam em condições controladas, a $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70\pm 10\%$. Os últimos, sob as mesmas condições de umidade, porém com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, além de fotofase de 12 horas.

Campoletis spp. estão incluídos entre os parasitóides que realizam partenogênese facultativa, sendo que os ovos fertilizados são diplóides e dão origem a fêmeas, enquanto ovos não fertilizados são haplóides, originando machos (partenogênese haplóide ou arrenotoquia). O sexo do parasitóide é determinado durante a oviposição e o estímulo para que a espermateca libere espermatozóides no oviduto é geralmente devido a condições externas (Doutt, 1959). Bergerard (1972) salienta que a ação de fatores externos na determinação dos sexos é muito complexa. Este aspecto torna-se particularmente importante em criações de laboratório, onde geralmente ocorre predomínio de machos.

Entre os fatores que podem alterar a proporção sexual, está a idade dos organismos hospedeiros. Lingren et al. (1970), ao avaliarem o parasitismo de *Campoletis perdistinctus*, em lagartas de *S. frugiperda* com um a oito dias de idade, destacam que a melhor proporção sexual ($1,5\text{♀}:1\text{♂}$) ocorreu naquelas de dois dias, sendo que nas demais houve sempre predomínio de machos. Os autores não se referem aos ínstars dos hospedeiros, nem mencionam as condições nas quais foram realizados os experimentos.

Hoelscher & Vinson (1971) salientam que a proporção de machos de *C. perdistinctus* é geralmente maior que a de fêmeas, tanto em insetos provenientes do campo quanto em criações de laboratório. Os autores concluíram que, apesar de não observarem influência da temperatura, o fotoperíodo deve ser de 12 horas e o acasalamento ser realizado cerca de 33 horas após a emergência, para obter-se uma maior porcentagem de fêmeas.

Ao avaliarem o parasitismo por *C. flavicineta*, Patel & Habib (1987) obtiveram os melhores resultados quando foram oferecidas lagartas de *S. frugiperda* de segundo ínstar, que apresentaram 61,18% de parasitismo. Por outro lado, neste ínstar a proporção foi de 1♀:22♂♂. Os autores relatam que a melhor proporção foi obtida quando oferecidas lagartas de quarto ínstar (1:1,4), seguido pelo terceiro ínstar (1:3,8), sendo que o primeiro ínstar apresentou proporção de 1:4,7.

Isenhour (1985) observou que lagartas de *S. frugiperda* de terceiro ínstar são preferidas para o parasitismo por *Campoletis sonorensis* quando comparadas com primeiro e segundo ínstars, a 25±2°C e 14 horas de fotofase.

Cruz et al. (1995) referiram maiores valores de razão sexual quando fêmeas de *C. flavicineta* encontravam-se na fase média de vida (10-15 dias de idade). A razão sexual média obtida pelos autores foi de 0,15.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi determinar condições favoráveis à obtenção de um maior número de fêmeas de *C. flavicineta* em criações desenvolvidas em laboratório, aliadas a aspectos da biologia do parasitóide.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

As lagartas de *S. frugiperda* foram obtidas a partir de criação já estabelecida em salas climatizadas no Laboratório de Entomologia do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia/UFRGS, com temperatura de $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Na alimentação, foi utilizada dieta de Poitout & Bues (1970), desenvolvida especificamente para a criação de noctuídeos.

As observações foram realizadas a partir da exposição de 20 lagartas a um casal do parasitóide em frascos de vidro fechados (11 cm de altura por 7 cm de diâmetro) por, aproximadamente, 24 horas. Para a alimentação das lagartas foram utilizadas porções de dieta e, para os parasitóides, uma solução de mel a 10%.

Após, as lagartas foram individualizadas em tubos de vidro (9 cm de altura e 2,5 cm de diâmetro), contendo dieta artificial, e avaliadas até a formação das crisálidas ou a obtenção do parasitóide. Tanto as lagartas quanto os parasitóides foram mantidos em câmara incubadora tipo "Biological Oxygen Demand" (B.O.D.), regulada para 25°C e 12 horas de fotofase; a umidade relativa foi mantida em, aproximadamente, 65%.

Para testar a influência do momento de formação de casais de parasitóides, se quando do recebimento de hospedeiros ou antes, comparou-se a razão sexual obtida de casais formados cerca de 24 horas antes da exposição das lagartas com casais formados no momento da exposição.

A avaliação da preferência de fêmeas do parasitóide por um ínstar específico de *S. frugiperda* foi realizada comparando-se a razão sexual dos parasitóides emergidos de lagartas que, durante a exposição, estavam no segundo ou terceiro ínstar. Tanto neste ensaio quanto no anterior foram utilizados casais com dois ou três dias de idade. Portanto, com mais de 33 horas de vida e com diferença de idade entre macho e fêmea não superior a três dias, conforme recomendado por Hoelscher & Vinson (1971) e Patel (1981), respectivamente, para obtenção de um maior número de fêmeas.

No experimento referente à influência da idade das fêmeas por ocasião do parasitismo, foram comparadas diferentes idades de fêmeas no momento da exposição de lagartas de segundo ínstar. Em relação à idade do macho foram adotados os mesmos critérios já descritos.

Por fim, realizou-se um ensaio onde foram mantidas as condições que permitiram a emergência de um maior número de fêmeas, a partir dos resultados dos experimentos descritos anteriormente. Os demais procedimentos de criação permaneceram os mesmos. Além da razão sexual resultante, foi avaliada a data da formação do casulo do parasitóide e da emergência do inseto adulto, além da longevidade.

4.2.1. Análise estatística

O teste estatístico utilizado foi o qui-quadrado, ao nível de 5% de significância.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados 278 parasitóides, oriundos de lagartas expostas a 57 casais formados em torno de 24 horas antes de serem realizadas as exposições, e 530 parasitóides nos quais não houve período prévio em 111 exposições. Quando houve um período anterior à formação dos casais, a razão sexual foi de 0,18, com a proporção de 1♀: 4,7♂♂. Por outro lado, quando não houve período prévio, a razão sexual foi de 0,20, com proporção de 1:4,0. Ambas as situações não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Considerando o ínstar das lagartas expostas, no caso do segundo ínstar a razão sexual foi de 0,19, para 680 insetos avaliados (a partir de 127 exposições). No terceiro ínstar, de 0,18, para 149 parasitóides (36 exposições), da mesma forma sem diferença significativa.

A proporção de fêmeas:machos foi de 1:4,3 e de 1:4,5, quando expostas lagartas de segundo e terceiro ínstar, respectivamente. O valor para lagartas de segundo ínstar foi bastante distinto do obtido por Patel & Habib (1987), que foi de 1:22. Considerando as lagartas de terceiro ínstar, os valores estão mais próximos, sendo que os autores obtiveram proporção de 1:3,8.

Analisando as diferentes idades das fêmeas dos casais de parasitóides, os resultados foram: fêmeas de 0-2 dias, razão sexual de 0,19 e proporção de 1♀:4,2♂♂ (21 exposições); entre 3-6 dias, 0,22 e proporção de 1:3,6 (47); de 7-10 dias, de 0,20 e proporção de 1:4,0 (32); e para fêmeas com idade superior a 10 dias, 0,13 e 1:6,5 (27). Estes resultados não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

A partir dos dados apresentados por Cruz et al. (1995), pode-se concluir que quando fêmeas de *C. flavicincta* encontravam-se na fase média de vida (10-15 dias de idade), os valores de razão sexual situavam-se entre 0,2 e 0,3, superiores, portanto, ao obtido no presente estudo (0,13).

Os dados obtidos nos três ensaios descritos mostraram que, nas condições do presente estudo, não foi possível observar influência de cada fator estudado, independente de demais fatores, sobre a razão sexual de *C. flavicincta*.

A seguir, um experimento foi realizado utilizando-se as condições de criação que permitiram uma maior razão sexual, mesmo que em cada ensaio não tenha ocorrido diferença estatisticamente significativa entre as condições testadas. Portanto, foram expostas lagartas no segundo ínstar, a idade das fêmeas foi entre 3 e 6 dias e os casais foram formados no momento da exposição.

Nestas condições, 117 casais foram avaliados, tendo originado 376 machos e 259 fêmeas, com os valores de razão sexual obtidos distribuídos em intervalos conforme apresentados na Figura 4.1. A razão média foi de 0,41 e a proporção de 1♀:1,4♂. O valor da razão sexual foi praticamente o dobro do obtido nos ensaios anteriores.

Ainda sob as mesmas condições de criação que permitiram uma maior razão sexual, foram obtidos dados sobre a biologia de *C. flavicincta*. Os resultados encontram-se na Tabela 4.1, sendo que, para as fases jovens, foram considerados conjuntamente machos e fêmeas em função de análise estatística preliminar ter indicado não haver diferença significativa entre ambos. A duração média do período de ovo e larva foi de 11,08 dias, com intervalo entre 8 e 19 dias. A duração média da fase de pupa foi de 7,69, com variação entre 5 e 11. O

valor médio do ciclo total ovo-pupa foi de 18,77 dias, variando entre 14 e 28 dias.

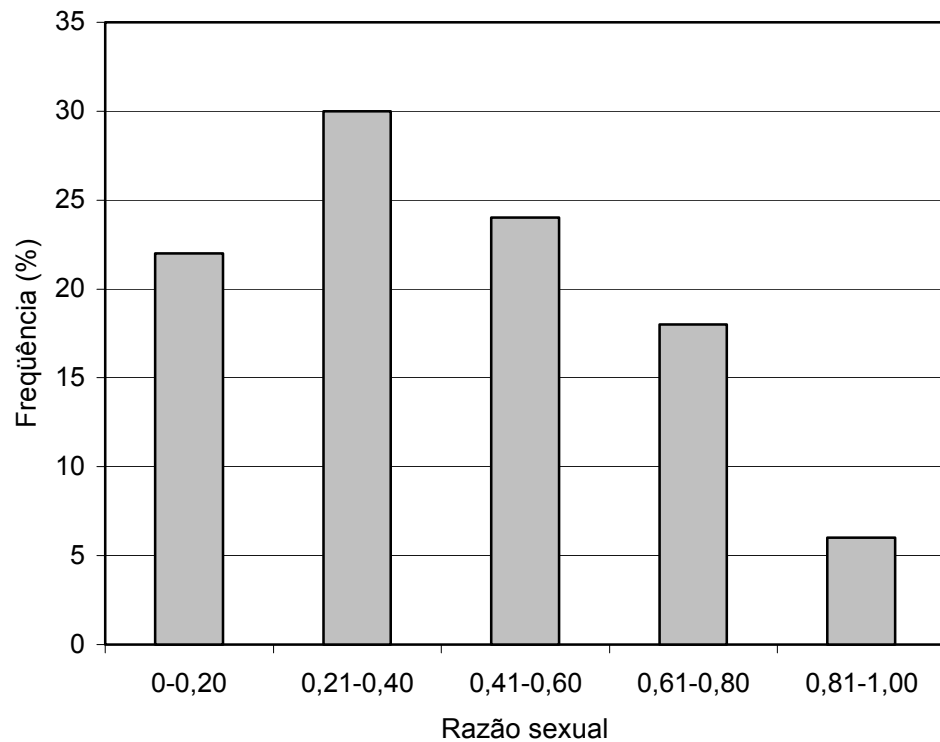


FIGURA 4.1. Razão sexual de *Campoletis flavicincta* oriundos da exposição de lagartas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda* a fêmeas do parasitóide com idade entre 3 e 6 dias, sendo os casais formados no momento da exposição. Porto Alegre, RS, 2000.

Para a longevidade média dos insetos adultos, foram considerados apenas aqueles insetos que não foram utilizados para a formação de casais. Entre os machos a longevidade média foi de 14,29 dias, com variação entre 1 e 37 dias, sendo que entre as fêmeas, foi de 16,95, variando entre 2 e 36 dias.

TABELA 4.1. Aspectos biológicos de *Campoletis flavicineta* em condições de 25°C, 12 horas de fotofase e umidade relativa em torno de 65%. Porto Alegre, RS, 2000.

	Ovo-larva	Pupa	Ovo-pupa	Longevidade	
				machos	fêmeas
Observações (n°)	560	560	560	441	205
Média (dias) ±E.P.	11,08 ± 0,07	7,69 ± 0,04	18,77 ± 0,09	14,29 ± 0,38	16,95 ± 0,59

E.P.= erro-padrão

Os valores obtidos referentes ao desenvolvimento de ovo e larva, pupa e ovo-pupa assemelham-se aos obtidos por Cruz et al. (1995). Por outro lado, as longevidades médias de machos e fêmeas foram intermediárias àquelas obtidas pelos autores, de 29,3 e 23,3 dias, respectivamente, e por Patel & Habib (1987) que obtiveram longevidade média dos machos de 8,6 dias e das fêmeas de 9,36 dias.

Isenhour (1986), trabalhando com *C. sonorensis* (=perdistinctus), obteve, em média, 10,9 dias para o desenvolvimento ovo-larval e 8,5 para o pupal, com um total de 18,4 dias. Os valores citados estão próximos aos obtidos no presente trabalho. A longevidade dos adultos assemelha-se aos referidos por Patel & Habib (1987), sendo 8,6 dias para os machos e 10,7 para as fêmeas.

Pode-se, portanto, concluir a partir dos dados de biologia, que as condições de criação adotadas no ensaio foram adequadas, visto, aparentemente, não terem diferido dos dados obtidos por outros autores.

Para as criações que objetivarem a obtenção de parasitóides em número suficiente para realização de testes, a metodologia de criação aqui utilizada pode ser adotada, com a razão sexual dos parasitóides sendo mantida próxima a 0,40.

5. CAPÍTULO IV

INTERAÇÃO ENTRE *Spodoptera frugiperda* (LEP., NOCTUIDAE), *Campoletis flavicincta* (HYM., ICHNEUMONIDAE) E *Bacillus thuringiensis aizawai*, EM LABORATÓRIO

5.1. INTRODUÇÃO

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) é considerada uma das mais importantes pragas de gramíneas cultivadas. Em lavouras de milho, as lagartas podem ocorrer durante todos os estádios de crescimento da cultura. No início do desenvolvimento, apenas raspam as folhas, porém, após tornarem-se mais ativas, fazem orifícios nas folhas, diminuindo a área fotossinteticamente ativa da planta. A redução no rendimento de milho pode chegar a 34% (Cruz, 1995).

A freqüente ocorrência de *S. frugiperda* na cultura de milho vem aumentando os esforços da pesquisa na área da bioecologia do inseto, visando o monitoramento e estratégias de controle. Informações referentes à forma como os parasitóides afetam a dinâmica populacional da praga são essenciais, desde que estes agentes de mortalidade natural vêm se tornando componentes significativos em programas de Manejo Integrado de Pragas - MIP (Ashley, 1979).

Dentre os parasitóides de *S. frugiperda*, destaca-se *Campoletis*

flavicincta (Ashmead, 1890) (Hym., Ichneumonidae).

C. flavicincta possui cerca de 15 mm de envergadura e realiza a postura no interior de lagartas de ínstaes iniciais de *S. frugiperda*. A larva completa todo seu ciclo alimentando-se do conteúdo interno do hospedeiro. Próximo à fase de pupa, a larva do parasitóide sai do corpo da lagarta, para construir o casulo no ambiente externo (Cruz, 1995).

No Brasil, *C. flavicincta* é citado como sendo um dos principais parasitóides de *S. frugiperda* em Ponta Grossa (PR) (Lucchini & Almeida, 1980), em diferentes municípios do Estado de São Paulo (Patel & Habib, 1984) e em Cachoeirinha (RS) (Capítulo II).

A crescente utilização de entomopatógenos nos programas de MIP, torna indispensável a avaliação dos prováveis efeitos destes agentes de controle biológico sobre os inimigos naturais dos insetos-praga (Magalhães et al., 1998). Dentre os entomopatógenos, o mais largamente utilizado é *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1911 (Feitelson et al., 1992).

Vários aspectos podem ser analisados a partir do estudo das interações resultantes entre parasitóides e patógenos. Dentre estes, podem ser citados: suscetibilidade às bactérias por lagartas parasitadas (Nealis & Van Frankenhuyzen, 1990); possibilidade de transmissão do patógeno no momento da postura de ovos (Bell et al., 1974); influência do patógeno na biologia do parasitóide (Ahmad et al., 1978; Salama et al., 1982), influência do patógeno na biologia do hospedeiro (Weseloh et al., 1983) e possibilidade do parasitóide distinguir entre lagartas do hospedeiro infectadas ou não (López & Ferro, 1995; Ulpah & Kok, 1996).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a interação

entre *S. frugiperda*, o parasitóide *C. flavicincta* e *B. thuringiensis aizawai*.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Consumo foliar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Campoletis flavicincta* e/ou infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai*

O ensaio constou de lagartas de *S. frugiperda* expostas aos seguintes tratamentos: (1) sem parasitismo e sem infecção (controle); (2) infecção com *B. thuringiensis aizawai*; (3) parasitismo por *C. flavicincta* e (4) parasitismo e infecção. Para cada tratamento foram utilizadas 30 lagartas, com quatro repetições.

O produto comercial Xen Tari (Abbott Laboratórios do Brasil Ltda), à base de *B. thuringiensis aizawai*, foi utilizado como fonte do entomopatógeno. A opção de testar-se esta subespécie deveu-se ao fato de ser considerada particularmente ativa contra lagartas de *Spodoptera* spp. (Beegle & Yamamoto, 1992), ao contrário de produtos à base de *B. thuringiensis kurstaki* (Navon, 1993).

Através da análise de Probit, pelo programa Polo-PC (LeOra Software 1987), foi determinada a Concentração Letal Média (CL₅₀), aos sete dias, de 0,5 mg.ml⁻¹.

Na obtenção dos insetos para os tratamentos (3) e (4), lagartas com três dias de idade foram expostas aos parasitóides em gaiolas de acrílico de 30 x 30 x 30 cm, onde permaneciam por 24 horas. Após este período, foram infectados tanto um lote destas lagartas (tratamento quatro), quanto um lote de lagartas com quatro dias de vida, não exposto ao parasitismo (tratamento dois).

A exposição das lagartas ao *B. thuringiensis aizawai* foi feita em placas de acrílico (35 mm de diâmetro), com fundo coberto por papel de filtro umedecido, sobre o qual colocou-se um disco de folha nova de milho (0,74 cm²) e, em cima deste, 20 µl de uma suspensão de *B. thuringiensis aizawai*, acrescida de Tween 20 a 0,1%. O mesmo procedimento foi adotado nos tratamentos (1) e (3), porém substituindo a suspensão bacteriana por água destilada.

As lagartas de todos os tratamentos permaneceram durante três dias expostas ao bacilo ou à água destilada. Após este período, foi fornecido um novo disco de folha de milho, sendo a umidade do papel filtro regularmente monitorada. A troca das folhas foi realizada diariamente e o número de lagartas mortas, vivas e, estas, quando em pré-pupa ou parasitadas, foi registrado.

As placas de acrílico com as lagartas foram mantidas em câmara incubadora tipo "Biological Oxygen Demand" (B.O.D.), regulada para 25°C e 12 horas de fotofase; a umidade relativa foi mantida em aproximadamente 65%.

O consumo alimentar das lagartas nos quatro tratamentos foi avaliado ao final do ensaio, quando a área foliar do restante dos discos foi medida em medidor LI-COR modelo LI-3100 (Inc. Lincoln, Nebraska, EUA).

5.2.2. Biologia de *Campoletis flavicineta* descendentes de parasitóides que emergiram a partir de lagartas de *Spodoptera frugiperda* infectadas e não infectadas com *Bacillus thuringiensis aizawai*

Um lote de lagartas parasitadas foi infectado com *B. thuringiensis aizawai* conforme método descrito no ensaio anterior. Outro lote de lagartas parasitadas foi mantido sem infecção pelo entomopatógeno. Os lotes foram de aproximadamente 200 lagartas, para garantir a emergência do número necessário

de parasitóides. A partir destes lotes foram obtidos parasitóides oriundos de lagartas infectadas e não infectadas, sendo formados oito casais de parasitóides (com dois dias de idade) provenientes de cada situação.

Cada casal permaneceu durante 24 horas em potes de vidro de 11 cm de altura por 7 cm de diâmetro. Após este período, foram oferecidas 20 lagartas de segundo instar, para cada casal de parasitóides, durante 24 horas. A alimentação constou de folha de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) para as lagartas e solução de mel, embebida em algodão, para os parasitóides. Este procedimento foi repetido quatro vezes.

Em seguida, as lagartas foram individualizadas da mesma forma que no ensaio anterior. A alimentação continuou sendo com folhas de capim-elefante, que foram trocadas a cada dois dias. Cada lagarta foi observada diariamente. As observações constaram de: (a) data de formação do casulo do parasitóide e (b) data de emergência, (c) sexo e (d) longevidade do parasitóide adulto.

5.2.3. Análise histológica de lagartas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Campoletis flavicincta* e/ou infectadas com *Bacillus thuringiensis aizawai*

Lagartas de quatro dias foram expostas ao parasitismo e, 24 horas após, um lote permaneceu apenas parasitado e outro foi infectado com *B. thuringiensis aizawai*, adotando-se a metodologia utilizada no primeiro ensaio, incluindo o produto comercial, a dose e a quantidade referidos. Um lote de lagartas com cinco dias foi apenas infectado e outro lote (de mesma idade) não foi exposto nem ao parasitismo nem à infecção, permanecendo como controle.

Lagartas oriundas dos quatro tratamentos foram fixadas por 24 horas

em “Bouin Hollande”, após intervalos de 6, 12 e 24 horas posteriores à infecção. O mesmo procedimento foi adotado, ainda, para lagartas com 7 e 10 dias após infecção (8 e 11 dias após o parasitismo, respectivamente). Logo a seguir, todas as lagartas foram mantidas em etanol 70% a 4°C.

O preparo do material para análise histológica seguiu o descrito em Fiuza (1995), iniciando com a desidratação das lagartas em série crescente de etanol, passando para etanol + xilol, xilol e impregnação em parafina a 58°C. Após a inclusão em blocos de parafina, foram efetuados os cortes histológicos a 6 µm de espessura, com uso de micrótomo (Leitz Wetzlar). Os cortes foram aderidos nas lâminas com albumina. O material foi submetido ao tratamento com xilol, para remoção da parafina, seguido de hidratação em etanol e coloração com hematoxilina e eosina. As lâminas foram montadas com Bálsamo do Canadá e lamínula.

Os tecidos, correspondentes aos tratamentos, foram observados em microscopia óptica. As medições dos ovos e larvas de *C. flavicineta* foram realizadas com sobreposição de lâmina com escala micrométrica.

5.2.4. Análise estatística

Os testes estatísticos utilizados foram o fatorial e análise da variância ou qui-quadrado, ao nível de 5% de significância; os primeiros, através do aplicativo computacional SANEST.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Consumo foliar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Campoletis flavicincta* e/ou infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai*

5.3.1.1. Índices de mortalidade

O percentual de lagartas mortas em cada tratamento, considerando a média das repetições, está representado na Figura 5.1. O controle (tratamento 1) apresentou mortalidade média de 10,53%. No tratamento de lagartas infectadas (2) este valor foi de 44,34%. Para os tratamentos de lagartas parasitadas (3) e parasitadas e infectadas (4) a mortalidade foi de 78,45% e 96,52%, respectivamente. Todas as médias diferiram entre si pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância. Portanto, o tratamento de lagartas parasitadas e infectadas resultou em maior mortalidade que os tratamentos com parasitóide ou *B. thuringiensis aizawai* isolados. Resultado semelhante foi obtido por Ahmad et al. (1978) que citam que a mortalidade causada em *L. dispar* pela utilização de *B. thuringiensis* e do parasitóide *A. melanoscelus* foi maior do que aquela causada por *B. thuringiensis* ou *A. melanoscelus*, isoladamente.

Por outro lado, durante os três primeiros dias ocorreu uma alta mortalidade nos tratamentos 2 e 4 (Figura 5.2), indicando uma ação efetiva de *B. thuringiensis aizawai*, visto ser entre 18 e 72 horas o período de maior ocorrência de mortalidade causada por este entomopatógeno (Habib & Andrade, 1998).

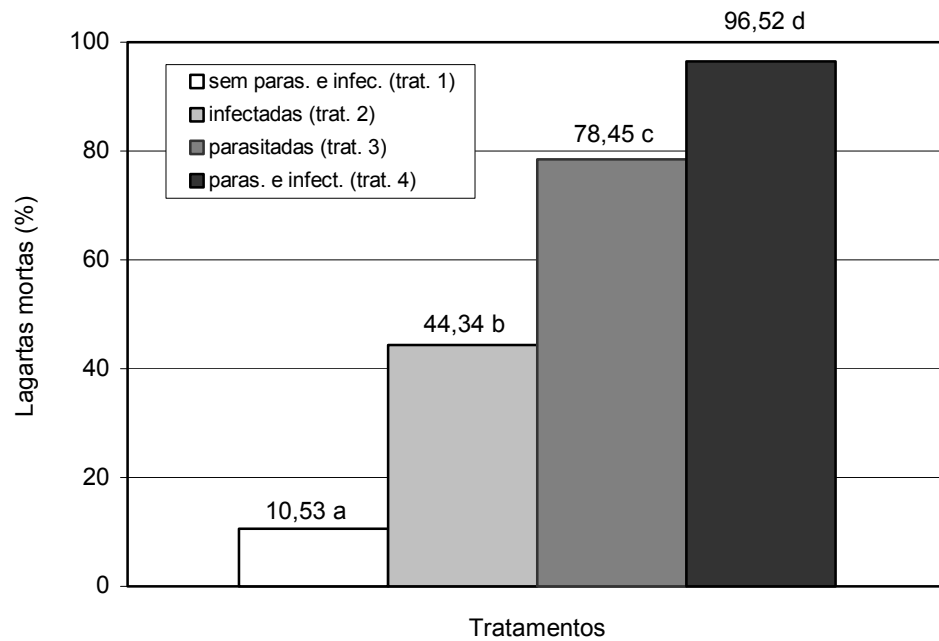


FIGURA 5.1. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* submetidas a diferentes condições de parasitismo por *Campoletis flavicincta* e de infecção por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%. Coeficiente de variação: 11,46%.

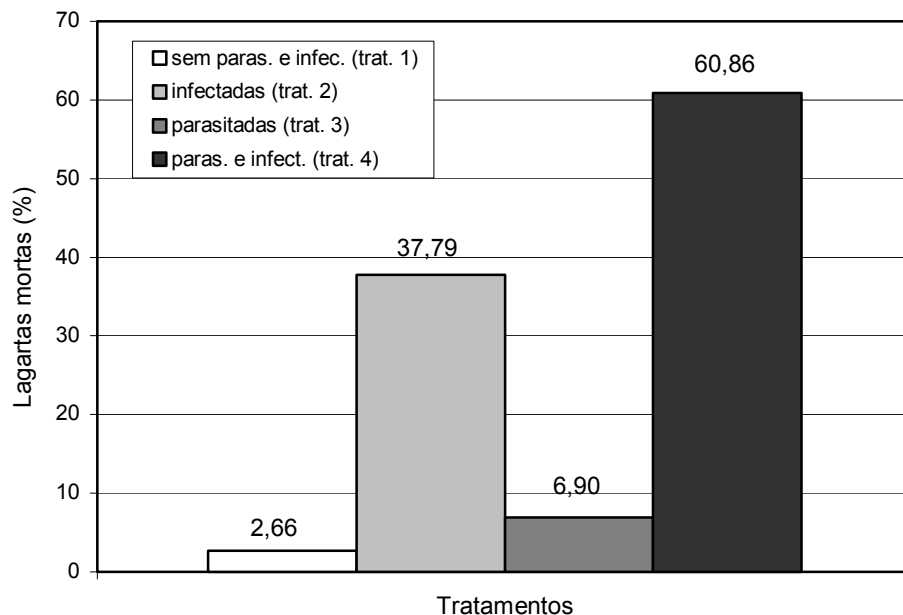


FIGURA 5.2. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, nos três primeiros dias após serem submetidas a diferentes condições de parasitismo por *Campoletis flavicincta* e de infecção por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

5.3.1.2. Quantidade de alimento consumido

A quantidade de alimento consumido é resultante da diferença entre a quantidade de alimento que se ofereceu ao inseto, no início do experimento, e a sobra de alimento no final do período de estudo (Parra, 1991).

O consumo alimentar médio, representado em área de folha de milho/lagarta do lote inicial, obtido a partir de cada repetição e o valor médio total por tratamento, estão apresentados na Tabela 5.1. Nos tratamentos de lagartas parasitadas e de lagartas tanto parasitadas quanto infectadas, foi feita uma correção no sentido de compensar o consumo alimentar realizado pelas lagartas que não foram parasitadas, correspondendo, na primeira situação, a três lagartas na primeira repetição e duas na terceira repetição; no tratamento de lagartas parasitadas e infectadas, quatro lagartas na quarta repetição. Os dados foram analisados através de teste fatorial.

TABELA 5.1. Consumo médio de folha de milho (cm²) por lagartas de *Spodoptera frugiperda* submetidas a diferentes condições de parasitismo por *Campoletis flavicincta* e de infecção por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

Tratamentos	Médias
Controle	118,05 a
Infectadas	76,77 b
Parasitadas	7,17 c
Parasitadas e Infectadas	2,28 c

- Coeficiente de variação: 29,03%

- Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

A partir da análise dos resultados constantes na Tabela 5.1, pode-se concluir que ocorreu um menor consumo no tratamento no qual as lagartas foram parasitadas e infectadas, apesar do mesmo não ter diferido significativamente do

tratamento onde as lagartas foram apenas parasitadas. Ainda, que as lagartas infectadas tiveram um consumo foliar 35% menor que o controle, enquanto que nas parasitadas e nas parasitadas e infectadas este consumo foi 94% e 98% menor, respectivamente.

O consumo foliar médio de *S. frugiperda* equivalente a 209,3 cm² foi obtido por Cruz et al. (1997a), sendo que lagartas parasitadas por *C. flavicineta* consumiram 14,5 cm², correspondendo a 6,9% do consumo de uma lagarta sadia. No presente trabalho, este valor representou 6,1% do consumo do controle.

Rezende et al. (1994) compararam o consumo foliar de lagartas de *S. frugiperda* parasitadas por *C. insularis* com o de lagartas não parasitadas. Os autores verificaram que lagartas parasitadas consumiram 12,2 cm² (6,8%) de folhas de milho, comparados com 179,7 cm² das lagartas não parasitadas.

Lagartas de *S. frugiperda* apresentaram uma quantidade de folha consumida significativamente inferior quando parasitadas por *C. sonorensis* e *Rogas laphygmae*, em relação a lagartas não parasitadas (Isenhour, 1988). Esta mesma conclusão foi evidenciada quando diferentes genótipos de milho foram testados por Isenhour & Wiseman (1987) em relação a lagartas parasitadas por *C. sonorensis*.

Lopes et al. (1997) verificaram que lagartas de *Spodoptera eridania* parasitadas pelo díptero taquinídeo *Cyrtophloebe* sp., apresentaram um menor consumo total de folhas de couve do que lagartas não parasitadas.

A partir dos resultados obtidos, tanto neste item quanto no anterior (5.3.1.1), pode-se inferir que o uso conjunto de parasitismo por *C. flavicineta* e infecção por *B. thuringiensis aizawai* implica em maior mortalidade e menor consumo foliar de lagartas.

5.3.1.3. Duração do período de alimentação em folhas de milho

Tanto as lagartas infectadas quanto aquelas pertencentes ao controle não diferiram significativamente quanto ao período de alimentação das lagartas em folhas de milho, até atingirem o período de pré-pupa (tratamentos 1 e 2) ou formarem casulo do parasitóide (tratamentos 3 e 4) (Tabela 5.2). Da mesma forma, não diferiram os tratamentos de lagartas parasitadas e de lagartas parasitadas e infectadas. Porém, houve diferença entre estes dois tratamentos e os demais. O fator parasitismo foi o responsável pela diminuição do período que as lagartas permaneceram alimentando-se de folhas de milho, correspondendo a cerca de 13 dias ao serem comparadas as lagartas do controle com as parasitadas.

TABELA 5.2. Tempo médio (dias) de alimentação de lagartas de *Spodoptera frugiperda* submetidas a diferentes condições de parasitismo por *Campoletis flavicincta* e de infecção por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

Tratamentos	Nº de lagartas avaliadas	Médias
Controle	102	28,46 a
Infectadas	59	29,60 a
Parasitadas	91	15,81 b
Parasitadas e Infectadas	33	15,48 b

- Coeficiente de variação: 9,82%

- Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

O período médio que lagartas sadias de *S. frugiperda* observadas por Cruz et al. (1997a) alimentaram-se de folha de milho correspondeu a 25 dias, enquanto que naquelas parasitadas por *C. flavicincta* o período foi de 17,5 dias. No presente trabalho estes valores corresponderam a 28,46 e 15,81 dias, respectivamente. Para Rezende et al. (1994) as lagartas não parasitadas por

C. insularis cessaram sua alimentação no 18º dia de observação, enquanto que as parasitadas alimentaram-se até o 14º dia.

5.3.1.4. Duração da fase larval de *Spodoptera frugiperda*

A distribuição percentual da duração de lagartas infectadas com *B. thuringiensis aizawai* comparada com a de lagartas não infectadas está representada na Figura 5.3. Ambas as situações diferiram significativamente através do teste qui-quadrado. Um percentual de 55,88% das 102 lagartas não infectadas avaliadas teve uma duração larval de 25 a 27 dias, comparativamente a 15,25% das 59 lagartas infectadas distribuídas nestes mesmos períodos. Portanto, lagartas de *S. frugiperda* infectadas apresentaram uma duração maior do que as sadias.

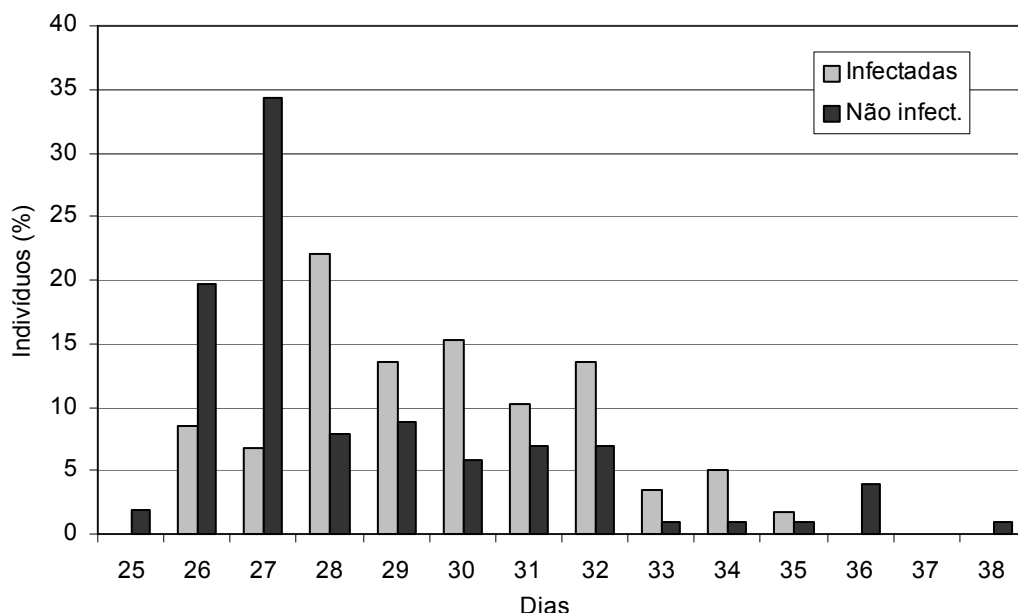


FIGURA 5.3. Duração do ciclo da fase larval de *Spodoptera frugiperda* infectadas e não infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

Porém, o período em que tanto as lagartas infectadas quanto as sadias permaneceram alimentando-se de folhas de milho não diferiu (Tabela 5.2), apesar das lagartas infectadas terem alimentado-se de uma quantidade significativamente menor do que o controle (Tabela 5.1).

Outra questão a ser considerada é que a lagarta infectada, ao permanecer por mais tempo nesta fase de desenvolvimento, torna-se mais vulnerável ao parasitismo por *C. flavicincta*. Este aspecto foi evidenciado por Weseloh et al. (1983), ao sugerirem que lagartas de *L. dispar* desenvolveram-se mais rapidamente em áreas não tratadas por *B. thuringiensis kurstaki* do que em áreas tratadas. Portanto, *B. thuringiensis* não apenas causa mortalidade direta às lagartas, como indiretamente aumenta a mortalidade causada por *A. melanoscelus* por tornar mais lento o desenvolvimento das lagartas, permitindo, desta forma, maior pressão de parasitismo.

5.3.2. Biologia de *Campoletis flavicincta* descendentes de parasitóides que emergiram a partir de lagartas de *Spodoptera frugiperda* infectadas e não infectadas com *Bacillus thuringiensis aizawai*

Aspectos referentes à biologia de *C. flavicincta* foram avaliados, a partir da análise de parasitóides descendentes de casais que emergiram a partir de lagartas infectadas e não infectadas por *B. thuringiensis aizawai*. A razão sexual destes parasitóides está apresentada na Tabela 5.3. A média das repetições de ambas as situações foi de 0,18, não apresentando diferença estatisticamente significativa.

TABELA 5.3. Razão sexual de indivíduos de *Campoletis flavicineta* descendentes de parasitóides que emergiram a partir de casais provenientes de lagartas de *Spodoptera frugiperda* infectadas e não infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

Lagartas de <i>S. frugiperda</i>	Número total		Razão sexual
	Fêmeas	Machos	
Infectadas	82	379	0,18
Não infectadas	79	359	0,18

Avaliou-se, também, a duração das fases de ovo-larva, pupa e ovo-pupa, a longevidade do inseto adulto e a duração do ciclo total de desenvolvimento (ovo-adulto) (Figuras 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 e 5.8). Para todas as situações, os descendentes de casais oriundos de lagartas infectadas não diferiram significativamente, pelo teste qui-quadrado, dos descendentes de casais oriundos de lagartas não infectadas. Através do mesmo teste foi feita análise preliminar que constatou não haver diferença significativa entre machos e fêmeas para cada situação, sendo, então, considerados conjuntamente.

O período médio de duração de cada fase de desenvolvimento de *C. flavicineta*, além do ciclo total das fases jovens (ovo a pupa) e de ovo a adulto, encontra-se na Tabela 5.4, tendo sido apresentados os parasitóides oriundos de casais emergidos a partir de lagartas infectadas e não infectadas por *B. thuringiensis aizawai*, além do número total de indivíduos analisados.

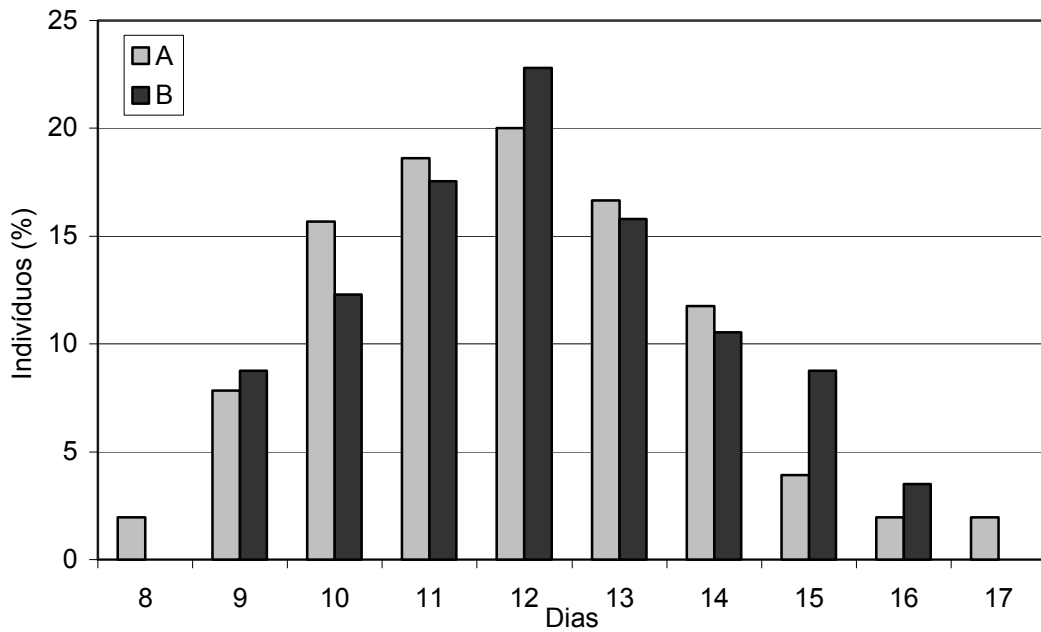


FIGURA 5.4. Distribuição percentual de indivíduos de *Campoletis flavicincta*, entre os diferentes períodos de duração das fases de ovo e larva, descendentes de casais oriundos de lagartas de *Spodoptera frugiperda* infectadas (A) e não infectadas (B) por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

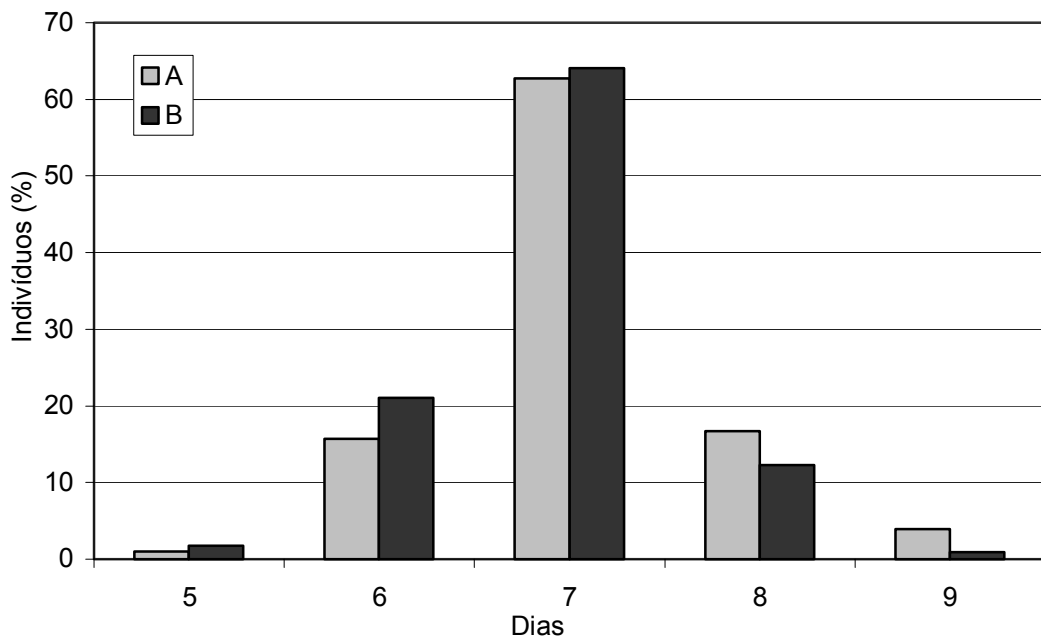


FIGURA 5.5. Distribuição percentual de indivíduos de *Campoletis flavicincta*, entre os diferentes períodos de duração da fase de pupa, descendentes de casais oriundos de lagartas de *Spodoptera frugiperda* infectadas (A) e não infectadas (B) por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

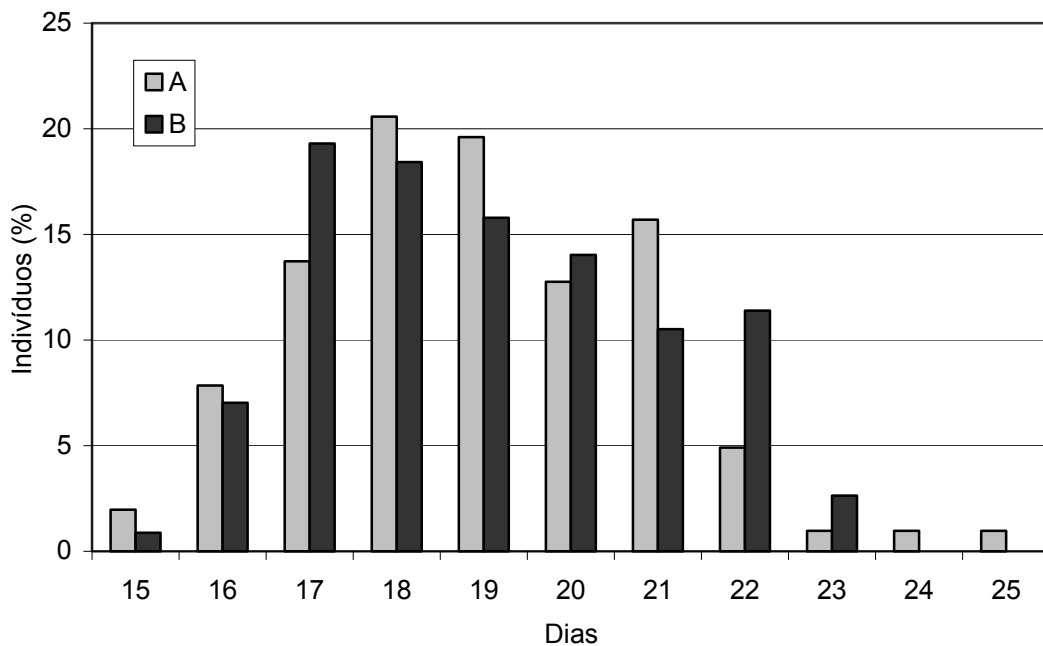


FIGURA 5.6. Distribuição percentual de indivíduos de *Campoletis flavicincta*, entre os diferentes períodos de duração das fases de ovo a pupa, descendentes de casais oriundos de lagartas de *Spodoptera frugiperda* infectadas (A) e não infectadas (B) por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

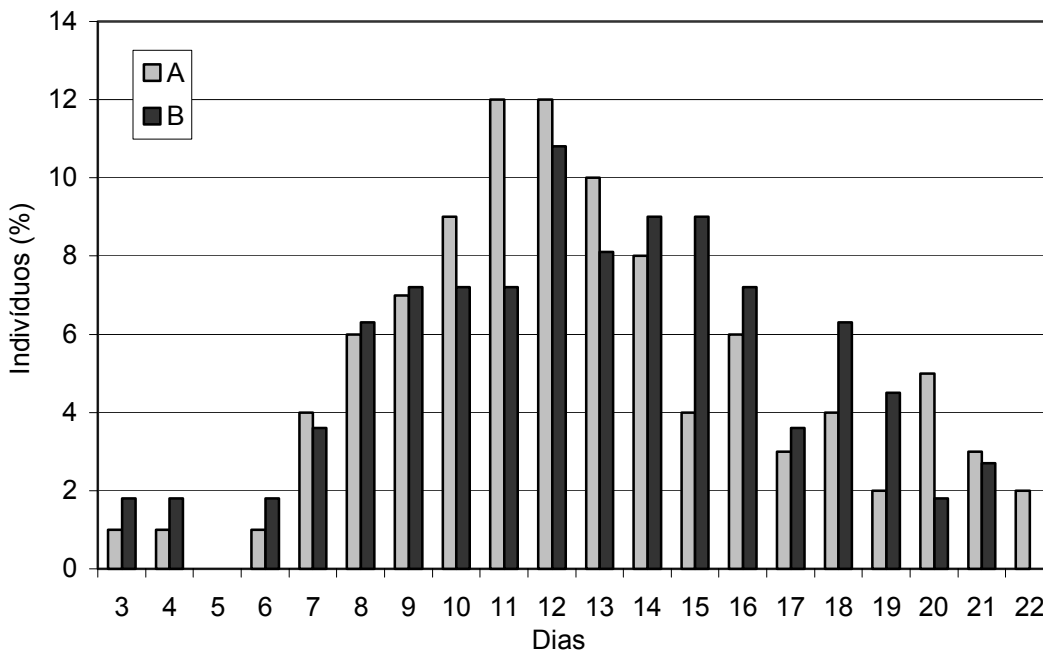


FIGURA 5.7. Distribuição percentual de indivíduos de *Campoletis flavicincta*, entre as diferentes longevidades de insetos adultos, descendentes de casais oriundos de lagartas de *Spodoptera frugiperda* infectadas (A) e não infectadas (B) por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

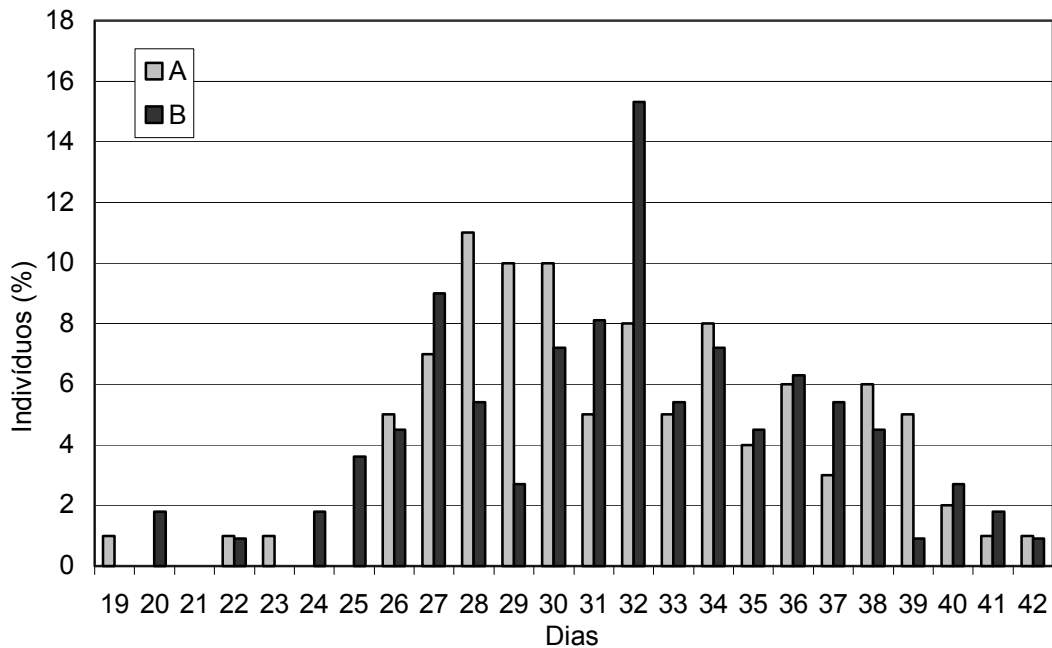


FIGURA 5.8. Distribuição percentual de indivíduos de *Campoletis flavicincta*, entre os diferentes períodos totais de desenvolvimento (ovo-adulto), descendentes de casais oriundos de lagartas de *Spodoptera frugiperda* infectadas (A) e não infectadas (B) por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

TABELA 5.4. Duração média das fases de desenvolvimento (em dias) de *Campoletis flavicincta* oriundos de casais provenientes de lagartas de *Spodoptera frugiperda* infectadas e não infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai*. Porto Alegre, RS, 2001.

Fase de desenvolvimento	Infectadas		Não infectadas	
	Média ± erro padrão	Nº de indivíduos	Média ± erro padrão	Nº de indivíduos
Ovo-larva	11,88 ± 0,19	102	12,09 ± 0,17	114
Pupa	7,07 ± 0,07	102	6,89 ± 0,06	114
Ovo-pupa	18,94 ± 0,19	102	18,98 ± 0,18	114
Adulto	12,84 ± 0,41	100	12,80 ± 0,39	111
Ovo-adulto	31,82 ± 0,45	100	31,77 ± 0,44	111

Portanto, parasitóides que se desenvolveram em lagartas sob a ação de *B. thuringiensis aizawai* não tiveram alteradas características biológicas de sua

prole. Este fato foi observado por alguns autores como Kaya & Dunbar (1972), Ulpah & Kok (1996), Blumberg et al. (1997) e Monnerat & Bordat (1998).

5.3.3. Análise histológica de lagartas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Campoletis flavicincta* e/ou infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai*

O total de insetos analisados histologicamente, dentre os diferentes tratamentos, foi de 17 controles, 16 somente infectados, 54 submetidos apenas ao parasitismo e 75 parasitados e infectados. Estes totais foram distribuídos dentre os intervalos de 6, 12 e 24 horas e 7 e 10 dias após a infecção. Nos tratamentos nos quais as lagartas foram submetidas ao parasitismo, este ocorreu durante as 24 horas anteriores à infecção.

A análise preliminar da morfologia e histologia do sistema digestivo de *S. frugiperda* foi realizada utilizando-se como referência o exposto por Chauthani & Callahan (1967), Standlea & Yonke (1968), Mathur (1973), Chi & Drew (1975), Beals & Berberet (1976) e Mall (1980).

O total de lagartas nas quais foram identificados indivíduos de *C. flavicincta*, nas fases de ovo ou larva, encontra-se na Tabela 5.5.

Em algumas lagartas foi possível determinar que o(s) ovo(s) estava(m) situado(s) no final do corpo, concordando com o observado por Patel & Habib (1987), que citam como sendo este o local preferencial de oviposição.

Em função da posição dos ovos no corpo da lagarta no momento da fixação do material, o tamanho ficou em torno de 0,1 mm de largura (Figura 5.9) ou 0,2 mm de comprimento (Figura 5.10). Estes valores assemelham-se aos expostos por Patel & Habib (1987) que apresentaram a descrição morfológica das

diferentes fases de desenvolvimento de *C. flavicincta* em *S. frugiperda*.

TABELA 5.5. Número de lagartas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Campoletis flavicincta* e parasitadas e infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai* distribuídas nos diferentes períodos após a infecção. Porto Alegre, RS, 2001.

Período após a infecção	Parasitadas	Parasitadas e Infectadas
6 horas	-	1 (1)*, 1(2)
12 horas	1(1)	-
24 horas	1(1), 1(2), 1(4), 1(2)	1(2), 1(3), 1(3)
7 dias	1(1)	1(1)
10 dias	-	1(1)
Total	6 (10 ovos e 1 larva)	7 (11 ovos e 2 larvas)

* O número entre parênteses indica o total de indivíduos de *C. flavicincta* visualizado por lagarta.



FIGURA 5.9. Corte histológico de lagarta de *Spodoptera frugiperda* mostrando ovo de *Campoletis flavicincta* (seta), em posição transversal em relação ao comprimento do corpo da lagarta. Porto Alegre, RS, 2001.



FIGURA 5.10. Corte histológico de lagarta de *Spodoptera frugiperda* mostrando ovo de *Campoletis flavicincta* (seta), em posição longitudinal em relação ao comprimento do corpo da lagarta. Porto Alegre, RS, 2001.

No presente estudo foi observada a presença de mais de um ovo por lagarta (Figura 5.11). Dados semelhantes foram verificados por Patel & Habib (1987), que mencionam fêmeas de *C. flavicincta* parasitando o mesmo hospedeiro mais de uma vez, tendo sido encontrados até quatro ovos/hospedeiro. Porém, ocorre emergência de apenas um parasitóide por lagarta.



FIGURA 5.11. Corte histológico de lagarta de *Spodoptera frugiperda* infectada por *Bacillus thuringiensis aizawai* mostrando ovos de *Campoplex flavicincta* (setas). Porto Alegre, RS, 2001.

As larvas de *C. flavicincta* foram avaliadas a partir do exposto por Wilson & Ridgway (1975) e Patel & Habib (1987). A larva apresentada na Figura 5.12 é de primeiro ínstar e, na Figura 5.13, de segundo ínstar, apesar de ambas terem sido fixadas sete dias após a infecção por *B. thuringiensis aizawai*, nas lagartas submetidas a este tratamento. Já, a larva visualizada na Figura 5.14, é de quarto ínstar.

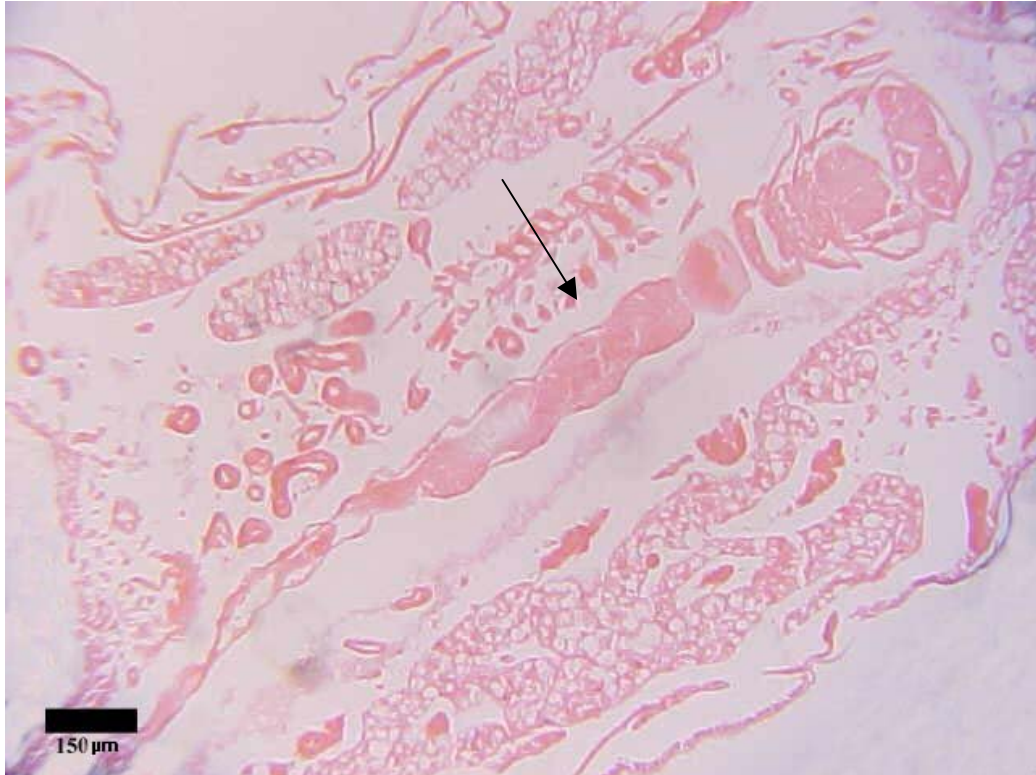


FIGURA 5.12. Corte histológico de lagarta de *Spodoptera frugiperda*, com larva de primeiro ínstar de *Campoplex flavicincta* (seta). Porto Alegre, RS, 2001.

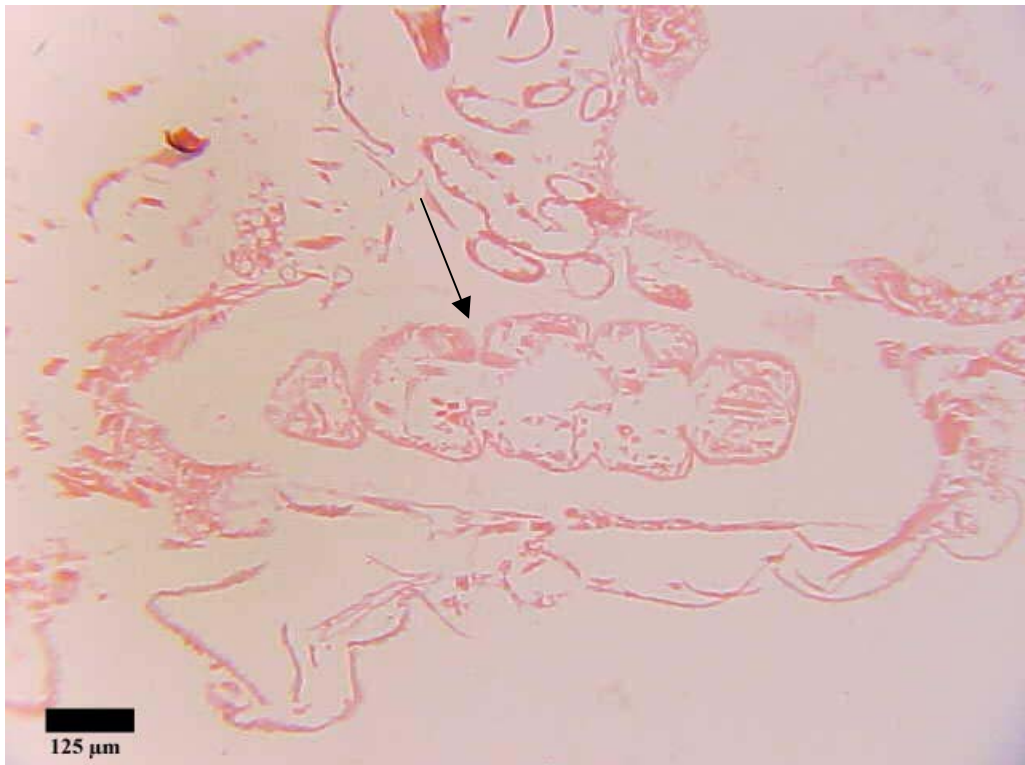


FIGURA 5.13. Corte histológico de *Spodoptera frugiperda* infectada por *Bacillus thuringiensis aizawai*, com larva de segundo ínstar de *Campoplex flavicincta* (seta). Porto Alegre, RS, 2001.

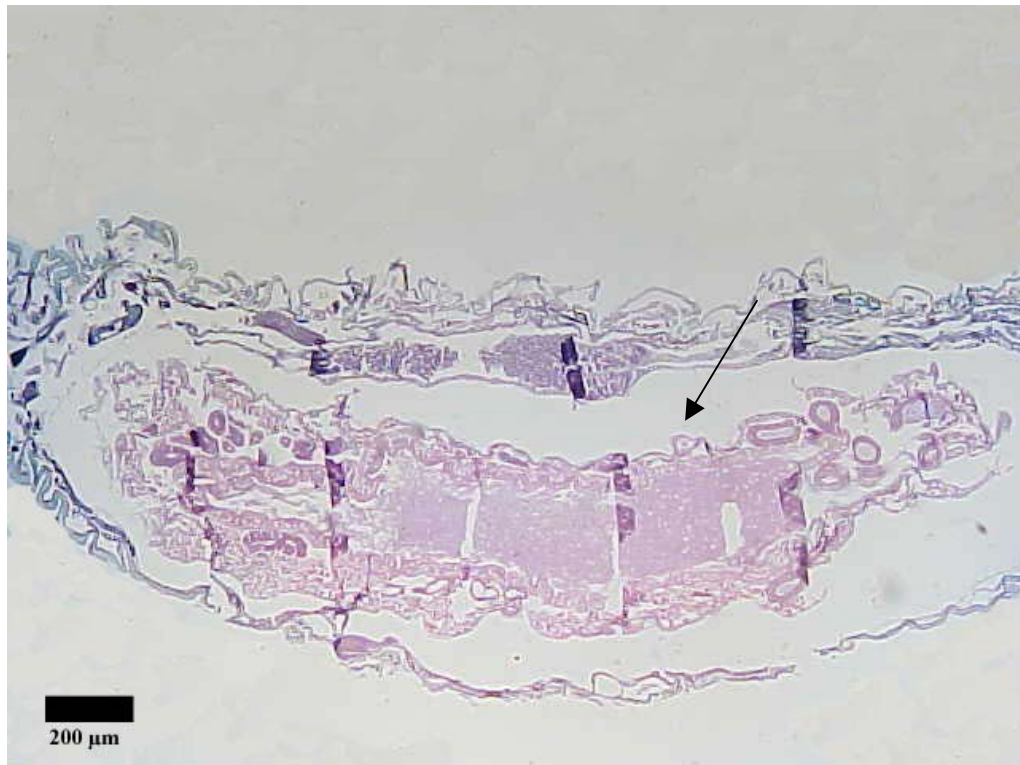


FIGURA 5.14. Corte histológico de lagarta de *Spodoptera frugiperda* infectada por *Bacillus thuringiensis aizawai*, com larva de quarto ínstar de *Campoletis flavicincta* (seta). Porto Alegre, RS, 2001.

Na análise dos cortes histológicos fica evidenciado que não houve modificações aparentes tanto nos ovos quanto nas larvas de *C. flavicincta* após a ingestão de *B. thuringiensis aizawai* por lagartas de *S. frugiperda*. Esta observação concorda com Magalhães et al. (1998) que concluem que, em função da bactéria atuar no intestino do inseto, é pequena a probabilidade de um parasitóide, que se desenvolve num hospedeiro contaminado, ter contato direto com as toxinas da bactéria.

6. CONCLUSÕES GERAIS

Em áreas de cultivo de milho da EEA/IRGA, em Cachoeirinha, RS, ocorrem os seguintes parasitóides de *S. frugiperda*: *Chelonus* sp., *Cotesia* sp. e *Exatocolus* sp. (Hym., Braconidae), *Campoletis flavicincta* e *Ophion* sp. (Hym., Ichneumonidae) e *Archytas incertus* e *Lespesia archippivora* (Dip., Tachinidae).

O percentual de lagartas parasitadas é em torno de 19%, com *C. flavicincta* contribuindo com cerca de 67,5% deste valor. Os parasitóides, portanto, não podem ser considerados efetivos agentes de controle biológico de *S. frugiperda* em função da baixa frequência nesses agroecossistemas.

Após ter sido evidenciado o predomínio de *C. flavicincta* sobre outros parasitóides de *S. frugiperda*, pode-se obter, em criação em laboratório, uma razão sexual média para o parasitóide de 0,41 ao serem expostas lagartas de segundo ínstar de *S. frugiperda*, as fêmeas dos parasitóides estarem com idade entre 3 e 6 dias, além dos casais serem formados no momento da exposição.

Alguns aspectos resultantes da avaliação da interação entre *C. flavicincta*, a bactéria *B. thuringiensis aizawai* e *S. frugiperda* podem ser destacados:

- quando expostas tanto ao *B. thuringiensis aizawai* quanto ao parasitóide, a mortalidade de lagartas é superior à mortalidade quando do uso de *C. flavicincta* ou *B. thuringiensis aizawai* isoladamente;

- ocorre um menor consumo alimentar de folhas de milho quando as lagartas são parasitadas e infectadas, apesar do mesmo não diferir do consumo que ocorre quando as lagartas são apenas parasitadas; lagartas de ambas as situações alimentam-se menos que as apenas infectadas e estas, por sua vez, menos que as sadias;

- considerando o período de alimentação das lagartas infectadas que sobrevivem à ação de *B. thuringiensis aizawai*, este não difere das sadias; da mesma forma, as parasitadas não diferem das parasitadas e infectadas;

- lagartas de *S. frugiperda* infectadas apresentam um período de duração maior que as sadias;

- aspectos da biologia de indivíduos de parasitóides descendentes de casais que emergem a partir de lagartas infectadas não diferem daqueles que emergem de lagartas não infectadas;

- a análise histológica de lagartas de *S. frugiperda* parasitadas e infectadas indica não haver alteração morfológica no ovo e larva de *C. flavicincta* resultante da ação de *B. thuringiensis aizawai*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, S.; O'NEILL, J.R.; MAGUE, D.L. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* to gypsy moth larvae parasitized by *Apanteles melanoscelus*. **Environmental Entomology**, College Park, v.7, n.1, p.73-76, 1978.
- ALI, M.I.; AKHTAR, M. *Bacillus thuringiensis*: a means of reducing the use of insecticides in Bangladesh. **Bangladesh Journal of Zoology**, Bangladesh, v.21, n.2, p.161-163, 1993. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 14 mai. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- ALVAREZ, L.R.; ROA, F.G. Comportamiento parasitico de *Telenomus* sp. en *Spodoptera frugiperda*. **Revista Colombiana de Entomologia**, Santafe de Bogota, v.21, n.4, p.191-197, 1995. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- ANDREWS, K.L. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda* in Central America and neighboring areas. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.63, n.4, p.456-467, 1980.
- ANDREWS, K.L. Latin american research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v.71, n.4, p.630-653, 1988.
- ARANDA, E.; SANCHEZ, J.; PEFEROEN, M. et al. Interactions of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins with the midgut epithelial cells of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.68, p.203-212, 1996.
- ASHLEY, T.R. Classification and distribution of fall armyworm parasites. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.62, n.2, p.114-123, 1979.
- ASHLEY, T.R. Growth pattern alterations in fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, larvae after parasitization by *Apanteles marginiventris*, *Campoletis grioti*, *Chelonus insularis* and *Eiphosoma vitticole*. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.66, n.2, p.260-266, 1983.
- ASHLEY, T.R. Geographical distributions and parasitization levels for parasitoids of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.69, n.3, p.516-524, 1986.
- ASHLEY, T.R.; MITCHELL, E.R.; LEPPLA, N.C. et al. Parasites attacking fall armyworm larvae, *Spodoptera frugiperda*, in late planted field corn. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.63, n.1, p.136-142, 1980.
- ASHLEY, T.R.; BARFIELD, C.S.; WADDILL, V.H. et al. Parasitization of fall armyworm larvae on volunteer corn, bermudagrass, and paragrass. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.66, n.2, p.267-271, 1983.

- ASHLEY, T.R.; WISEMAN, B.R.; DAVIS, F.M. et al. The fall armyworm: a bibliography. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.72, n.1, p.152-202, 1989.
- BARFIELD C.S.; STIMAC, J.L.; KELLER, M.A. State-of-the-art for predicting damaging infestations of fall armyworm. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.63, n.4, p.364-375, 1980.
- BAUER, L.S. Resistance: a threat to the insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.78, n.3, p.414-443, 1995.
- BAUR, M.E.; YEARGAN, K.V. Developmental stages and kairomones from the primary parasitoid *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) affect the response of the hyperparasitoid *Mesochorus discitergus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) to parasitized caterpillars. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.87, n.6, p.954-961, 1994. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- BEALS, G.R.; BERBERET, R.C. Anatomy and histology of selected systems in larval and adult *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera, Pyralidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.69, n.6, p.1105-1119, 1976.
- BEEGLE, C.C.; YAMAMOTO, T. Invitation paper (c.p. Alexander Fund): History of *Bacillus thuringiensis* Berliner research and development. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.124, p.587-616, 1992.
- BELL, J.V.; KING, E.G.; HAMALLE, R.J. Interactions between bollworms, a braconid parasite, and the bacterium *Serratia marcescens*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.67, n.4, p.712-714, 1974.
- BENINTENDE, G.; MARQUEZ, A. Bactérias entomopatógenas. In: LECUONA, R.E. (Editor) **Microorganismos patógenos empleados em el control microbiano de insectos plaga**. Buenos Aires: Talleres Gráficos Mariano Mas., 1996. p.61-72.
- BERGERARD, J. Environmental and physiological control of sex determination and differentiation. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.17, p.57-74, 1972.
- BLUMBERG, D.; FERKOVICH, S.M. Development and encapsulation of the endoparasitoid, *Microplitis croceipes* (Hym.: Braconidae), in six candidate host species (Lep.). **Entomophaga**, Paris, v.39, n.3-4, p.293-302, 1994. Disponível em <http://webofscience.fapesp.br>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados Web of Science.
- BLUMBERG, D.; NAVON, A.; KEREN, S. et al. Interactions among *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), its larval endoparasitoid *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae), and *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.90, n.5, p.1181-1186, 1997.
- BOHOROVA, N.; MACIEL, A.M.; BRITO, R.M. et al. Selection and characterization of Mexican strains of *Bacillus thuringiensis* active against four major lepidopteran maize pests. **Entomophaga**, Paris, v.41, n.2, p.153-165, 1996.

CAVE, R.D. Parasitoides larvales y pupales de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Centro America con una clave para las especies encontradas en Honduras. **CEIBA**, Tegucigalpa, v.34, n.1, p.33-56, 1993. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

CAVE, R.D.; ACOSTA, N.M. *Telenomus remus* Nixon: un parasitoide en el control biológico del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Smith). **CEIBA**, Tegucigalpa, v.40, n.2, p.215-227, 1999.

CHAUTHANI, A.R.; CALLAHAN, P.S. Developmental morphology of the alimentary canal of *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.60, n.6, p.1136-1141, 1967.

CHI, C.; DREW, W.A. Comparative morphology and histology of the larval digestive system of two genera of Noctuidae (Lepidoptera): *Heliothis* and *Spodoptera*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.68, n.2, p.371-380, 1975.

CONSOLI, F.L.; KITAJIMA, E.W.; PARRA, J.R.P. Ultrastructure of the natural and factitious host eggs *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v.28, n.3, p.211-231, 1999.

CORTEZ, M.H.; TRUJILLO, A.J. Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres agrosistemas de maíz. **Turrialba**, San Jose, v.44, n.1, p.1-9, 1994.

COSTA LIMA, A. da **Insetos do Brasil: Lepidópteros**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1949, Tomo 6, Parte 2, 420p. (Série Didática, 8).

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1995. 45p. (Circular Técnica, 21).

CRUZ, I.; LIMA, D.A.N. de; FIGUEIREDO, M.L.C. et al. Aspectos biológicos do parasitóide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) criados em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.24, n.2, p.201-208, 1995.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; GONÇALVES, E.P. et al. Efeito da idade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no desempenho do parasitóide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e consumo foliar por lagartas parasitadas e não parasitadas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, n.2, p.229-234, 1997a.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; VALICENTE, F.H. et al. Application rate trials with a nuclear polyhedrosis virus to control *Spodoptera frugiperda* (Smith) on maize. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, n.1, p.145-152, 1997b.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; MATOSO, M.J. **Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma***. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1999. 40p. (Circular Técnica, 30).

- DOMINGUEZ, O.; RAMIREZ, R.; LISCANO, O. et al. Parasitoides de lepidopteros defoliadores del platano (*Musa AAB*, cv. Harton) en el sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v.16, p.95-101, 1999.
- DOUTT, R.L. The biology of parasitic hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.4, p.161-182, 1959.
- DUNBAR, J.P.; JOHNSON, A.W. *Bacillus thuringiensis*: effects on the survival of a tobacco budworm parasitoid and predator in the laboratory. **Environmental Entomology**, College Park, v.4, n.2, p.352-354, 1975.
- ESCRIBANO, A.; WILLIAMS, T.; GOULSON, D. et al. Parasitoid-pathogen-pest interactions of *Chelonus insularis*, *Campoletis sonorensis*, and a nucleopolyhedrovirus in *Spodoptera frugiperda* larvae. **Biological Control**, Orlando, v.19, n.3, p.265-273, 2000a.
- ESCRIBANO, A.; WILLIAMS, T.; GOULSON, D. et al. Effect of parasitism on a nucleopolyhedrovirus amplified in *Spodoptera frugiperda* larvae parasitized by *Campoletis sonorensis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.97, n.3, p. 257-264, 2000b. Disponível em <http://www.nal.usda.gov/ag98/>. Acesso em: 10 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados Agrícola.
- ESCRIBANO, A.; WILLIAMS, T.; GOULSON, D. et al. Consequences of interspecific competition on the virulence and genetic composition of a nucleopolyhedrovirus in *Spodoptera frugiperda* larvae parasitized by *Chelonus insularis*. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v.11, n.5, p.649-662, 2001. Disponível em <http://www.nal.usda.gov/ag98/>. Acesso em: 27 mai.. 2002. Resumo obtido via base de dados Agrícola.
- FEITELSON, J.S.; PAYNE, J.; KIM, L. *Bacillus thuringiensis*: Insects and beyond. **Bio/Technology**, New York, v.10, p.271-275, 1992.
- FERNANDEZ, B.R.I.; TERAN, B.J.B. Biología de *Meteorus laphygmae* Viereck (Hymenoptera: Braconidae). Parte I: Fases de huevo, larva y pupa. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v.16, n.3-4, p.177-198, 1990.
- FERRAZ, J.M.G. **Estudos bioecológicos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot e Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) como subsídio ao manejo integrado de pragas na cultura do milho**. Campinas : UNICAMP,1991. 167f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- FIUZA, L.M. **Étude des sites récepteurs et de la toxicité des δ -endotoxines de *Bacillus thuringiensis* Berliner chez les larves de la pyrale du riz *Chilo suppressalis* Walker**. Montpellier : ENSAM, 1995. 181f. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier, 1995.
- FRANA, J.E.; O'NEIL, R.J. Parasitism of late instar larvae of the cattail caterpillar, *Simyra henrici* (Grote) (Lepidoptera: Noctuidae) in Indiana. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Manhattan, v.66, n.4, p.399-404, 1993.
- GAINES, D.N.; KOK, L.T. *Cotesia orobenae* (Hymenoptera: Braconidae), a gregarious endoparasitoid of *Evergestis rimosalis* (Lepidoptera:Pyralidae), and hyperparasitoids in Virginia *Brassica* crops. **Biological Control**, Orlando, v.5, n.4, p.573-580, 1995.

- GAINES, D.N.; KOK, L.T. Impact of hyperparasitoids on *Cotesia glomerata* in southwestern Virginia. **Biological Control**, Orlando, v.14, n.1, p.19-28, 1999.
- GARCIA, M.A. **Potencialidade de alguns fatores bióticos e abióticos na regulação populacional de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae)**. 1979. 95f. Dissertação (Mestrado em Biologia-Ecologia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979.
- GARCIA, M.A.; SIMÕES, M.; HABIB, M.E.M. Possibles reasons of resistance in larvae of *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) infected by *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.57, p.215-222. 1982.
- GASSEN, D.N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.
- GAZIT, Y.; LEWIS, W.J.; TUMLINSON, J.H. Arrestment of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) by a kairomone associated with eggs of its host, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Biological Control**, Orlando, v.6, n.2, p.283-290, 1996.
- GELMAN, D.B.; CARPENTER, J.E.; GREANY, P.D. Ecdysteroid levels/profiles of the parasitoid wasp, *Diapetimorpha introita*, reared on its host, *Spodoptera frugiperda* and on an artificial diet. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v.46, n.4, p.457-465, 2000.
- GILL, S.S.; COWLES, E.A.; PITRANTONIO, P.V. The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.37, p.615-636, 1992.
- GIRALDO-VANEGAS, H.; GARCIA, J.L. Determinacion del numero de instares de *Eiphosoma vitticolle* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Boletin de Entomologia Venezolana**, Caracas, v.7, n.2, p.133-137, 1992.
- GIRALDO-VANEGAS, H.; GARCIA, R. Comportamiento, descripcion y tiempo de desarrollo de los estados inmaduros de *Eiphosoma vitticolle* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasito de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Agronomia Tropical**, Maracay, v.44, n.4, p.645-665, 1994a. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- GIRALDO-VANEGAS, H.; GARCIA, R. Comportamiento de los adultos de *Eiphosoma vitticolle* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasito de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletin de Entomologia Venezolana**, Caracas, v.9, n.1, p.15-20, 1994b.
- GIRALDO-VANEGAS, H.; GARCIA, R. Influencia de la alimentacion sobre la capacidad reproductiva de *Eiphosoma vitticolle* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasito de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Agronomia Tropical**, Maracay, v.45, n.2, p.159-170, 1995. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- GLADSTONE, S.H. Parasitos del cogollero, *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en maize sembrado en la epoca seca en Nicaragua. **CEIBA**, Tegucigalpa, v.32, n.2, p.201-206, 1991.

GROSS, H.R.; JOHNSON, R. *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae): advances in large-scale rearing and associated biological studies. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.78, n.6, p.1350-1353, 1985.

GROSS, H.R. JR; PAIR, S.D. The fall armyworm: status and expectations of biological control with parasitoids and predators. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.69, n.3, p.502-515, 1986.

HABIB, M.E.M.; ANDRADE, C.F.S. Bactérias entomopatogênicas. In: ALVES, S.B. (Editor) **Controle Microbiano de Insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.383-446.

HERNANDEZ, D.; DIAZ, F. Efecto de la edad del parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) sobre su capacidad de ovipostura y proporcion sexual de la descendencia. **Boletín de Entomología Venezolana**, Caracas, v.10, n.2, p.161-166, 1995.

HERNANDEZ, D.; DIAZ, F. Efecto de la edad del hospedero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre el parasitismo y la proporcion sexual de la descendencia (psd) de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, Caracas, v.11, n.1, p.27-32, 1996a.

HERNANDEZ, D.; DIAZ, F. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, Caracas, v.11, n.2, p.149-153, 1996b.

HERNANDEZ, D.; FERRER, F.; LINARES, B. Introduccion de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) en Yaritagua - Venezuela. **Agronomía Tropical**, Maracay, v.39, n.4-6, p.199-205; 1989. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

HOELSCHER, C.E.; VINSON, S.B. The sex ratio of a hymenopterous parasitoid, *Campoletis perdinctus*, as affected by photoperiod, mating and temperature. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.64, n.6, p.1373-1376, 1971.

HÖFTE, H.; WHITELEY, H.R. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Microbiological Reviews**, Washington, v.53, n.2, p.242-255, 1989.

ISENHOUR, D.J. *Campoletis sonorensis* (Hym.: Ichneumonidae) as a parasitoid of *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae): host stage preference and functional response. **Entomophaga**, Paris, v. 30, n.1, p.31-36, 1985.

ISENHOUR, D.J. Developmental time, adult reproductive capability, and longevity of *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) as a parasitoid fo fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.79, n.6, p. 893-897, 1986.

ISENHOUR, D.J. Interactions between two hymenopterous parasitois of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, College Park, v.17, p.616-620, 1988.

ISENHOUR, D.J.; WISEMAN, B.R. Foliage consumption and development of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) as affected by the interactions of a parasitoid, *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), and resistant corn genotypes. **Environmental Entomology**, College Park, v.16, n.5, p.1181-1184, 1987.

JEWETT, D.K.; CARPENTER, J.E. Chemical communication between males and females of a pupal parasitoid *Diapetimorpha introita* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.91, n.5, p.748-753, 1998. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

KAO, C.H.; CHIU, C.S.; CHENG, E.Y. Field evaluation of microbial and chemical insecticides for diamondback moth and other lepidopterous pests control on cabbage. **Journal of Agricultural Research of China**, Taipei, Taiwan, v.39, n.3, p.221-227, 1990. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

KAYA, H.K.; DUNBAR, D.M. Effect of *Bacillus thuringiensis* and carbaryl on an elm spanworm egg parasite *Telenomus alsophilae*. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.65, n.4, p.1132-1134, 1972.

KFIR, R. Parasitoids of the African stem borer, *Busseola fusca* (Lepidoptera: Noctuidae), in South Africa. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v.85, n.3, p.369-377, 1995. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

KORNOSOR, S.; OYARTI, L. The effect of *Bacillus thuringiensis* Berliner on *Spodoptera exigua* Hbn. (Lep.: Noctuidae) larvae causing damage to maize plants. **Turkiye Entomoloji Dergisi**, [Turquia], v.13, n.2, p.91-101, 1989. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

LAMBERT, B.; BUYSSE, L.; DECOCK, C. et al. A *Bacillus thuringiensis* insecticidal crystal protein with a high activity against members of the family Noctuidae. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.62, n.1, p.80-86, 1996.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H.F.G. A lagarta dos milharais (*Laphygma frugiperda* Abbot & Smith, 1797). **O Biológico**, São Paulo, v.19, p.105-113, 1953.

LIMA, J.O.G. de; ZANUNCIO, J.C. Controle da "lagarta do cartucho do milho", *Spodoptera frugiperda*, pelo carbaril, carbofuram, Dipel (*Bacillus thuringiensis*) e endossulfam. **Revista Ceres**, Viçosa, v.23, n.127, p. 222-225, 1976.

LINGREN, P.D.; GUERRA, R.J.; NICKELSEN, J.W. et al. Hosts and host-age preference of *Campoletis perdinctus*. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.63, n.2, p.518-522, 1970.

LOPES, C.; DELLA LUCIA, T.M.C.; PICANÇO, M.C. Consumo foliar de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) parasitadas por *Cyrtophloebe* esp.n. (Diptera: Tachinidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.57, n.1, p.15-19, 1997.

- LÓPEZ, R.; FERRO, D.N. Larviposition response of *Myiopharus doryphorae* (Diptera:Tachinidae) to colorado potato beetle (Coleoptera, Chrysomelidae) larvae treated with lethal and sublethal doses of *B. thuringiensis* Berliner subsp. *tenebrionis*. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.88, n.4, p.870-874, 1995.
- LUCCHINI, F. **Biologia da *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbot, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), níveis de prejuízo e avaliação toxicológica de inseticidas para seu controle**. Curitiba: UFPR, 1977. 114f. Dissertação (Mestrado - Ciências Biológicas) - Curso de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1977.
- LUCCHINI, F.; ALMEIDA, A.A. Parasitas da *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbot, 1797) (Lep., Noctuidae), lagarta do cartucho do milho, encontrado em Ponta Grossa, Pr. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.9, n.1, p.115-121, 1980.
- MACHADO, V.L.L.; GIANNOTTI, E.; OLIVEIRA, R.M. Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.14, n.1, p.121-130, 1985.
- MAGALHÃES, B.P.; MONNERAT, R.; ALVES, S.B. Interações entre entomopatógenos, parasitóides e predadores. In: ALVES, S.B. (Editor) **Controle Microbiano de Insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.195-216.
- MALATHI, S.; SRIRAMULU, M.; BABU, T.R. Evaluation of certain eco-friendly insecticides against lepidopterous pests of cabbage. **Indian Journal of Entomology**, New Delhi, v.61, n.2, p.127-133, 1999. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 14 mai. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- MALL, S.B. Histomorfology of the alimentary canal and associated glands of the mature larva of *Marasmia trapezalis* Guen. (Pyralidae: Lepidoptera). **Journal of Natural History**, London, v. 14, p.97-110, 1980.
- MARTINEZ-MARTINEZ, L.; BERNAL, J.S. *Ephestia kuehniella* Zeller as a factitious host for *Telenomus remus* Nixon: host acceptance and suitability. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v.37, n.1, p.10-26, 2002. Disponível em <http://webofscience.fapesp.br>. Acesso em: 27 mai. 2002. Resumo obtido via base de dados Web of Science.
- MATHUR, L.M.L. Histology of the alimentary canal of the mature larva of *Prodenia litura* Fabr. (Lepidoptera). **Journal of Natural History**, London, v. 7, p.653-664, 1973.
- MILWARD DE AZEVEDO, E.M.V.; PARRA, J.R.P. Aspectos da biologia de *Archytas incertus* (Diptera: Tachinidae) e de suas inter-relações com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). 3. Influência da temperatura na ontogenia do parasitóide. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.35, n.3, p.509-516, 1991. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

MILWARD DE AZEVEDO E.M.V.; GUIMARÃES, J.H.; PARRA, J.R.P. Aspectos da biologia de *Archytas incertus* (Diptera: Tachinidae) e de suas inter-relações com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). 2. Carga parasitária da região de inoculação no corpo do hospedeiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.35, n.3, p.499-507, 1991a. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

MILWARD DE AZEVEDO, E.M.V.; PARRA, J.R.P.; GUIMARÃES, J.H. et al. Aspectos da biologia de *Archytas incertus* (Diptera: Tachinidae) e de suas inter-relações com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). 1. Metodologia de criação e determinação do instar mais adequado para a produção do parasitóide. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.35, n.3, p.485-497, 1991b. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

MILWARD DE AZEVEDO, E.M.V.; PARRA, J.R.P.; GUIMARÃES, J.H. Aspectos da biologia de *Archytas incertus* (Diptera: Tachinidae) e de suas inter-relações com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). 4. Sincronismo. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.35, n.3, p.517-520, 1991c. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

MILWARD DE AZEVEDO, E.M.V.; PARRA, J.R.P.; GUIMARÃES, J.H. Aspectos da biologia de *Archytas incertus* (Diptera: Tachinidae) e de suas inter-relações com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). 5. Fase reprodutiva e longevidade. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.35, n.3, p.521-530, 1991d. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

MOHAMED, S.H. Effect of some chemical and microbial insecticides on the lesser cotton leafworm, *Spodoptera exigua* (Hb.), and the associated predators. **Assiut Journal of Agricultural Sciences**, Assiut, Egito, v.24, n.1, p.3-11, 1993. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

MOLINA-OCHOA, J.; HAMM, J.J.; LEZAMA-GUTIERREZ, R.; et al. A survey of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids in the Mexican states of Michoacan, Colima, Jalisco, and Tamaulipas. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.84, n. 1, p.31-36, 2001.

MOLINARI, A.M.; ÁVALOS, D.S. Contribución al conocimiento de taquinídeos (Diptera) parasitoides de defoliadoras (Lepidoptera) del cultivo de soja. **Revista de la Sociedad Entomologica Argentina**, Buenos Aires, vol.56, n.1-4, p.131-132, 1997.

MONNERAT, R.G. **Interrelations entre la Teigne des Crucifères *Plutella xylostella* (L.) (Lep: Yponomeutidae), son parasitoïd *Diadegma* sp. (Hym: Ichneumonidae) et la bactérie entomopathogène *Bacillus thuringiensis* Berliner.** Montpellier : ENSA, 1995. 162f. These (Doctorat-Sciences Agronomiques) - Ecole Nationale Superieure Agromomique de Montpellier, Montpellier, 1995.

- MONNERAT, R.G.; BORDAT, D. Influence of HD1 (*Bacillus thuringiensis* spp. *kurstaki*) on the developmental stages of *Diadegma* sp. (Hym., Ichneumonidae) parasitoid of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v.122, p.49-51, 1998.
- MORAES, J.C.; CARVALHO, C.F. Efeito do parasitismo de *Archytas incertus* (Macquart, 1851) (Diptera: Tachinidae) no desenvolvimento larval e consumo foliar de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Prática**, Lavras, vol. 16, n.3, p.368-370, 1992.
- NAVON, A. Control of lepidopteran pests with *Bacillus thuringiensis*. In: ENTWISTLE, P.F.; CORY, J.S; BAILEY, M.J. et al. (Eds) **Bacillus thuringiensis, an environmental biopesticide: theory and practice**. Chichester: John Wiley & Sons, 1993. p.125-146.
- NEALIS, V.; VAN FRANKENHUYZEN, K. Interactions between *Bacillus thuringiensis* Berliner and *Apanteles fumiferanae* Vier. (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) (Lepidoptera: Tortricidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.122, n.7/8, p.585-594, 1990.
- PAIR, SD; RAULSTON, J.R.; SPARKS, A.N. et al. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids: differential spring distribution and incidence on corn and sorghum in the southern United States and northeastern México. **Environmental Entomology**, College Park, v.15, n.2, p.342-348, 1986.
- PANTOJA, A.; FUXA, J.R. Prevalence of biotic control agents in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Folia Entomologica Mexicana**, Mexico, n. 84, p.79-84, 1992.
- PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. Ed. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p.9-65.
- PATEL, P.N. **Estudos de fatores bióticos de controle natural em populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 1981. 98f. Dissertação (Mestrado em Biologia (Ecologia)) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1981.
- PATEL, P.N.; HABIB, M.E.M. Levantamento e eficiência de insetos parasitos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.59, p.229-237, 1984.
- PATEL, P.N.; HABIB, M.E.M. Biological studies on *Campoletis flavicincta* (Asmead, 1890) (Hym., Ichneumonidae), an endoparasite of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepid., Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v.104, p.28-35, 1987.
- PETER, C.; DAVID, B.V. Studies on the hiperparasitoids of *Diaphania indica* (Lepidoptera: Pyralidae) through *Apanteles taragamae* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of the Bombay Natural History Society**, Bombay, v. 90, n.3, p.412-416, 1993. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 27 jun. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

POITOUT, S.; BUES, R. Élevage de plusieurs espèces de Lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel riche et sur milieu simplifié. **Annales de Zoologie Ecologie Animale**, Paris, v.2, n.1, p.71-91, 1970.

PROSHOLD, F.I.; CARPENTER, J.E. Survival of *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae) in *Helicoverpa zea* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) at low temperatures and short days. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v.35, n.1, p.9-21, p.308-309, 2000. Disponível em <http://www.nal.usda.gov/ag98/>. Acesso em: 10 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados Agrícola.

PROSHOLD, F.I.; GROSS, H.R.; CARPENTER, J.E. Inundative release of *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae) against the corn earworm and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in whorl-stage corn. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v.33, n.3, p.241-255, 1998.

RAJAPAKSE, R.H.S.; ASHLEY, T.R.; WADDILL, V.H. Interspecific competition between parasitoids of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Insect Science and its Application**, Elmsford, v.12, n.4, p. 473-480, 1991. Disponível em <http://www.nal.usda.gov/ag98/>. Acesso em: 10 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados Agrícola.

RAJAPAKSE, R.H.S.; WADDILL, V.H.; ASHLEY, T.R. Effect of host age, parasitoid age and temperature on interspecific competition between *Chelonus insularis* Cresson, *Cotesia marginiventris* Cresson and *Microplitis manilae* Ashmead. **Insect Science and its Application**, Elmsford, v.13, n.1, p.87-94, 1992. Disponível em <http://webofscience.fapesp.br>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados Web of Science.

REZENDE, M.A.A.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA T.M.C. Consumo foliar de milho e desenvolvimento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) parasitadas por *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.23, n.3, p.473-478, 1994.

REZENDE, M.A.A.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.C. Aspectos biológicos do parasitóide *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera, Braconidae) criados em ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v.12, n.4, p.779-784, 1995a. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

REZENDE, M.A.A.; DELLA LUCIA, T.M.C.; CRUZ, I. Comportamento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) parasitadas por *Chelonus insularis* (Hymenoptera, Braconidae), sobre plantas de milho. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.39, n.3, p.675-681, 1995b.

RIGGIN, T.M. WISEMAN, B.R.; ISENHOUR, D.J. et al. Incidence of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids on resistant and susceptible corn genotypes. **Environmental Entomology**, College Park, v.21, n.4, p.888-895, 1992a. Disponível em <http://webofscience.fapesp.br>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados Web of Science.

- RIGGIN, T.M.; ISENHOUR, D.J.; ESPELIE, K.E. Effect on *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) when rearing host fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on meridic diet containing foliage from resistant or susceptible corn genotypes. **Environmental Entomology**, College Park, v.21, n.1, p.214-219, 1992b. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- RIGGIN, T. M.; ESPELIE, K.E.; WISEMAN, B.R. et al. Distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids on five corn genotypes in south Georgia. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.76, n.2, p.292-302, 1993.
- ROHLFS, W.M. & MACK, T.P. Evidence for diel activity of *Ophion flavidus* Brulle (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of the fall armyworm. *Journal of Entomological Science*, Tifton, v.20, n.2, p.152-155, 1985.
- ROSE, U.S.R.; ALBORN, H.T.; MAKRANCZY, G. et al. Host recognition by the specialist endoparasitoid *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae): role of host- and plant-related volatiles. **Journal of Insect Behavior**, New York, v.10, n. 3, p.313-330, 1997. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- SÁ, L.A.N. de; PARRA, J.R.P. Natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in corn by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.77, n.1, p.185-188, 1994.
- SALAMA, H.S.; ZAKI, F.N.; SHARABY, A.F. Effect of *Bacillus thuringiensis* Berl. on parasites and predators of the cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v.94, p.498-504, 1982.
- SALAMA, H.S.; ZAKI, F.N.; SALEM, S.A. et al. Activity of *Bacillus thuringiensis* Berl. on the lesser cotton leafworm *Spodoptera exigua* Hbn. (Lep., Noctuidae) in corn and sunflower cultivations in Egypt. **Anzeiger fur Schadlingskunde**, Berlin, v.66, n.2, p.29-31, 1993. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 14 mai. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- SALAMA, H.S.; SALEM, S.A.; ZAKI, F.N. The use of *Bacillus thuringiensis* to control *Agrotis ypsilon* and *Spodoptera exigua* on potato cultivation in Egypt. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, [s.l.], v.32, n.5, p.429-435, 1999a. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 14 mai. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- SALAMA, H.S.; ZAKI, F.N.; SALEM, S.A. et al. Utilization of *Bacillus thuringiensis* to control *Spodoptera littoralis* in Egyptian clover fields. **Anzeiger fur Schadlingskunde**, Berlin, v.72, n.1, p.21-23, 1999b. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 14 mai. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.
- SELVARAJ, A.; SUNDARA-BABU, P.C. Influence of different hosts on the adults of *Trichogramma chilonis*. **Madras Agricultural Journal**, Madras, v.82, n.3, p. 204-206, 1995. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

- SILVA, A.G.d'A.e; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M. et al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Departamento de Defesa e Inspeção Agropecuária, Laboratório Central de Patologia Vegetal do Serviço de Defesa Sanitária Vegetal, 1968. Tomo 1, Parte 2, 622p.
- SILVA, F.M.A.; FOWLER, H.G.; LEMOS, R.N.S. Parasitismo em lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), na região do Triângulo Mineiro, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, n.2, p.235-241, 1997.
- SILVA-WERNECK, J.O.; ABREU NETO, J.R.M.V.; TOSTES, A.N. Novo isolado de *Bacillus thuringiensis* efetivo contra a lagarta-do-cartucho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.221-227, 2000.
- SILVEIRA, J.C.F. da; SASAKI, E.T.; FORNER, M.A. et al. Ocorrência de parasitóides de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em cultura de milho, em Espírito Santo do Pinhal-SP. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.12, p.41-44, 1987.
- SPARKS, A. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.62, n.2, p.82-87, 1979.
- STANDLEE, P.P.; YONKE, T.R. Clarification of the description of the digestive system of *Heliothis zea*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.61, n.6, p.1478-1481, 1968.
- ULPAH, S.; KOK, L.T. Interrelationship of *Bacillus thuringiensis* Berliner to the diamondback moth (Lepidoptera, Noctuidae) and its primary parasitoid, *Diadegma insulare*. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v.31, n.4. p.371-377, 1996.
- VALICENTE, F.H. Levantamento dos inimigos naturais de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes regiões de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.18, n.1, p.119-130, 1989.
- VALICENTE, F.H.; BARRETO, M.R. Levantamento dos inimigos naturais da lagarta do cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na região de Cascavel, PR. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.28, n.2, p.333-337, 1999.
- VALICENTE, F.H.; BARRETO, M.R.; VASCONCELOS, M.J.V. et al. Identificação através de PCR dos genes *cry I* de *Bacillus thuringiensis* Berliner eficientes contra a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.29, n.1, p.147-153, 2000.
- VERA, M.L.; VALVERDE, L.; POPICH, S.B. Evaluacion preliminar de los enemigos naturales de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Tucuman, Argentina. **Acta Entomologica Chilena**, Santiago, v.19, p.135-141, 1995.

VIRLA, E.G.; COLOMO, M.V.; BERTA, C. et al. El complejo de parasitoides del "gusano cogollero" del maiz, *Spodoptera frugiperda*, en la Republica Argentina (Insecta: Lepidoptera). **Neotropica**, La Plata, v.45, n.113-114, p.3-12, 1999. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

WESELOH, R.M.; ANDREADIS, T.G.; MOORE, R.E.B. et al. Field confirmation of a mechanism causing synergism between *Bacillus thuringiensis* and the gypsy moth parasitoid, *Apanteles melanoscelus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.41, p.99-103, 1983.

WHEELER, G.S.; ASHLEY, T.R.; ANDREWS, K.L. Larval parasitoids and pathogens of the fall armyworm in Honduran maize. **Entomophaga**, Paris, v.34, n.3, p.331-340, 1989.

WILSON, D.D.; RIDGWAY, R.L. Morphology, development, and behavior of the immature stages of the parasitoid, *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.68, n.2, p. 191-196, 1975.

WISEMAN, B.R. Plant resistance to insects in integrated pest management. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 78, n.9, p.927-932, 1994.

XU, F.C.; CHEN, Z.L.; WU, Y.H. Preliminary report on tests for preventing and controlling *Spodoptera exigua* with some new type insecticides. **China Vegetables**, [s.l.], n.3, p.22-24, 1998. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 14 mai. 2002. Resumo obtido via base de dados CAB Abstracts.

YEE, W.L.; TOSCANO, N.C. Laboratory evaluations of synthetic and natural insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) damage and survival on lettuce. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.91, n.1, p.56-63, 1998.