

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**FATORES NATURAIS E *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA:  
SCELIONIDAE) NA MORTALIDADE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO.**

**Alexandre Carlos Menezes Netto**  
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**FATORES NATURAIS E *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA:  
SCELIONIDAE) NA MORTALIDADE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO.**

**Alexandre Carlos Menezes Netto**

**Orientador: Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2010

M543f Menezes Netto, Alexandre Carlos  
Fatores Naturais e *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) na Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho / Alexandre Carlos Menezes Netto.  
-- Jaboticabal, 2010  
xi, 59f.: il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010  
Orientador: Odair Aparecido Fernandes  
Banca examinadora: José Alexandre Freitas Barrigossi, Alexandre de Sene Pinto  
Bibliografia

1. Dinâmica Populacional. 2. Fator-Chave. 3. Lagarta-do-Cartucho. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.78:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL



### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** FATORES NATURAIS E *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) NA MORTALIDADE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO.

**AUTOR:** ALEXANDRE CARLOS MENEZES NETTO

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ODAIR APARECIDO FERNANDES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ODAIR APARECIDO FERNANDES

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. JOSÉ ALEXANDRE FREITAS BARRIGOSI

Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Santo Antonio de Goias/GO

Prof. Dr. ALEXANDRE DE SENE PINTO

Departamento de Ciências Agrárias / Centro Universitário Moura Lacerda / Ribeirão Preto/SP

Data da realização: 22 de fevereiro de 2010.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**ALEXANDRE CARLOS MENEZES NETTO** – Nasceu em 02 de novembro de 1985 na cidade de Currais Novos, Estado do Rio Grande do Norte. Formou-se Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró-RN, em dezembro de 2007. Por um período de três anos e meio (julho de 2004 a dezembro de 2007) da graduação foi estagiário do Laboratório de Entomologia Aplicada e bolsista do PIBIC/CNPq (agosto de 2005 a setembro de 2007), sob a orientação do Prof. Dr. Elton Lucio de Araujo, onde defendeu o trabalho “Aspectos biológicos de *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) na cultura do meloeiro *Cucumis melo* L.” para concluir o curso. Em março de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP, sendo bolsista do CNPq e integrante da equipe do Laboratório de Ecologia Aplicada, sob orientação do Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes. Foi aprovado no curso de Doutorado no mesmo Programa de Pós-Graduação e iniciará as atividades em março de 2010, sob a orientação do mesmo professor.

Ao meu pai, **Neuton da Costa Menezes** e à minha mãe, **Maria de Souza Menezes**,  
que dedicaram integralmente o seu tempo à minha formação,  
e aos meus irmãos **Euclides Sátiro Menezes** e **Sheyla Sergina Menezes**, pelo apoio

DEDICO

Aos meus avós, **Benjamim Pio de Morais** e **Doralice Paula de Souza Morais** (*in  
memorian*), **Alexandre Carlos de Menezes** e **Francisca Paula da Costa** (*in  
memorian*), pelo seu exemplo de vida;  
à **Arine Anniely Holanda de Medeiros**, pelo seu amor, atenção e tudo o que vivemos

OFEREÇO

## **AGRADECIMENTOS**

Expresso aqui minha gratidão ao Departamento de Fitossanidade (Setor de Entomologia Agrícola) da FCAV/UNESP, pela oportunidade que obtive de fazer o curso de Mestrado, apoio e condições de trabalho oferecidas. Com igual reconhecimento, agradeço ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo, a qual viabilizou a realização deste estudo.

Sinto-me também bastante agradecido ao meu orientador Dr. Odair Aparecido Fernandes, pela confiança no meu trabalho, orientação, incentivo e amizade demonstrados durante o período do meu curso de mestrado.

Deixo aqui registrado os meus mais sinceros agradecimentos a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola. Especialmente grato ao Dr. Sergio Antonio De Bortoli e ao Dr. Sergio de Freitas, professores deste Departamento, pelos ensinamentos durante as disciplinas e pela discussão durante o meu Exame Geral de Qualificação.

Dr. José Alexandre Freitas Barrigossi e Dr. Alexandre de Sene Pinto: muito obrigado pelas sugestões, as quais foram acatadas, e pela discussão gerada na minha defesa de trabalho de dissertação.

Agradeço a todos os amigos pós-graduandos que obtive durante estes dois anos de permanência no Depto. de Entomologia. Especialmente aos grandes amigos Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes e Francisco José Sosa Duque pelas discussões, entomológicas ou não.

Agradeço imensamente à toda a equipe de estudos em Ecologia Aplicada de Insetos: MSc. José Antônio de Souza Rossato Júnior, Dra. Tatiana Rodrigues Carneiro; Dra. Elis Cristine Vilarinho, Lindsay Anne Vivian, Andréa Corrêa Varella, Thais Tanan de Oliveira; Lidiane Roberta Pavani; Matheus Rovere de Moraes, André Ballerini Horta, Juliana Makino, Alana Marques, Maibi Alves, Renata Miassi e Aline Gerbasi.

Este trabalho não poderia ter sido realizado sem a ajuda de MSc. Daniel Ferreira Caixeta, Tiago Rodrigo Lohmann e MSc. Juliana Duarte de Souza Alonso. Assim,

registro aqui meus profundos agradecimentos pela ajuda constante na realização dos trabalhos de campo, apoio nos momentos difíceis e pela amizade incondicional.

À Dra. Cecilia Margaría (Museo De La Plata, Buenos Aires, Argentina) pela identificação em nível específico de *Telenomus remus*; ao MSc. Francisco José Sosa Duque pela confirmação das famílias de insetos coletados; ao MSc. Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes pela identificação dos himenópteros; ao MSc. Ivan Carlos Fernandes Martins pela identificação dos carábídeos; ao Dr. Luiz Cláudio Paterno Silveira pela identificação em nível específico de *Orius insidiosus*.

Ao Prof. Paulo Eduardo Carnier do Colégio Técnico Agrícola da FCAV/UNESP, por ceder área para realização de alguns experimentos; Marcelo Scatolin e Edvaldo Ramos do Nascimento, da Fazenda de Pesquisa Ensino e Produção da FCAV/UNESP, pela atenção e prontidão para resolver questões estruturais do trabalho.

À Nubia Josefina Lopes Brichi pela revisão das referências bibliográficas.

Ao amigo Wellington Aparecido Machado Secatto e à amiga Márcia Regina Macri Ferreira, pela dedicação incondicional na realização deste trabalho e, principalmente, pela grande amizade.

Agradeço à Dow AgroSciences pelo fornecimento das sementes e inseticidas utilizados para o plantio e à Syngenta Seeds, pelo fornecimento de material para liberação de insetos.



## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xi
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos biológicos de <i>S. frugiperda</i> .....	3
2.2 Inimigos naturais de <i>S. frugiperda</i> .....	4
2.2.1 Predadores.....	5
2.2.2 Parasitóides.....	8
2.3 <i>Telenomus remus</i> Nixon.....	10
2.4 Estudo da dinâmica populacional – tabelas de vida ecológica.....	11
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Criação dos insetos.....	14
3.2 Áreas estudadas.....	14
3.3 Experimentos para avaliação de fatores de mortalidade.....	15
3.3.1 Avaliação da mortalidade de ovos.....	15
3.3.1.1 Descrição dos experimentos.....	15
3.3.1.2 Liberações de <i>T. remus</i> .....	17
3.3.2 Avaliação da mortalidade de larvas.....	18
3.3.2.1 Seleção das plantas.....	18
3.3.2.2 Infestação das plantas.....	19
3.3.2.3 Avaliações.....	19
3.4 Construção das tabelas de vida.....	20
3.5 Análise dos dados.....	20
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Parasitismo por <i>Telenomus remus</i> Nixon.....	21

4.2 Parasitismo por outros parasitóides.....	25
4.3 Predação.....	27
4.3.1 Índices de predação.....	27
4.3.2 Predadores.....	32
4.4 Mortalidade de larvas.....	35
4.5 Tabelas de vida ecológica.....	40
4.6 Implicações para o manejo de <i>S. frugiperda</i> .....	42
V. CONCLUSÕES.....	44
VI. REFERÊNCIAS.....	45

**FATORES NATURAIS E *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) NA MORTALIDADE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO**

**RESUMO** – Este trabalho teve como objetivo coletar dados de fatores de mortalidade que determinam a regulação populacional da lagarta-do-cartucho do milho e também avaliar a interferência de *Telenomus remus* neste processo. Durante a safra de 2009 (cultivos de 1ª e 2ª safras) blocos experimentais com e sem liberação de *T. remus* foram instalados. As fases de ovo e larva foram avaliadas separadamente. Plantas de milho foram infestadas artificialmente com massas de ovos e larvas obtidas de criação de laboratório. As avaliações consistiram no registro de ovos remanescentes, assim como as interações ecológicas por meio de macrofotografias. Amostragens destrutivas diárias foram realizadas para registrar o número de larvas remanescentes e coletar e quantificar os inimigos naturais presentes. A mortalidade de larvas de ínstaes iniciais foi maior do que a mortalidade de ovos. A predação foi o principal fator biótico de mortalidade, predominante na 1ª safra. *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) foi o predador mais importante. *T. remus* não parasitou ovos durante a 1ª safra e na 2ª safra, os níveis de parasitismo por este agente e a ocorrência natural de *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foram baixos. Predação por insetos herbívoros, tais como *Diabrotica* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Leptoglossus* sp. (Hemiptera: Coreidae) foi registrada. Não foi observada predação em larvas, apesar da presença de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), um reconhecido predador de lagartas de primeiros ínstaes. Este predador foi bastante abundante, principalmente durante a 2ª safra.

**Palavras-chave:** dinâmica populacional; fator-chave; lagarta-do-cartucho; tabela de vida ecológica

**NATURAL FACTORS AND *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA:  
SCELIONIDAE) ON *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE) MORTALITY ON MAIZE**

**SUMMARY** - This work aimed to obtain data of mortality key-factors that determine the fall armyworm (FAW) population regulation and also to assess the impact of *Telenomus remus* on this regulation. During the 2009, experimental blocks were designed with and without releases of *T. remus* during two growing seasons. The egg and larval stages were evaluated separately. Maize plants were artificially infested using egg masses and larvae from the laboratory mass rearing. The evaluations consisted of recording the number of remaining eggs, as well as ecological interactions through macrophotography. Daily destructive sampling was carried out to record the number of remaining larvae as well as to collect and to quantify the natural enemies. The early-instar mortality was larger than egg mortality. The predation was the main mortality biotic factor and predominant in the first growing season. *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) was the most abundant predator. *T. remus* did not parasitize any egg during the first growing season and the parasitism levels by this agent and naturally occurring *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) were low on the second season. Predation by herbivorous insects such as *Diabrotica* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) and *Leptoglossus* sp. (Hemiptera: Coreidae) was recorded. It was not observed any predation on larvae, despite the presence of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), a recognized FAW early instars predator. This predator was very abundant mainly during the second season.

**Keywords:** ecological life table; fall armyworm; key-factor; populational dynamics.

## I. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior exportador mundial de milho, perdendo para os EUA e a Argentina. No entanto, segundo GARCIA & DUARTE (2008), a situação atual aponta limitações na produção para os dois primeiros países, seja devido a condições climáticas insatisfatórias ou situação desfavorável entre produtores e governo. Assim, o Brasil é o único que conta com excedentes de exportação em quantidades relevantes e que tem potencial para obter altos rendimentos com esta cultura.

Este potencial de crescimento vem sendo apresentado na forma de aumento de área plantada com este cereal no Centro-Sul, a principal região produtora do país. A partir de uma compilação de dados da CONAB, DUARTE (2008) mostra que o cultivo de 2ª safra é o maior responsável pelo avanço dessa área plantada, e que por esse motivo, já é tratado por muitos como cultivo de 2ª safra. Segundo este autor, dos 12 milhões de hectares plantados atualmente, 2,4 milhões são cultivados na 2ª safra. Ainda, este valor corresponde a 25 e 20% da área total de milho plantada na região Centro-Sul e no Brasil, respectivamente, o que também nos deixa notar a importância desta região como produtora de milho.

Contudo, em detrimento do crescente aumento da importância econômica deste cultivo de 2ª safra, FERNANDES & CARNEIRO (2006) alertam para um aumento na ocorrência das pragas que ocorrem neste agroecossistema, na 2ª safra. Considerando o estado de São Paulo especificamente, o cultivo de 2ª safra que é uma interessante opção de rotação com a cultura da soja, tem ocasionado um aumento principalmente da ocorrência da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), principal praga da cultura do milho.

CRUZ (2008) relata que o ataque de pragas tem sido um componente bastante importante contribuindo para a redução na produtividade de milho, porém não está

sendo levado em consideração dentro deste contexto. Segundo este autor, o milho produzido na 2ª safra sofre com as mesmas pragas que o atacam na safra principal, e em razão da inexistência de programa de manejo, a severidade dos danos causados por estes insetos-praga tem sido maior.

Considerando a importância que este cultivo de 2ª safra já adquiriu no cenário nacional de produção de milho, e dos problemas fitossanitários ocasionados por pragas que vêm acontecendo neste período, destaca-se a importância de se estudar táticas de controle para estas pragas a fim de que elas não diminuam tanto a produtividade da cultura.

Dentre as táticas, o controle biológico se configura como umas das mais importantes ferramentas a serem utilizadas, para minimizar o impacto negativo que o uso exclusivo do controle químico tem causado há bastante tempo. O himenóptero parasitóide de ovos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) se configura no contexto do controle biológico de pragas do milho, especialmente a lagarta-do-cartucho, como um agente com grande potencial. No Brasil, ainda não se conseguiu comprovar a sua eficiência em campo, embora demonstre elevada capacidade de parasitismo em condições de laboratório.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os fatores-chave de mortalidade natural que determinam a dinâmica populacional de *S. frugiperda*, em diferentes épocas de plantio de milho, sob condições de controle biológico aplicado com liberação do parasitóide de ovos *T. remus*.

## II. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos biológicos de *S. frugiperda*

De acordo com FERRAZ (1991), este inseto-praga foi originalmente descrito por Abbot e Smith, em 1797, como *Phalaema frugiperda*, sendo reconhecida neste mesmo ano como praga do milho e desde então passou por várias denominações até, finalmente, receber a denominação de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) que permanece até hoje, após a revisão de TODD (1964).

*S. frugiperda* é freqüentemente confundida com *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) ou *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae). No entanto, *H. zea* possui cerdas no tegumento do seu corpo enquanto *S. frugiperda* tem pequenos grânulos definidos; e a faixa ao longo da área subdorsal pode ser usada para fazer a distinção com *P. unipuncta* (STEHR 1987).

As lagartas são polípagas, porém atacam preferencialmente as Poaceae (incluindo arroz, capim, milho, sorgo, etc.), o algodão, etc., causando sempre elevados prejuízos. Na fase larval, os insetos se alimentam de todos os estádios fenológicos da cultura do milho e desenvolvem-se bem em climas quentes (STEHR 1987; COSTA LIMA 1950).

O adulto da lagarta-do-cartucho possui hábito noturno, envolvendo comportamento de alimentação, oviposição e cópula, no qual as fêmeas copulam somente uma vez a cada noite após disputas entre machos. O comportamento de cópula depende das condições de temperatura e velocidade do vento (SPARKS 1979). A fertilidade das fêmeas pode variar de acordo com a alimentação que o inseto recebe no período larval (MURÚA & VIRLA 2004).

Massas de ovos são colocadas nas plantas em camadas sobrepostas e o local de oviposição varia em função do estágio fenológico da planta. Em agroecossistema de milho, BESERRA et al. (2002) verificaram que a região inferior da planta e a superfície abaxial das folhas é o local de preferência de oviposição da praga nos primeiros estágios vegetativos (4-6 folhas), enquanto que nos estágios seguintes (8-14 folhas) esta oviposição é realizada com mais frequência nas regiões intermediária e superior da planta e na superfície adaxial das folhas. As larvas iniciam a alimentação pelo cório e depois raspam as folhas mais novas da planta (LUGINBILL 1928). No final da fase, a larva chega a atingir 50 mm de comprimento (CRUZ 1995) e é comum encontrar apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho, devido ao hábito canibal da espécie.

O canibalismo na fase larval de *S. frugiperda* é bem conhecido em laboratório (RAFFA 1987; CHAPMAN et al. 1999a, 1999b) e é freqüentemente assumido em situações naturais (VICKERY 1929; CARVALHO & SILVEIRA 1971; MORRILL & GREENE 1973). Esse comportamento é freqüente em criação laboratorial, até mesmo quando a dieta alternativa não é um limitante, contabilizando 40–60% de mortalidade (CHAPMAN et al. 1999a), mas a prevalência de canibalismo no campo não tem sido quantificada. CHAPMAN et al. (2000) observaram que o nível de mortalidade atribuído ao canibalismo, quando duas ou quatro larvas eram colocados dentro do cartucho do milho, era semelhante ao observado em *S. frugiperda* da criação laboratorial (aproximadamente 40%).

O período embrionário dura cerca de 2 a 4 dias; as lagartas passam por seis ínstaes que duram de 12,1 a 29,7 dias, de acordo com as condições climáticas; o período pupal varia de 9 a 27 dias, a depender das médias de temperaturas do solo; a longevidade média dos machos é de 14,57 e das fêmeas, 13,44 dias (FERRAZ 1991).

## **2.2 Inimigos naturais de *S. frugiperda***

O complexo de inimigos naturais que atacam *S. frugiperda* consiste de nematóides e entomopatógenos (fungos, bactérias e vírus) (WHEELER et al. 1989; LEZAMA-GUTTIEREZ et al. 2001; MOLINA-OCHOA et al. 2003a); artrópodes



predadores (GROSS & PAIR 1986; ANDREWS 1988; PERFECTO 1991); insetos parasitóides (ASHLEY 1986; WHEELER et al. 1989; MOLINA-OCHOA et al. 2001). Além dos efeitos causados por inimigos naturais é evidente a influência de diversos fatores abióticos na mortalidade de *S. frugiperda*, tais como chuva, umidade relativa do ar e temperatura (LUGINBILL 1928; ROA et al. 2002).

### 2.2.1 Predadores

Os predadores de *S. frugiperda* são geralmente generalistas, assim atacam muitas outras lagartas. Entre os predadores notadamente importantes devem-se destacar vários besouros (Coleoptera: Carabidae), tesourinhas (Dermaptera); *Podisus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae) e *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) (GROSS & PAIR 1986). Em condições brasileiras, CIVIDANES & BARBOSA (2001) observaram que o maior número de inimigos naturais, na soja consorciada com milho foi de *Geocoris* sp. (Hemiptera, Lygaeidae), *Lebia concina* (Coleoptera, Carabidae), *Orius* sp. (Hemiptera, Anthocoridae), Braconidae (Hymenoptera) e Scelionidae (Hymenoptera).

A predação é um processo complexo, afetado por fatores básicos como densidades da presa e do predador, e por fatores secundários, envolvendo as características do ambiente, da presa e do predador (HOLLING 1961). Vários estudos mostraram que a temperatura tem um efeito na resposta predador generalista-presa (GRAFIOUS & WARNER 1989; KHARBOUTLI & MACK 1993; GIROUX et al. 1995; ELLIOTT et al. 2000; MOHAGHEGH et al. 2001). Foram observados efeitos prejudiciais da chuva na sobrevivência dos predadores (BEIRNE 1970; MORAN et al. 1987; NORRIS et al. 2002), e a umidade pode influenciar as taxas de alimentação, considerando predadores como as tesourinhas que preferem ambientes úmidos (KHARBOUTLI & MACK 1993). PAIR & GROSS JR. (1984) demonstraram que 60 a 90% de mortes de pupas de *S. frugiperda* ocorrem por predação, na Geórgia/EUA. Mas essas taxas podem variar devido a diversos fatores, como a mudança nas condições climáticas.

Entre os diversos inimigos naturais da lagarta-do-cartucho, os Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) apresentam diversas espécies predadoras associadas ao solo (PFIFFNER & LUKA 2000). Os Carabidae são considerados predadores polípagos e apresentam registros de predação de larvas de lepidópteros (HOLLAND & LUFF 2000). As condições microclimáticas, temperatura e umidade do solo proveniente de precipitação pluvial (CAMERO 2003), são determinantes na ocorrência de Carabidae e Staphylinidae (DÖRING & KROMP 2003; NIWA & PECK 2002).

MARTINS et al. (2009), ao avaliarem uma área de plantio direto, com rotação milho/soja, no município de Guaíra/SP, verificaram que entre as espécies dominantes de Carabidae encontrava-se *Abaris basistriatus*, *Calosoma granulatum* e *Scarites* sp. e entre os Staphylinidae encontrados, a espécie identificada mais abundante foi *Eulissus chalybaeus*. Os picos populacionais da espécie *A. basistriatus* coincidiram com o início e final do período de safra da soja e 2ª safra de milho.

É expressiva a fauna de predadores de insetos-praga da cultura do milho. Dentre as espécies mais encontradas, destacam-se as pertencentes à família Forficulidae, com especial atenção à espécie *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae). Essa espécie conhecida como tesourinha é considerada uma predadora eficiente de *S. frugiperda*, *H. zea* e pulgões de um modo geral (REIS et al. 1988; ALVARENGA et al. 1995; CRUZ et al. 1995a). Resultados de laboratório e campo reforçam sua eficiência no controle de *S. frugiperda* (REIS et al. 1988; CRUZ 1991). A comum ocorrência de *D. luteipes* no cartucho da planta do milho, assim como de ovos e lagartas de *S. frugiperda*, beneficia a aproximação e potencializa a predação (FARIAS et al. 2001; GUERREIRO et al. 2005). Ninfas e adultos de *D. luteipes* predam tanto indivíduos na fase de ovo como na larval de primeiros ínstares (CRUZ & OLIVEIRA 1997). O comportamento de onivoria característico de *D. luteipes* (JERVIS & KIDD 1996) não se caracteriza como um fator negativo dentro do agroecossistema de milho, ao se considerar que *S. frugiperda* é uma praga que ocorre principalmente na fase vegetativa da cultura e, portanto, a predação provavelmente não é diminuída pelo consumo de materiais da plantas, tais como pólen.

A flutuação populacional de *D. luteipes* não se correlacionou com os fatores climáticos, considerados individualmente, em estudo desenvolvido em Sete Lagoas/MG, por CRUZ & OLIVEIRA (1997). A maior frequência de ocorrência desse inseto, em plantios de milho, foi nos meses mais quentes do ano, que corresponde à primeira safra agrícola. GUERREIRO et al. (2003) encontrou *D. luteipes* no campo durante o ano todo e, principalmente, na fase de desenvolvimento da cultura do milho, quando a ocorrência da lagarta-do-cartucho é mais freqüente.

Dentre importantes predadores da Ordem Hemiptera, encontra destaque o gênero *Orius*. São percevejos predadores generalistas pertencentes à família Anthocoridae, que incluem na dieta ovos de lepidópteros e lagartas pequenas (BUENO 2000; ARGOLO et al. 2002). Devido à alta capacidade de busca e predação, além de grande habilidade de sobrevivência, a espécie *Orius insidiosus* apresenta potencial para ser inserida em programas de controle biológico de pragas (MENDES & BUENO 2001). Diversos autores (FYE & CARRANZA 1972; PRASIFKA et al. 1999; CIVIDANES & BARBOSA 2001; AL-DEEB et al. 2001) registraram a ocorrência do *O. insidiosus* e sua importância em cultivos de milho. A eficiência de predação desse percevejo sobre *S. frugiperda* em milho é reportada por ISENHOUR et al. (1990).

A fecundidade de *O. insidiosus* é diretamente afetada pelo alimento, fator que influencia diretamente o aumento populacional rápido (KIMAN & YEARGAN 1985; RICHARDS & SCHMIDT 1996; MENDES et al. 2003). A capacidade predatória de fêmeas de *O. insidiosus* na densidade 20 pode variar de quatro a 9,75 ovos de *S. frugiperda* por dia, em condições laboratoriais (REZENDE 1990; GUEDES 2006). No estudo desenvolvido por GUEDES (2006), em condições de laboratório, *O. insidiosus* demonstrou dificuldade para romper o córion do ovo de *S. frugiperda*, requerendo um grande esforço quando comparado com o comportamento predatório de ovos de outras espécies de lepidópteros analisadas. Mesmo assim, a maior taxa de predação de ovos apresentada foi de *S. frugiperda*. Esse relato reforça a potencialidade dessa espécie ser um importante componente na mortalidade de *S. frugiperda*.

### 2.2.2 Parasitóides

Diversos estudos têm demonstrado o potencial de agentes de controle biológico de *S. frugiperda*, como os parasitóides de ovos e de larvas (ASHLEY 1986; SÁ & PARRA 1994; RESENDE et al. 1995; BESERRA et al. 2002; DEQUECH et al. 2005).

Dentre inúmeros parasitóides de *Spodoptera* spp., deve-se destacar o gênero *Chelonus* spp. (Hymenoptera: Braconidae). As fêmeas de *Chelonus insularis*, de acordo com PIERCE & HOLLOWAY (1912), ovipositam nos ovos do hospedeiro, mas os adultos emergem das larvas do hospedeiro, ao invés de o fazerem no estágio de vida do hospedeiro que sofre o parasitismo.

O potencial de parasitismo de *Chelonus* tem sido estudado para diferentes pragas (REZENDE et al. 1995). JONES (1985) observou numerosas associações entre os gêneros *Chelonus* e *Spodoptera*, como o parasitismo de *C. inanitus* em *S. littoralis*, *S. exigua* e *S. frugiperda*. CRUZ et al. (1991) estudaram o potencial de parasitismo de *S. frugiperda* por *C. insularis* e verificaram um expressivo valor de 86%, em condições de laboratório. Nas Américas Central e do Norte, *C. insularis* apresenta um grande impacto sobre populações de *S. frugiperda*, com altas taxas de parasitismo (ASHLEY 1986).

Em Ichneumonidae destaca-se o parasitóide larval *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae), que é um dos principais parasitóides de *S. frugiperda* no Paraná (LUCCHINI & ALMEIDA 1980), em diferentes municípios do estado de São Paulo (PATEL & HABIB 1984), em Minas Gerais (CRUZ et al. 1997) e no Rio Grande do Sul (DEQUECH et al. 2004). MOLINA-OCHOA et al. (2003b) verificou que *C. flavicincta* ocorre no Brasil, Honduras, México, Nicarágua e EUA.

A larva de *Campoletis* 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). As larvas de *S. frugiperda* parasitadas apresentam, em média, um consumo de área foliar em plantas de milho, correspondente à aproximadamente 7% da área foliar consumida por lagartas não parasitadas (CRUZ et al. 1997). As lagartas parasitadas dirigem-se à parte superior

da planta e, portanto, as pupas do parasitóide são encontradas nas folhas mais externas das plantas de milho (CRUZ et al. 1995b).

Muitos parasitóides são encontrados se reproduzindo em *S. frugiperda*. Em estudo de dinâmica populacional de *S. frugiperda* na Argentina, dois Ichneumonidae, *Campoletis grioti* e *Ophion* sp., um Braconidae, *C. insularis* e possivelmente uma ou duas espécies de Tachinidae, *Archytas marmoratus* e/ou *A. incertus*, foram os parasitóides documentados por MURÚA et al. (2006). No Brasil, resultados obtidos por LUCCHINI & ALMEIDA (1980) no Paraná, mostraram que *C. grioti* e *Archytas incertus* foram os principais parasitóides de *S. frugiperda*. PATEL & HABIB (1982) observaram que os parasitóides mais abundantes de *S. frugiperda* na região de Campinas, SP, foram *A. incertus*, *O. flavidus*, *Eiphosoma vitticole* e *Chelonus texanus*.

Outros conhecidos inimigos naturais de *S. frugiperda* são os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), sobre os quais já foram desenvolvidos inúmeros estudos no Brasil, como relatado por PARRA E ZUCCHI (2004).

Embora muito eficiente para inúmeras pragas agrícolas, *Trichogramma* spp. apresentam dificuldades em parasitar massas de ovos de *S. frugiperda*, pois eles são cobertos por escamas e depositados em camadas (BESERRA et al. 2002). Além dessa dificuldade, TOONDERS & SÁNCHEZ (1987) contaram o número de ovos de *S. frugiperda* parasitados, observaram o parasitismo natural por *Trichogramma* spp. e verificaram que variou de 0 a 10%. No mesmo trabalho, os autores liberaram 30.000 parasitóides em 1,5 ha de milho e verificaram que a taxa de parasitismo foi apenas 4%. Portanto, mesmo com grande disponibilidade de ovos nas plantas nem sempre ocorre um aumento do parasitismo por *Trichogramma*.

Segundo CARVALHO (1970), a eficácia das liberações de campo de *Trichogramma* spp. é dependente da dinâmica populacional do hospedeiro alvo, da fenologia da planta hospedeira e da densidade do inseto hospedeiro. No entanto, em estudo conduzido em Piracicaba/SP, BESERRA et al. (2002) analisaram o parasitismo de *S. frugiperda* por *Trichogramma* spp. e perceberam que o parasitismo não diferiu significativamente entre os diferentes estágios fenológicos das plantas.

### 2.3 *Telenomus remus* Nixon

*T. remus* é um himenóptero da família Scelionidae, parasitóide exclusivo de ovos, e tem preferência por ovos de lepidópteros da família Noctuidae, apesar de parasitar ovos de outras espécies de lepidópteros pertencentes às famílias Pyralidae e Arctiidae (CAVE 2000).

Os primeiros trabalhos sobre a biologia desta espécie relatados na literatura são os de GERLING (1972) e SCHWARTZ & GERLING (1974), que tratam, respectivamente, da história de vida e aspectos básicos dos imaturos e dos aspectos relacionados aos adultos. Segundo estes autores, esta espécie possui dois instares larvais e a duração do seu ciclo a 25°C é de aproximadamente 10 dias. O superparasitismo ocorre quando a disponibilidade do hospedeiro é pequena, mas mesmo nesta condição somente um adulto emerge de cada ovo do hospedeiro. A razão sexual em condições normais varia de 60 a 70%, enquanto que em condição de superparasitismo estes valores caem para próximo de 50%. Esta espécie é capaz de parasitar os ovos de todas as camadas da massa de ovos do hospedeiro.

Ainda tratando das características biológicas deste parasitóide, BUENO et al. (2008) estudaram as exigências térmicas e obtiveram que a temperatura exerce influência sobre a duração do ciclo biológico de *T. remus*, variando de 8,3 a 47,2 dias (fêmeas) e de 8,1 a 46,8 dias (machos), respectivamente a 31 e 25°C. Ainda segundo estes autores, a viabilidade de adultos foi comprometida a 15°C e não houve desenvolvimento a 35°C.

ORR (1988) relata diversos estudos desenvolvidos com *Telenomus* spp. com o objetivo de verificar que resposta estes parasitóides apresentam em relação à densidade do hospedeiro e, de uma maneira geral, nota-se uma resposta positiva. Este autor registra que de 11 espécies ou grupo de espécies examinados, oito mostram uma resposta positiva quando se considera a densidade do hospedeiro. De acordo com trabalhos realizados com *T. remus*, percebe-se que também existe uma tendência à respostas positivas quanto à densidade do hospedeiro (JOSHI et al. 1982; ROA et al. 2002).

*Telenomus remus* foi introduzido contra lepidópteros da família Noctuidae em diversos países como Antígua, Austrália, Barbados, Guiana, Nova Zelândia, Suriname, Trinidad e EUA (ORR 1988). SANKARAN (1974) também afirmou que após introdução de *T. remus* na Índia, obtiveram-se altos níveis de parasitismo no controle de *Spodoptera litura* na cultura do fumo depois de algumas liberações. HERNÁNDEZ et al. (1989), na Venezuela; CAVE E ACOSTA (2000) e CAVE (2000), em países da América Central, relataram índices de parasitismo de até 90% em ovos de *S. frugiperda*, com liberação de 5.000 a 8.000 indivíduos/ha. FERRER (2001) realizou liberações combinadas de *T. remus* e *Trichogramma pretiosum* e obteve controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho.

No Brasil, estudos de laboratório despertam grande atenção para o potencial deste parasitóide como possível agente de controle biológico a ser utilizado contra *S. frugiperda* (CARNEIRO 2005; OLIVEIRA et al. 2005; CARNEIRO et al. 2009; MEIRELLES et al. 2009). Algumas tentativas de utilização deste parasitóide em campo também têm sido feitas. FIGUEIREDO et al. (1999) estudaram a eficiência de liberações de *T. remus*, associado a utilização do vírus da poliedrose nuclear de *S. frugiperda* ou a um inseticida químico seletivo. Não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos, somente destes em relação à testemunha. FIGUEIREDO et al. (2002) avaliaram o impacto de diferentes densidades de fêmeas de *T. remus* em campo, e obtiveram níveis de 74 e 88,3% de parasitismo para as densidade de 9 e 12 fêmeas m<sup>-2</sup>, respectivamente. Apesar dos resultados promissores obtidos neste trabalho, outras tentativas já foram realizadas, porém sem sucesso.

## **2.4 Estudo da dinâmica populacional - tabelas de vida ecológica**

Vários estudos têm sido desenvolvidos com o intuito de se conhecer os fatores-chave de mortalidade de inúmeras pragas agrícolas. Embora *S. frugiperda* seja um importante e conhecido inseto-praga, informações sobre fatores-chave de regulação populacional desta praga ainda não são bem conhecidos. A construção de tabelas de vida ecológica é uma das ferramentas que permite avaliar esses fatores. Análises de

tabela de vida fornecem importantes informações para o desenvolvimento de modelos que envolvem a dinâmica populacional de pragas (HARCOURT 1969), ao longo de determinado período de tempo (BELLOWS JR. et al. 1992).

Quando um conjunto de tabelas de vida (com várias gerações ou para várias populações contemporâneas de locais distintos) é construído, pode-se analisar o papel ecológico que os inimigos naturais representam no sistema inimigo natural–hospedeiro (BELLOWS JR. et al. 1992). Inimigos naturais podem ser fontes importantes de regulação populacional para algumas espécies (HASSELL 1985). Os papéis ecológicos de inimigos naturais podem incluir mortalidade sem regulação populacional ou mortalidade com regulação populacional (BELLOWS JR. et al. 1992).

As tabelas de vida ecológica podem revelar mudanças populacionais por todo ciclo de vida de uma espécie em seu ambiente natural (SOUTHWOOD 1978). A idade de insetos em populações de campo é normalmente difícil de determinar, por isso as tabelas de vida para insetos são tipicamente organizadas em função dos estágios de vida ao invés das idades. Podem ser construídas tabelas de vida de fases específicas, horizontais ou verticais. Na tabela de vida horizontal, a mais utilizada, os dados são coletados de forma que apresentem o destino de um real grupo ou *cohort* (tipicamente uma geração de indivíduos) e cuja quantidade e mortalidade são determinadas ao longo do tempo, para cada uma das séries de estágios (BELLOWS JR. et al. 1992).

Apesar da construção das tabelas de vida ecológica ter aplicação na avaliação de inimigos naturais, a avaliação das mortes por predação é complicada devido ao possível desaparecimento dos indivíduos atacados, exceto nos casos de insetos minadores, galhas e alguns insetos sésseis. Os estágios sésseis (ex. fase de ovo de Lepidoptera) podem ser reexaminados periodicamente para observar evidências de ataque de predadores (HAZZARD et al. 1991).

Um segundo importante processo para conhecer a dinâmica populacional são as análises de fator-chave (VARLEY & GRADWELL 1960) e a identificação dos fatores que agem dependente e independentemente da densidade (BELLOWS JR. et al. 1992). As análises de fator-chave são procedimentos que identificam quais os fatores de mortalidade são os maiores responsáveis pela mudança na densidade populacional



entre gerações (MORRIS 1959; VARLEY & GRADWELL 1960). O método VARLEY & GRADWELL (1960) apresenta uma técnica gráfica, para verificar visualmente qual fator de mortalidade de estágio específico é considerado o fator-chave. PODOLER & ROGERS (1975) sugerem uma análise de regressão para encontrar o fator-chave.

Análises comparativas de tabelas de vida construídas para uma população natural e uma população com liberações de um inimigo natural específico podem revelar o real papel ecológico e o impacto causados por um inimigo natural particular. Desta forma as diferenças nas densidades e mortalidades resultantes são atribuídas ao impacto causado pelo inimigo natural. Essas análises permitem quantificar detalhadamente a mortalidade causada à população hospedeira pelo inimigo natural, como separar as contribuições de outros fatores (BELLOWS JR. et al. 1992).

Alguns autores (PEDIGO et al. 1983; BOTELHO et al. 1999; STEWART et al. 2001; PHOOFOLO et al. 2001; KUHAR et al. 2002; MARTINS et al. 2005; MIDEGA et al. 2005; KAUFMAN & WRIGHT 2009) estudaram alguns aspectos da dinâmica populacional de diversos lepidópteros e obtiveram diversos resultados quanto aos fatores de mortalidade. Assim, estudos de dinâmica populacional de insetos-praga fornecem importantes dados para o desenvolvimento de estratégias de controle (HIGLEY et al. 1986).

Mais recentemente, PETERSON et al. (2009) aprimoraram a análise de tabelas de vida por meio da avaliação da mortalidade insubstituível. Embora haja limitação na disponibilidade de dados publicados, os autores verificaram que os fatores-chave de mortalidade apontados nas publicações nem sempre foram insubstituíveis, inclusive nos casos de agentes de controle biológico. Deste modo, novos estudos devem ser conduzidos para se averiguar o real impacto dos fatores bióticos e abióticos na regulação populacional dos insetos.

### III. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Criação dos insetos

A criação de laboratório do hospedeiro *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e do parasitóide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) foi baseada em metodologia descrita por OLIVEIRA et al. (2006). A população do parasitóide, mantida no Laboratório de Ecologia Aplicada, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), Jaboticabal, SP, é proveniente da criação do Laboratório de Criação de Insetos da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

#### 3.2 Áreas estudadas

Experimentos de campo foram conduzidos em cultivo de milho, em áreas experimentais da FCAV/UNESP (21°14'S e 48°17'O), Jaboticabal, SP, de Janeiro a Junho de 2009. Três áreas distintas foram utilizadas. Os dados climáticos foram coletados da estação meteorológica da FCAV/UNESP, que se distancia 192, 840 e 1835m das áreas 1, 2 e 3, respectivamente. Os estudos foram realizados em duas épocas distintas, correspondentes aos meses de janeiro e fevereiro (cultivo de 1ª safra - úmido) e de abril a junho (cultivo de 2ª safra ou safrinha – seco). Todos os campos foram plantados e tratados com práticas convencionais adotadas para o cultivo de milho (adubação de plantio e cobertura, aplicação de herbicidas) (FORNASIERI FILHO 2007). Inseticidas e fungicidas não foram aplicados nas áreas de estudo. No cultivo de 1ª safra, os experimentos foram realizados em áreas plantadas com os híbridos Dow 2B604 (Dow AgroSciences) e DKB 390 (Monsanto), enquanto que na 2ª safra utilizou-

se apenas o híbrido Dow 2B604. Todos esses materiais são suscetíveis ao ataque da praga.

### **3.3 Experimentos para avaliação de fatores de mortalidade**

Os experimentos foram conduzidos em momentos distintos para a fase de ovo e fase de larva. Esta metodologia foi adotada em função da sobreposição de gerações que ocorre no campo com a população de *S. frugiperda* (gerações contínuas) e impede o acompanhamento do “cohort” (indivíduos de mesma idade) ou grupo real de indivíduos e a contagem dos indivíduos remanescentes. Assim, os dados de mortalidade de ovos e de larvas foram observados em diferentes “cohorts”, os quais foram distribuídos nas plantas por meio de infestações artificiais tanto para a fase de ovo quanto para a fase de larva, de modo que fosse possível o acompanhamento da mesma geração e a posterior construção de tabelas de vida ecológica do tipo horizontal (idade específica) (BELLOWS JR. et al. 1992).

#### **3.3.1 Avaliação da mortalidade de ovos**

##### **3.3.1.1 Descrição dos experimentos**

Foram realizados quatro experimentos, nos períodos de 16 a 18 de janeiro, 14 a 16 de fevereiro, 17 a 20 de abril e 29 de maio a 02 de junho. Os dois primeiros experimentos corresponderam ao cultivo de 1ª safra, enquanto que os dois últimos ao cultivo de 2ª safra. Os dois momentos distintos de instalação dos experimentos em cada safra corresponderam aos estádios vegetativos V4-V6 e V8-V9.

Em cada experimento foram instalados dois blocos experimentais com dois tratamentos (com e sem liberação de *T. remus*). As parcelas experimentais ( $\approx 750 \text{ m}^2$ ) distanciavam-se cerca de 100 m entre si para evitar interferência entre os tratamentos (dispersão do parasitóide para áreas em que não houve liberação), baseado em SILVA (2007).

Em cada parcela, 20 plantas de milho com pouca ou nenhuma infestação foram selecionadas aleatoriamente antes da instalação do experimento. As plantas foram devidamente marcadas (com fita de tecido colorida) para facilitar a localização na infestação e avaliações. Massas de ovos sentinela (com no máximo 24 horas de idade) de *S. frugiperda* obtidas de criação em laboratório foram fixadas com grampos na folha adjacente à folha bandeira (uma massa/planta). As massas tinham número variável de camadas (uma a três) e estavam depositadas em papel sulfite, utilizado para oviposição em laboratório, baseado em PEÑAFLORES (2006). Os ovos de cada massa foram contados com auxílio de microscópio estereoscópico e, para tanto, as escamas foram removidas.

Sete avaliações diurnas foram realizadas em cada um dos experimentos. A ação dos inimigos naturais sobre os ovos e a porcentagem de predação de todas as massas de ovos das parcelas foram registradas por meio de macrofotografias, em cada avaliação. Máquinas fotográficas dos modelos Sony DSC-H2, Canon PowerShot A470 e Nikon D40 foram utilizadas para capturar as imagens, as quais foram analisadas posteriormente em computador. Também foi feita a coleta de exemplares destes agentes biológicos, quando possível.

As massas de ovos ficaram em campo por 72 horas (tempo médio de duração deste estágio de vida de *S. frugiperda*). No entanto, 40% das massas de ovos (incluindo aquelas em que se verificou a presença de parasitóides) foram retiradas das plantas e levadas ao laboratório no segundo dia, para tentar minimizar o efeito da predação na estimativa do parasitismo. Ao final do terceiro dia, as massas de ovos restantes foram retiradas das plantas e mantidas em copos plásticos de 100 ml contendo um cubo de 2 cm<sup>3</sup> de dieta artificial (KASTEN JR. et al. 1978) até a eclosão das lagartas. Vinte e quatro horas após, contabilizou-se o número de lagartas eclodidas para o cálculo da viabilidade de ovos e, por diferença, da sobrevivência de larvas. Dez por cento de lagartas/massa foram individualizadas em bandejas com células, para posterior avaliação de parasitismo por parasitóide ovo-larval. Para cada lagarta foi oferecido um cubo de dieta de 2 cm<sup>3</sup>.

As massas de ovos que não originaram larvas foram transferidas para tubos de vidro de 8x2 cm para posterior observação da emergência de parasitóides. Após a emergência de adultos de *T. remus*, os quais foram liberados (item 3.3.1.2), localizou-se a posição em que se encontravam essas massas de ovos parasitadas em campo, e mediu-se a distância da planta até o ponto de liberação mais próximo na parcela para se registrar a distância de dispersão deste parasitóide.

### **3.3.1.2 Liberações de *T. remus***

Cartelas com ovos de *S. frugiperda* foram submetidas ao parasitismo e mantidas em câmaras climatizadas ( $25\pm 1$  °C, 70% UR e fotoperíodo de 12:12h). Dois dias antes da emergência dos adultos, estas cartelas foram acondicionadas em recipientes plásticos de 13x10 cm com duas telas metálicas laterais para permitir a saída dos parasitóides e impedir a entrada de predadores. Mel não diluído foi pincelado na parte interna dos recipientes plásticos para que os parasitóides pudessem se alimentar antes da liberação em campo, conforme sugestão de MEIRELLES et al. (2009). Após o início da emergência, os adultos foram liberados em campo.

Cada parcela continha dois pontos de liberação, localizados entre as linhas centrais da parcela e distantes 25 m um do outro. Os recipientes plásticos contendo os adultos foram pendurados a uma haste presa a uma vara de bambu enterrada no solo entre as linhas das plantas. No momento da liberação a haste foi mantida na altura das plantas, que foi variável de acordo com o estágio de desenvolvimento. Uma proteção em formato de telhado de duas águas foi utilizada para abrigar o recipiente plástico da água das chuvas.

Um total aproximado de 15.000 adultos foi liberado por parcela ( $\approx 750$  m<sup>2</sup>), que representou densidade de 200.000 adultos/ha (FIGUEIREDO et al. 1999). Em cada experimento fez-se uma liberação.

### 3.3.2 Avaliação da mortalidade de larvas

Os experimentos para a fase de larva foram repetidos no tempo. Na 1ª safra, as infestações foram realizadas nos dias 18 e 25 de fevereiro e na 2ª safra, durante cinco dias consecutivos (08 a 12 de maio). As plantas estavam em estágio vegetativo V9-V11 e V7-V8 na 1ª e 2ª safras, respectivamente.

#### 3.3.2.1 Seleção das plantas

Plantas que não tinham infestação natural de larvas de *S. frugiperda* foram selecionadas. Para se certificar da ausência de larvas nas plantas a serem infestadas artificialmente foram realizadas inspeções visuais cuidadosas em todas as plantas. Durante o período de 1ª safra, no qual a infestação é naturalmente menor, esta tarefa foi realizada mais facilmente. No entanto, no cultivo de 2ª safra não se conseguiu nenhuma planta que não tivesse larvas de *S. frugiperda* de infestação natural. Assim, as plantas menos injuriadas (provavelmente com larvas ainda de primeiros ínstares) foram selecionadas. Fez-se uma aplicação localizada nestas plantas do inseticida espinosad (Tracer®) (Dow Agrosiences do Brasil), por ser o princípio ativo que atualmente apresenta a maior eficiência contra esta praga em campos de milho.

Inspeções para impedir a reinfestação foram realizadas a cada dois dias em todas as plantas selecionadas e tratadas com inseticida. Iniciaram-se a partir do segundo dia após a aplicação até a finalização dos experimentos. Todas as folhas das plantas foram verificadas (faces abaxial e adaxial), e as massas de ovos encontradas foram removidas. Em função da distribuição aleatória das larvas (FARIAS et al. 2008), há movimentação de lagartas entre as plantas. Portanto, a remoção das massas de ovos não foi suficiente para evitar a presença de lagartas do campo nas plantas selecionadas. Assim, também foi feita a remoção de lagartas do interior do cartucho das plantas com o auxílio de pinça por ocasião das inspeções para a remoção das massas de ovos. Este procedimento foi adotado a partir do segundo dia após a aplicação até o dia da infestação artificial.

### 3.3.2.2 Infestação das plantas

Massas de ovos de até 24 h de idade foram obtidas da criação. O número de ovos de cada massa foi determinado e estas foram fixadas na lateral de copos plásticos descartáveis de 50 ml. Logo após a eclosão das larvas, estes copos foram levados até o campo experimental e fixados na folha bandeira das plantas previamente selecionadas para que as larvas se distribuíssem. As massas de ovos que não originaram larvas foram descartadas. Uma amostra de 10% das massas de ovos selecionadas para os experimentos foi mantida em laboratório e o número de larvas eclodidas foi contabilizado para se fazer o cálculo de viabilidade e estimar a quantidade de larvas liberadas em campo.

### 3.3.2.3 Avaliações

Após o dia de instalação do experimento, foi realizada amostragem destrutiva diariamente de parte das plantas, de modo que o mesmo número de plantas fosse amostrado até o final da fase larval (com base em 21 dias). Aleatoriamente, as plantas foram selecionadas, ensacadas, removidas, levadas ao laboratório e dissecadas para registro do número de larvas vivas, mortas e inimigos naturais presentes. As lagartas vivas encontradas nas amostragens diárias foram avaliadas quanto ao desenvolvimento por meio da medição da cápsula cefálica. Esta avaliação permitiu determinar em quais instares se encontravam estas lagartas (CRÓCOMO & PARRA 1985) e, portanto, eliminar as que não pertenciam ao “cohort”.

As larvas vivas coletadas foram mantidas em desenvolvimento para verificação de parasitismo. Os inimigos naturais coletados em campo foram acondicionados em recipientes com álcool 70%, devidamente identificados com data, e posteriormente enviados para especialistas em taxonomia dos grupos Carabidae e Anthocoridae. Os espécimes de himenópteros parasitóides emergidos de larvas e pupas de *S. frugiperda* também foram enviados para um especialista deste grupo.

### **3.4 Construção das tabelas de vida**

A construção das tabelas de vida foi realizada com dados das 1ª e 2ª safras, por meio de um ajuste dos valores reais de mortalidade de larvas com os valores de mortalidade de ovos. Esta análise foi feita segundo o método proposto por HARCOURT (1969), considerando os seguintes valores:  $x$  - intervalo de idade no qual foi tomada a amostra (estádio de desenvolvimento),  $l_x$  - número de indivíduos vivos,  $d_x$  - número de indivíduos mortos,  $100q_x$  - razão de mortalidade por intervalo de idade,  $S_x$  - razão de sobrevivência em cada estágio de desenvolvimento,  $dx_F$  - fator responsável pela mortalidade e  $k$  - mortalidade individual causada por cada fator de mortalidade.

### **3.5 Análise dos dados**

Para analisar a normalidade dos dados referentes aos diferentes fatores de mortalidade registrados utilizou-se o teste Shapiro-Wilk. Quando os dados não apresentavam distribuição normal utilizou-se o teste não paramétrico Mann-Whitney para comparar níveis de predação, parasitismo e inviabilidade de ovos entre os cultivos de safra e 2ª safra.

Foram utilizados os softwares SigmaStat 3.1 (SYSTAT SOFTWARE 2004) e Statística 7.0 (STATSOFT 2004).



## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Parasitismo por *Telenomus remus* Nixon

Não houve emergência de adultos de *T. remus* de massas de ovos de *S. frugiperda* nos experimentos (1 e 2) realizados durante o cultivo de 1ª safra (janeiro e fevereiro). Aconteceram, no entanto, altos índices de predação que podem ter afetado a eficiência do parasitismo. Este fato sugere que houve interação intraguildd, tema bastante discutido entre os que estudam o controle biológico como ferramenta no Manejo Integrado de Pragas: REIS JUNIOR et al. (2000), por exemplo, estudaram a interferência de vespas predadoras sobre a ação de parasitóides, ambos inimigos naturais do bicho-mineiro-do-cafeeiro, e concluíram que predadores e parasitóides não têm seus efeitos somados em agroecossistemas de café. No caso do milho, não se identificou estudos com estas informações, pois os esforços ainda estão bastante fragmentados, limitados à busca isolada por informações relacionadas a parasitóides ou predadores. Portanto, apesar do empenho adotado neste estudo no sentido de minimizar o efeito da predação na estimativa do parasitismo de ovos, este segundo fator de mortalidade pode ter ocorrido e ter sido subestimado, já que nos experimentos do cultivo de 2ª safra, 92% das massas de ovos que foram parasitadas também foram predadas.

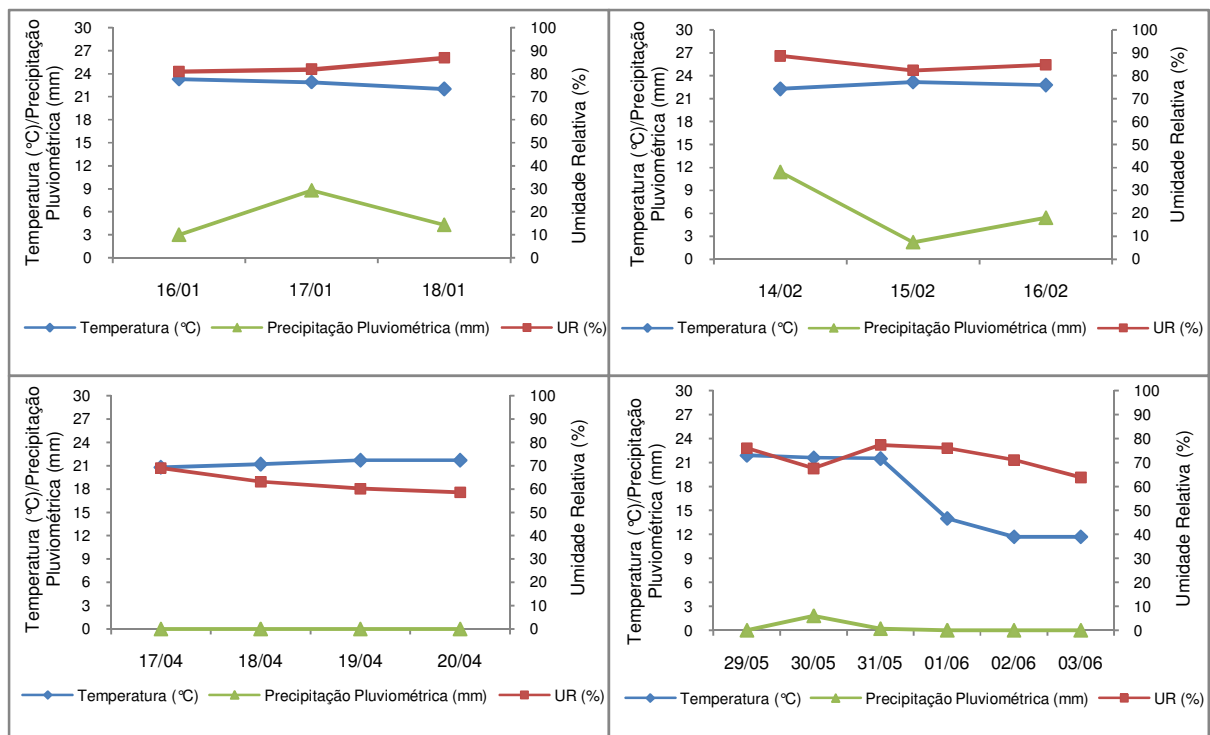
No cultivo de 2ª safra (abril e maio), os níveis de parasitismo por *T. remus* obtidos nos dois experimentos foram baixos (5,48 e 8,06%), sempre em parcelas nas quais se fez liberação deste agente de controle biológico, e em massas de ovos distantes até 11 m do ponto de liberação mais próximo. Os dados mostram que o parasitóide apresenta limitada capacidade de dispersão, que já havia sido também

evidenciado por SILVA (2007) com esta espécie de parasitóide em cultivo de algodão. De um total de 79 massas de ovos observadas em campo (Experimento 3), foi possível calcular o índice de parasitismo em 73 (predadas parcialmente ou não predadas). Houve emergência de *T. remus* em quatro (5,48% de massas de ovos parasitadas) destas massas, com variação no índice de parasitismo/massa de 2,04 a 60,71%. No Experimento 4, 78 massas de ovos foram expostas aos fatores de mortalidade. Calculou-se o índice de parasitismo de 62 massas. Houve emergência de *T. remus* em cinco (8,06% de massas de ovos parasitadas) dessas massas, com variação de 14,94 a 83,87% de parasitismo/massa.

Os dados de condições ambientais ocorridos durante a realização dos experimentos da fase de ovo estão dispostos na Figura 1. Houve ocorrência de precipitação pluviométrica durante os dias de realização dos experimentos nos meses de janeiro/fevereiro (cultivo de 1ª safra), enquanto que praticamente não houve ocorrência de chuvas nos experimentos do cultivo de 2ª safra (abril/maio). ROA et al. (2002) realizaram liberações de *T. remus* em cultivo de milho, na Colômbia, de modo a não coincidir com dias chuvosos, pois a contribuição deste parasitóide na regulação de *S. frugiperda* diminui significativamente sob condição de maiores índices de chuvas. Uma vez que foi registrada a presença de adultos de *T. remus* sobre as massas de ovos nas observações em campo deste estudo, pode-se associar a precipitação pluviométrica como um dos fatores que influenciaram para a ausência de parasitismo de ovos de *S. frugiperda* na 1ª safra. Na 2ª safra, em que a precipitação foi praticamente nula durante os dias de experimento, se obteve parasitismo, apesar dos níveis terem sido baixos. Apesar de HERNÁNDEZ et al. (1989) associarem os altos índices de parasitismo por *T. remus* em ovos de *S. frugiperda* a altas precipitações durante os meses de julho a setembro, os autores não descrevem as condições ocorridas nos dias das três liberações semanais consecutivas realizadas no mês de julho de 1987, na Venezuela. Por outro lado, WADDILL & WHITCOMB (1982), apesar de não terem obtido altos índices de parasitismo por *T. remus* em *S. frugiperda*, na Flórida, associaram o baixo parasitismo à biologia de *S. frugiperda* e não às condições climáticas. Assim, o efeito físico das chuvas certamente contribuiu para que os índices

de parasitismo fossem nulos nos experimentos do cultivo de 1ª safra deste estudo, mas em razão da condição restrita (poucos dias de exposição ao parasitismo).

FIGUEIREDO et al. (2002) também realizaram infestações artificiais de massas de ovos de *S. frugiperda* em milho e verificaram média de 76,7% de parasitismo por *T. remus* nas três densidades utilizadas em comparação com a testemunha, na qual apenas 16,3% de parasitismo foi registrado. Porém, não mencionaram as condições climáticas ocorridas nos dias de realização dos experimentos.



**Figura 1.** Valores médios diários de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar durante a realização dos experimentos da fase de ovo, Jaboticabal-SP, 2009.

Ainda, o controle biológico aplicado utilizando *T. remus* tem mostrado que os índices de parasitismo deste parasitóide apresentam uma relação direta de dependência da densidade do hospedeiro, fato que se estende para várias outras espécies da família Scelionidae, como relatado por ORR (1988). Assim, ROA et al. (2002) apresentaram uma série de dados experimentais obtidos de um programa de controle integrado de *S. frugiperda* como praga do milho na Colômbia e concluíram que

o monitoramento da densidade da praga precisa ser realizado cuidadosamente, pois as liberações devem ser feitas com base no ritmo de oviposição. Esses autores também afirmaram que estas liberações são justificáveis em condição de seca, na qual a pressão de oviposição de *S. frugiperda* é alta. JOSHI et al. (1982) verificaram o impacto de *T. remus* na regulação populacional de *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae) e notaram que este parasitóide não exerce um impacto significativo quando a população da praga apresenta-se em baixos números em função da inadequada capacidade de busca. No presente trabalho, o parasitismo por *T. remus* somente ocorreu no cultivo de 2ª safra, no qual a condição climática é bem diferente (seco) dos meses em que foram feitos os experimentos do cultivo de 1ª safra e, conseqüentemente, a densidade da praga foi bem maior.

A própria liberação em campo de insetos parasitóides adultos pode resultar em grandes perdas na efetividade de parasitismo, devido à migração (LEWIS & NORDLUND 1984). KARTAVTSEV et al. (1974) observaram que liberações sazonais de *Telenomus* para o controle de *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) foram impedidas pelo comportamento dos parasitóides, dos quais a maior parte não permaneceu nos sítios de liberação. Assim, LEWIS & NORDLUND (1984) sugerem a utilização de semioquímicos (caiomônios e/ou sinomônios) em campo a fim de simular uma alta população da praga e, desta forma, otimizar a efetividade dos parasitóides. Estes dados somente confirmam o fato de que a densidade é um aspecto importante a ser considerado na utilização de *T. remus*.

Com base nos resultados obtidos e nesta discussão acerca destes dados, percebe-se que a metodologia de infestação artificial utilizada neste trabalho para identificação da contribuição de *T. remus* na regulação da população de *S. frugiperda* é adequada, em função da sobreposição de gerações que ocorre em condições tropicais. Porém, esforços adicionais devem ser feitos no sentido de sincronizar as liberações deste parasitóide com picos de oviposição natural da praga em campo. Experimentos em que se amostrassem massas de ovos de infestação natural simultaneamente às de idade conhecida também seriam importantes na comparação dos resultados.

De maneira geral, nas condições de clima da região Centro-Sul (principal região produtora de milho do país), os esforços visando a utilização de *T. remus* em programa de controle biológico não têm rendido resultados satisfatórios. No entanto, os estudos de campo envolvendo este parasitóide ainda são poucos e, além disso, os que existem contêm informações isoladas que não permitem conclusões definitivas. Informações essenciais e ainda desconhecidas a respeito de técnicas de liberação, influência das condições ambientais, influência da arquitetura da planta necessitam de serem estudadas em campo para esta espécie de parasitóide, como já realizado para *Trichogramma* spp. no Brasil e no mundo (SÁ et al. 1993; WANG et al. 1997; WANG et al. 1999; WRIGHT et al. 2001; PINTO et al. 2003).

#### 4.2 Parasitismo por outros parasitóides

Além de *T. remus*, *Trichogramma* sp. e *Chelonus* sp. também emergiram de indivíduos de *S. frugiperda*.

Das 52 massas de ovos do Experimento 1 em que foi possível calcular o índice de parasitismo, três (5,77%) originaram adultos de *Trichogramma* sp., com índices de 1,72; 2,15; e 12,57% de parasitismo. Não houve emergência de *Chelonus* sp. das lagartas sobreviventes que foram criadas em laboratório. Das 37 massas de ovos que foram recuperadas no Experimento 2, nenhuma apresentou emergência de *Trichogramma* sp., assim como de nenhuma lagarta criada emergiu algum exemplar de *Chelonus* sp.

No Experimento 3, das 79 massas observadas somente 73 puderam ser incluídas no cálculo de parasitismo. Adultos de *Trichogramma* sp. emergiram de 13 dessas massas (17,81%), das quais 11 também foram atacadas por predadores e duas também foram parasitadas por *T. remus*. Os índices de parasitismo variaram de 6,92 a 100%. Exemplares de *Chelonus* sp. emergiram de lagartas criadas a partir de três massas de ovos (4,10%) recuperadas do campo, com parasitismo de 6,93; 43,90; e 84,55%. No Experimento 4, das 62 massas de ovos restantes (predadas parcialmente ou não predadas), sete massas de ovos (11,29%) foram parasitadas por *Trichogramma*

sp., sendo que de quatro também emergiram adultos de *T. remus* e todas elas apresentaram alguma porcentagem de predação. Os índices de parasitismo variaram de 3,23 a 88,89%. Nenhum exemplar de *Chelonus* sp. emergiu de lagartas criadas a partir das massas de ovos expostas em campo.

Os resultados revelam que também para estas outras espécies de parasitóides, os índices de parasitismo foram baixos. Estes resultados são parecidos com os obtidos por SÁ & PARRA (1994) e BESERRA et al. (2002), os quais também avaliaram parasitismo natural de ovos de *S. frugiperda* por *Trichogramma* spp., em milho. Estes autores chegaram à conclusão de que *T. pretiosum* Riley e *T. atopovirilia* Oltman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) possuem limitações para serem utilizados em programas de controle biológico de *S. frugiperda*, face aos baixos índices de parasitismo natural registrados e também à incapacidade que estes parasitóides possuem de parasitar ovos das camadas inferiores das massas, as quais se apresentam em número de três durante a maior parte do ciclo fenológico do milho. SÁ & PARRA (1994) concluíram que *T. pretiosum* não é um efetivo parasitóide de *S. frugiperda* e o seu uso em condições de campo para controle desta praga não é promissor.

Assim como discutido no tópico sobre parasitismo por *T. remus*, as mudanças na resposta funcional ocasionadas por alterações na densidade do hospedeiro também é um aspecto importante a ser destacado. *Trichogramma* spp. também apresentam resposta à densidade do hospedeiro, conforme observado por SÁ & PARRA (1994) e estes autores alertaram para a escassez de estudos relacionados com a dinâmica de distribuição de ovos de pragas do milho. Os resultados deste trabalho também indicam que a maior densidade de *S. frugiperda* ocorrida no cultivo de 2ª safra contribuiu para a ocorrência de parasitismo, mesmo que em baixos níveis.

Os dados de uma análise de comparação de médias para verificar diferenças entre parasitismo por *T. remus* e *Trichogramma* sp. na safra e na 2ª safra e entre diferentes estádios vegetativos da planta de milho estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Percebe-se que a única diferença significativa ocorrida foi na média de parasitismo por *T. remus* em parcelas com liberação na 2ª safra quando comparado com o que

ocorreu na safra. Os índices de parasitismo não diferiram entre os diferentes estádios vegetativos (V4-V6 e V8-V9) da cultura, resultados idênticos aos de BESERRA et al. (2002).

**Tabela 1.** Índice de parasitismo ( $\pm$  EP) registrado entre duas safras de milho, comparadas com parcelas com e sem liberação de *T. remus*

Parasitóide	Saфра		2ª safra	
	C/ Liberação de <i>T. remus</i>	S/ Liberação de <i>T. remus</i>	C/ Liberação de <i>T. remus</i>	S/ Liberação de <i>T. remus</i>
<i>T. remus</i>	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 b	2,56 $\pm$ 1,12 a	0,00 $\pm$ 0,00 b
<i>Trichogramma</i> sp.	0,15 $\pm$ 0,15 a	0,07 $\pm$ 0,07 a	4,23 $\pm$ 3,20 a	0,95 $\pm$ 0,56 a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem significativamente ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 2.** Índice de parasitismo ( $\pm$  EP) registrado em dois distintos estádios vegetativos de milho, comparadas com parcelas com e sem liberação de *T. remus*

Parasitóide	Vegetativo Inicial (V4-V6)		Vegetativo Final (V8-V9)	
	C/ Liberação de <i>T. remus</i>	S/ Liberação de <i>T. remus</i>	C/ Liberação de <i>T. remus</i>	S/ Liberação de <i>T. remus</i>
<i>T. remus</i>	1,30 $\pm$ 0,87 a	0,00 $\pm$ 0,00 a	1,27 $\pm$ 1,27 a	0,00 $\pm$ 0,00 a
<i>Trichogramma</i> sp.	3,93 $\pm$ 3,28 a	0,59 $\pm$ 0,46 a	0,46 $\pm$ 0,32 a	0,42 $\pm$ 0,42 a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem significativamente ( $P > 0,05$ ).

### 4.3 Predação

#### 4.3.1 Índices de predação

No cultivo de 1ª safra (janeiro e fevereiro), das 80 massas de ovos utilizadas no Experimento 1, 13 não apresentaram mais nenhum ovo ao final do terceiro dia de exposição em campo e outras 15 apresentaram menos de 5% de ovos remanescentes em relação ao total de ovos inicial. Devido à presença de predadores na área, muito provavelmente grande parte destes ovos foi consumida. Outro fator que pode ter causado o desaparecimento destas massas de ovos é a ocorrência de chuvas, que também pode causar o deslocamento de parte dos ovos. No Experimento 2, das 80 massas de ovos iniciais, não restaram ovos de 38 e no máximo 5% dos ovos remanesceram em outras cinco. Os fatores também devem ser os mesmos citados

acima, dado que as condições climáticas e a presença de predadores foram semelhantes ao Experimento 1.

Na 2ª safra (abril e maio), 79 massas de ovos estiveram expostas em campo no Experimento 3. Seis delas não continham mais ovos ao final do período de avaliação. No Experimento 4, das 78 massas de ovos utilizadas, 13 desapareceram e outras três continham menos de 6% da quantidade de ovos inicial. No entanto, a predação deve ter sido o único fator responsável pela eliminação e/ou redução no número de ovos das massas, pois praticamente foram nulos os índices pluviométricos ocorridos nos dias dos experimentos.

Ao todo, a predação por mastigação foi responsável pela mortalidade de 11.047 ovos na safra e de 9.422 ovos na 2ª safra. Neste cultivo, 974 (4,65%) ovos foram mortos por parasitismo, enquanto que na safra não houve emergência de nenhum adulto de parasitóide. Ainda, 1.835 (12,11%) e 9.668 (36,90%) ovos foram ou tornaram-se inviáveis na safra e na 2ª safra, respectivamente. Esta inviabilidade certamente foi causada por fatores como predação por sucção, ressecamento e/ou parasitismo que não resultou em emergência. No entanto, fatores genéticos (intrínsecos) ao inseto também devem ser responsáveis por estes números. Portanto, apesar da inviabilidade não ser uma causa de mortalidade, assim está descrita para a explicação destes dados em função de não se poder contabilizar a contribuição de cada fator na redução populacional da praga.

Estudos visando a caracterização de danos de ovos de *S. frugiperda* por predadores mastigadores e sugadores devem ser feitos, para que seja possível a associação do dano encontrado em campo com o descrito, assim como ANDOW (1990) o fez para ovos de *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Crambidae).

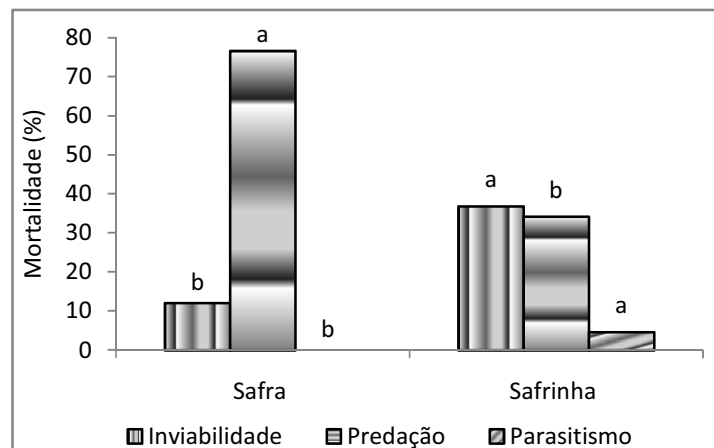
Os dados de porcentagem de predação de massas de ovos registrados nos experimentos de safra e 2ª safra estão dispostos na Tabela 3. A análise não-paramétrica realizada para comparar os índices de predação (e dos outros fatores de mortalidade) ocorridos entre safra e 2ª safra mostrou que houve diferença significativa entre os dois cultivos. Os índices de mortalidade causada por predação, parasitismo e inviabilidade dos ovos diferiram entre safra e 2ª safra (teste de Mann-Whitney,  $Z=8,236$ ,



para predação;  $Z=-3,841$ , para parasitismo; e  $Z=-6,736$ , para inviabilidade;  $p<0,001$ ). Em função do número inicial de ovos muito variável das massas expostas em campo (Tabela 3), as mortalidades atribuídas a cada um dos três fatores de mortalidade estão apresentadas em valores percentuais na Figura 2 para permitir uma melhor visualização das diferenças ocorridas entre os dois cultivos.

**Tabela 3.** Taxas de predação (por massa de ovos) de massas de ovos de *S. frugiperda* em milho, em Jaboticabal-SP, 2009

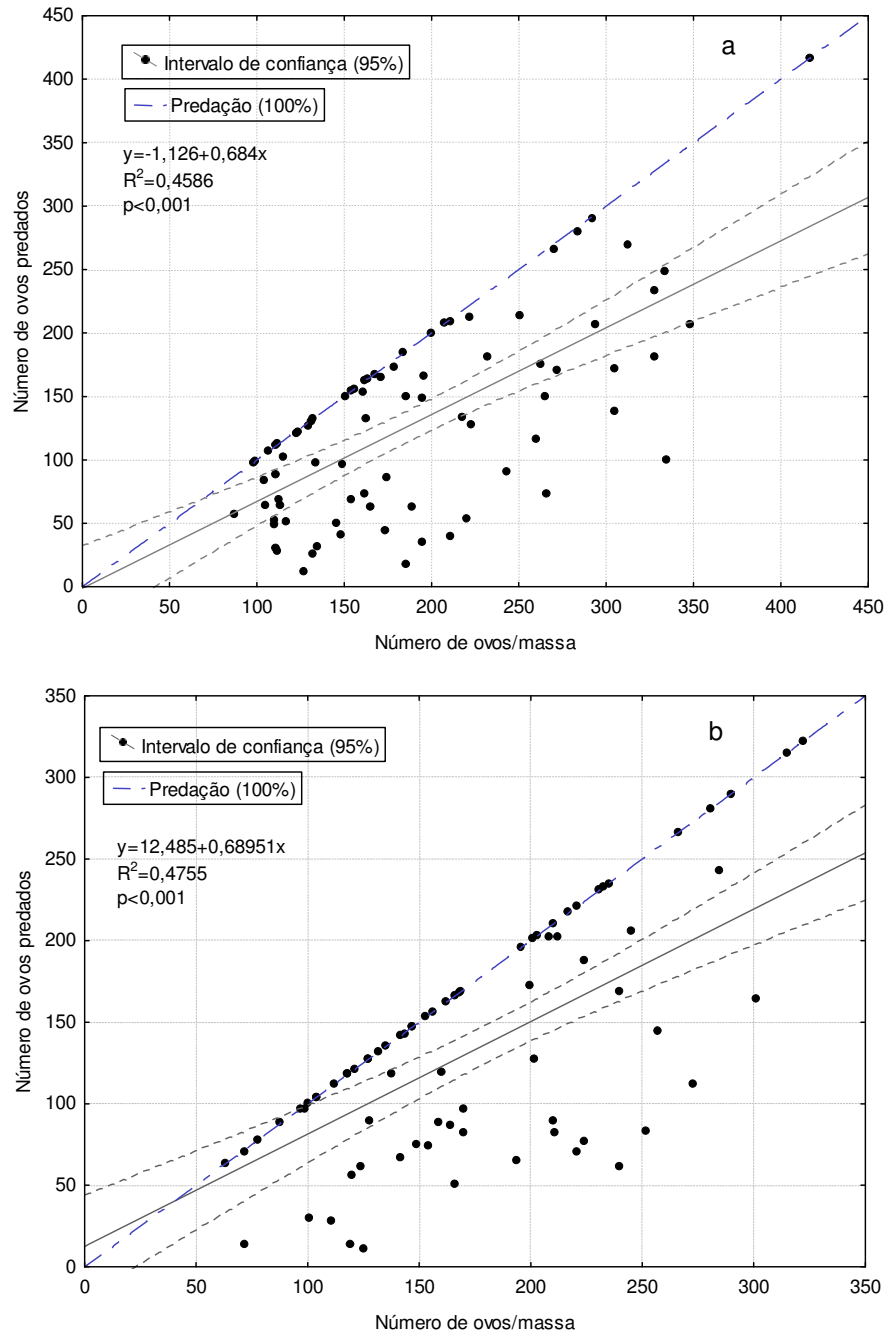
		Intervalo de Amostragem	Massas de ovos	Ovos/Massa	Porcentagem de Predação
Experimento 1	1ª Safra	16-18 janeiro	80	189,44±8,35	68,14±3,24
Experimento 2		14-16 fevereiro	80	182,16±8,14	76,70±3,21
Experimento 3	2ª Safra	17-20 abril	79	157,81±8,30	27,06±3,42
Experimento 4		29 maio-02 junho	78	186,22±9,26	41,52±4,09



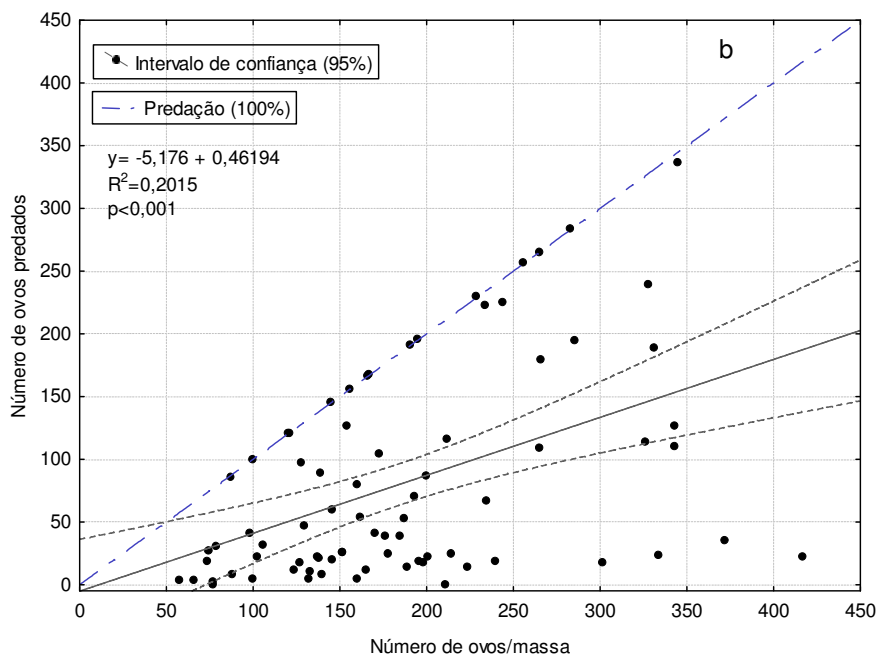
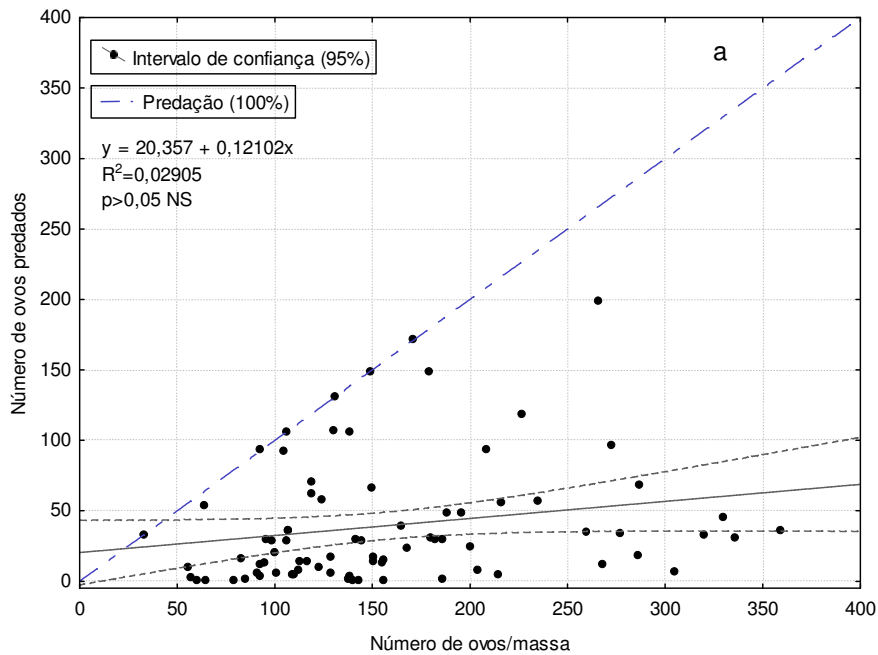
**Figura 2.** Mortalidade de ovos de *S. frugiperda* nos cultivos de 1ª e 2ª safras, Jaboticabal-SP, 2009. (letras iguais entre cultivos para o mesmo fator de mortalidade indicam não haver diferença significativa)

Análises do número de ovos predados por massa de ovos explorada mostram que os predadores são capazes de consumir completamente uma massa de ovos, mesmo que esta tenha mais de 300 ovos. Assim, análises de regressão também foram realizadas para verificar a dependência da densidade. Estes resultados estão apresentados nas Figuras 3 e 4. Tanto na 1ª quanto na 2ª safra (exceto no Experimento

3), houve uma relação de dependência da densidade ( $p < 0,05$ ). Ou seja, à medida que o número de ovos das massas aumentou, a predação também aumentou.



**Figura 3.** Análise de regressão linear do número de ovos de *S. frugiperda* predados por massa em relação ao número inicial de ovos em cada massa, na 1ª safra de milho, Jaboticabal-SP, 2009 (a, b – 1º e 2º experimentos). Linha diagonal representa 100% de predação.



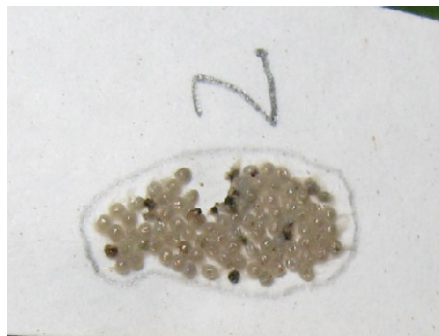
**Figura 4.** Análise de regressão linear do número de ovos de *S. frugiperda* predados por massa em relação ao número inicial de ovos em cada massa, na 2ª safra de milho, Jaboticabal-SP, 2009 (a, b – 3º e 4º experimentos). Linha diagonal representa 100% de predação.

### 4.3.2 Predadores

As tesourinhas, provavelmente da espécie *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae), foram certamente um dos principais agentes de predação de ovos ocorridos em campo, responsáveis pelos índices ocorridos tanto na 1ª quanto na 2ª safras. Apesar de não ter sido feito um levantamento populacional deste predador durante os dias de realização dos experimentos da fase de ovo, verifica-se a presença abundante deste predador a partir dos dados obtidos no estudo de larvas também realizado na 1ª safra (ver item 4.4). Este predador é bastante abundante durante este período que se caracteriza por temperatura e umidade relativa do ar elevadas. Todavia, a precipitação apresenta correlação negativa com a população de *D. luteipes*, conforme verificado por CRUZ & OLIVEIRA (1997) e FENOGLIO & TRUMPER (2007).

Ao confrontar os dados dos autores citados acima com os obtidos nesta pesquisa, podem-se verificar pontos em comum. A abundância das tesourinhas foi claramente maior na 1ª safra (ver item 4.4), cultivo no qual também se observam alta densidade populacional de *S. frugiperda* e altos índices de temperatura, a despeito da maior precipitação pluviométrica. Nos meses de abril e maio (experimentos de 2ª safra), as temperaturas médias e a abundância do predador foram menores, semelhante aos resultados encontrados por CRUZ & OLIVEIRA (1997). Por apresentar uma grande eficiência no controle de *S. frugiperda* (REIS et al. 1988), e menor abundância no período de 2ª safra, estes predadores certamente contribuíram para que os níveis de injúria das plantas neste cultivo fossem bem maiores.

No entanto, não foram somente as tesourinhas que contribuíram no controle de *S. frugiperda*. Interações até então não descritas entre herbívoros e ovos de *S. frugiperda* foram verificadas também com bastante freqüência em campo. Adultos de insetos herbívoros considerados pragas em milho, *Diabrotica* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Leptoglossus* sp. (Hemiptera: Coreidae) foram também responsáveis pela predação de ovos de *S. frugiperda* nos dois cultivos (Figuras 5 e 6).



**Figura 5.** Predação por *Leptoglossus* sp. (Hemiptera: Coreidae) em ovos de *S. frugiperda*, em cultivo de milho, Jaboticabal-SP, 2009.



**Figura 6.** Predação por *Diabrotica* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) em ovos de *S. frugiperda*, em cultivo de milho, Jaboticabal-SP, 2009.

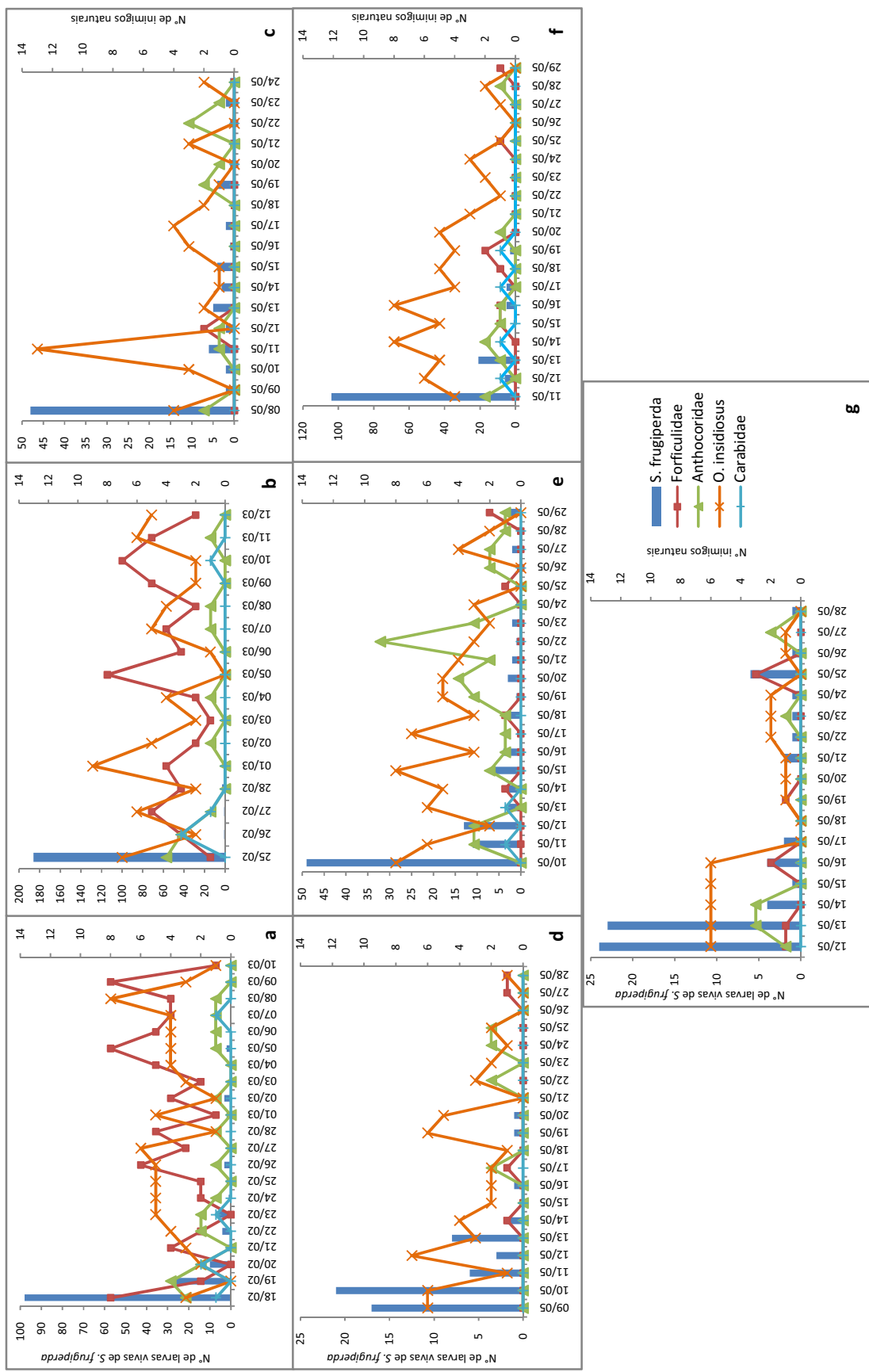
#### 4.4 Mortalidade de larvas

O hábito de *S. frugiperda* se alimentar no interior do cartucho da planta limita consideravelmente a observação de interações com inimigos naturais. Nas observações realizadas por ocasião das liberações de lagartas (infestação artificial) não se conseguiu registrar atos de predação ou parasitismo, mesmo quando essas foram feitas no período noturno. Verificou-se a movimentação de besouros carabídeos e tesourinhas nas plantas, principalmente. Porém, nenhuma interação foi visualizada.

A distribuição dos exemplares vivos de lagartas de *S. frugiperda* e de seus inimigos naturais mais abundantes coletados nas amostragens diárias está apresentada na Figura 7(a-g), correspondendo aos experimentos de 1ª (a, b) e 2ª safra (c-g). Dentre os inimigos naturais estão forficulídeos (provavelmente *Doru luteipes*), *Orius insidiosus*, outros antocorídeos não identificados e carabídeos (*Selenophorus alternans*, *Lebia concina*, *Lebia* sp., *Leptotrachelus* sp.).

Os testes de correlação (Tabela 4) mostram, no geral, que o número de lagartas e de inimigos naturais coletados não se correlaciona, exceto para o caso dos antocorídeos. *O. insidiosus* apresentou índices de correlação positiva na 2ª safra enquanto que os antocorídeos não identificados se correlacionaram positivamente tanto na 1ª quanto na 2ª safra. O fato de antocorídeos, especialmente *O. insidiosus*, serem reconhecidos predadores de lagartas de primeiros ínstaes, inclusive de *S. frugiperda* (LUGINBILL 1928; ISENHOUR et al. 1990), sugerem que estes insetos contribuíram na regulação populacional das lagartas recém-eclodidas infestadas artificialmente em campo. As tesourinhas também predam ovos e, portanto, as lagartas que foram colocadas nas plantas não devem ter sido a única fonte alimentar destes predadores. No caso dos carabídeos, os valores de  $r$  obtidos foram sempre negativos, porém sem apresentar significância.





**Figura 7.** Números de larvas de *S. frugiperda* e de inimigos naturais registrados nas amostragens diárias durante a 1ª (a, b, e) e 2ª safra (c-g) de milho, em Jaboticabal-SP, 2009.



**Tabela 4.** Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre o número de larvas vivas de *S. frugiperda* e de inimigos naturais das famílias Forficulidae, Carabidae e Anthocoridae coletados durante as amostragens diárias nos cultivos de 1ª safra e 2ª safra, Jaboticabal-SP, 2009.

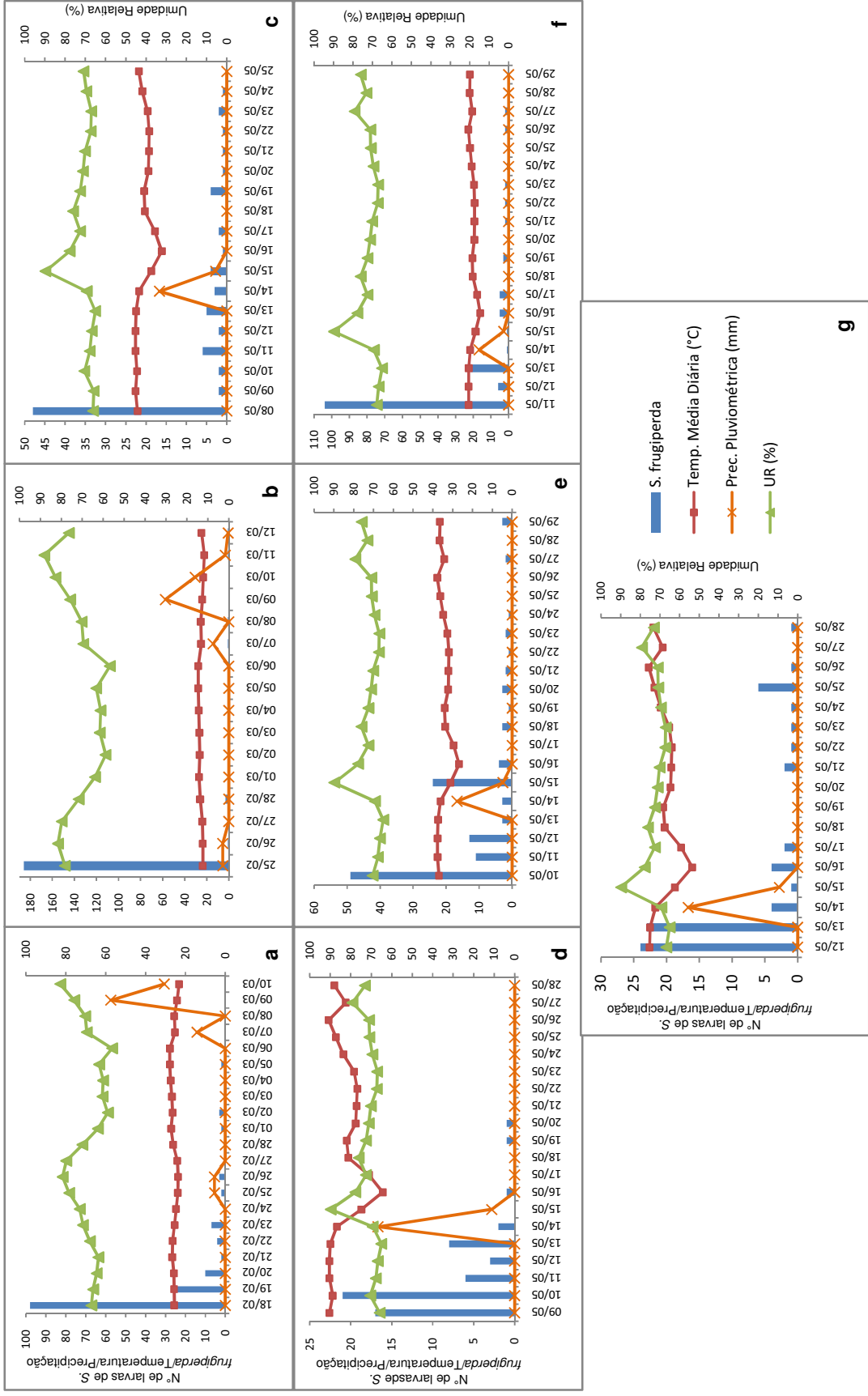
Famílias	1ª Safra		2ª Safra				
	18/02	25/02	08/05	09/05	10/05	11/05	12/05
Forficulidae	0,31	-0,24	-0,07	-0,22	-0,13	-0,18	0,38
Carabidae	0,37;	-0,10	-	-	0,05	-0,10	-
Anthocoridae	<b>0,61</b>	<b>0,73</b>	0,38	-0,26	-0,17	<b>0,55</b>	<b>0,51</b>
<i>O. insidiosus</i>	-0,19	0,30	-0,21	<b>0,55</b>	<b>0,44</b>	0,10	<b>0,59</b>

Obs.: Os valores destacados (negrito) indicam que a correlação foi significativa.

As análises de correlação também não mostraram significância entre a mortalidade de ínstaes iniciais de *S. frugiperda* e a ocorrência de chuvas, como pode ser visualizado na Tabela 5 e Figura 8. De todas as datas em que se fez infestação artificial, somente em uma ocorreu chuvas. Em todas as outras, pelo menos dois dias se passaram após a infestação sem que houvesse precipitação. No entanto, a flutuação populacional de *S. frugiperda* mostrou-se semelhante em todos os experimentos, o que indica que esta alta mortalidade se deve também a outros fatores. Dentre estes, a própria umidade do cartucho da planta pode ser responsável pela mortalidade, visto que em todas as avaliações, após 24 e 48 horas de realizadas as infestações, foi encontrada uma grande quantidade de larvas mortas nas folhas do cartucho. Além disso, a chuva deve sim influenciar na mortalidade. ROA et al. (2002) afirmaram que a redução da injúria em função da alta mortalidade de larvas pequenas, muitas das quais morrem por afogamento dentro do cartucho, deve-se à ação de chuvas, principalmente nos primeiros 20 dias após a emergência das plântulas.

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre o número de larvas vivas de *S. frugiperda* e a precipitação pluviométrica ocorrida durante as amostragens diárias nos cultivos de safra e 2ª safra, Jaboticabal-SP, 2009. Os valores não apresentaram significância na correlação ( $p > 0,05$ ).

	1ª Safra		2ª Safra				
	18/02	25/02	08/05	09/05	10/05	11/05	12/05
Precipitação pluviométrica	-0,14	-0,04	-0,04	-0,06	-0,05	-0,09	-0,02



**Figura 8.** Número de larvas vivas de *S. frugiperda* e valores diários de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, durante os cultivos de 1ª (a, b) e 2ª safra (c-g), em Jaboticabal-SP, 2009.

ALI & LUTTRELL (1990) realizaram infestações artificiais de *S. frugiperda* em algodão com o objetivo de medir a sobrevivência de imaturos (ovos e larvas). Uma alta mortalidade de larvas pequenas (infestadas 1 a 2 horas após a eclosão) foi observada 24 horas após a liberação. MORRILL & GREENE (1974) também obtiveram resultados semelhantes com baixíssima sobrevivência de *S. frugiperda* nos primeiros ínstaes larvais, em milho. Estes resultados condizem com os que foram obtidos neste estudo, uma vez que nas avaliações após 24 e 48 horas de realizadas as infestações artificiais, praticamente todas as larvas haviam morrido.

Na 1ª safra, das 28.212 larvas liberadas em campo, somente 46 larvas vivas foram recuperadas entre o 3º e o 14º dia após a infestação, com mortalidade total superior a 99%. Na 2ª safra, o número de larvas vivas recuperadas entre o 3º e o 17º dia foi de 176, das 31.942 infestadas inicialmente, valor que também resulta em uma mortalidade acima de 99%.

Na 1ª safra não houve emergência de parasitóides. Na 2ª safra, um exemplar de *Ophion* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) e três exemplares (Diptera: Tachinidae) não identificados, emergiram de pupas.

#### 4.5 Tabelas de vida ecológica

A partir dos dados obtidos foi possível a construção de tabelas de vida ecológicas para as duas safras (Tabelas 6 e 7).

A maior mortalidade ocorreu nos primeiros ínstaes larvais. Acima de 99% das larvas que foram distribuídas nas plantas morreram durante os primeiros três dias após a infestação. Fatores naturais associados à ação de inimigos naturais que agem sobre larvas deste estágio são os principais fatores de mortalidade (MORRILL & GREENE 1974). A observação de um grande número de larvas mortas nas folhas do cartucho das plantas amostradas diariamente sugere que a alta umidade presente nesta parte da planta reduziu significativamente o número de larvas vivas. Apesar da não ocorrência de chuvas nos dias em que se fez infestação artificial de larvas em campo, este fator também deve causar grande controle da população desta praga, como relataram ROA et al. (2002). A presença considerável de predadores da família Anthocoridae, especialmente *O. insidiosus*, também certamente contribuiu para a redução deste número de larvas vivas, dado o potencial de ataque deste predador (ISEN HOUR et al. 1990).

Durante a fase de ovo, a predação e a não eclosão de larvas foram os fatores-chave de mortalidade, respectivamente para a 1ª e 2ª safra. Dentre os predadores que atuaram, *D. luteipes* foi o mais abundante. As causas da alta inviabilidade de ovos ocorrida na 2ª safra certamente envolvem predação por sucção, parasitóides que não emergiram e infertilidade, os quais não puderam ser contabilizados.

A coleta de dados durante mais safras é necessária para se ter um conhecimento maior a cerca dos fatores que regulam a população de *S. frugiperda* em cultivo de milho em condições tropicais.

**Tabela 6.** Tabelas de vida para *S. frugiperda* em cultivo de 1ª safra de milho (janeiro e fevereiro) com liberação de *T. remus*, em Jaboticabal-SP, 2009.

x	ix	dxF	dx	100qx	k	Sx
Ovo	14573	Predação (Mastigadores)	11047	75,8	0,61	
	3526	Parasitismo	32	0,2	0,01	
	3494	Inviabilidade	1835	12,6	0,32	
Ínstares iniciais	1659	Fator natural + Inimigos naturais	12914	88,6		0,11
Larvas estabelecidas	1		1658	99,9	3,22	0,00
Total			14572	99,99	4,16	

**Tabela 7.** Tabelas de vida para *S. frugiperda* em cultivo de 2ª safra de milho (abril e maio) com liberação de *T. remus*, em Jaboticabal-SP, 2009.

x	ix	dxF	dx	100qx	k	Sx
Ovo	26992	Predação (Mastigadores)	9423	34,9	0,19	
	17569	Parasitismo	1307	4,8	0,03	
	16262	Inviabilidade	9671	35,8	0,39	
Ínstares iniciais	6591	Fator natural + Inimigos naturais	20401	75,6		0,24
Larvas estabelecidas	26		6565	99,6	2,41	0,00
Total			26966	99,90	3,02	

#### 4.6 Implicações para o manejo de *S. frugiperda*

Os dados obtidos neste trabalho revelam que os fatores bióticos contribuem em muito na regulação da população da lagarta-do-cartucho em milho, sendo que a predação é o principal destes fatores. Responsável por 75 e 35% da mortalidade de ovos, nas avaliações realizadas na 1ª e 2ª safras, respectivamente, os predadores merecem bastante atenção no agroecossistema de milho, no sentido de conservá-los em campo. Além destes valores, parte da não eclosão de larvas é devida à predação por sucção, a qual foi contabilizada como parcela dos ovos inviáveis.

Com relação aos parasitóides, obteve-se uma baixa contribuição, o que não quer dizer que eles não tenham importância, pois muito provavelmente, o efeito do parasitismo de ovos foi prejudicado pelos altos índices de predação (competição intra-guilda). Ainda, especificamente no caso de *T. remus*, a tecnologia de utilização para controle biológico aplicado ainda precisa ser aprimorada no Brasil, já que em outros países de clima tropical sua eficiência é alta, em campo. *Trichogramma* spp. também não foi um bom agente regulador da população da praga neste estudo, corroborando SÁ & PARRA (1994) que relataram a baixa eficiência deste agente no controle da lagarta-do-cartucho. No entanto, estudos recentes indicam que novas linhagens deste parasitóide apresentam resultados promissores em campo (PINTO, informação pessoal<sup>1</sup>).

Os fatores abióticos também exercem função reguladora nos estágios de ovo e larva de *S. frugiperda* em campo, reconhecidamente na fase larval. A umidade constante das folhas do cartucho causa a morte de larvas de primeiro ínstar. A chuva, como relatado por ROA et al. (2002), também causa mortalidade de larvas de ínstars iniciais.

Embora o controle natural de *S. frugiperda*, biótico ou abiótico, seja importante para a regulação das populações deste inseto no campo, as perdas na produção das lavouras de milho ocasionadas pelo ataque de *S. frugiperda* ainda exigem medidas de

---

<sup>1</sup> PINTO, A. S. Departamento de Ciências Agrárias/Centro Universitário Moura Lacerda, Av. Dr. Oscar de Moura Lacerda, 1520 - CEP 14076-510, Ribeirão Preto, SP

controle por parte dos produtores rurais. Todavia, esse controle em lavouras de milho ainda é realizado principalmente com a aplicação de inseticidas. Com isso, há o surgimento de populações resistentes no campo, redução da eficiência de vários princípios ativos e aumento dos investimentos dos produtores na tentativa de solucionar este problema fitossanitário.

O controle biológico aplicado se apresenta como uma excelente alternativa à utilização exclusiva de uma única tática de controle. Esta atenção tem sido voltada quase que exclusivamente na utilização de parasitóides e aqui sugere-se esforços no sentido de também se utilizar predadores. Assim, pelos resultados discutidos neste trabalho, a utilização de predadores na 1ª safra e de parasitóides na 2ª safra é mais adequada.

A amostragem de massas de ovos poderia também complementar a amostragem de larvas na tomada de decisão. Isso aliás, também seria imprescindível para o sucesso na liberação de parasitóides de ovos em campo, pelas razões discutidas neste trabalho. Desse modo, a redução do número de ovos em campo se somaria ao controle de larvas, garantindo o manejo da lagarta-do-cartucho, já que a pequena quantidade de larvas que se estabelecem, ainda é capaz de causar grande quantidade de injúrias à cultura. Além disso, o controle das larvas é dificultado pelo fato de permanecerem dentro do cartucho, protegidas das pulverizações de produtos fitossanitários.

## V. CONCLUSÕES

1. Fatores bióticos (predação) e abióticos (umidade) são fatores-chave de mortalidade de *S. frugiperda*;
2. A mortalidade larval é maior do que a mortalidade de ovos em condições de campo;
3. *T. remus* não é um fator de regulação populacional de *S. frugiperda*;
4. A predação é o fator biótico que mais causa mortalidade da praga, sendo que pode ser efetuado tanto por carnívoros como por onívoros.



## VI. REFERÊNCIAS

- AL-DEEB, M.A.; WILDE, G.E.; ZHU, K.Y. Effect of insecticides used in corn, sorghum, and alfalfa on the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 4, p. 1353-1360, 2001.
- ALI, A.; LUTTRELL, R.G. Survival of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) immatures on cotton. **The Florida Entomologist**, v. 73, n. 3, p. 459-465, 1990.
- ALVARENGA, C.D.; VENDRAMIM, J.D.; CRUZ, I. Biologia e predação de *Doru luteipes* (Scud.) sobre *Schizaphis graminum* (Rond.) criado em diferentes genótipos de sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 523-531, 1995.
- ANDOW, D.A. Characterization of predation on egg masses of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 83, n. 3, p. 482-486, 1990.
- ANDREWS, K.L. Latin American research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 71, p. 630-653, 1988.
- ARGOLO, V.M.; BUENO, V.H.P.; SILVEIRA, L.C.P. Influência do fotoperíodo na reprodução e longevidade de *Orius insidiosus* (Say) (Heteroptera: Anthocoridae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 257-261, 2002.
- ASHLEY, T.R. Geographical distribution and parasitization levels for parasitoids of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Florida Entomologist**, v. 69, p. 516-524, 1986.
- BEIRNE, B.P. Effects of precipitation on crop insects. **The Canadian Entomologist**, v. 102, p. 1360-1373, 1970.
- BELLOWS JR., T.S.; VAN DRIESCHE, R.G.; ELKINTON, J.S. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 587-614, 1992.

BESERRA, E.B.; DIAS, C.T.S.; PARRA, J.R.P. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. **Florida Entomologist**, v.84, n.4, p. 588-593, 2002.

BOTELHO, P.S.M.; SILVEIRA NETO, S.; MAGRINI, E.A. Fator chave para *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em cultura da soja, para o estado de São Paulo. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, 1999.

BUENO, V.H.P. Desenvolvimento e multiplicação de percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff. p. 69-90. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. 196 p.

BUENO, R.C.O.F.; CARNEIRO, T.R.; PRATISSOLI, D.; BUENO, A.F.; FERNANDES, O.A. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 1-6, 2008.

CAMERO, R. E. Caracterización de la fauna de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en um perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Nevada, Colômbia. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias**, v. 27, p. 491–516, 2003.

CARNEIRO, T.R. **Aspectos bioecológicos da interação *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2005. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

CARNEIRO, T.R.; FERNANDES, O.A.; CRUZ, I. Influência da competição intra-específica entre fêmeas e da ausência de hospedeiro no parasitismo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera, Scelionidae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 482-486, 2009.

CARVALHO, R.P.L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. 1970. 170f. Tese (Doutorado em Entomologia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, Piracicaba, 1970.

CARVALHO, R.P.L.; SILVEIRA, N.S. Observações do comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) ao atacar milho em condições de campo. In: **Resúmen de los trabajos presentados al Prima Congreso**

**Latinoamericano de Entomología.** Congreso Latinoamericano de Entomología, Cuzco, Peru, p. 92–93, 1971.

CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**, v. 21, n. 1, p. 21-26, 2000.

CAVE, R.D.; ACOSTA, N.M. *Telenomus remus* Nixon: um parasitóide em el control biológico del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Ceiba**, v. 21, n. 1, p. 21-26, 2000.

CHAPMAN, J.W.; WILLIAMS, T.; ESCRIBANO, A., CABALLERO, P.; CAVE, R.D.; GOULSON, D. Age-related cannibalism and horizontal transmission of a nuclear polyhedrosis virus in larval *Spodoptera frugiperda*. **Ecological Entomology**, v. 24, p. 268–275, 1999a.

CHAPMAN, J.W.; WILLIAMS, T.; ESCRIBANO, A.; CABALLERO, P.; CAVE, R.D.; GOULSON, D. Fitness consequences of cannibalism in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Behavioral Ecology**, v. 10, p. 298–303, 1999b.

CHAPMAN, J.W.; WILLIAMS, T.; MARTÍNEZ, A.M.; CISNEROS, J.; CABALLERO, P.; CAVE, R.D.; GOULSON, D. Does cannibalism in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) reduce the risk of predation? **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v. 48, p. 321-327, 2000.

CIVIDANES, F.J.; BARBOSA, J.C. Efeitos do plantio direto e da consorciação soja-milho sobre inimigos naturais e pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 235-241, 2001.

COSTA-LIMA, A.M. **Insetos do Brasil** - 6º tomo (Lepidópteros - 2ª parte). Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1950.

CROCOMO, W.B.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre milho, trigo e sorgo. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 29, n. 2, p. 363-368, 1985.

CRUZ, I. Potencial de *Doru luteipes* como predador de *Spodoptera frugiperda* em condições de campo. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1985/1987**, v. 4, p. 85-86, 1991.

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

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Ed.). **Tecnologias de produção no milho**: economia, cultivares, biotecnologia, 2ª safra, adubação, quimigação, doenças, plantas daninhas e pragas. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008, p.311-366.

CRUZ, I., REZENDE, M.A.A.; DELLA LUCIA, T.M.C. Biologia de *Chelonus (Chelonus) insularis* (Cresson 1865), parasitóide de ovo/lagarta de *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE BICUDO DO ALGODOEIRO, ENCONTRO SOBRE "Cochonilha" DA PALMA FORRAGEIRA, 1., ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DE-FRUTAS, 2., 1991, Recife. Anais..., Recife, Sociedade Entomológica do Brasil, 1991. 264p.

CRUZ, I.; ALVARENGA, C.D.; FIGUEIREDO, P.E.F. Biologia de *Doru luteipes* (Scudder) e sua capacidade predatória de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 2, p. 273-278, 1995a.

CRUZ, I.; LIMA, D.A.N.; FIGUEIREDO, M.L.C.; VALICENTE, F.H. Aspectos biológicos do parasitóide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) criado em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 201-208, 1995b.

CRUZ I; OLIVEIRA, A.C. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* Scudder em plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 362-368, 1997.

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

DEQUECH, S.T.B.; FIUZA, L.M.; DA SILVA, R.F.P. Ocorrência de parasitóides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lep., Noctuidae) em lavouras de milho em Cachoeirinha, RS. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1235-1237, 2004.

DEQUECH, S.T.B.; SILVA, R.F.P.; FIUZA, L.M. Interação entre *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith)(Lepidoptera: Noctuidae), *Campoletis flavicincta* (Ashmead)(Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Bacillus thuringiensis* aizawai, em laboratório. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 937-944, 2005.

DÖRING, F.T.; KROMP, B. Which carabid species benefit from organic agriculture? - a review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 98, p. 153–161, 2003.

DUARTE, A.P. Milho 2ª safra: características e sistemas de produção. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Ed.). **Tecnologias de produção no milho**: economia, cultivares, biotecnologia, 2ª safra, adubação, quimigação, doenças, plantas daninhas e pragas. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008, p.109-138.

ELLIOTT, N.C.; KIECKHEFER, R.W.; BECK, D.A. Adult coccinellid activity and predation on aphids in spring cereals. **Biological Control**, v. 17, p. 218-226, 2000.

FARIAS, P.R.S.; BARBOSA, J.C.; BUSOLI, A.C. Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 681-689, 2001.

FARIAS, P.R.S.; BARBOSA, J.C.; BUSOLI, A.C.; OVERAL, W.L.; MIRANDA, V.S.; RIBEIRO, S.M. Spatial analysis of the distribution of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and losses in maize crop productivity using geostatistics. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p. 321-327, 2008.

FENOGLIO, M.S.; TRUMPER, E.V. Influence of weather conditions and density of *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) on *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) egg mortality. **Environmental Entomology**, v. 36, n. 5, p. 1159-1165, 2007.

FERNANDES, O.A.; CARNEIRO, T.R. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* no Brasil. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Ed.) **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: CP 2, 2006, p.75-82.

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**. 1991. 167f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

FERRER, F. Biological control of agricultural insect pests in Venezuela: advances, achievements and future perspectives. **Biocontrol News and Information**, v. 22, n. 3, p. 67-74, 2001.

FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 1975-1982, 1999.

FIGUEIREDO, M.L.C.; DELLA LUCIA, T.M.C.; CRUZ, I. Effect of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) density on control of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses upon release in a maize field. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 2, p. 12-19, 2002.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FYE, R.E.; CARRANZA, R.L. Movement of insect predators from grain sorghum to cotton. **Environmental Entomology**, v. 1, n. 2, p. 790-791, 1972.

GARCIA, J.C.; DUARTE, J.O. Mais incerteza: indicadores de tendência CIMILHO (6). Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2008 (Boletim Informativo, 6).

GERLING, D. The developmental biology of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 61, p. 385-388, 1972.

GIROUX, S.; DUCHESNE, R.; CODERRE, D. Predation of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) by *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae): comparative effectiveness of predator developmental stages and effect of temperature. **Environmental Entomology**, v. 24, p. 748-754, 1995.

GRAFIUS, E.; WARNER, F.W. Predation by *Bembidion quadrimaculatum* (Coleoptera: Carabidae) on *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae). **Environmental Entomology**, v. 18, p. 1056-1059, 1989.

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

GUEDES, I.V. **Resposta funcional e numérica do predador *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) com diferentes presas**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2006.

GUERREIRO, J.C. BERTI F., E.; BUSOLI, A.C. Ocorrência estacional de *Doru luteipes* na cultura do milho em São Paulo, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, v. 70, p. 46-49, 2003.

GUERREIRO, J.C.; VERONEZZI, F.R.; ANDRADE, L.L.; BUSOLI, A.C.; BARBOSA, J.C.; BERTI FILHO, E. Distribuição espacial do predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) na cultura do milho. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 4, n. 7, p. 1-11, 2005.

HARCOURT, D.G. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. **Annual Review of Entomology**, v. 14, p. 175-196, 1969.

HASSEL, M.P. Insect natural enemies as regulating factors. **Journal of Animal Ecology**, v. 54, p. 323-334, 1985.

HAZZARD, R.V.; FERRO, D.N.; VAN DRIESCHE, R.G.; TUTTLE, A.F. Mortality to eggs of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) from predation by *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, v. 20, n. 3, p. 841-848, 1991.

HERNÁNDEZ, D.; FERRER, F.; LINARES, B. Introduccion de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) en Yaritagua, Venezuela. **Agronomia Tropical**, v. 39, n. 4-6, p.199-205, 1989.

HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P.; OSTLIE, K.R. Degday: a program for calculating degree-days, and assumption behind the degree-day approach. **Environmental Entomology**, v. 15, p. 999-1016, 1986.

HOLLAND, J.M.; LUFF, M.L. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, p. 109–129, 2000.

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

ISENHOOR, D.J.; LAYTON, R.C.; WISEMAN, B.R. Potential of adult *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthracoridae) as a predator of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **BioControl**, v.35, n. 2, p. 269-275, 1990.

JERVIS, M.A.; KIDD, N.A.C. Phytophagy. In: JERVIS, M.A.; KIDD, N.A.C. (Ed.). **Insect natural enemies**: practical approaches to their study and evaluation. London: Chapman & Hall, 1996. p. 375-394.

JONES, D. Endocrine interaction between host (Lepidoptera) and parasite (Cheloniinae, Hymenoptera); Is the host or the parasite in control? **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, p. 141-148, 1985.

JOSHI, B.G.; SITARAMAIAH, S.; RAMAPRASAD, G. Field observations and impact of egg parasite *Telenomus remus* (Hym.: Scelionidae) on tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Lep.: Noctuidae) in tobacco nurseries in Andhra Pradesh, India. **Entomophaga**, v. 37, n. 3, p. 331-334, 1982.

KARTAVTSEV, N.I.; VORONIN, K.E.; SUMAROKOV, A.F.; DZYUBA, Z.A. Release of telenomines not reducing numbers of *Eurygaster integriceps*. **Zashchita Rastenii**, n. 5, p. 29-30, 1974.

KASTEN JR., P.; PRECETTI, A.A.; PARRA, J.R.P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista de Agricultura**, v. 53, n. 1, p. 68-78, 1978.

KAUFMAN, L.V.; WRIGHT, M.G. The impact of exotic parasitoids on populations of a native Hawaiian moth assessed using life table studies. **Oecologia**, v. 159, p. 295-304, 2009.

KIMAN, Z.B.; YEARGAN, K.V. Development and reproduction of the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on diets of selected plant material and arthropod prey. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, n. 4, p. 464-467, 1985.

KHARBOUTLI, M. S.; MACK, T.P. Effect of temperature, humidity, and prey density on feeding rate of the striped earwig (Dermaptera: Labiduridae). **Environmental Entomology**, v. 22, p. 1134-1139, 1993.

KUHAR, T.P.; WRIGHT, M.G.; HOFFMANN, M.P.; CHENUS, S.A. Life table studies of European Corn Borer (Lepidoptera: Crambidae) with and without inoculative releases of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Environmental Entomology**, v. 31, n. 3, p. 482-489, 2002.



LEWIS, W.J.; NORDLUND, D.A. Semiochemicals influencing fall armyworm parasitoid behavior: implications for behavioral manipulation. **The Florida Entomologist**, v. 67, n. 3, p. 343-349, 1984.

LEZAMA-GUTTIEREZ, R.; HAMM, J.J.; MOLINA-OCHOA, J.; LOPEZ-EDWARDS, M.; PESCADOR-RUBIO, A.; GONZALEZ-RAMIREZ, M.; STYER, E.L. Occurrence of entomopathogens of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Mexican states of Michoacán, Colima, Jalisco, Tamaulipas. **Florida Entomologist**, v. 84, p. 23–30, 2001.

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**, v. 9, p. 115-121, 1980.

LUGINBILL, P. The fall armyworm. **USDA Technical Bulletin**, v. 34, p. 1–22, 1928.

MARTINS, T.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Larval mortality factors of *Spodoptera littoralis* in the Azores. **BioControl**, v. 50, p. 761-770, 2005.

MARTINS, I.C.F.; CIVIDANES, F.J.; BARBOSA, J.C.; ARAÚJO, E.S.; HADDAD, G.Q. Análise de fauna e flutuação populacional de Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 432-443, 2009.

MEIRELLES, A.P.; CARNEIRO, T.R.; FERNANDES, O.A. Efeito de diferentes fontes de carboidrato e da privação de alimento sobre aspectos biológicos de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera, Scelionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 457-460, 2009.

MENDES, S.M.; BUENO, V.H.P. Biologia de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) alimentado com *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 423-428, 2001.

MENDES, S.M.; BUENO, V.H.P.; CARVALHO, L.M.; SILVEIRA, L.C.P. Efeito da densidade de ninfas de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) no consumo alimentar e aspectos biológicos de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera, Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 1, p. 19-24, 2003.

MIDEGA, C.A.O.; OGOL, C.K.P.O.; OVERHOLT, W.A. Life tables, key factor analysis and density relations of natural populations of the spotted maize stemborer, *Chilo*

*partellus* (Lepidoptera: Crambidae), under different cropping systems at the Kenyan coast. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 25, n. 2, p. 86-95, 2005.

MOHAGHEGH, J.; DE CLERQ, P.; TIRRY, L. Functional response of the predators *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) to the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lep., Noctuidae): effect of temperature. **Journal of Applied Entomology**, v. 125, p. 131-134, 2001.

MOLINA-OCHOA, J.; HAMM, J.J.; LEZAMA-GUTTIEREZ, R.; LOPEZ-EDWARDS, M.; GONZALEZ-RAMIREZ, M.; PESCADOR-RUBIO, A. A survey of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids in the Mexican states of Michoacán, Colima, Jalisco and Tamaulipas. **Florida Entomologist**, v. 84, p. 31–36, 2001.

MOLINA-OCHOA, J.; LEZAMA-GUTTIEREZ, R.; GONZALEZ-RAMIREZ, M.; LOPEZ-EDWARDS, M.; RODRÍGUEZ-VEGA, M.A.; ARCEO-PALACIOS, F. Pathogens and parasitic nematodes associated with populations of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. **Florida Entomologist**, 86, 244–253, 2003a.

MOLINA-OCHOA, J.; CARPENTER, J.E.; HEINRICHS, E.A.; FOSTER, J.E. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean basin: an inventory. **Florida Entomologist**, v. 86, n. 3, p. 254-289, 2003b.

MORAN, V.C.; HOFFMAN, J.H.; BASSON, N.C.J. The effects of simulated and natural rainfall on cochineal insects (Homoptera: Dactylopiidae): colony composition and survival on cactus cladodes. **Ecological Entomology**, v. 12, p. 51-60, 1987.

MORRILL, W.L.; GREENE, G.L. Distribution of fall armyworm larvae. 1. Regions of field corn plants infested by larvae. **Environmental Entomology**, v. 2, p. 195–198, 1973.

MORRILL, W.L.; GREENE, G.L. Survival of fall armyworm larvae and yield of field corn after artificial infestations. **Journal of Economic Entomology**, v. 67, p. 119-123, 1974.

MORRIS, R.F. Single-factor analysis in population dynamics. **Ecology**, v. 40, p. 580-88, 1959.

MURÚA, G.; VIRLA, E. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucuman (Argentina). **Acta Zoológica Mexicana**, v. 20, n. 1, p. 199-210, 2004.

MURÚA, G.; MOLINA-OCHOA, J.; COVIELLA, C. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina. **Florida Entomologist**, v. 89, n. 2, p.175-182, 2006.

NIWA, C.G.; PECK, R.W. Influence of Prescribed Fire on Carabid Beetle (Carabidae) and Spider (Araneae) Assemblages in Forest Litter in Southwestern Oregon. **Environmental Entomology**, v. 31, p. 785–796, 2002.

NORRIS, R.J.; MEMMOTT, J.; LOVELL, D.J. The effect of rainfall on the survivorship and establishment of a biocontrol agent. **Journal of Applied Ecology**, v. 39, p. 226-234, 2002.

OLIVEIRA, R.C.; CARNEIRO, T.R.; FERNANDES, O.A. Criação de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) para o controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). In: DE BORTOLI, S.A.; BOIÇA JR., A.L.; OLIVEIRA, J.E.M. (Ed.). **Agentes de controle biológico**: metodologias de criação, multiplicação e uso. Jaboticabal: Funep, 2006. p.151-166.

OLIVEIRA, R.C.; CARNEIRO, T.R.; BUENO, A.F.; PRATISSOLI, D.; FERNANDES, O.A. Tabela de vida de fertilidade de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) criados em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas. **Ecossistema** (FAZMCG), v. 30, p. 2, 2005.

ORR, D.B. Scelionid wasps as biological control agents: a review. **Florida Entomologist**, v. 71, n. 4, p. 506-528, 1988.

PAIR, S.D.; GROSS JR., H.R. Field mortality of pupae of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) by predators and a newly discovered parasitoid, *Diapetimorpha introita*. **Journal of the Georgia Entomological Society**, v.19, p.22-26, 1984.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* in Brazil: Feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 3, p. 271-281, 2004.

PATEL, P.N.; HABIB, M.E.M. Ocorrência natural de *Aspergillus parasiticus* em populações de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e sua transmissão por insetos parasitos. **Revista Agrícola**, v. 5, p. 223-232, 1982.

PATEL, P.N.; HABIB, M.E.M. Levantamento e eficiência de insetos parasitos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Agricultura**, v. 59, p. 229-237, 1984.

PEDIGO, L.P.; BECHINSKI, E.J.; HIGGINS, R.A. Partial life tables of the green cloverworm (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean and a hypothesis of population dynamics in Iowa. **Environmental Entomology**, v. 12, p. 186-195, 1983.

PEÑAFLORES, M.F.G.V. **Resposta olfativa do parasitóide de ovos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) aos voláteis de plantas de milho *Zea mays* L. na presença de estágios imaturos de seu hospedeiro, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 70f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PERFECTO, I. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as natural control agents of pests in irrigated maize in Nicaragua. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, p. 65–70, 1991.

PETERSON, R.K.D.; DAVIS, R.S.; HIGLEY, L.G.; FERNANDES, O.A. Mortality risks in insects. **Environmental Entomology**, v. 38, n. 1, p. 2-10, 2009.

PIFFNER, L.; LUKA, H. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, v. 78, n. 3, p. 215-222, 2000.

PHOOFOLO, M.W.; OBRYCKI, J.J.; LEWIS, L.C. Quantitative assessment of biotic mortality factors of the European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in field corn. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 3, p. 617-622, 2001.

PIERCE, W.D.; HOLLOWAY, T.E. Notes on the biology of *Chelonus texanus* Cress. **Journal of Economic Entomology**, v. 5, p. 425-428, 1912.

PINTO, A.S.; PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N. de, ARRIGONI, E.D.B. Comparação de técnicas de liberação de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 311-318, 2003.

PODOLER, H.; ROGERS, D. A new method for the identification of key factors from life-table data. **Journal of Animal Ecology**, v. 44, p. 85-114, 1975.

PRASIFKA, J.R.; KRAUTER, P.C.; HEINZ, K.M.; SANSONE, C.G.; MINZENMAYER, R.R. Predator conservation in cotton: using grain sorghum as a source for insect predators. **Biological Control**, v. 16, n. 2, p. 223-229, 1999.

RAFFA, K.F. Effect of host plant on cannibalism rates by fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Environmental Entomology**, v. 16, p. 672–675, 1987.

REIS JUNIOR, R; SOUZA, O.; VILELA, E.F. Predators impairing the natural biological control of parasitoids. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 3, p. 507-514, 2000.

REIS, L.L.; OLIVEIRA, L.J.; CRUZ, I. Biologia e potencial de *Doru luteipes* no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 333-342, 1988.

REZENDE, M.F.O. **Biologia e consumo alimentar de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) sobre duas presas diferentes**. 1990. 73f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1990.

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**, v. 12, n. 4, p. 779-784, 1995.

RICHARDS, P.C.; SCHMIDT, J. The effect of selected dietary supplements on survival and reproduction of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). **The Canadian Entomologist**, v. 128, n. 1, p. 171-176, 1996.

ROA, F.G.; MOSQUERA E., M.T.; VARGAS S., C.A.; ROJAS A., L. Control biológico, microbiológico y físico de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), plaga del maíz y otros cultivos em Colombia. **Revista Colombiana de Entomologia**, v.28, n.1, p.53-60, 2002.

SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P.; SILVEIRA NETO, S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. **Scientia Agricola**, v. 50, p. 226-231, 1993.

SÁ, L.A.N.; 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**, v. 77, n. 1, p. 185-188, 1994.

SANKARAN, T. Natural enemies introduced in recent years for biological control of agricultural pests in India. **Indian Journal of Agricultural Sciences**. v. 44, n. 7, p. 425-433, 1974.

SCHWARTZ, A.; GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**, v. 19, n. 4, p. 482-492, 1974.

SILVA, C.S.B. **Dispersão do parasitóide de ovos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e sua interação com algumas variáveis ambientais em agroecossistemas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.).** 2007. 139f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations.** 2nd.ed. London: Chapman & Hall, 1978. 524p.

SPARKS, A.N. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**, v.62, n.2, p. 82-87, 1979.

STEHR, F.W. **Immature insects.** Dubuque: Kendall/Hunt, 1987. 754p.

STEWART, S.D.; GRAHAM, L.C.; GAYLOR, M.J.; VANDERBERG, L.A. Combining exclusion techniques and larval death-rate analyses to evaluate mortality factors of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton. **Florida Entomologist**, v. 84, n. 1, p. 7-22, 2001.

TODD, E.L. **A change in the scientific name of the fall armyworm.** U.S. Dept. Agric. ARS, Coop. Econ. Insect Rpt., 1964. v. 14 (Plant Pest Control Division, 48).

TOONDERS, T.J.; SÁNCHEZ, J.L.C. Evaluacion de la efectividad de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en el combate de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) recomendaciones para su uso. **Centr. Entomol. y Acar.**, p. 75-84, 1987.

VARLEY, G.C.; GRADWELL, G.R. Key factors in insect population studies. **Journal of Animal Ecology**, v. 29, p. 399-401, 1960.

VICKERY, L.A. **Studies on the fall armyworm in the Gulf Coast District of Texas.** Washington: USDA, 1929 (Technical Bulletin, 138).

WADDILL, V.H.; WHITCOMB, W.H. Release of *Telenomus remus* (Hym.: Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep. Noctuidae) in Florida, U.S.A. **Entomophaga**, v. 27, n. 2, p. 159-162, 1982.

WANG, B; FERRO, D.N.; HOSMER, D.W. Importance of plant size, distribution of egg masses, and weather conditions on egg parasitism of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* by *Trichogramma ostrinae* in sweet corn. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 83, p. 337-345, 1997.

WANG, B; FERRO, D.N.; HOSMER, D.W. Effectiveness of *Trichogramma ostrinae* and *T. nubilale* for controlling the European corn borer *Ostrinia nubilalis* in sweet corn. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 91, p. 297-303, 1999.

WHEELER, G.S.; ANDREWS, K.L.; ASHLEY, T. Larval natural enemies of the fall armyworm in Honduran maize. **Entomophaga**, v. 34, p. 331–340, 1989.

WRIGHT, M.G.; HOFFMAN, M.P., CHENUS, S.A.; GARDNER, J. Dispersal behavior of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in sweet corn fields: implications for augmentative releases against *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Biological Control**, v. 22, p. 29-37, 2001.