

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

Dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho safra e safrinha e competição entre *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

MSc. Tatiana Rodrigues Carneiro  
Bióloga

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Julho de 2008

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

**Dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho safra e safrinha e competição entre *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**

**Tatiana Rodrigues Carneiro**

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

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2008

C289d Carneiro, Tatiana Rodrigues  
Dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)  
(Lepidoptera: Noctuidae) em milho safra e safrinha e competição entre  
*Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma*  
*pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae)/ Tatiana  
Rodrigues Carneiro. -- Jaboticabal, 2008  
xiii, 131 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008  
Orientador: Odair Aparecido Fernandes  
Banca examinadora: Ivan Cruz, Luís Fernando Cònsoli, Nelson  
Wanderley Periotto, Antônio Carlos Busoli  
Bibliografia

1. Agroecologia. 2. Competição intraguildd. 3. Comportamento. I.  
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.937: 633.15

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

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**TATIANA RODRIGUES CARNEIRO** – nascida em 8 de setembro de 1976, na cidade do Rio de Janeiro, RJ, filha de Irma Rodrigues Carneiro. Realizou o curso de Licenciatura em Ciências pela Fundação Educacional Monsenhor Messias, Sete Lagoas, MG, concluindo-o em 1998. Obteve o título de Bióloga pela Universidade do Grande ABC, Santo André, SP, no ano de 2003 e de Especialista em Manejo Integrado de Pragas e Receituário Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras no mesmo ano. Durante o período de graduação foi aluna de iniciação científica do Laboratório de Criação de Insetos, da Embrapa Milho e Sorgo, sob orientação do Dr. Ivan Cruz. Ingressou em março de 2004, no curso de pós-graduação em Agronomia – Entomologia Agrícola, no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/UNESP), onde desenvolveu os cursos de mestrado e doutorado sob orientação do Prof. Dr. Odair A. Fernandes, no Laboratório de Ecologia Aplicada (APECOLAB).

“À minha amada mãe, **Irma Carneiro**, por me ajudar a vencer todos os dias com seu carinho, incentivo, cuidado e amor incondicional.

Quando estou ao seu lado acredito que tudo vai dar certo”

**DEDICO**

“Ao querido avô **Alexandre Carneiro** (*in memoriam*), por ter me ensinado o verdadeiro valor do trabalho e da honestidade com suas palavras francas, seu sorriso largo e seu exemplo de vida e

coragem”

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, **FCAV/UNESP**, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, **CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. **Odair Aparecido Fernandes**, pela orientação, amizade, confiança e por me proporcionar crescimento pessoal e profissional.

Aos Professores do **Departamento de Fitossanidade** da FCAV/UNESP pela valiosa contribuição que deram a minha formação profissional.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade, em especial à secretária **Márcia Regina Macri**, pela colaboração nas questões burocráticas, disponibilidade e amizade.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da FCAV/UNESP, em especial a **Marcelo Scatolin**, pela amizade, transmissão de conhecimentos e grande colaboração na condução dos experimentos.

Ao amigo e conselheiro Dr. **Ivan Cruz**, pela orientação, incentivo e transmissão de conhecimentos.

À toda equipe do Laboratório de Ecologia Aplicada (APECOLAB) da FCAV/UNESP: estagiários, graduandos, pós-graduandos e ao funcionário **Dionísio Figueiredo Neto** pela amizade e colaboração na condução dos experimentos.

Ao Laboratório de Criação de Insetos, **LACRI**, da Embrapa Milho e Sorgo pelo envio dos espécimes de *Trichogramma pretiosum* necessários para o início da criação utilizada nos experimentos.

Ao Prof. Dr. **Nelson Wanderley Periotto** pela identificação dos parasitóides.

Aos membros da banca examinadora Dr. **Fernando Luis Cônsoli**, **Dr. Ivan Cruz**, **Dr. Nelson Wanderley Periotto** e **Dr. Antônio Carlos Busoli** pelas sugestões dadas.

À **Dow Agrosiences** pela doação das sementes de milho utilizadas nos experimentos.

Aos colegas do programa de Pós-graduação, em especial a **José Eudes Moraes de Oliveira**, **Marília Gregolin**, **Marcelo Ruiz**, **Fernanda Sales Cunha Perez**, **Luiz Gonzaga Fenólio** e **José Antonio Rossato Jr.** pela amizade e agradável convívio.

Às amigas especiais, **Aniele Pianoscki de Campos**, **Regiane de Freitas Bueno**, **Ana Paula Meirelles**, **Juliana Duarte de Souza Alonso**, **Renata Massaro** e **Cristiele Faustino** pelo imenso auxílio, sugestões, companheirismo e amizade sincera que levarei por toda a minha vida.

À toda a família **Carneiro**, pelo incentivo, torcida e amizade que ajudaram a moldar meu caráter e personalidade.

À minha madrinha, **Lia Figueiredo Lima**, pelo constante apoio, carinho e amizade.

A todos aqueles que colaboraram de maneira direta ou indireta para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv

### CAPÍTULO I – ASPECTOS GERAIS

1. Introdução .....	2
2. Revisão de Literatura	
2.1. Aspectos bioecológicos de <i>S. frugiperda</i> .....	4
2.2. Inimigos naturais de <i>S. frugiperda</i> .....	6
2.3. Aspectos bioecológicos de <i>T. remus</i> .....	8
2.4. Competição intraguilda.....	10
2.5. Diversidade em sistemas agrícolas e dinâmica populacional de insetos.....	11
3. Referências.....	14

### CAPÍTULO II - Dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* ( J. E. Smith)

(Lepidoptera: Noctuidae) e de seus inimigos naturais na cultura do milho: efeito da diversidade de vegetação no entorno

1. Introdução .....	26
2. Material & Métodos.....	28
3. Resultados.....	31
4. Discussão.....	68
5. Conclusões.....	76
6. Referências.....	76



**CAPÍTULO III - Interação interespecífica entre os parasitóides *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

1. Introdução .....	90
2. Material & Métodos.....	91
3. Resultados.....	95
4. Discussão.....	100
5. Conclusões.....	105
6. Referências.....	105

**CAPÍTULO IV - Interação interespecífica entre o parasitóide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e o predador *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

1. Introdução.....	114
2. Material & Métodos.....	116
3. Resultados.....	118
4. Discussão.....	121
5. Conclusões.....	123
6. Referências.....	123

**CAPÍTULO V – Considerações Finais.....130**

## RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica populacional de *S. frugiperda* em ambientes de com alta e baixa diversidade vegetal no entorno da cultura do milho. Além disso, visou-se observar o comportamento e o processo de interação entre os inimigos naturais *T. remus*, *T. pretiosum* e *D. luteipes*. Em nenhuma das datas de avaliação estudadas detectou-se diferença significativa no número médio de adultos e posturas de *S. frugiperda*. Quanto ao número de lagartas/planta, as áreas de vegetação não diversificada apresentaram maiores valores. Os predadores apareceram em maior número geralmente após os 30 DAE e preferiram as áreas de vegetação não diversificada. Já os parasitóides concentraram-se na cultura até os 25 DAE e preferiram as áreas de vegetação diversificada. Quando foi avaliada a competição entre *T. remus* e *T. pretiosum* não constatou-se multiparasitismo. Entretanto, quando as fêmeas de *T. remus* e *T. pretiosum* foram colocadas juntas sobre a mesma postura, *T. remus* predominou. Já quando *T. remus* foi colocado com *D. luteipes* observou-se que quando as posturas de *S. frugiperda* foram expostas primariamente ao parasitóide, *D. luteipes* as consumiu, mas somente até o terceiro dia após o parasitismo. *T. remus* parasitou ovos de *D. luteipes* com até 48h de desenvolvimento embrionário, mas apenas quando as fêmeas do predador estavam ausentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** agroecologia; competição intraguilda; comportamento; controle biológico; ecologia de paisagem.

## ABSTRACT

This work aimed at evaluating the population dynamics of *S. frugiperda* in maize culture with high and low vegetal diversity around. And objectified to observe the behavior and interaction between the natural enemies *T. remus*, *T. pretiosum* and *D. luteipes*. Was not detect significant difference in number of *S. frugiperda* adults and egg masses throughout the time and at the areas of diversified vegetation or not. No diversified areas presented a higher number of larvae/plant. The predators had appeared in higher number after 30 days plants emergence and generally they preferred the areas of no diversified vegetation. The parasitoids were concentrated in the culture until the 25 days after plants emergence and had preferred the areas of diversified vegetation. When *S. frugiperda* eggs were exposed to either parasitoid previously, there was no emergence of the other parasitoid. And, when the *T. remus* and *T. pretiosum* females were placed together with *S. frugiperda* eggs, it was observed a greater parasitism by *T. remus*. The results showed a lack of multiparasitism by both species. When *S. frugiperda* eggs were exposed to *T. remus* previously, *D. luteipes* eat the eggs until three days after parasitism. *T. remus* parasitized *D. luteipes* eggs until 48h they were laid, but only when predator females were absent.

**KEY-WORDS:** agroecology; behavior; biological control; intraguild competition; landscape ecology.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GERAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das mais expressivas pragas da cultura do milho. Logo, seu controle é essencial para reduzir o prejuízo que pode ser causado à produção de milho, sendo indispensável para o aumento da produtividade.

Com o crescimento dos danos passam a surgir novas tentativas de controle, que além de procurar manter a praga em níveis satisfatórios, ou seja, em níveis abaixo daqueles que causariam danos econômicos, ainda devem preocupar-se com o meio ambiente.

Dentre estes métodos encontra-se o controle biológico, que utiliza-se de inimigos naturais das pragas e enquadra-se dentro de um contexto de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Em todos os estágios de desenvolvimento da lagarta-do-cartucho há diferentes inimigos naturais (ASHLEY, 1979). Entre eles, os parasitóides de ovos têm recebido grande atenção, pois apresentam boa capacidade de busca e regulação da praga antes que qualquer tipo de dano seja causado à planta hospedeira (FERNANDES & CARNEIRO, 2006), além de serem mais específicos em relação ao hospedeiro (ODUM, 1988).

Entre os parasitóides de ovos, *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) tem apresentado destaque pelo fato de se mostrar como possível agente de controle de *S. frugiperda*. Este parasitóide já foi observado em cinco espécies de *Spodoptera* sp., incluindo *S. frugiperda* (WOJCIK et al., 1976) e vem sendo utilizado em diversos países da América do Sul e Central por apresentar bom desempenho no controle desta praga na cultura do milho.

Contudo, antes da introdução de um novo agente de controle biológico em um ambiente, deve-se lembrar que todos os indivíduos fazem parte de um sistema complexo e interdependente com outros organismos, de tal maneira que a dinâmica de todos é afetada mutuamente (PUTMAN, 1994). Logo, estudos de interação entre o inimigo natural introduzido e os já existentes são necessários para que se possa avaliar a compatibilidade entre os mesmos (VENZON et al., 2001).

Além da compatibilidade entre os inimigos naturais, também é necessário que seja elucidada a dinâmica populacional da praga-alvo, pois assim avança-se mais um pouco no estabelecimento do momento certo da liberação e dos possíveis impactos da mesma sobre o agroecossistema.

No entanto, a dinâmica populacional de insetos pode ser afetada pela diversidade do ambiente. Tais variações na fisionomia da paisagem podem vir a modificar a flutuação populacional de insetos praga e de seus inimigos naturais (RISCH et al., 1983) e afetar os estágios de desenvolvimento e a dinâmica populacional das pragas (PERRIN & PHILIPS, 1978).

Estudos sugerem que a conformação do ambiente em que se encontra o cultivo modifica as relações no agroecossistema, sendo que os sistemas diversificados tendem a favorecer o controle biológico e reduzir as pragas (ALTIERI et al., 2003). Tal redução é amplamente discutida por pesquisadores, pois a questão é definir o quanto a diversidade de plantas pode contribuir para diminuição de pragas que resulte em reais benefícios agronômicos.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica populacional de *S. frugiperda* durante três safras e três “safrinhas” do milho em ambientes com alta e baixa diversidade vegetal no entorno da cultura, verificando-se assim as diferenças e

analogias entre os dois ambientes, a fim de complementar os programas de manejo integrado desta praga. Pois, grande parte das falhas ocorridas no controle de *S. frugiperda* se dá por falta de conhecimento a respeito de aspectos relativos à ecologia da praga, o que acaba por gerar todo um impacto negativo à cultura e à entomofauna presente na mesma.

Além disso, este trabalho visou a verificação do uso de um possível agente de controle biológico *T. remus*, cujo comportamento e o processo de interação com os inimigos naturais nativos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) deu-se como alvo desta proposta. Já que, características comportamentais das espécies e suas relações intraguilda em um agroecossistema podem influenciar no controle biológico e vê-se necessária a investigação a respeito destes aspectos para que se definam o impacto de liberações deste parasitóide sobre os ovos do hospedeiro e os demais inimigos naturais no agroecossistema.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

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

*S. frugiperda* ocorre anualmente em áreas tropicais e subtropicais (SNOW & COOPELAND, 1969). Trata-se de um inseto de metamorfose completa e seus ovos possuem coloração verde-clara passando a alaranjado após 12 a 15 horas de desenvolvimento do embrião; próximo à eclosão, os ovos mostram-se escurecidos devido à cápsula cefálica do embrião que pode ser vista através do cório translúcido (CRUZ, 1995).

Os ovos são colocados em massas, com média de 100 ovos, em camadas sobrepostas e, aparentemente, não há local preferido na planta (CRUZ & FIGUEIREDO, 1994). O número de posturas depositado por fêmea é de no máximo treze, e um único indivíduo pode depositar até oito posturas em um só dia (CRUZ, 1995). Entretanto, a fertilidade das fêmeas pode variar de acordo com a alimentação que o inseto recebe no período larval (MURÚA & VIRLA, 2004). A fase de ovo tem duração de 3 dias a 25°C e viabilidade média de 92% (MURÚA & VIRLA, 2004).

As larvas inicialmente são claras, passando para pardo escuro a esverdeada até quase preta. Iniciam a alimentação pelo cório dos próprios ovos e depois raspam as folhas mais novas da planta (LUGINBILL, 1928). A larva recém-nascida tece um fio de seda que é usado como meio de dispersão e/ou escape de inimigos naturais, sendo que a habilidade de tecer é perdida após o primeiro ínstar larval (cerca de dois dias após a eclosão). Entretanto, os fios de seda foram também observados no segundo ínstar e no início do terceiro, constatando-se que nesta ocasião as larvas caminhavam até 47 metros em uma hora (CRUZ, 1995). No final da fase, a larva chega a atingir 50 mm de comprimento.

É comum encontrar apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho devido ao hábito canibal da espécie. Porém, podem ser encontradas larvas de diferentes instares dentro de um mesmo cartucho. O período larval varia de 12 a 30 dias e ocorre dentro do cartucho da planta (LUGINBILL, 1928).

Atualmente, tem-se verificado aumento no número de ataques de *S. frugiperda* às espigas de milho, sendo comum o inseto alimentar-se da base da espiga, danificando os grãos e ocasionando prejuízos elevados. Além do dano direto, através do orifício deixado pela lagarta, pode ocorrer também a penetração de



patógenos que produzem toxinas e que causam problemas à saúde humana e a de animais domésticos (CRUZ et al., 1999a).

Quando completamente desenvolvida, a lagarta deixa o cartucho e penetra no solo, onde se transforma em pupa de aproximadamente 15 mm de comprimento. A lagarta prefere geralmente solos arenosos e, em situações onde o solo era muito argiloso, já foram encontradas pupas na planta (SARMENTO et al., 2002). A pupa possui coloração avermelhada até quase preta. A fase tem duração de 10 a 12 dias em média.

A mariposa mede cerca de 35 mm de envergadura e tem a coloração das asas anteriores parda-escuras e posteriores branco-acinzentadas, com pontos claros na região central de cada asa. A atividade das mariposas começa ao pôr-do-sol e atinge seu pico entre duas e quatro horas mais tarde, quando ocorre o acasalamento (CRUZ, 1995). A longevidade do adulto é de cerca de 12 dias e a oviposição ocorre a partir do terceiro dia após a emergência da fêmea. O ciclo completo do inseto (ovo-adulto) se dá em aproximadamente 30 dias (MURÚA & VIRLA, 2004).

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

Diversos estudos têm demonstrado o potencial de agentes de controle biológico de *S. frugiperda*, sobressaindo-se os parasitóides e predadores de ovos e de larvas de primeiros ínstaes, que eliminam a praga antes que injúrias significativas sejam ocasionadas à planta (CRUZ, 1995; FIGUEIREDO, 2004). Entre eles destacam-se os parasitóides de ovos *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. remus*, o parasitóide ovo-larval *Chelonus insularis* Cresson (Hymenoptera: Braconidae) e o predador *D. luteipes* (CRUZ, 1995; REIS et al. 1988; FIGUEIREDO, 2004).

Parasitóides pertencentes ao gênero *Trichogramma* são amplamente estudados e vem sendo utilizados em programas de controle biológico (CRUZ et al., 1999b; BESERRA, 2000). Tratam-se de agentes de controle biológico com grande potencial de exploração em manejo de agroecossistemas, pois se reproduzem sobre diversos hospedeiros, especialmente da ordem Lepidoptera, onde estão agrupadas muitas espécies de importância agrícola (PARRA et al., 2002). No controle de *S. frugiperda* pode ser associado a *T. remus* e *Trichogramma exiguum* Pinto (Hymenoptera: Trichogrammatidae) alcançando-se parasitismo médio de 71% dos ovos da praga (ROA, 1999).

Já *C. insularis* é um parasitóide muito comum em diversas regiões do Brasil, onde exerce papel fundamental na regulação de populações da lagarta-do-cartucho (CRUZ, 1995). Trata-se de um inseto com alta capacidade de parasitismo (92,2%), longevidade de até 16 dias (REZENDE et al., 1995) e embora permita a eclosão das lagartas do hospedeiro, provoca redução do consumo foliar da praga em até 94% (CRUZ, 1995). Em recente trabalho na região de Sete Lagoas (MG), FIGUEIREDO (2004) pôde constatar que *C. insularis* encontra-se presente durante todo o ciclo da cultura do milho e que é responsável por até 91,07% do parasitismo em lagartas de *S. frugiperda* coletadas no campo.

Dentre os diversos predadores de *S. frugiperda*, a tesourinha *D. luteipes* destaca-se por sua presença constante (CRUZ, 1995) e por sua capacidade de predação de ovos e lagartas da praga. A presença de um único adulto de tesourinha por planta é suficiente para redução significativa (70%) da população da lagarta-do-cartucho (CRUZ, 1995; TIRABOSCHI, 2003). Também verifica-se boa capacidade predatória deste inimigo natural no controle de *Helicoverpa zea* (Boddie)

(Lepidoptera: Noctuidae), pois um único indivíduo pode consumir, em média, 39 ovos da praga, por dia (CRUZ et al., 1995).

Logo, percebe-se que esses inimigos naturais contribuem para a regulação das populações de *S. frugiperda* e deve ser considerada sua utilização em programas de controle biológico.

### **2.3. Aspectos bioecológicos de *T. remus***

*T. remus* age efetivamente sobre os ovos de *S. frugiperda*, parasitando inclusive aqueles das camadas inferiores (CRUZ & FIGUEIREDO, 1994), o que não acontece com *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que somente parasita os ovos superficiais das massas (CRUZ et al., 1999b; PARRA et al., 2002).

Esse parasitóide tem preferência por ovos de Noctuidae, embora ovos de algumas espécies de lepidópteros pertencentes às famílias Pyralidae e Arctiidae também possam ser parasitados (CAVE, 2000), o que mostra que pragas de grãos armazenados também poderiam ser utilizadas para a criação massal desse parasitóide (KUMAR et al., 1986).

O seu estabelecimento em ovos de *S. frugiperda* ocorreu de maneira efetiva em regiões de clima tropical, como Barbados e Montserrat (América Central) e diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de avaliar a eficiência do parasitismo de *T. remus* sobre os ovos de *S. frugiperda* no mundo (JOSHI et al., 1976; GUPTA & PAWAR, 1985; MORALLES et al., 2000). A capacidade de *T. remus* em parasitar ovos de espécies de Lepidoptera sob condições de laboratório foi estudada por WOJCIK et al. (1976), que observaram parasitismo de 80 a 100% em

ovos de *S. frugiperda*, *S. latifascia* (Walker), *S. exigua* (Hubner) e *S. eridania* (Cramer).

Estudos conduzidos na Venezuela (HERNÁNDEZ et al., 1989) e em países da América Central (CAVE, 2000) demonstraram que a liberação deste parasitóide pode causar até 90% de parasitismo dos ovos de *S. frugiperda*, com a liberação de 5.000 a 8.000 parasitóides/ha (GONZÁLEZ & ZOCCO, 1996; CAVE & ACOSTA, 1999). Ainda na Venezuela, FERRER (2001) aponta o uso de *T. remus*, combinado com *T. pretiosum* no controle da lagarta-do-cartucho em aproximadamente 1.600 ha de milho.

Na Colômbia, para controlar *Spodoptera* spp., SIABATO (1995) liberou cerca de 15 milhões de *T. remus* em 627 ha de arroz, 507 ha de milho, 490 ha de algodão, 350 ha de soja e 50 ha de sorgo, para um total de 2.024 ha. Nesta ocasião, o parasitismo sobre os ovos da praga oscilou entre 50 e 80%.

Cada fêmea durante sua vida produz cerca de 270 descendentes (MORALLES et al., 2000), realiza a oviposição de apenas um ovo por hospedeiro e superparasitismo é raro (CAVE, 2000; CARNEIRO, 2005). O período de desenvolvimento de ovo a adulto varia de 7 (34°C) a 13,7 dias (23°C) (GAUTAM, 1986; OLIVEIRA, 2005). Após o parasitismo, os ovos se apresentam enegrecidos, depois de aproximadamente quatro dias, permanecendo essa coloração mesmo após a saída do parasitóide.

## 2.4. Competição intraguilda

À competição interespecífica entre dois indivíduos que disputam o mesmo recurso alimentar dá-se o nome de competição intraguilda (ROSENHEIM et al., 1995). Pode ocorrer em diferentes níveis tróficos e tem potencial para afetar a distribuição, abundância e evolução das espécies envolvidas (POLIS et al., 1989; ARIM & MARQUET, 2004).

Tais interações devem ser observadas com cautela quando estão envolvidos inimigos naturais, pois a competição interespecífica e a predação e/ou parasitismo de um inimigo natural por outro agente de controle biológico são comuns e pouco estudadas (KESTER & JACKSON, 1996; BABENDREIER et al., 2003). Um predador e/ou parasitóide generalista pode, em determinado momento, desenvolver preferência por outro inimigo natural, o que poderia ocasionar aumento considerável da população da praga-alvo (VENZON et al., 2001) e comprometeria todo um programa de manejo integrado de pragas.

*Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae), por exemplo, é muito utilizado para controle de *Ostrinia nubilalis* Hubner (Lepidoptera: Crambidae) na Europa, porém, liberações inundativas deste parasitóide em campos de milho podem provocar aumento significativo nas populações de afídeos (BABENDREIER et al., 2003). Isso decorre, pois *T. brassicae* também parasita ovos de *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), que trata-se do principal predador dos pulgões (BABENDREIER et al., 2003).

Além disso, há também o hiperparasitismo ou parasitismo secundário, que trata-se da habilidade de um determinado parasitóide se desenvolver em outro

parasitóide e o parasitismo múltiplo, que é a situação na qual mais de uma espécie de parasitóide se desenvolve sobre o mesmo hospedeiro (PARRA et al., 2002).

Logo, o estudo das relações interespecíficas existentes em uma comunidade deveriam estar entre as primeiras etapas que precedem a implantação de programas de controle biológico (VILELA & PALLINI, 2002; ARIM & JAKSIC, 2005). Porém, tradicionalmente, pesquisadores tem trabalhado de forma isolada, elucidando apenas a associação entre a presa e um único predador e/ou parasitóide (ROSENHEIM et al., 1995).

A compreensão das interações tritróficas (plantas, herbívoros e inimigos naturais) abre caminho para o favorecimento de parasitóides e predadores em estratégias de manejo integrado de pragas (VILELA & PALLINI, 2002) e deve ser utilizada como ferramenta para o aprimoramento dos programas de controle biológico.

## **2.5. Diversidade em sistemas agrícolas e a dinâmica populacional de insetos**

Estudos de dinâmica populacional fornecem informações muito úteis para o desenvolvimento de modelos que envolvam o manejo de pragas (GILBERT et al., 1976), pois é possível obter uma imagem da população ao longo de determinado período de tempo (ODUM, 1988). Tais estudos podem indicar a distribuição e abundância de insetos, além de elucidarem interações ecológicas de pragas e inimigos naturais (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Logo, tal estratégia pode ser empregada com sucesso em programas de manejo de pragas. Todavia, ainda existem muitas dúvidas a respeito dos fatores que

regulam as populações de insetos em agroecossistemas (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Agroecossistemas tendem a ser simples, ou seja, sistemas diversificados e estáveis são substituídos por cadeias alimentares simplificadas. A diversidade de organismos é reduzida, geralmente por meio de controle químico, para assim maximizar a produção de determinada cultura. Logo, as relações interespecíficas tendem a oscilar mais e os crescimentos excessivos e repentinos (surtos) passam a ser freqüentes (ODUM, 1988).

Para minimizar esses efeitos, pesquisadores sugerem o aumento da biodiversidade nos sistemas agrícolas, que pode se dar, entre outras maneiras, pela substituição de monoculturas por policulturas. As policulturas podem ser planejadas de modo a favorecer as populações de inimigos naturais e desfavorecer as pragas (ANDOW, 1991a; LANDIS et al., 2000).

Entretanto, para que as policulturas possam ser bem utilizadas em programas de Manejo Integrado de Pragas é necessário entender seus efeitos sobre as populações de insetos e sobre as perdas ocasionadas às culturas. ANDOW (1991b) reporta que em revisão de literatura realizada na época 56% das populações de herbívoros estudadas mostraram menores densidades em policultivos quando comparados a monocultivos e apenas 16% mostraram maiores densidades, enquanto que os 28% restantes não apresentaram diferenças entre os sistemas.

ROOT (1973) citou duas hipóteses como sendo as mais importantes quando trata-se de explicar tais resultados: a Hipótese dos Inimigos Naturais e a Hipótese da Concentração dos Recursos Naturais. Na maioria dos casos as duas teorias são aceitas e complementares, pois a primeira refere-se aos mecanismos de mortalidade

dos herbívoros, enquanto a segunda trata dos mecanismos relativos à colonização da área (ANDOW, 1990, 1991a).

A Hipótese dos Inimigos Naturais afirma que os agentes de controle biológico tendem a ser mais abundantes em policulturas, pois estas oferecem alternativas de alimento (pólen, néctar, presas variadas), abrigo e locais para reprodução, o que favoreceria o estabelecimento e multiplicação desses insetos. Entretanto, SHEEHAN (1986) e LETOURNEAU (1987) consideram que os inimigos naturais especialistas prefeririam as áreas de monocultura, pois lá teriam seu hospedeiro em maior abundância. Por outro lado, os generalistas prefeririam as policulturas, onde encontrariam diversos recursos alimentares.

A segunda hipótese, da Concentração dos Recursos Naturais, leva em consideração que as populações de insetos podem ser diretamente influenciadas pela concentração de suas plantas hospedeiras. Visto que em sistemas mais diversificados o alimento encontra-se menos concentrado, os herbívoros poderiam encontrar dificuldade em localizar seus hospedeiros, o que implicaria em menor número de insetos-praga. No entanto, já sabe-se que esta teoria se aplica melhor a insetos monófagos e oligófagos (SHEEHAN, 1986).

Percebe-se, portanto, que mesmo tratando-se de sistemas simplificados, ainda restam muitas dúvidas sobre a influência da biodiversidade nos agroecossistemas. Como cada praga e inimigo natural responde às modificações na estrutura do ambiente? Quais plantas e em que quantidades devem ser usadas? Como distribuí-las? E finalmente: Qual o efeito de uma possível diminuição das pragas nos rendimentos da cultura? Logo, cabem ainda muitos estudos sobre o assunto e cada caso deve ser visto de maneira particular.



### 3. REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 226p. 2003.

ANDOW, D. A. Population dynamics of an insect herbivore in simple and diverse habitats. **Ecology**, v. 71, n. 3, p. 1006-1017, 1990.

ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 561-586, 1991a.

ANDOW, D. A. Yield loss to arthropods in vegetationally diverse agroecosystems. **Environmental Entomology**, v. 20, n. 5, p. 1228-1235, 1991b.

ARIM, M. & MARQUET, P. A. Intraguild predation: a widespread interaction related to species biology. **Ecology Letters**, v. 7, p. 557–564, 2004.

ARIM, M. & JAKSIC, F. M. Productivity and food web structure: association between productivity and link richness among top predators. **Journal of Animal Ecology**, v. 74, p. 31–40, 2005.

ASHLEY, T.R. Classification and distribution of fall armyworm parasites. **Florida Entomologist**, v. 62, n. 1, p. 114-123, 1979.

BABENDREIER, D.; ROSTAS, M.; HÖFTE, M. C. J.; KUSKE, S.; BIGLER, F. Effects of mass releases of *Trichogramma brassicae* on predatory insects in maize. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 108, p. 115–124, 2003.

BESERRA, E. B. Biologia, etologia e capacidade de parasitismo de *Trichogramma* spp. visando o controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). (Tese de Doutorado), Piracicaba: USP, 132p. 2000.

CARNEIRO, T. R. Aspectos bioecológicos da interação *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Jaboticabal: UNESP/FCAV. Dissertação: Mestrado. 56p. 2005.

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: un parasitoide en control biológico del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Ceiba**, v. 40, n. 2, p. 215-227. 1999.

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

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C, OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under

three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, v. 45, p. 293-296. 1999a.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; MATOSO, M.J. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*. Sete Lagoas: Embrapa - CNPMS, 40p. 1999b.

CRUZ, I. & FIGUEIREDO, M.L.C. Estudos preliminares do parasitóide *Telenomus* sp. Nixon sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. Relatório Técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e sorgo 1992-1993. Sete Lagoas, v. 6, p. 104-105. 1994.

FERNANDES, O. A & T. R. CARNEIRO. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* no Brasil. In: Pinto, A.S.P; D.E. Nava; M.M. Rossi; D.T. Malerbo-Souza (org.). **Controle Biológico de Pragas na Prática**. Piracicaba: CP2, 2006, p. 75-82. 2006.

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. Interação de inseticidas e controle biológico natural da redução dos danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (*Zea mays*). (Tese de Doutorado). São Carlos: UFSCAR, 205p. 2004.

GAUTAM, R.D. Effect of different temperatures and relative humidities on the efficiency of parasitoid, *Telenomus remus* Nixon (Scelionidae: Hymenoptera) in the laboratory. **Journal of Entomological Research**, v. 10, p. 34-39, 1986.

GILBERT, N.; GUTIERREZ, A. P.; FRAZER, B. D.; JONES, R. E. **Ecological relationships**. San Francisco: W. H. Freeman. 256p. 1976.

GONZÁLEZ , C.E. & ZOCCO, J.L. Control integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith) utilizando *Telenomus remus* (Nixon) en *Zea mays* L. **Revista de Investigación Agrícola-DANAC**, v. 1,1996.

GUPTA, M. & PAWAR, A.D. Multiplication of *Telenomus remus* Nixon on *Spodoptera litura* (Fabricius) reared on artificial diet. **Journal of Advanced Zoology**, v. 6, p. 13-17, 1985.

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.

JOSHI, B.G.; RAMAPRASAD, G.; SITARAMAIAH, S.; SATHYANARAYANA, C.V.V. Some observations on *Telenomus remus* Nixon , an egg parasitoid of the tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (F.). **Tobacco Research**, v. 2, p. 17-20, 1976

KESTER, K. M. & JACKSON, D. M. When good bugs go bad: intraguild predation by *Jalysus wickhami* on the parasitoid *Cotesia congregata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 81, p. 271–276, 1996.

KUMAR, D.A.; PAWAR, A.D.; DIVAKAR, B.J. Mass multiplication of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Galleridae). **Journal of Advanced Zoology**, v. 7, p. 21-23, 1986.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture **Annual Review of Entomology**, v. 45, p. 175–201, 2000.

LETOURNEAU, D. H. The enemies hypothesis: tritrophic interactions and vegetational diversity in tropical agroecosystems. **Ecology**, v. 68, n. 6, p. 1616-1622, 1987.

LUGINBILL, P. The Fall Army Worm. Washington: United States Department of Agriculture. (Technical Bulletin, 34: 90) 1928.

MORALLES, J.; GALLARDO, J.S.; VÁSQUEZ, C.; RÍOS, Y. Patrón de emergencia, longevidad, parasitismo y proporción sexual de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) con relación al cogollero del maíz. Venezuela: **Bioagro**, v. 12, n. 2, p. 47-54, 2000.

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.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 434p. 1988.

OLIVEIRA, R. C. Características biológicas, capacidade de parasitismo e tabela de vida de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), parasitóide de ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Dissertação (Mestrado). Jaboticabal: UNESP/FCAV. 63p. 2005.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. Controle biológico: Uma visão multidisciplinar. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (editores). **Controle Biológico no Brasil – parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 125-137. 2002.

PERRIN, R. M. & PHILIPS, M. L. Some effects of mixed cropping on the population dynamics of insect pests. **Entomology and Application**, v. 24, p. 385-393, 1978.

POLIS, G.A., MYERS, C.A. & HOLT, R.D. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. **Annual Review of Ecological Systems**, v. 20, p. 297–330. 1989.

PUTMAN, R. J. **Community ecology**. London: Chapman & Hall, 1994. 178 p.

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

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.

RISCH, S. J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M. A. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. **Environmental Entomology**, v. 12, n. 3, p. 625-629, 1983.

ROA, F. G. **Control biológico, microbiológico y físico de *Spodoptera frugiperda*, plaga de maíz e otros cultivos en Colombia**. Colômbia: Corpoica – Relatório Técnico Final. 1999.

ROOT, R. B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, v. 43, p. 94-125, 1973.

ROSENHEIM, J. A. KAYA, H. K. EHLER, L. E. MAROIS, J. J.; JAFFEE, B. A. Intraguild predation among biological-control agents: theory and evidence. **Biological Control**, v. 5, p. 303-335, 1995.

SARMENTO, R. A.; AGUIAR, R. S.; AGUIAR, R. A. S. S.; VIEIRA, S. M. J.; OLIVEIRA, H. G.; HOLTZ, A. M. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) em milho no Brasil. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 2, p. 41-48, 2002.

SHEEHAN, W. Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystem diversification: a select review. **Environmental Entomology**, v. 15, n. 3, p. 456-461, 1986.

SIABATO, J.A. Manejo biológico aplicado del complejo *Spodoptera* (Lep.: Noctuidae) com el parasito *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). In: Congreso Sociedad Colombiana de Entomologia, 22, 1995, Santa Fé de Bogotá. **Resumenes**, p.11. 1995.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de Ecologia dos Insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 419p. 1976.

SNOW, J. W. & COPELAND, W. W. Fall armyworm: use of virgin female traps to detect males and determine seasonal distribution. **USDA Prod. Res. Rep.**, v. 110, p. 1-9, 1969.



TIRABOSCHI, L. A. Avaliação de dietas e liberação de *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) no controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Trabalho de Graduação em Agronomia – Jaboticabal: UNESP/FCAV, 51p. 2003.

VENZON, M.; PALLINI, A.; JANSSEN, A. Interactions mediated by predators in arthropod food webs. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, 2001.

VILELA, E. F. & PALLINI, A. Uso dos semioquímicos no controle biológico de pragas. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. (editores). **Controle Biológico no Brasil – parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 529-542. 2002.

WOJCIK, B.; WHITCOMB, W.B.; HABECK, D.H. Host range testing of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Florida Entomologist**, v. 59, n. 2, p. 195-198. 1976.

## **CAPÍTULO II**

**Dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)  
(Lepidoptera: Noctuidae) e de seus inimigos naturais na cultura do  
milho: efeito da diversidade de vegetação no entorno**

## **ABSTRACT**

### **Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and of its natural enemies: effect of vegetational diversity around maize culture**

This work aimed to evaluate the population dynamics of *S. frugiperda* (FAW) in maize cultivated in high and low vegetational diversity areas during six growing seasons. Two plots were used for each area. All insects as well as injury of 50 plants (25 plants previously marked and 25 plants sampled randomly) were sampled twice a week from each plot. Plants were also removed and FAW larvae and egg masses were kept in the laboratory for parasitoid emergence. No significant differences in *S. frugiperda* adults and egg masses infestation were observed between the areas throughout the growing season. Low-diversity areas presented a higher number of FAW larvae per plant. The predators appeared in higher numbers 30 days (V8) after maize emergence and generally preferred areas of low vegetational diversity. Earwigs were the most abundant predator and were common in low-diversity areas. The parasitoids were mostly observed in the areas until 25 days (V8) after maize emergence and preferred high diversity areas.

**KEY-WORDS:** landscape ecology; diversification; biological control; agroecology

## RESUMO

### **Dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* ( J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e de seus inimigos naturais na cultura do milho: efeito da diversidade de vegetação no entorno**

O presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica populacional de *S. frugiperda* em ambientes de com alta e baixa diversidade vegetal no entorno da cultura do milho durante 3 safras e 3 safrinhas. Para tanto, foram utilizadas duas áreas em região de baixa diversidade vegetal e outras duas em região com alta diversidade. Em cada parcela foram amostradas 50 plantas (25 plantas previamente marcadas e 25 plantas amostradas aleatoriamente), 2 vezes por semana. Realizou-se também experimento no qual eram retiradas 35 plantas/parcela, duas vezes por semana, destinadas à realização de amostragem destrutiva. As lagartas e posturas retiradas das plantas foram mantidas em laboratório para a verificação da emergência de parasitóides. Não detectou-se diferença significativa no número médio de adultos e posturas de *S. frugiperda* ao longo do tempo e entre as áreas de vegetação não diversificada ou diversificada. Quanto ao número de lagartas/planta, as áreas de vegetação não diversificada apresentaram maiores valores. Os predadores apareceram em maior número geralmente após os 30 DAE (V8) em todos os anos estudados e preferiram as áreas de vegetação não diversificada. As tesourinhas foram os predadores mais presentes na cultura, mas se concentraram mais nas áreas de vegetação não diversificada. Já os parasitóides concentraram-se na cultura até os 25 DAE (V8) e concentraram-se nas áreas de vegetação diversificada.

**PALAVRAS-CHAVE:** ecologia de paisagem; diversificação; agroecologia.

## 1. INTRODUÇÃO

Agroecossistemas podem ser classificados como sistemas não-naturais, na medida em que há interferência ativa do homem na manutenção dos mesmos (BEGON et al., 1990). Entretanto, não deixam de se assemelhar aos ambientes naturais quando trata-se da interação entre espécies, guardadas as devidas proporções, pois deve-se lembrar que a diversidade de organismos é reduzida em agroecossistemas, o que implica em teias alimentares menos complexas (ODUM, 1988).

Assim como os sistemas naturais, os agroecossistemas são dinâmicos e sua heterogeneidade espacial e temporal pode, além de afetar a fisionomia da paisagem, também influenciar na proteção contra pragas (ALTIERI et al., 2003). Mas, a reposição ou adição da diversidade em agroecossistemas ainda é amplamente discutida, pois em cada cultura e em cada condição surgem novas situações a serem estudadas visto que as variáveis envolvidas na complexidade do habitat não podem ser isoladas, o que dificulta chegar a conclusões generalistas (GARCIA, 1988; SKOVGÅRD & PÄTS, 1997).

Uma estratégia amplamente testada para aumentar a biodiversidade nos sistemas agrícolas é a diversificação da vegetação dentro e no entorno dos agroecossistemas, que pode ser planejada de modo a favorecer as populações de inimigos naturais e desfavorecer as pragas (ANDOW, 1991a). De acordo com ALTIERI et al. (2003) e ROOT (1973) o controle biológico natural de pragas tende a ser mais abundante e eficiente em policulturas, pois nestas condições os inimigos naturais são favorecidos pela disponibilidade de presas variadas, alimentos alternativos (pólen e néctar), refúgios e microclimas variados.

Outro ponto a ser considerado é que as populações de insetos podem ser diretamente influenciadas pela concentração de suas plantas hospedeiras. Já que em sistemas mais diversificados o alimento encontra-se menos concentrado, os herbívoros poderiam encontrar dificuldade em localizar seus hospedeiros. Isso resultaria em menor número de insetos-praga (ROOT, 1973). Quando comparam-se as populações de herbívoros, as monoculturas geralmente apresentam maiores densidades populacionais (ALTIERI et al., 1977; BACH, 1980), maiores taxas de colonização (VAN EMDEN & WILLIAMS, 1974) e maiores taxas de reprodução (BACH, 1980).

Além dos benefícios na redução de pragas, os agroecossistemas diversificados também são apontados como responsáveis por melhor conservação do solo, redução no uso de inseticidas e desenvolvimento mais lento dos processos de resistência de pragas a inseticidas, o que implicaria também em ganhos econômicos e ambientais (RISCH et al., 1983; ALTIERI et al., 2003; OLSON & WÄCKERS, 2007). Todavia, para que tal diversificação possa ser bem utilizada em programas de Manejo Integrado de Pragas é necessário entender seus efeitos sobre as populações de insetos e sobre as perdas ocasionadas às culturas. Para tanto, estudos de dinâmica populacional podem ser utilizados, já que fornecem uma imagem das populações ao longo de determinado período de tempo (ODUM, 1988) e podem indicar a distribuição e abundância dos insetos (SILVEIRA NETO et al., 1976), além de tratarem das influências favoráveis ou adversas entre os membros de determinada população (SOLOMON, 1980).

Assim, este estudo objetivou verificar a dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho em sistemas de

vegetação não diversificados e diversificados, verificando as diferenças e analogias entre os dois ambientes, a fim de complementar os programas de manejo integrado desta praga e observar o efeito da vegetação do entorno sobre as relações ecológicas existentes neste agroecossistema. Isso decorreu, pois grande parte das falhas ocorridas no controle de *S. frugiperda* se dá por falta de conhecimento a respeito de aspectos relativos à ecologia da praga, o que acaba por gerar todo um impacto negativo à cultura e à entomofauna presente na mesma.

## **2. MATERIAL & MÉTODOS**

### **2.1. Safras 2003-2004 e 2004-2005**

Para a realização deste experimento foram utilizadas quatro diferentes áreas de 1500 m<sup>2</sup> cada, cultivadas com milho (CV 8420 Dow Agrosiences) no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. Tais áreas estavam localizadas em diferentes pontos no campus da UNESP/FCAV, sendo que duas encontravam-se em regiões de baixa diversidade vegetal e outras duas em regiões com maior diversidade vegetal no entorno da cultura (Fig. 1). Em cada uma das áreas foram demarcadas duas parcelas de 143 m<sup>2</sup> (11 m X 13 m), separadas por uma distância de 100 m (Fig. 1).

Em cada uma das oito parcelas foram marcados cinco pontos, sendo cada um deles representado por um conjunto de cinco plantas seguidas na linha. Tal marcação teve por objetivo que estas plantas, destinadas à realização de amostragens, fossem sempre as mesmas a serem verificadas. Além da amostragem nas 25 plantas marcadas foram também verificadas aleatoriamente mais 25 plantas, totalizando 50 plantas amostradas, por parcela, em cada amostragem.



Figura 1. Distribuição esquemática das áreas de amostragem. Áreas 1 e 2 (baixa diversidade) e 3 e 4 (alta diversidade).

Nas duas modalidades de amostragem (plantas marcadas e tomadas aleatoriamente) foram avaliados os seguintes aspectos:

- presença de posturas de *S. frugiperda*;
- presença de lagartas de *S. frugiperda* na planta, que foram classificadas como pequenas (até 0,5 cm), médias (de 0,6 cm a 1,5 cm) ou grandes (acima de 1,5 cm);
- presença de adultos de *S. frugiperda*;



- injúria ocasionada à planta por *S. frugiperda*, adotando-se o sistema de notas proposto por Cruz (1995) que indica: 0 (planta sem injúria), 1 (planta com folhas raspadas), 2 (planta com folhas furadas), 3 (planta com folhas rasgadas), 4 (planta com cartucho danificado), 5 (planta com cartucho destruído).
- presença de inimigos naturais;

As duas modalidades de amostragem foram realizadas nas oito parcelas, duas vezes por semana, seguidas imediatamente uma da outra. As amostragens foram iniciadas a partir do 15<sup>o</sup> dia após a emergência das plantas e se estenderam até o florescimento. Os dados referentes às condições meteorológicas foram obtidos a partir da Estação Meteorológica da UNESP/FCAV.

## **2.2. Safra e safrinha 2006-2007**

Realizou-se novo experimento, no qual foram amostradas plantas apenas das áreas 1 (baixa diversidade) e 4 (alta diversidade) (Fig. 1). Em cada uma das áreas foram demarcadas novamente duas parcelas de 143 m<sup>2</sup> (11 m X 13 m), separadas por uma distância de 100 m (Fig. 1).

Em cada uma das quatro parcelas foram retiradas 35 plantas, destinadas à realização de amostragens. As plantas foram ensacadas, cortadas rente ao solo e levadas ao laboratório, onde era realizada a amostragem destrutiva. Foram avaliados os mesmos parâmetros dos anos anteriores. Entretanto, as lagartas e posturas retiradas das plantas foram mantidas em laboratório para a verificação da emergência de parasitóides. As lagartas foram alimentadas com dieta artificial à base de feijão (KASTEN Jr. et al., 1978).

As amostragens foram iniciadas a partir do 10º dia após a emergência das plantas e se estenderam até o florescimento. Novamente, os dados referentes às condições meteorológicas foram obtidos a partir da Estação Meteorológica da UNESP/FCAV.

### **Análise de dados**

Os dados foram submetidos à análise de variância, em esquema de parcelas subdivididas, sendo considerados os tratamentos principais alta e baixa diversidade vegetal no entorno e os tratamentos secundários as datas de avaliação (os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura). As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ) com o auxílio do programa STAT (UNESP/FCAV).

Para a realização da análise faunística utilizou-se o programa ANAFAU (ESALQ/USP). Foram calculados os índices de riqueza de Margalef ( $\alpha$ ), de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $E$ ).

### **3. RESULTADOS**

Durante a condução dos experimentos, de maneira geral, não houve alterações meteorológicas muito discrepantes dos padrões esperados para a época na região (Fig. 2). Entretanto, na safrinha 2004, as condições meteorológicas foram atípicas. As chuvas concentraram-se no mês de fevereiro e no decorrer do mês de março foram escassas. Já em abril, a precipitação voltou a ocorrer de forma acentuada. O mesmo pode-se dizer com relação ao mês de janeiro na safra 2006-2007 quando registrou-se 644,6 mm de chuva, valor muito superior àqueles dos anos anteriores, que se dá em torno de 333 mm.

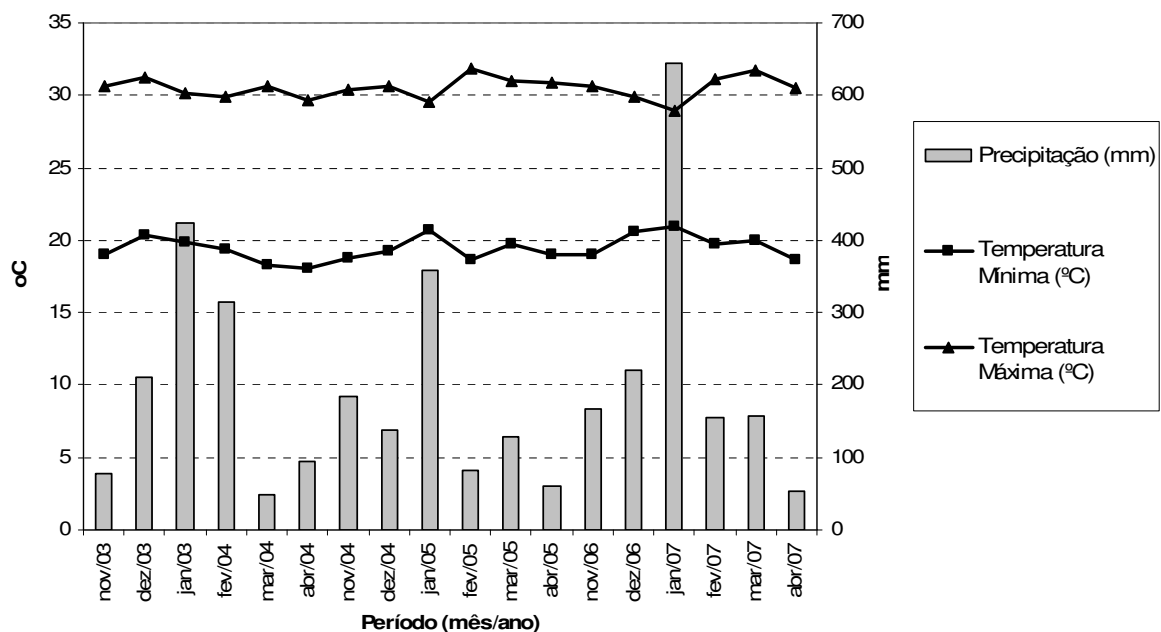


Figura 02. Precipitação e temperatura durante o período de condução dos experimentos. Jaboticabal, SP. Estação Meteorológica da UNESP/FCAV.

Em nenhuma das avaliações detectou-se diferença significativa no número médio de adultos de *S. frugiperda* ao longo do tempo e entre as áreas de vegetação não diversificada ou diversificada. Este número variou entre 0 e 0,06 adultos por planta, sendo que o maior valor encontrado deu-se na safra 2003-2004, aos 36 dias após a emergência das plantas (DAE) em área diversificada.

O mesmo aconteceu com relação às posturas de *S. frugiperda*. Não houve diferença entre os tratamentos em nenhuma das avaliações realizadas nos diferentes períodos. O valor médio variou de 0 a 0,04 postura/planta, sendo que o maior valor encontrado deu-se aos 29 DAE (V8), em área de vegetação não diversificada, na safra 2006-2007. Foram encontradas posturas no campo apenas até os 30 DAE,

após este período em nenhuma das safras foram detectadas posturas de *S. frugiperda*.

Quanto ao número de lagartas por planta, as áreas de vegetação não diversificada apresentaram geralmente maiores valores (Tabelas 1 a 6). Tais valores foram maiores especialmente no início do desenvolvimento da cultura e em torno dos 30 DAE na safra 2003-2004 (Tabela 1). Na safra 2004-2005 o número de lagartas foi sempre maior nas áreas de vegetação não diversificada; entretanto, detectou-se diferença significativa após os 22 DAE (V6) (Tabela 3). Já na safra 2006-2007 detectou-se diferença significativa no número de lagartas por planta apenas no início da cultura, entre 10 e 17 DAE (V4) (Tabela 5).

No período referente à safrinha 2004, novamente, as áreas de vegetação não diversificada apresentaram maiores quantidades de lagartas no início da cultura (15 DAE) e em torno dos 30 DAE (Tabela 2). Na safrinha 2005, apenas entre os 34 e 38 DAE evidenciou-se esta diferença (Tabela 4) e na safrinha 2007 não detectou-se diferença significativa na média de lagartas por planta em nenhuma das amostragens (Tabela 6).

A densidade de lagartas pequenas foi semelhante em ambos os tratamentos no início da cultura nos períodos de safra (Figs. 3, 5 e 7). Aos 17 e 32 DAE na safra 2006-2007 ocorreram picos populacionais de lagartas pequenas tanto na vegetação com baixa diversidade como na diversificada e os tratamentos não se diferenciaram (Fig. 7). Contudo, nos anos anteriores apenas entre os 26 e 30 DAE ocorreu aumento de lagartas pequenas (Figs. 3 e 5) e as áreas de vegetação não diversificada mostraram valores significativamente maiores.

Nos períodos de safrinha notou-se em todos os anos estudados que a maior ocorrência de lagartas pequenas deu-se entre 15 e 20 DAE e que não houve novo pico populacional posteriormente, como ocorrido durante a safra (Figs. 4, 6 e 7). As áreas de vegetação não diversificada apresentaram na safrinha maior número de lagartas pequenas em todos os períodos estudados e diferenciaram-se significativamente das áreas de vegetação diversificada (Figs. 4, 6 e 7).

As áreas de vegetação não diversificada também apresentaram no início da cultura (15 DAE) número maior de lagartas médias quando comparadas às áreas diversificadas durante os períodos de safra (Figs. 3, 5, 7) e safrinha (Figs. 4, 6 e 8). Um novo aumento no número de lagartas médias ocorreu por volta dos 30 DAE nas safras 2003-2004 (Fig. 3) e 2004-2005 (Fig. 5) e nas safrinhas 2004 (Fig. 4), 2005 (Fig. 6) e 2007 (Fig. 7). Contudo, durante a safra 2006-2007 as áreas de vegetação não diversificada apresentaram o maior valor de lagartas médias aos 14 DAE e a partir de então os valores passaram a decrescer, não acontecendo um novo pico populacional de lagartas médias (Fig. 7). Já as áreas de vegetação diversificada, tanto na safra 2006-2007, como na safrinha do mesmo ano, apresentaram seu primeiro pico de lagartas médias apenas aos 21 DAE e 18 DAE, respectivamente (Fig. 7).

As lagartas grandes alcançaram nas safras 2003-2004 e 2004-2005 seu maior valor aos 40 DAE (V10) (Figs. 3 e 5) e novamente evidenciou-se diferença significativa entre as áreas de vegetação não diversificada e diversificada. Na safra 2006-2007 o número médio de lagartas grandes passou a aumentar a partir dos 32 DAE (Fig. 7), e as áreas de vegetação não diversificada também apresentaram

valores significativamente maiores (Fig. 7). Porém, aos 41 DAE o número de lagartas grandes decresceu em ambos os tratamentos.

Durante a safrinha, o número médio de lagartas grandes passou a aumentar geralmente a partir dos 30 dias e apresentou valores menores após os 40 dias (Figs. 4, 6 e 7). As áreas de vegetação não diversificada apresentaram valores maiores também neste aspecto.

Tais diferenças nos números médios de lagartas por planta aos 15 e em torno dos 30 DAE refletiram-se nas notas médias de injúria durante a safra 2003-2004. Aos 15, 18, 21 e 48 DAE as áreas de vegetação não diversificada apresentaram notas maiores do que as áreas de vegetação diversificada (Tabela 7). Já na safra 2004-2005 o fato das áreas de vegetação não diversificada apresentarem mais lagartas após os 22 DAE (Tabela 3) também fez com que as notas de injúria destas áreas aumentassem e após os 26 DAE os tratamentos apresentaram diferença entre si (Tabela 9). Apenas aos 21, 25 e 32 DAE na safra 2006-2007 não houve diferença significativa nas notas de injúria entre os tratamentos. Nas demais datas, as áreas de vegetação não diversificada sempre apresentaram notas médias maiores (Tabela 11).

Também na safrinha as notas de injúria diferenciaram-se entre os tratamentos quando houve aumento de lagartas/planta, especialmente lagartas médias e grandes. Na safrinha 2004 isso ocorreu a partir dos 19 DAE, quando as plantas das áreas de vegetação não diversificada sofreram maior injúria (Tabela 8). Em 2004-2005 as notas de injúria sempre foram maiores nas áreas de vegetação não diversificada, mas a diferença foi significativa apenas após os 38 DAE (Tabela 10), quando houve aumento no número de lagartas grandes/planta. E na safrinha 2007 a

diferença entre as áreas evidenciou-se após os 33 DAE (Tabela 12), também coincidindo com o aumento de lagartas grandes/planta.

Os predadores mais abundantes e dominantes foram as tesourinhas, *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) nos anos de 2003-2004 e 2004-2005 (Tabela 13). Mas, quando foi realizada a amostragem destrutiva das plantas em 2006-2007 também evidenciou-se a abundância e dominância do percevejo pirata, *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) (Tabela 13). Os predadores apareceram em maior número geralmente após os 30 DAE em todos os anos estudados e preferiram as áreas de vegetação não diversificada (Tabelas 14 a 19). As tesourinhas foram os predadores mais presentes na cultura, mas se concentraram mais nas áreas de vegetação não diversificada (Figs. 8 e 9 e Tabelas 20 a 23).

Apenas durante a safra e a safrinha 2006-2007 foi possível monitorar os parasitóides de *S. frugiperda*. Durante os dois períodos, os parasitóides concentraram-se na cultura até os 25 DAE (Tabelas 24 e 25) e a maioria pertencia à ordem Hymenoptera (Tabela 13). Após os 25 DAE apenas alguns dípteros foram coletados. Diferente dos predadores, os parasitóides concentraram-se nas áreas de vegetação diversificada (Tabelas 24 e 25) e durante a safra os parasitóides foram coletados apenas aos 14 DAE nas áreas de vegetação não diversificada, enquanto que na vegetação diversificada estes insetos estavam presentes desde a primeira coleta (Tabela 24).

Logo, as taxas de parasitismo nas áreas de vegetação diversificada foram maiores quando comparadas às mesmas taxas em sistema de vegetação não diversificada, tanto na safra (Tabela 26) como na safrinha (Tabela 27). Os parasitóides mais abundantes durante o período de safra foram *Chelonus* sp.

(Hymenoptera: Braconidae) e *Campoletis* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Tabela 13 e Fig. 10) que também destacaram-se como espécies dominantes (Tabela 13). Já na safrinha, os parasitóides mais abundantes foram *Chelonus* sp. e *Eiphosoma* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Tabela 13 e Fig. 11).

Os índices de riqueza de Margalef ( $\alpha$ ), de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $E$ ) foram próximos nos anos de 2003-2004 e 2004-2005. Já nas safras de 2006-2007 se modificaram devido ao acréscimo dos parasitóides (Tabela 13). Os menores índices foram notados na safra 2004-2005.



Tabela 1. Número médio ( $\pm$  EPM) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safra 2003-2004)

Dias após a emergência	15	18	21	26	30	36	40	43	48
<b>Amostragem em plantas marcadas</b>									
Vegetação não diversificada	0,80 $\pm$ 0,19 aA	0,47 $\pm$ 0,19 aB	0,07 $\pm$ 0,03 aD	0,46 $\pm$ 0,11 aBC	0,76 $\pm$ 0,08 aAB	0,18 $\pm$ 0,10 aCD	0,39 $\pm$ 0,04 aBC	0,04 $\pm$ 0,02 aD	0,00 $\pm$ 0,00 aD
Vegetação Diversificada	0,39 $\pm$ 0,16 bAB	0,15 $\pm$ 0,04 bBC	0,14 $\pm$ 0,04 aBC	0,19 $\pm$ 0,05 bBC	0,50 $\pm$ 0,17 bA	0,18 $\pm$ 0,08 aBC	0,23 $\pm$ 0,11 bBC	0,05 $\pm$ 0,04 aC	0,08 $\pm$ 0,03 aC
<b>Amostragem Aleatória</b>									
Vegetação não diversificada	0,85 $\pm$ 0,11 aA	0,42 $\pm$ 0,14 aBC	0,03 $\pm$ 0,02 aDE	0,28 $\pm$ 0,04 aC	0,66 $\pm$ 0,08 aAB	0,24 $\pm$ 0,13 aC	0,26 $\pm$ 0,08 aC	0,04 $\pm$ 0,04 aDE	0,00 $\pm$ 0,00 aE
Vegetação Diversificada	0,44 $\pm$ 0,18 bA	0,06 $\pm$ 0,05 bB	0,02 $\pm$ 0,02 aB	0,12 $\pm$ 0,03 bB	0,47 $\pm$ 0,12 aA	0,12 $\pm$ 0,03 aB	0,07 $\pm$ 0,04 bB	0,08 $\pm$ 0,05 aB	0,06 $\pm$ 0,03 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 2. Número médio ( $\pm$  EPM) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safrinha 2004)

Dias após a emergência	15	19	25	30	36	40	45
<b>Amostragem em plantas marcadas</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,21 $\pm$ 0,10 aA	0,03 $\pm$ 0,01 aC	0,06 $\pm$ 0,03 aBC	0,04 $\pm$ 0,01 aC	0,22 $\pm$ 0,08 aA	0,14 $\pm$ 0,10 aB	0,05 $\pm$ 0,04 aBC
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,04 $\pm$ 0,03 bA	0,03 $\pm$ 0,01 aA	0,02 $\pm$ 0,01 aA	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,01 $\pm$ 0,01 bA	0,00 $\pm$ 0,00 bA	0,00 $\pm$ 0,00 aA
<b>Amostragem aleatória</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,35 $\pm$ 0,19 aA	0,07 $\pm$ 0,01 aCD	0,12 $\pm$ 0,06 aBC	0,19 $\pm$ 0,07 aB	0,21 $\pm$ 0,12 aAB	0,06 $\pm$ 0,04 aCD	0,09 $\pm$ 0,07 aBC
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,02 $\pm$ 0,00 bA	0,03 $\pm$ 0,02 bA	0,01 $\pm$ 0,00 bA	0,00 $\pm$ 0,00 bA	0,03 $\pm$ 0,002 bA	0,01 $\pm$ 0,00 aA	0,01 $\pm$ 0,00 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 3. Número médio ( $\pm$  EPM) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safra 2004-2005)

Dias após a emergência	15	18	22	26	30	35	40
<b>Amostragem nas plantas marcadas</b>							
Vegetação não diversificada	0,04 $\pm$ 0,02 aB	0,06 $\pm$ 0,01 aAB	0,13 $\pm$ 0,03 aA	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,02 $\pm$ 0,01 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,21 $\pm$ 0,05 aA
Vegetação Diversificada	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,03 $\pm$ 0,01 aB	0,05 $\pm$ 0,03 bB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,04 $\pm$ 0,02 aB	0,01 $\pm$ 0,00 aB	0,13 $\pm$ 0,04 bA
<b>Amostragem Aleatória</b>							
Vegetação não diversificada	0,06 $\pm$ 0,05 aA	0,05 $\pm$ 0,01 aA	0,09 $\pm$ 0,02 aA	0,01 $\pm$ 0,01 aA	0,03 $\pm$ 0,02 aA	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,07 $\pm$ 0,05 aA
Vegetação Diversificada	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,06 $\pm$ 0,03 aA	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,03 $\pm$ 0,01 aA	0,01 $\pm$ 0,01 aA	0,06 $\pm$ 0,04 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 4. Número médio ( $\pm$  EPM) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safrinha 2005)

Dias após a emergência	15	19	22	25	29	34	38	43
<b>Amostragem nas plantas marcadas</b>								
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,01 $\pm$ 0,01 aC	0,07 $\pm$ 0,03 aB	0,11 $\pm$ 0,01 aA	0,10 $\pm$ 0,04 aA	0,08 $\pm$ 0,03 aAB	0,04 $\pm$ 0,03 aBC	0,05 $\pm$ 0,03 aB
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,01 $\pm$ 0,01 aA	0,03 $\pm$ 0,01 aA	0,03 $\pm$ 0,03 aA	0,05 $\pm$ 0,04 aA	0,07 $\pm$ 0,02 aA	0,01 $\pm$ 0,00 bA	0,00 $\pm$ 0,00 bA	0,04 $\pm$ 0,03 aA
<b>Amostragem Aleatória</b>								
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,03 $\pm$ 0,01 aA	0,01 $\pm$ 0,00 aA	0,02 $\pm$ 0,01 aA	0,07 $\pm$ 0,04 aA	0,04 $\pm$ 0,02 aA	0,04 $\pm$ 0,02 aA	0,07 $\pm$ 0,05 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,02 $\pm$ 0,00 aA	0,05 $\pm$ 0,03 aA	0,06 $\pm$ 0,03 aA	0,04 $\pm$ 0,01 aA	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,02 $\pm$ 0,01 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 5. Número médio ( $\pm$  EPM) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* por planta de milho (safra 2006-2007).

Dias após a emergência	10	14	17	21	25	29	32	36	41
Vegetação não diversificada	0,74 $\pm$ 0,25 aA	0,84 $\pm$ 0,16 aA	0,91 $\pm$ 0,33 aA	0,53 $\pm$ 0,13 aB	0,30 $\pm$ 0,08 aB	0,45 $\pm$ 0,09 aB	0,83 $\pm$ 0,31 aA	0,40 $\pm$ 0,14 aB	0,12 $\pm$ 0,02 aC
Vegetação Diversificada	0,18 $\pm$ 0,05 bC	0,36 $\pm$ 0,10 bB	0,54 $\pm$ 0,12 bAB	0,60 $\pm$ 0,21 aA	0,54 $\pm$ 0,20 aAB	0,56 $\pm$ 0,18 aAB	0,67 $\pm$ 0,21 aA	0,16 $\pm$ 0,03 aC	0,10 $\pm$ 0,03 aC

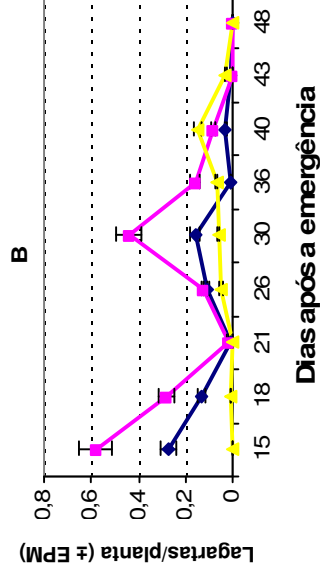
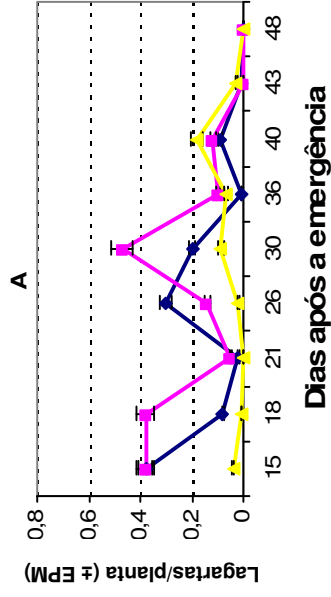
Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey(P $\leq$ 5%);

Tabela 6. Número médio ( $\pm$  EPM) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* por planta de milho (safrinha 2007).

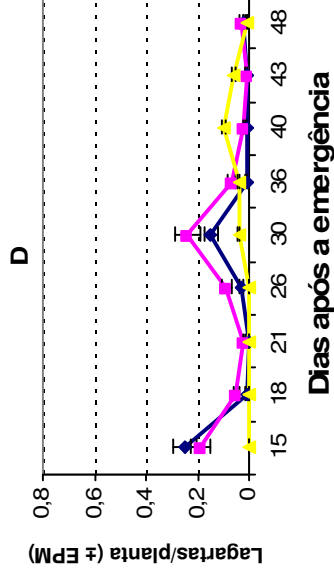
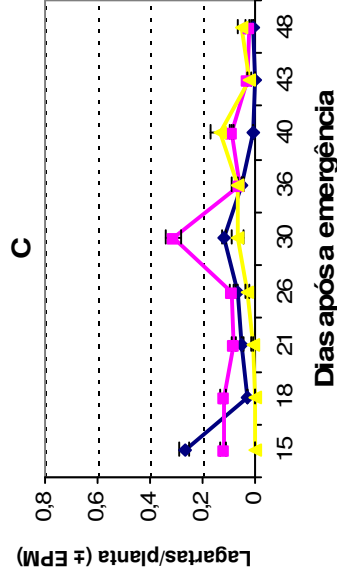
Dias após a emergência	10	15	18	21	25	29	33	37	42
Vegetação não diversificada	0,39 $\pm$ 0,10 aA	1,09 $\pm$ 0,36 aA	1,73 $\pm$ 0,41 aA	1,53 $\pm$ 0,63 aA	1,51 $\pm$ 0,18 aA	0,80 $\pm$ 0,19 aA	0,39 $\pm$ 0,11 aA	0,44 $\pm$ 0,14 aA	0,23 $\pm$ 0,09 aA
Vegetação Diversificada	0,44 $\pm$ 0,15 aA	1,16 $\pm$ 0,30 aA	1,23 $\pm$ 0,23 aA	0,93 $\pm$ 0,31 aA	0,80 $\pm$ 0,22 aA	0,61 $\pm$ 0,18 aA	0,59 $\pm$ 0,14 aA	0,27 $\pm$ 0,04 aA	0,07 $\pm$ 0,03 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey(P $\leq$ 0,05);

Áreas com baixa diversidade vegetal



Áreas com alta diversidade vegetal



— Lagarta pequena (até 0,5cm) — Lagarta média (entre 0,6 e 1,5 cm) — Lagarta grande (+ de 1,5 cm)

Figura 3. Flutuação populacional de lagartas de *S. frugiperda* em milho, em sistema de baixa e alta diversidade vegetal, avaliada em plantas marcadas (A, C) e em plantas tomadas aleatoriamente (B, D). Jaboticabal, SP. Safra 2003-2004.

Áreas com baixa diversidade vegetal



Áreas com alta diversidade vegetal

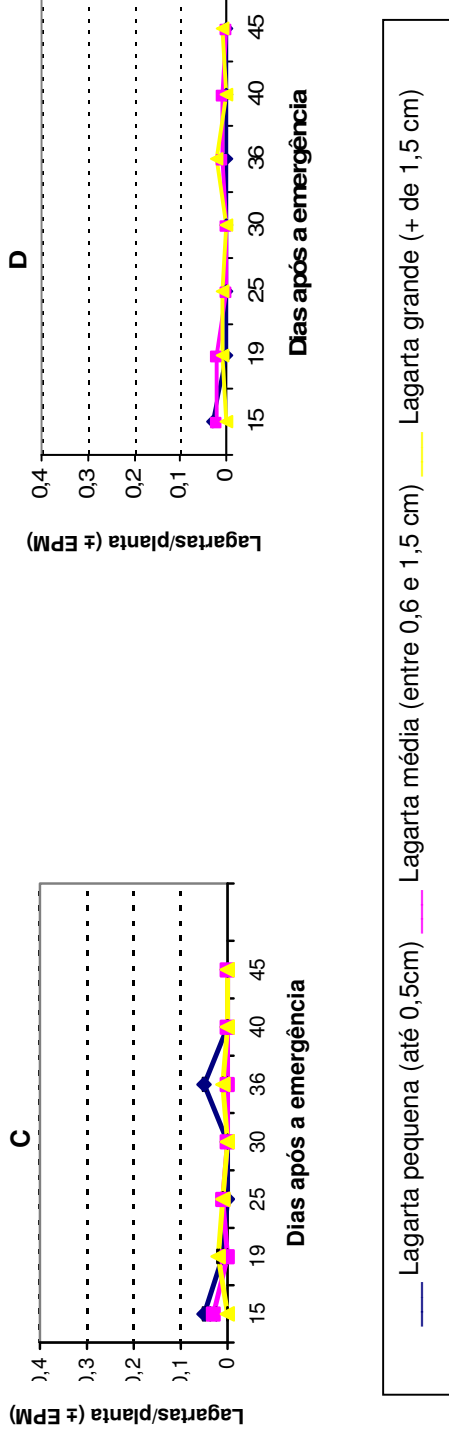


Figura 4. Flutuação populacional de lagartas de *S. frugiperda* em milho, em sistema de baixa e alta diversidade vegetal, avaliada em plantas marcadas (A, C) e em plantas tomadas aleatoriamente (B, D). Jaboticabal, SP. Safrinha 2004.

Áreas com baixa diversidade vegetal



Áreas com alta diversidade vegetal

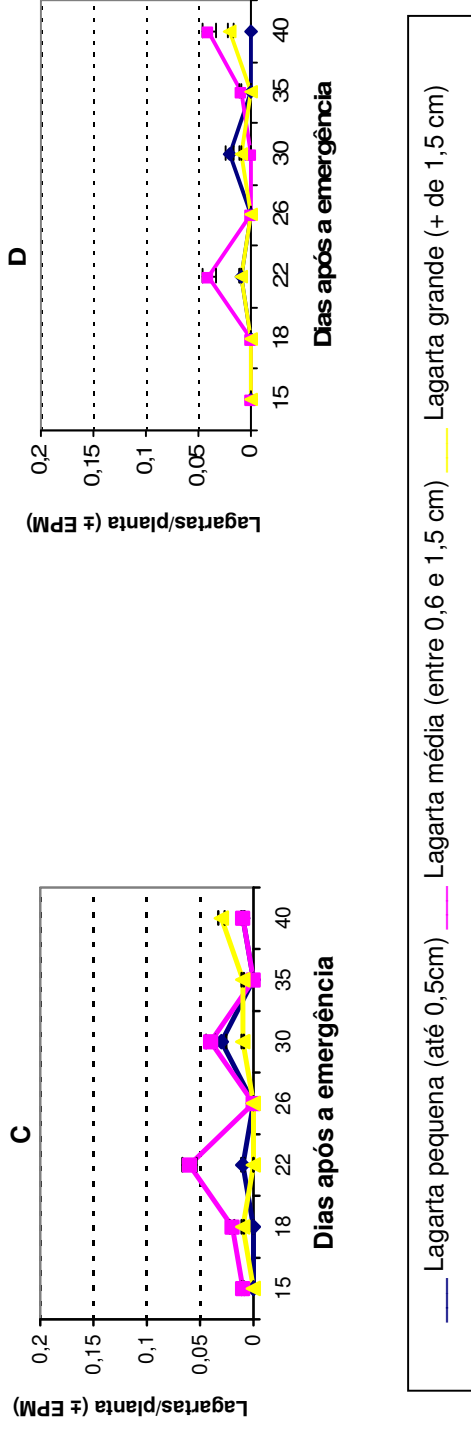


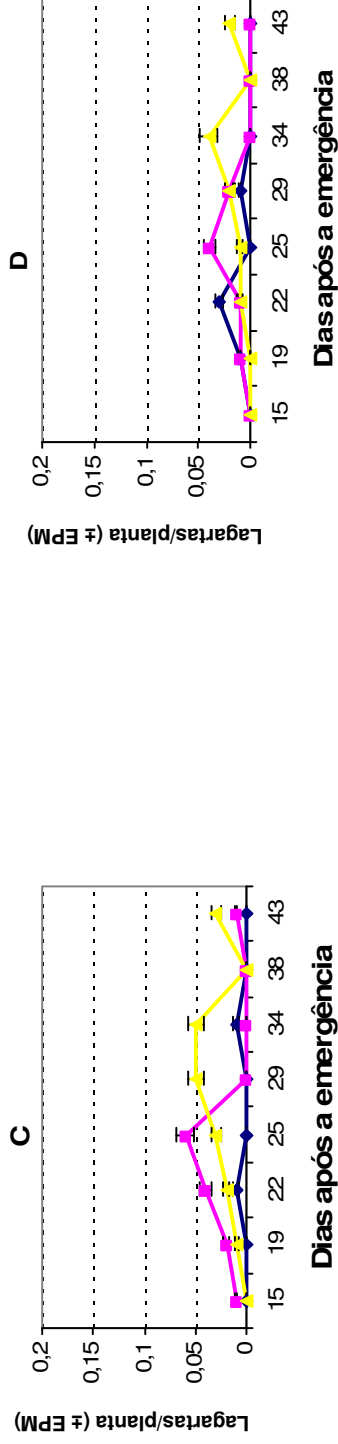
Figura 5. Flutuação populacional de lagartas de *S. frugiperda* em milho, em sistema de baixa e alta diversidade vegetal, avaliada em plantas marcadas (A, C) e em plantas tomadas aleatoriamente (B, D). Jaboticabal, SP. Safra 2004-2005.



Áreas com baixa diversidade vegetal



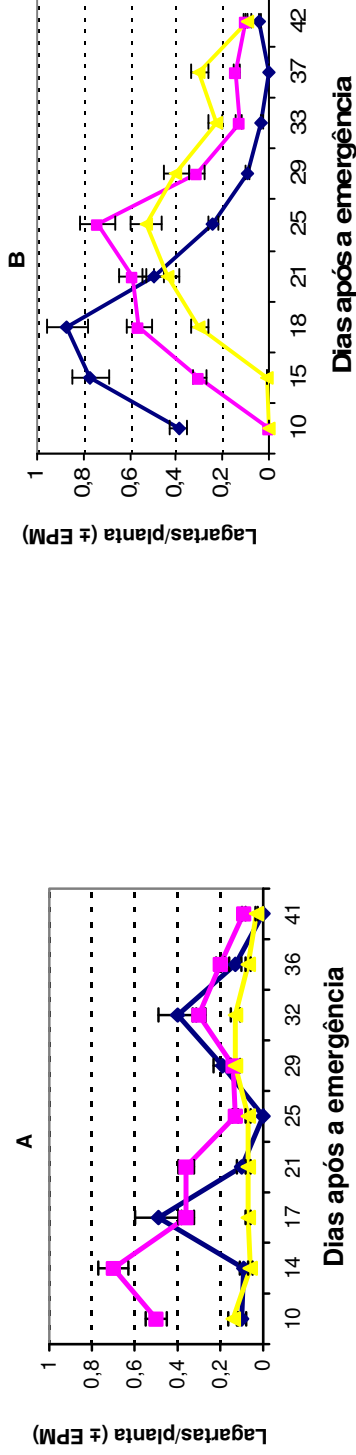
Áreas com alta diversidade vegetal



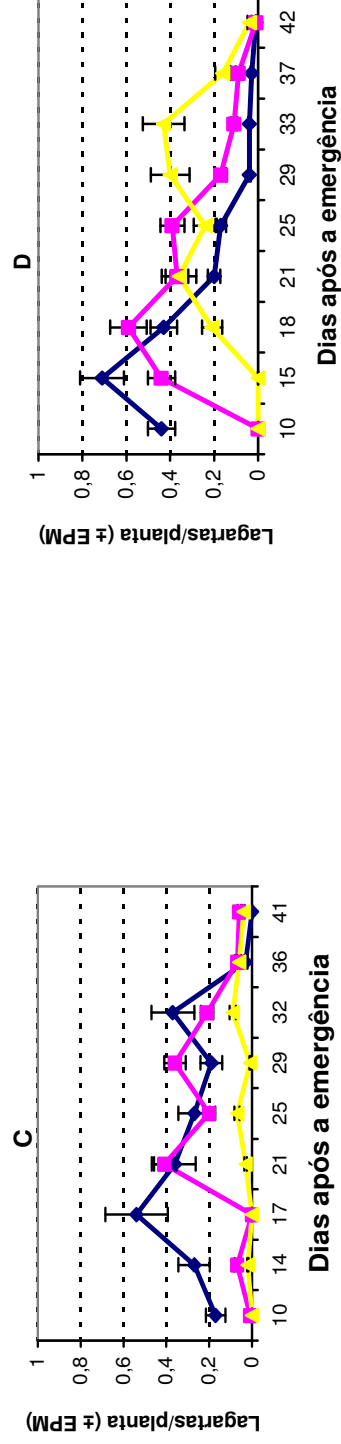
— Lagarta pequena (até 0,5cm) — Lagarta média (entre 0,6 e 1,5 cm) — Lagarta grande (+ de 1,5 cm)

Figura 6. Flutuação populacional de lagartas de *S. frugiperda* em milho, em sistema de baixa e alta diversidade vegetal, avaliada em plantas marcadas (A, C) e em plantas tomadas aleatoriamente (B, D). Jaboticabal, SP. Safrinha 2005.

Áreas com baixa diversidade vegetal



Áreas com alta diversidade vegetal



— Lagarta pequena (até 0,5cm) — Lagarta média (entre 0,6 e 1,5 cm) — Lagarta grande (+ de 1,5 cm)

Figura 7. Flutuação populacional de lagartas de *S. frugiperda* em milho, em sistema de baixa e alta diversidade vegetal. Jaboticabal, SP. Safra 2006-2007 (A, C) e safinha 2007 (B, D).

Tabela 7. Nota média de injúria ( $\pm$  EPM) ocasionada por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safra 2003-2004)

Dias após a emergência	15	18	21	26	30	36	40	43	48
<b>Amostragem em plantas marcadas</b>									
<b>Vegetação não diversificada</b>	1,9 $\pm$ 0,10 aB	2,9 $\pm$ 0,03 aA	3,0 $\pm$ 0,12 aA	3,1 $\pm$ 0,12 aA	2,6 $\pm$ 0,12 aAB	2,6 $\pm$ 0,11 aAB	2,6 $\pm$ 0,16 aAB	1,8 $\pm$ 0,11 aB	2,0 $\pm$ 0,02 aB
<b>Vegetação Diversificada</b>	1,4 $\pm$ 0,10 aB	2,1 $\pm$ 0,02 bAB	2,8 $\pm$ 0,13 aA	2,6 $\pm$ 0,11 aA	2,7 $\pm$ 0,10 aA	2,8 $\pm$ 0,11 aA	2,7 $\pm$ 0,12 aA	1,5 $\pm$ 0,12 aA	1,0 $\pm$ 0,11 bA
<b>Amostragem Aleatória</b>									
<b>Vegetação não diversificada</b>	1,9 $\pm$ 0,10 aBC	2,5 $\pm$ 0,14 aABC	2,9 $\pm$ 0,10 aA	2,7 $\pm$ 0,13 aAB	2,1 $\pm$ 0,14 aABC	2,6 $\pm$ 0,16 aABC	2,3 $\pm$ 0,17 aABC	1,9 $\pm$ 0,16 aBC	1,7 $\pm$ 0,14 aC
<b>Vegetação Diversificada</b>	1,3 $\pm$ 0,12 bC	1,5 $\pm$ 0,13 bBC	1,8 $\pm$ 0,14 bBC	2,3 $\pm$ 0,13 aAB	2,3 $\pm$ 0,15 aA	2,8 $\pm$ 0,11 0,14 aA	2,3 $\pm$ 0,16 aAB	2,0 $\pm$ 0,18 aABC	2,0 $\pm$ 0,16 aABC

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 8. Nota média de injúria ( $\pm$  EPM) ocasionada por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safrinha 2004)

Dias após a emergência	15	19	25	30	36	40	45
<b>Amostragem em plantas marcadas</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	1,9 $\pm$ 0,10 aA	2,6 $\pm$ 0,12 aA	2,3 $\pm$ 0,11 aA	2,2 $\pm$ 0,11 aA	1,7 $\pm$ 0,11 aA	2,3 $\pm$ 0,12 aA	1,3 $\pm$ 0,11 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	1,3 $\pm$ 0,12 aA	1,2 $\pm$ 0,12 bA	1,1 $\pm$ 0,12 aA	0,8 $\pm$ 0,13 bA	0,8 $\pm$ 0,13 aA	0,6 $\pm$ 0,13 bA	0,5 $\pm$ 0,12 bA
<b>Amostragem Aleatória</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	1,5 $\pm$ 0,11 aA	1,7 $\pm$ 0,11 aA	1,1 $\pm$ 0,13 aA	1,1 $\pm$ 0,11 aA	0,9 $\pm$ 0,12 aA	1,5 $\pm$ 0,13 aA	1,4 $\pm$ 0,12 Aa
<b>Vegetação Diversificada</b>	1,2 $\pm$ 0,10 aA	0,9 $\pm$ 0,12 bA	0,8 $\pm$ 0,11 bA	0,9 $\pm$ 0,11 aA	0,4 $\pm$ 0,12 aA	1,2 $\pm$ 0,11 aA	0,6 $\pm$ 0,12 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna e e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 9. Nota média de injúria ( $\pm$  EPM) ocasionada por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safra 2004-2005)

Dias após a emergência	15	18	22	26	30	35	40
<b>Amostragem nas plantas marcadas</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,7 $\pm$ 0,08 aBC	1,2 $\pm$ 0,10 aAB	1,3 $\pm$ 0,12 aAB	1,1 $\pm$ 0,11 aAB	0,8 $\pm$ 0,09 aBC	0,4 $\pm$ 0,08 aC	1,5 $\pm$ 0,11 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,7 $\pm$ 0,06 aA	0,9 $\pm$ 0,09 aA	0,9 $\pm$ 0,10 aA	0,6 $\pm$ 0,08 bA	0,7 $\pm$ 0,08 aA	0,1 $\pm$ 0,02 bB	0,5 $\pm$ 0,05 bA
<b>Amostragem Aleatória</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,8 $\pm$ 0,08 aBC	0,9 $\pm$ 0,09 aAB	0,9 $\pm$ 0,09 aAB	0,7 $\pm$ 0,08 aBC	0,5 $\pm$ 0,07 aCD	0,2 $\pm$ 0,05 aD	1,3 $\pm$ 0,01 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,8 $\pm$ 0,06 aA	0,6 $\pm$ 0,08 aA	0,9 $\pm$ 0,10 aA	0,5 $\pm$ 0,07 aA	0,6 $\pm$ 0,08 aA	0,1 $\pm$ 0,04 aB	0,6 $\pm$ 0,05 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 10. Nota média de injúria ( $\pm$  EPM) ocasionada por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safrinha 2005)

Dias após a emergência	15	19	22	25	29	34	38	43
<b>Amostragem nas plantas marcadas</b>								
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,4 $\pm$ 0,05 aD	1,5 $\pm$ 0,08 aC	1,6 $\pm$ 0,10 aBC	2,0 $\pm$ 0,10 aABC	2,3 $\pm$ 0,10 aAB	2,6 $\pm$ 0,12 aA	2,6 $\pm$ 0,09 aA	2,3 $\pm$ 0,10 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,5 $\pm$ 0,05 aD	1,2 $\pm$ 0,10 aC	1,2 $\pm$ 0,10 aBC	1,6 $\pm$ 0,12 aABC	1,8 $\pm$ 0,13 aABC	2,0 $\pm$ 0,13 aA	1,9 $\pm$ 0,12 aAB	1,3 $\pm$ 0,12 bC
<b>Amostragem Aleatória</b>								
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,5 $\pm$ 0,05 aA	1,3 $\pm$ 0,09 aA	1,5 $\pm$ 0,10 aA	1,6 $\pm$ 0,10 aA	1,9 $\pm$ 0,13 aA	2,6 $\pm$ 0,10 aA	2,5 $\pm$ 0,08 aA	1,9 $\pm$ 0,10 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,5 $\pm$ 0,05 aA	0,8 $\pm$ 0,08 aA	1,1 $\pm$ 0,08 aA	1,5 $\pm$ 0,10 aA	1,5 $\pm$ 0,12 aA	2,1 $\pm$ 0,14 aA	1,6 $\pm$ 0,13 aA	1,1 $\pm$ 0,11 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 11. Nota média de injúria ( $\pm$  EPM) ocasionada por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho (safra 2006-2007)

Dias após a emergência	10	14	17	21	25	29	32	36	41
<b>Vegetação não diversificada</b>	1,7 $\pm$ 0,11 aA	1,8 $\pm$ 0,06 aA	1,6 $\pm$ 0,08 aA	1,7 $\pm$ 0,10 aA	1,3 $\pm$ 0,08 aA	1,9 $\pm$ 0,09 aA	1,6 $\pm$ 0,11 aA	1,6 $\pm$ 0,12 aA	1,5 $\pm$ 0,11 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	1,1 $\pm$ 0,10 bA	1,2 $\pm$ 0,10 bA	0,7 $\pm$ 0,10 bA	1,1 $\pm$ 0,09 aA	0,9 $\pm$ 0,09 aA	1,0 $\pm$ 0,12 bA	1,6 $\pm$ 0,10 aA	1,0 $\pm$ 0,12 bA	0,8 $\pm$ 0,11 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey(P $\leq$ 0,05);

Tabela 12. Nota média de injúria ( $\pm$  EPM) ocasionada por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho (safra 2007)

Dias após a emergência	10	15	18	21	25	29	33	37	42
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,9 $\pm$ 0,09 aC	2,0 $\pm$ 0,14 aB	2,6 $\pm$ 0,15 aB	3,2 $\pm$ 0,14 aA	3,3 $\pm$ 0,12 aA	3,4 $\pm$ 0,13 aA	3,1 $\pm$ 0,15 aA	3,2 $\pm$ 0,15 aA	1,7 $\pm$ 0,18 aBC
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,8 $\pm$ 0,06 aE	2,3 $\pm$ 0,15 aBC	2,8 $\pm$ 0,13 aB	2,6 $\pm$ 0,17 aB	3,0 $\pm$ 0,17 aAB	3,3 $\pm$ 0,14 aA	2,0 $\pm$ 0,15 bC	1,6 $\pm$ 0,16 bD	1,0 $\pm$ 0,13 bE

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey(P $\leq$ 0,05);

Tabela 13. Número total de espécimes e espécies de inimigos naturais de *S. frugiperda* verificados nas safras e safrinhas de milho em Jaboticabal, SP.

Ordem	Família	Espécie	Safrinha							Safrinha
			2003-2004	2004	2004-2005	2005	2006-2007	2007		
<b>COLEOPTERA</b>	Coccinellidae	<i>Cycloneda</i> sp.	21	44	12	13	10		13	
		<i>Hippodamia</i> sp.	0	5	0	0	5		4	
<b>DERMAPTERA</b>	Forficulidae	<i>Doru luteipes</i>	253**	348**	341**	102**	184**		118*	
<b>HEMIPTERA</b>	Anthocoridae	<i>Orius</i> sp.	18	22	10	13	75*		116*	
	Lygaeidae	<i>Geocoris</i> sp.	0	2	0	4	11		2	
	Reduviidae	<i>Zelus</i> sp.	9	27	4	5	4		0	
<b>HYMENOPTERA</b>	Formicidae	<i>Solenopsis</i> sp.	21	18	0	0	8		0	
	Vespidae	<i>Polistes</i> sp.	3	7	3	0	3		1	
	Braconidae	<i>Chelonus</i> sp.	-	-	-	-	141**		134*	
	Ichneumonidae	<i>Campoletis</i> sp.	-	-	-	-	54*		6	
		<i>Eiphosoma</i> sp.	-	-	-	-	23		70*	
	<i>Ophion</i> sp.	-	-	-	-	5		10		



Continuação da Tabela 13.

<b>DIPTERA</b>	Tachinidae	Tachinidae 1	-	-	-	-	3	10
		Tachinidae 2	-	-	-	-	2	26
<b>NEUROPTERA</b>	Chrysopidae		4	9	0	0	0	2
<b>ARANEA</b>			20	68	7	34	4	37
<hr/>								
<b>RIQUEZA</b>								
			1,1955	1,4263	0,8429	0,9724	2,6934	2,3678
<hr/>								
<b>ÍNDICES</b>								
<b>DIVERSIDADE</b>								
			1,0746	1,3247	0,4575	1,2123	1,9421	2,0479
<hr/>								
<b>EQUITABILIDADE</b>								
			0,5100	0,5753	0,2553	0,6766	0,6719	0,7386
<hr/>								

\* Espécies dominantes; \*\* Espécies super-dominantes;

Tabela 14. Número médio ( $\pm$  EPM) de predadores por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safra 2003-2004)

Dias após a emergência	15	18	21	26	30	36	40	43	48
<b>Amostragem em plantas marcadas</b>									
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,03 $\pm$ 0,03 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,05 $\pm$ 0,03 aB	0,05 $\pm$ 0,01 aB	0,09 $\pm$ 0,05 aAB	0,15 $\pm$ 0,12 aAB	0,31 $\pm$ 0,12 aA	0,11 $\pm$ 0,03 aAB	0,25 $\pm$ 0,04 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,01 $\pm$ 0,02 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,04 $\pm$ 0,03 aB	0,02 $\pm$ 0,01 aB	0,09 $\pm$ 0,03 bA	0,13 $\pm$ 0,02 aA	0,13 $\pm$ 0,06 aA
<b>Amostragem Aleatória</b>									
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,09 $\pm$ 0,03 aBC	0,01 $\pm$ 0,00 aC	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,11 $\pm$ 0,04 aAB	0,09 $\pm$ 0,05 aBC	0,19 $\pm$ 0,07 aA	0,17 $\pm$ 0,12 aA	0,14 $\pm$ 0,05 aAB	0,20 $\pm$ 0,08 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,06 $\pm$ 0,02 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,01 $\pm$ 0,00 aBC	0,05 $\pm$ 0,03 aB	0,12 $\pm$ 0,04 aA	0,01 $\pm$ 0,00 bBC	0,06 $\pm$ 0,02 aB	0,06 $\pm$ 0,05 bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 15. Número médio ( $\pm$  EPM) de predadores por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safrinha 2004)

Dias após a emergência	15	19	25	30	36	40	45
<b>Amostragem em plantas marcadas</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,07 $\pm$ 0,05 aC	0,08 $\pm$ 0,03 aC	0,31 $\pm$ 0,10 aA	0,21 $\pm$ 0,06 aA	0,30 $\pm$ 0,17 aA	0,18 $\pm$ 0,07 aB	0,08 $\pm$ 0,05 aC
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,09 $\pm$ 0,04 aA	0,16 $\pm$ 0,11 aA	0,16 $\pm$ 0,09 bA	0,08 $\pm$ 0,08 bA	0,12 $\pm$ 0,09 bA	0,02 $\pm$ 0,02 bA	0,02 $\pm$ 0,01 aA
<b>Amostragem Aleatória</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,14 $\pm$ 0,12 aAB	0,07 $\pm$ 0,05 aB	0,25 $\pm$ 0,14 aA	0,23 $\pm$ 0,15 aA	0,29 $\pm$ 0,08 aA	0,27 $\pm$ 0,11 aA	0,23 $\pm$ 0,09 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,10 $\pm$ 0,10 aBC	0,05 $\pm$ 0,04 aC	0,17 $\pm$ 0,10 bAB	0,12 $\pm$ 0,07 bB	0,27 $\pm$ 0,04 aA	0,25 $\pm$ 0,02 aA	0,16 $\pm$ 0,08 aAB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 16. Número médio ( $\pm$  EPM) de predadores por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (saíra 2004-2005)

Dias após a emergência	15	18	22	26	30	35	40
<b>Amostragem nas plantas marcadas</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aD	0,10 $\pm$ 0,04 aC	0,09 $\pm$ 0,04 aC	0,11 $\pm$ 0,07 aC	0,08 $\pm$ 0,04 aC	0,16 $\pm$ 0,07 aB	0,25 $\pm$ 0,05 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,07 $\pm$ 0,03 aB	0,05 $\pm$ 0,03 aB	0,04 $\pm$ 0,03 aB	0,04 $\pm$ 0,02 bB	0,13 $\pm$ 0,02 aA	0,09 $\pm$ 0,04 bA
<b>Amostragem Aleatória</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,01 $\pm$ 0,00 aC	0,15 $\pm$ 0,04 aB	0,25 $\pm$ 0,13 aA	0,18 $\pm$ 0,04 aB	0,15 $\pm$ 0,07 aB	0,22 $\pm$ 0,09 aA	0,25 $\pm$ 0,09 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,09 $\pm$ 0,04 aB	0,08 $\pm$ 0,02 bB	0,03 $\pm$ 0,01 bBC	0,04 $\pm$ 0,01 bBC	0,13 $\pm$ 0,10 bA	0,15 $\pm$ 0,05 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 17. Número médio ( $\pm$  EPM) de predadores por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safrinha 2005)

Dias após a emergência	15	19	22	25	29	34	38	43
<b>Amostragem nas plantas marcadas</b>								
Vegetação não diversificada	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,03 $\pm$ 0,01 aB	0,03 $\pm$ 0,02 aB	0,04 $\pm$ 0,02 aB	0,06 $\pm$ 0,02 aAB	0,03 $\pm$ 0,01 aB	0,13 $\pm$ 0,04 aA
Vegetação Diversificada	0,01 $\pm$ 0,00 aB	0,04 $\pm$ 0,02 aB	0,01 $\pm$ 0,00 aB	0,02 $\pm$ 0,01 aB	0,01 $\pm$ 0,00 aB	0,03 $\pm$ 0,02 aB	0,05 $\pm$ 0,02 aB	0,12 $\pm$ 0,03 aA
<b>Amostragem Aleatória</b>								
Vegetação não diversificada	0,00 $\pm$ 0,00 aA	0,01 $\pm$ 0,00 aA	0,05 $\pm$ 0,02 aA	0,05 $\pm$ 0,01 aA	0,01 $\pm$ 0,00 aA	0,04 $\pm$ 0,02 aA	0,06 $\pm$ 0,01 aA	0,05 $\pm$ 0,04 aA
Vegetação Diversificada	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,03 $\pm$ 0,01 aB	0,03 $\pm$ 0,01 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,02 $\pm$ 0,01 aB	0,03 $\pm$ 0,01 aB	0,11 $\pm$ 0,03 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

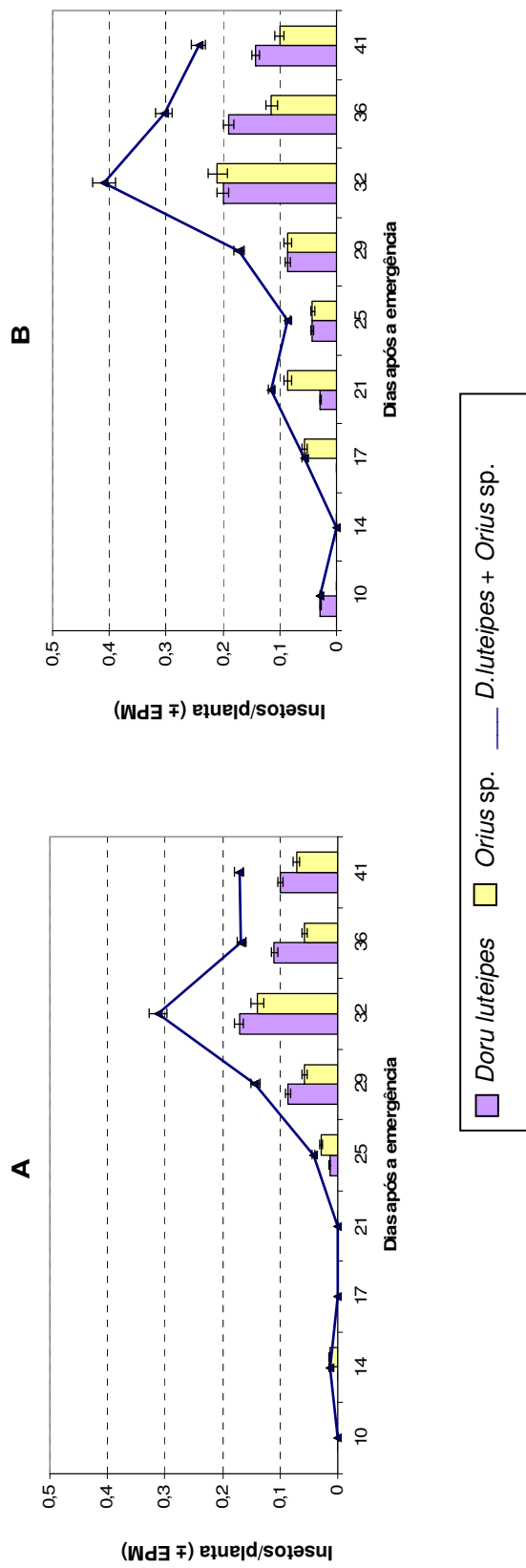


Figura 8. Densidade de predadores em áreas de milho de alta (A) e baixa (B) diversidade vegetal. Jaboticabal, SP. (Safrá 2006-2007).

Tabela 18. Número médio (± EPM) de predadores por planta de milho (safrá 2006-2007)

Dias após a emergência	10	14	17	21	25	29	32	36	41
<b>Vegetação Não diversificada</b>	0,04 ± 0,01 aC	0,03 ± 0,01 aC	0,06 ± 0,03 aBC	0,13 ± 0,04 aB	0,13 ± 0,04 aB	0,19 ± 0,09 aB	0,41 ± 0,09 aA	0,30 ± 0,12 aA	0,30 ± 0,09 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 ± 0,00 aC	0,01 ± 0,00 aC	0,00 ± 0,00 aC	0,00 ± 0,00 bC	0,04 ± 0,01 bC	0,15 ± 0,08 aB	0,31 ± 0,05 aA	0,26 ± 0,05 aA	0,17 ± 0,05 bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey(P≤0,05);

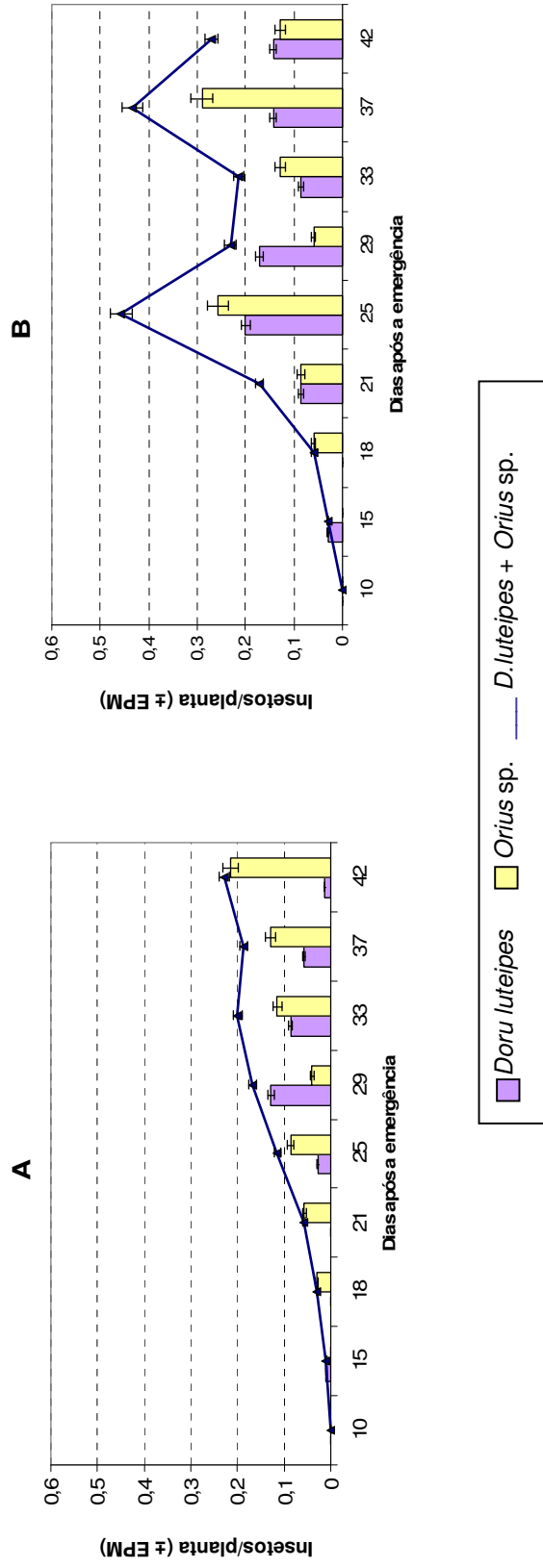


Figura 9. Densidade de predadores em áreas de milho de alta (A) e baixa (B) diversidade vegetal. Jaboticabal, SP. (Safrinha 2007).

Tabela 19. Número médio (± EPM) de predadores por planta de milho (safrinha 2007)

Dias após a emergência	10	15	18	21	25	29	33	37	42
<b>Vegetação Não diversificada</b>	0,00 ± 0,00 aD	0,01 ± 0,01 aD	0,10 ± 0,03 aC	0,23 ± 0,04 aB	0,54 ± 0,04 aA	0,27 ± 0,09 aB	0,27 ± 0,09 aB	0,45 ± 0,12 aA	0,29 ± 0,09 aB
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 ± 0,00 aD	0,04 ± 0,00 aD	0,10 ± 0,03 aC	0,11 ± 0,01 aC	0,21 ± 0,01 bB	0,26 ± 0,08 aB	0,21 ± 0,05 aB	0,31 ± 0,05 aA	0,24 ± 0,05 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P ≤ 0,05);

Tabela 20. Número médio ( $\pm$  EPM) de tesourinhas (*Doru luteipes*) por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safra 2003-2004)

Dias após a emergência	15	18	21	26	30	36	40	43	48
<b>Amostragem em plantas marcadas</b>									
<b>Vegetação Não diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,04 $\pm$ 0,03 aB	0,04 $\pm$ 0,02 aB	0,08 $\pm$ 0,07 aB	0,15 $\pm$ 0,10 aAB	0,28 $\pm$ 0,09 aA	0,10 $\pm$ 0,05 aAB	0,22 $\pm$ 0,07 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,02 $\pm$ 0,02 aB	0,02 $\pm$ 0,02 aB	0,09 $\pm$ 0,03 bAB	0,13 $\pm$ 0,03 aA	0,13 $\pm$ 0,02 aA
<b>Amostragem Aleatória</b>									
<b>Vegetação Não diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,01 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,10 $\pm$ 0,04 aAB	0,09 $\pm$ 0,07 aAB	0,19 $\pm$ 0,12 aAB	0,17 $\pm$ 0,05 aA	0,14 $\pm$ 0,03 aAB	0,17 $\pm$ 0,02 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,01 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,01 $\pm$ 0,00 aB	0,02 $\pm$ 0,02 aB	0,09 $\pm$ 0,02 aAB	0,01 $\pm$ 0,03 bAB	0,06 $\pm$ 0,03 aB	0,03 $\pm$ 0,02 bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;



Tabela 21. Número médio ( $\pm$  EPM) de tesourinhas (*Doru luteipes*) por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safrinha 2004)

Dias após a emergência	15	19	25	30	36	40	45
<b>Amostragem em plantas marcadas</b>							
Vegetação não diversificada	0,04 $\pm$ 0,04 aB	0,07 $\pm$ 0,05 aB	0,28 $\pm$ 0,04 aA	0,18 $\pm$ 0,11 aA	0,25 $\pm$ 0,17 aA	0,18 $\pm$ 0,11 aA	0,07 $\pm$ 0,05 aB
Vegetação Diversificada	0,01 $\pm$ 0,00 aA	0,07 $\pm$ 0,05 aA	0,06 $\pm$ 0,05 bA	0,03 $\pm$ 0,01 bA	0,11 $\pm$ 0,04 bA	0,00 $\pm$ 0,00 bA	0,01 $\pm$ 0,00 bA
<b>Amostragem Aleatória</b>							
Vegetação não diversificada	0,05 $\pm$ 0,01 aC	0,05 $\pm$ 0,02 aC	0,17 $\pm$ 0,10 aB	0,20 $\pm$ 0,12 aAB	0,26 $\pm$ 0,06 aA	0,25 $\pm$ 0,10 aA	0,23 $\pm$ 0,07 aA
Vegetação Diversificada	0,04 $\pm$ 0,00 aC	0,03 $\pm$ 0,01 aC	0,12 $\pm$ 0,03 aB	0,07 $\pm$ 0,04 bBC	0,10 $\pm$ 0,05 aA	0,19 $\pm$ 0,11 aA	0,13 $\pm$ 0,05 bAB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 22. Número médio ( $\pm$  EPM) de tesourinhas (*Doru luteipes*) por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safra 2004-2005)

Dias após a emergência	15	18	22	26	30	35	40
<b>Amostragem nas plantas marcadas</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,10 $\pm$ 0,05 aB	0,09 $\pm$ 0,04 aB	0,11 $\pm$ 0,07 aAB	0,08 $\pm$ 0,04 aB	0,15 $\pm$ 0,09 aAB	0,22 $\pm$ 0,08 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,07 $\pm$ 0,05 aB	0,03 $\pm$ 0,01 bBC	0,04 $\pm$ 0,03 bB	0,04 $\pm$ 0,02 bB	0,10 $\pm$ 0,04 aA	0,09 $\pm$ 0,04 bA
<b>Amostragem Aleatória</b>							
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aD	0,14 $\pm$ 0,05 aB	0,25 $\pm$ 0,13 aA	0,18 $\pm$ 0,04 aB	0,13 $\pm$ 0,06 aB	0,21 $\pm$ 0,06 aA	0,25 $\pm$ 0,09 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,09 $\pm$ 0,04 aAB	0,08 $\pm$ 0,02 bB	0,03 $\pm$ 0,01 bC	0,02 $\pm$ 0,01 bC	0,12 $\pm$ 0,10 bA	0,14 $\pm$ 0,05 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 23. Número médio ( $\pm$  EPM) de tesourinhas (*Doru luteipes*) por planta de milho, em plantas previamente marcadas e em plantas amostradas aleatoriamente (safrinha 2005).

Dias após a emergência	15	19	22	25	29	34	38	43
<b>Amostragem nas plantas marcadas</b>								
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,00 $\pm$ 0,00 aC	0,01 $\pm$ 0,01 aC	0,03 $\pm$ 0,02 aB	0,02 $\pm$ 0,02 aBC	0,04 $\pm$ 0,02 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aC	0,12 $\pm$ 0,04 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,03 $\pm$ 0,02 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,02 $\pm$ 0,01 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,02 $\pm$ 0,02 aB	0,09 $\pm$ 0,04 aA
<b>Amostragem Aleatória</b>								
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,02 $\pm$ 0,02 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,01 $\pm$ 0,00 aB	0,02 $\pm$ 0,01 aB	0,05 $\pm$ 0,04 aA
<b>Vegetação Diversificada</b>	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,00 $\pm$ 0,00 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,01 $\pm$ 0,01 aB	0,07 $\pm$ 0,03 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), em cada tipo de amostragem separadamente;

Tabela 24. Número médio ( $\pm$  EPM) de parasitóides coletados em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (safra 2006-2007)

Dias após a emergência	10	14	17	21	25	29	32	36	41
Vegetação não diversificada	0,00 $\pm$ 0,00 bD	0,19 $\pm$ 0,06 bB	0,40 $\pm$ 0,03 aA	0,21 $\pm$ 0,04 aB	0,06 $\pm$ 0,04 bC	0,07 $\pm$ 0,09 aC	0,07 $\pm$ 0,03 aC	0,00 $\pm$ 0,00 aD	0,00 $\pm$ 0,00 aD
Vegetação Diversificada	0,50 $\pm$ 0,00 aA	0,53 $\pm$ 0,12 aA	0,47 $\pm$ 0,10 aA	0,34 $\pm$ 0,06 aAB	0,23 $\pm$ 0,09 aB	0,19 $\pm$ 0,08 aB	0,07 $\pm$ 0,05 aC	0,05 $\pm$ 0,00 aCD	0,00 $\pm$ 0,00 aD

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ );

Tabela 25. Número médio ( $\pm$  EPM) de parasitóides coletados em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (safra 2007)

Dias após a emergência	10	15	18	21	25	29	33	37	42
Vegetação não diversificada	0,21 $\pm$ 0,00 aB	0,39 $\pm$ 0,06 aA	0,21 $\pm$ 0,03 bB	0,17 $\pm$ 0,04 bBC	0,10 $\pm$ 0,04 bBC	0,06 $\pm$ 0,03 aBC	0,00 $\pm$ 0,00 aD	0,00 $\pm$ 0,00 aD	0,00 $\pm$ 0,00 aD
Vegetação Diversificada	0,26 $\pm$ 0,00 aB	0,49 $\pm$ 0,12 aA	0,41 $\pm$ 0,10 aA	0,26 $\pm$ 0,06 aB	0,37 $\pm$ 0,09 aAB	0,10 $\pm$ 0,02 aC	0,14 $\pm$ 0,05 aC	0,14 $\pm$ 0,09 aC	0,03 $\pm$ 0,01 aD

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ );

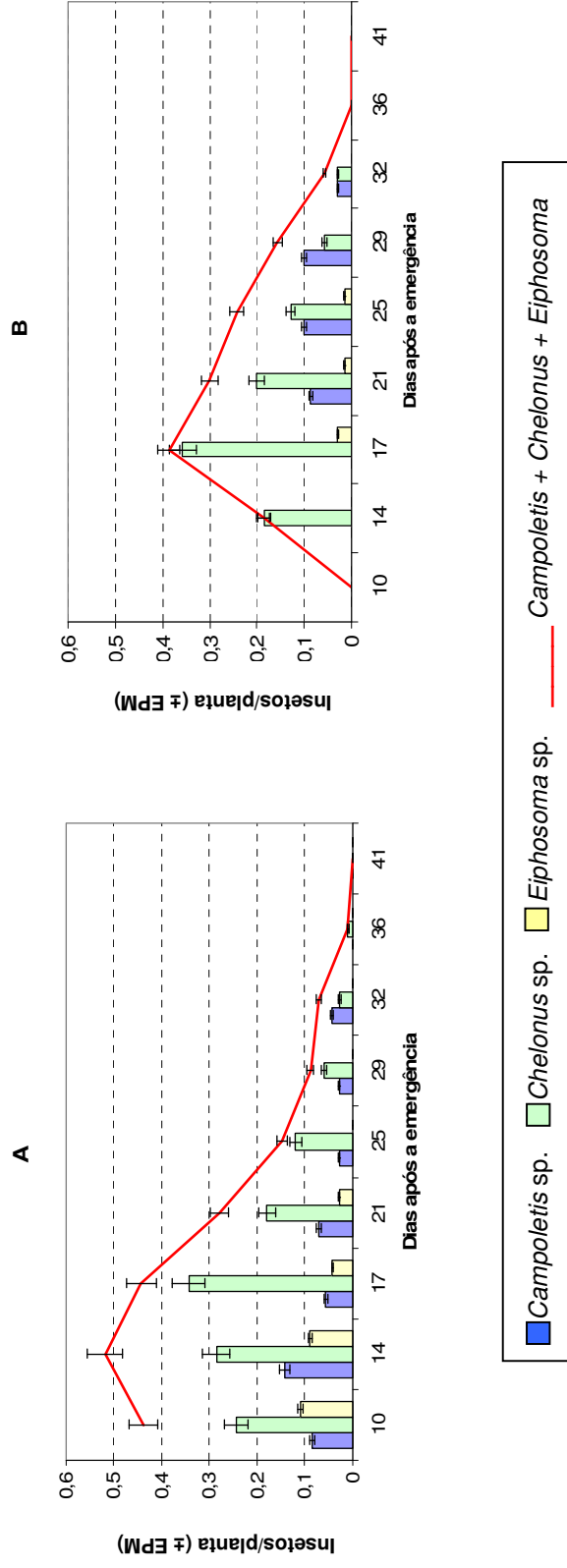


Figura 10. Densidade de parasitóides em áreas de milho de alta (A) e baixa (B) diversidade vegetal. Jaboticabal, SP. (Safrá 2006-2007).

Tabela 26. Porcentagem de lagartas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas (± EPM) (safrá 2006-2007).

Dias após a emergência	10	14	17	21	25	29	32	36	41
<b>Vegetação não diversificada</b>	0,00 ± 0,00 bD	32,50 ± 4,60 bB	51,37 ± 10,16 aA	38,67 ± 4,67 aB	31,25 ± 4,38 aB	17,88 ± 1,34 aC	8,89 ± 0,50 aC	0,00 ± 0,00 aD	0,00 ± 0,00 aD
<b>Vegetação Diversificada</b>	68,46 ± 5,33 aA	60,83 ± 7,43 aA	74,72 ± 2,11 aA	42,91 ± 2,77 aB	42,22 ± 9,61 aB	29,14 ± 6,13 aBC	10,10 ± 1,12 aC	10,00 ± 0,71 aC	0,00 ± 0,00 aD

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P ≤ 0,05);

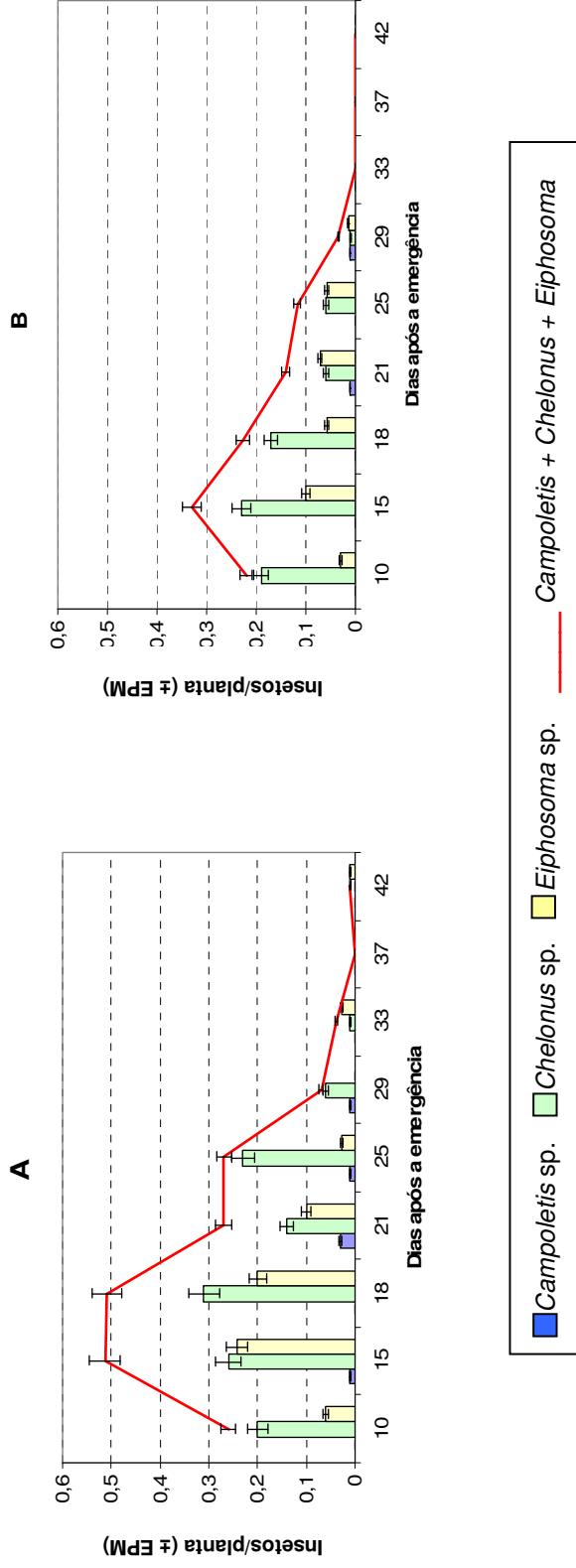


Figura 11. Densidade de parasitóides em áreas de milho de alta (A) e baixa (B) diversidade vegetal. Jaboticabal, SP. (Safrinha 2007).

Tabela 27. Porcentagem de lagartas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas (± EPM) (Safrinha 2007).

Dias após a emergência	10	15	18	21	25	29	33	37	42
Vegetação não diversificada	51,43 ± 8,70 aA	35,96 ± 3,77 aB	23,77 ± 4,72 aB	18,48 ± 4,23 aBC	12,44 ± 1,90 aC	9,20 ± 0,99 aC	0,00 ± 0,00 bD	0,00 ± 0,00 bD	0,00 ± 0,00 bD
Vegetação Diversificada	66,48 ± 14,67 aA	41,48 ± 9,32 aAB	33,96 ± 7,32 aB	18,42 ± 2,12 aBC	25,50 ± 9,87 aB	13,06 ± 3,44 aC	23,44 ± 1,12 aB	31,14 ± 0,67 aB	16,67 ± 1,18 aBC

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P ≤ 0,05);

#### 4. DISCUSSÃO

*S. frugiperda* ocorreu durante todo o período de experimentação em todas as áreas estudadas e o fato de não efetuar-se qualquer tipo de controle sobre as lagartas fez com que altas notas de injúria fossem alcançadas. Logo, percebe-se que, mesmo em sistemas com a estrutura da paisagem diversificada, onde o número de lagartas de *S. frugiperda* foi menor quando comparados àqueles com vegetação não diversificada, a redução da praga exclusivamente pelo controle biológico natural ainda não foi suficiente para mantê-la abaixo dos níveis de dano econômico, que é de 20% de plantas raspadas, até o 30º dia após o plantio e de 10% de plantas com folhas raspadas do 40º ao 60º dia (GALLO et al., 2002).

Quando o nível de dano econômico é baixo e, portanto, são toleradas densidades populacionais da praga muito pequenas, o objetivo do método de controle não é apenas regular a população da praga-alvo, mas sim suprimi-la ao máximo (RISCH et al., 1983; ANDOW, 1991b). Mas, o controle biológico não é capaz de realizar a supressão de uma praga, pois trata-se de um fenômeno natural de regulação em que as densidades de pragas e inimigos naturais são dependentes entre si (PARRA, 2006).

SKOVGÅRD & PÄTS (1997) ao consorciarem milho e caupi obtiveram redução dos lepidópteros-praga e da injúria provocada pelos mesmos às plantas de milho, mas tal redução também não foi suficiente para manter as pragas abaixo dos níveis de dano econômico. Assim, os autores sugerem que a prática de policultivo seja estabelecida como componente dentro um programa de manejo integrado de pragas no qual várias táticas de controle estejam associadas.

WILLEY (1985) considera que para que as vantagens do sistema de consorciação de culturas sejam avaliadas corretamente, dois objetivos devem ser

observados: o objetivo biológico (aumento da diversidade) e o objetivo prático (vantagens a serem obtidas pelo agricultor). Portanto, torna-se claro que para manejar qualquer cultura, seja em sistema de consorciação ou não, é necessário avaliar cada situação em particular, levando-se em consideração as realidades agrícola, social e econômica dos agricultores.

A consorciação de culturas pode levar à diminuição nos surtos de insetos praga e geralmente o estabelecimento de apenas mais uma espécie de planta é suficiente para ocasionar mudanças no sistema (EMDEN & WILLIAMS, 1974). Isso decorre, pois quanto mais diversificado for o ambiente, mais fatores dependentes da densidade agem como reguladores (ODUM, 1988) e a diversidade espacial promove a diversidade de espécies (EMDEN & WILLIAMS, 1974). Em milho consorciado com feijão, por exemplo, ALTIERI et al. (2003) citam que os surtos de *S. frugiperda*, *Diabrotica balteata* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Empoasca kraemeri* Ross & Moore (Hemiptera: Cicadellidae) foram prevenidos devido ao aumento dos insetos benéficos na área.

Tal aumento no número e na diversidade de insetos é alcançado em áreas de policultura porque esses sistemas podem atrair inimigos naturais pela disponibilidade de presas e alimentos variados, além de propiciarem mais locais de abrigo e nidificação (ROOT, 1973; BACH, 1980; ANDOW, 1991a; LANDIS et al., 2000). No entanto, há diferenças entre predadores e parasitóides quanto à seleção do hábitat, porque não se trata apenas da disponibilidade, mas também da variedade, qualidade e facilidade de localização do alimento e ou hospedeiro (SHEEHAN, 1986; VINSON & BARBOSA, 1987).

No presente estudo, o principal predador foi a tesourinha *D. luteipes*, seguida pelo percevejo *Orius* sp. e estas espécies mostraram preferência pelas áreas de



vegetação simplificada, tanto em períodos de safra, como na safrinha. Além disso, os predadores em geral, tornaram-se abundantes na cultura apenas após os 30 DAE. CRUZ & OLIVEIRA (1997) constataram que a distribuição e abundância de *D. luteipes* não correlaciona-se com fatores ambientais, mas sim com a densidade de *S. frugiperda*. Já os percevejos do gênero *Orius* são descritos como insetos com alta eficiência de busca, habilidade de aumentar a população e de agregar-se rapidamente quando há presas em abundância (BUSH et al., 1993). Tais percevejos são conhecidos por alimentarem-se de pólen (SOGLIA et al. 2007), ovos e lagartas pequenas de lepidópteros (VENKATESAN, et al., 2008), tripes (BOSCO et al., 2008) e pulgões (SOGLIA et al., 2007).

FERRAZ (1991) realizou estudo da flutuação populacional de pragas de milho em monocultura e policultura. O autor relatou que *S. frugiperda* foi menos abundante em áreas com culturas variadas, assim como no presente trabalho. No entanto, o predador *D. luteipes* mostrou preferência pelas áreas de policultura de milho + algodão + soja, embora em análise de correlação a presença do predador tenha sido fortemente relacionada com a presença da praga e de pulgões.

É comum que tesourinhas colonizem o milho, o sorgo e o arroz apenas após as primeiras semanas de estabelecimento das culturas (ANDREWS, 1988). Mas, mesmo se estabelecendo mais tardiamente estes predadores estavam presentes em torno dos 40 dias após o plantio, período em que a praga é mais prejudicial à cultura (CRUZ & TURPIN, 1982).

Experimentalmente, já demonstrou-se que uma tesourinha por planta de milho é suficiente para manter a praga abaixo dos níveis de dano econômico (TIRABOSCHI, 2003). Entretanto, em campo é raro que esta densidade seja atingida. FERRAZ (1991)

relata que *D. luteipes* atingiu a densidade de 1,23 insetos por planta em áreas de monocultivo, mas apenas após os 60 DAE, quando *S. frugiperda* não é mais tão freqüente na cultura. Em nosso estudo, o maior número de tesourinhas registrado foi de 0,3 insetos/planta, que deu-se durante o período de safra, aos 40 DAE.

Predadores adultos podem se deslocar por longas distâncias e muitos destes insetos apresentam um comportamento de busca da presa orientado por estímulos físicos ou químicos (GARCIA, 1991). SHEEHAN (1986) e LETOURNEAU (1987) sugerem que os predadores generalistas sejam mais abundantes em policulturas, onde teriam variabilidade de alimentos. Contudo, alguns predadores são mais efetivos nos locais em que as populações da presa são mais concentradas, pois nestes ambientes o desenvolvimento de suas populações pode ser favorecido pela redução da competição (KROMP, 1989; CLARK et al., 1994; BERTI FILHO & CIOCIOLA, 2002).

Outro fator que pode levar os predadores a se concentrarem em locais com mais abundância de presas é a manutenção do equilíbrio entre custo (tempo gasto no forrageamento, exposição excessiva, competição) e benefício (qualidade e quantidade de recurso obtido). Assim, o tempo gasto em atividades outras que não a reprodução e a maior chance de competição podem ser vistos como determinantes na hora da escolha do habitat (GULLAN & CRANSTON, 2007).

OLIVER & BEATTIE (1996), por exemplo, não detectaram em florestas na Austrália, correlação entre a riqueza de espécies e a presença de formigas e aranhas, que são predadores generalistas. Assim como LETOURNEAU (1987), embora tenha encontrado a maioria dos predadores de seu estudo em áreas de policultura, também percebeu que aranhas, formigas e vespas predadoras (*Polybia* sp.) preferiram as áreas de monocultivo.

O número de inimigos naturais costuma crescer com a diversidade de plantas, mas não se pode dizer que todas as espécies comportam-se de maneira semelhante (KNOP et al., 2006; OLSON & WÄCKERS, 2007), pois cabe saber o que é mais importante na hora da escolha do habitat: a diversidade ou a densidade de presas? A estrutura do ambiente? Ou seriam outros fatores ainda desconhecidos? Segundo SHEEHAN (1986), a teoria de que os inimigos naturais seriam atraídos apenas pela disponibilidade de alimento é muito simplista. Isso decorre, uma vez que fatores como o tamanho do habitat, a densidade populacional das espécies envolvidas, os estímulos visuais e olfativos, o espaçamento entre plantas, a idade da cultura e o microclima, entre outros, já mostraram-se comprovadamente importantes (SHEEHAN, 1986; LANDIS et al., 2000; GULLAN & CRANSTON, 2007).

Diferente dos predadores, os parasitóides de *S. frugiperda* coletados neste estudo preferiram as áreas de vegetação diversificada e concentraram-se mais na fase inicial da cultura (até os 25 DAE). O parasitóide mais abundante foi *Chelonus* sp. seguido durante a safra de *Campoletis* sp. e durante a safrinha de *Eiphosoma* sp.

Himenópteros parasitóides em agroecossistemas representam geralmente 0,1% do metabolismo total da comunidade. No entanto, podem ter um efeito significativo sobre o total do fluxo primário de energia (produção) devido ao impacto acentuado que exercem sobre os herbívoros (ODUM, 1988).

Muitos fatores são apontados por influenciar os parasitóides na busca pelo hospedeiro. Os principais são a disponibilidade de hospedeiros e de alimento para os adultos (ALTIERI & LETOURNEAU, 1982; VINSON, 1976) que podem ter sua longevidade e fecundidade aumentadas quando tem alimento abundante (DOUTT, 1959; VAN EMDEN & WILLIAMS, 1974). Mas, outros fatores como locais de refúgio,

competição com outros parasitóides e predadores, estímulos olfativos e visuais e fatores climáticos também são citados como importantes (GARCIA, 1991; VINSON, 1998). LEWIS et al. (1990) apontam ainda que a efetividade de um parasitóide em encontrar e atacar seu hospedeiro também relaciona-se com a aprendizagem, que pode se modificar em diferentes situações e com o estado fisiológico do parasitóide.

Às vezes, a planta que serve de alimento ao hospedeiro é o principal sinal de orientação para o parasitóides (GARCIA, 1991; MORAES et al., 2000). ORPHANIDES & GONZÁLES (1970) ainda sugerem que nos parasitóides generalistas como *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), a preferência por determinado hábitat prevalece sobre a preferência hospedeira.

Embora diversos autores argumentem que parasitóides, por serem mais específicos, preferem áreas de monocultura, onde a concentração de hospedeiros é maior (SHEEHAN, 1986; ANDOW, 1991a; ALTIERI et al., 2003), COOK & HUBBARD (1977) afirmaram que parasitóides evitam áreas com densidades de hospedeiros altas ou muito baixas.

No presente estudo, não pode-se definir qual o fator predominante para a preferência dos parasitóides por áreas de vegetação diversificada, mas acredita-se que a disponibilidade de alimento tenha influenciado na escolha. Além disso, a proximidade com áreas de frutíferas também podem ter influência, pois diversos ichneumonídeos e braconídeos como *Chelonus* sp. (parasitóide mais abundante neste estudo) são comumente coletados em pomares (NAVA et al., 2006). Isso também poderia explicar a chegada antecipada destes parasitóides nas áreas de cultivo diversificado na safra 2006-2007.

Os himenópteros foram mais abundantes e preferiram as lagartas médias e pequenas. Já os dípteros, por preferirem parasitar lagartas de *S. frugiperda* quando estas estão nos últimos ínstares (MOLINARI & AVALOS, 1997) apareceram apenas após os 25 DAE e em número reduzido (Tabela 14).

*Chelonus* sp. e *Campoletis* sp. são comumente apontados como os parasitóides mais abundantes de *S. frugiperda* (ASHLEY, 1979; PATEL & HABIB, 1984; CRUZ, 1995; DEQUECH et al., 2004; MURÚA et al., 2006), e merecem mais atenção quanto ao impacto que podem exercer sobre as populações da praga e sua utilização em programas de controle biológico, já que este fato ainda é pouco estudado. Em laboratório, fêmeas de *Chelonus insularis* Cresson (Hymenoptera: Braconidae) chegam a parasitar até 92% dos ovos de *S. frugiperda* (REZENDE et al., 1995) e fêmeas de *Campoletis flavicincta* Ashmead (Hymenoptera: Ichneumonidae) parasitam até 232 lagartas de *S. frugiperda* durante sua vida (CRUZ et al., 1997). Além disso, lagartas parasitadas por estes himenópteros diminuem seu consumo foliar em até 90% (CRUZ, 1995; CRUZ et al., 1997).

Todavia, as aplicações de inseticidas organofosforados, especialmente no início da cultura, podem ocasionar grande redução nas populações destes inimigos naturais (PATEL & HABIB, 1984; FIGUEIREDO et al., 2006). Diversos organofosforados registrados para a cultura do milho já foram considerados não seletivos a *T. pretiosum* (HOHMANN, 1993; MANZONI et al., 2007), *Trichogramma atopovirilla* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (MANZONI et al., 2007), *Chelonus* sp. e *Campoletis* sp. (CROFT & BROWN, 1975; FREITAS et al., 1995) e *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) (MANI & KRISHNAMOORTHY, 1986).

Tal fato é preocupante, pois em programas de manejo de resistência de *S. frugiperda* a inseticidas no Brasil, embora seja indicado o uso de produtos seletivos a inimigos naturais, recomenda-se que na rotação de produtos, a utilização de organofosforados e piretróides seja realizada nas duas primeiras aplicações (IRAC-BR, 2008). Logo, percebe-se que as táticas de manejo de resistência indicadas não tem considerado o controle biológico, o que não condiz com o manejo integrado de pragas, que preconiza a redução dos níveis de dano associada à preservação dos inimigos naturais (PARRA, 2006).

Pragas monófagas tendem a ser menos abundantes em cultivos diversificados, mas as polífagas, como *S. frugiperda*, só terão sua população reduzida em policulturas se os inimigos naturais representarem um fator-chave de regulação da espécie (RISCH et al., 1983). Logo, seguindo tal raciocínio, os inimigos naturais de *S. frugiperda* devem representar um fator-chave na regulação da praga, uma vez que nas áreas de vegetação diversificada houve redução no número de lagartas, e, portanto, merecem grande atenção no manejo integrado de pragas da cultura.

Percebe-se, então, que conhecer o papel de cada inimigo natural na regulação da praga e como atraí-lo para a cultura é fundamental para a implantação e sucesso de um programa de manejo integrado de pragas. Desta forma, mais estudos, como a construção de tabelas de vida ecológicas e a união de táticas de controle que preservem os inimigos naturais, devem ser realizados para a investigação aprofundada destes fatores.

## 5. CONCLUSÕES

- Áreas de milho com diversidade vegetal no entorno são favorecidas quanto ao ataque de *S. frugiperda*, mas não evitam que a praga alcance o nível de dano econômico;
- Predadores de *S. frugiperda* são mais abundantes em áreas de monocultura, ou seja, com baixa diversidade vegetal;
- Parasitóides de *S. frugiperda* são mais abundantes em áreas com diversidade vegetal no entorno;

## 6. REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A.; VAN SCHOONHOVEN, A.; DOLL, J. D. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (*Phaseolus vitifolius*) cropping systems. **Pest Articles and News Summaries**, v. 23, p.195-205, 1977.

ALTIERI, M. A. & LETOURNEAU, D. K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop Protection**, v. 1, p. 405-430, 1982.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 226p. 2003.

ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 561-586, 1991a.

ANDOW, D. A. Yield loss to arthropods in vegetationally diverse agroecosystems.

**Environmental Entomology**, v.20, n. 5, p. 1228-1235, 1991b.

ANDREWS, K. L. Latin America research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:

Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 71, n. 4, p. 630-653, 1988.

ASHLEY, T.R. Classification and distribution of fall armyworm parasites. **Florida**

**Entomologist**, v.62, n.1, p.114-123, 1979.

BACH, C. E. Effects of plant density and diversity on the population dynamics of a

specialist herbivore, the striped cucumber beetle, *Acalymma vittata* (Fab.). **Ecology**, v.

61, n. 6, p. 1515-1530, 1980.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C, R. **Ecology: individuals, population**

**and communities**. London: Blackwell Scientific Publications, 367p. 1990.

BERTI FILHO, E. & CIOCIOLA, A. I. Parasitóides ou predadores? Vantagens e

desvantagens. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.;

BENTO, J.M.S. (editores). **Controle Biológico no Brasil – parasitóides e**

**predadores**. São Paulo: Manole, p.29-41. 2002.



BOSCO, L. ; GIACOMETTO, E. ; TAVELLA, L. Colonization and predation of thrips (Thysanoptera : Thripidae) by *Orius* spp. (Heteroptera : Anthocoridae) in sweet pepper greenhouses in Northwest Italy. **Biological Control**, v. 44, n. 3, p. 331-340, 2008.

BUSH, L.; KRING, T. J.; RUBSERSON, J. R. Suitability of greenbugs, cotton aphids and *Heliothis virescens* eggs for the development and reproduction of *Orius insidiosus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 67, p. 217-222, 1993.

CLARK, M. S.; LUNA, J. M.; STONE, N. D.; YOUNGMAN, R. R. Generalist predator consumption of armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and effect of predator removal on damage in no-till corn. **Environmental Entomology**, v. 23, n. 3, p. 617-622, 1994.

COOK, R. M. & HUBBARD, S. F. Adaptive searching strategies in insect parasites. **Journal of Animal Ecology**, v. 46, p. 115-125, 1977.

CROFT, B. A. & BROWN, A. W. A. Response of arthropod natural enemies to insecticides. **Annual Review of Entomology**, v. 20, p. 285-335, 1975.

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

CRUZ, I. & TURPIN, F. T. Efeito de *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 355-359, 1982.

CRUZ, I. & OLIVEIRA, A. C. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* (SCUDDER) em plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 363-368. 1997.

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

DEQUECH, S. T. B.; SILVA, R. F. P.; FIÚZA, L. M. Ocorrência de parasitóides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lep., Noctuidae) em lavouras de milho em Cachoeirinha, RS. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1235-1237, 2004.

DOUTT, R. L. The biology of parasitic hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 4, p. 161-182. 1959.

FERRAZ, J. M. G. Estudos bioecológicos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) como subsídio ao manejo integrado de pragas na cultura do milho. Tese de Doutorado, Campinas: UNICAMP, 167p. 1991.

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Efeito do inseticida chlorpyrifos e sua interação com inimigos naturais na supressão de *Spodoptera*

*frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 325-339, 2006.

FREITAS, A. O.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; CIOCIOLA JR., A. I.; ALVES, C. G. Efeito de alguns inseticidas sobre *Campoletis flavicincta*, parasitóide de lagartas de *Spodoptera frugiperda*. Caxambu, MG: XV Congresso Brasileiro de Entomologia, **Anais...**Caxambu, MG, p. 355, 1995.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.de; BERTI FILHO, E; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920 p.

GARCIA, M. A. Comunidades de plantas e artrópodes invasores em cultura de milho. Tese de Doutorado, Campinas: UNICAMP, 118p. 1988.

GARCIA, M. A. **Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres**. In: Panizzi, A. R. & Parra, J. R. P. Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Ed. Manole, p.289-312, 1991.

GULLAN, P.J. & CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3ª edição. São Paulo: Roca, 440p. 2007.

HOHMANN, C. L. Efeito de alguns inseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 22, n. 3, p. 563-568, 1993.

IRAC-BR (Comitê Brasileiro de Ação a Resistência a Inseticidas). Manejo de resistência de *Spodoptera frugiperda* a inseticidas na cultura do milho, 6p. Disponível em <[www.irac-br.org.br](http://www.irac-br.org.br)>. Acesso em 12/04/2008.

KASTEN JR, A.A.; PRECETTI, C.M.; PARRA, J.R.P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista de Agricultura**, v.53, n.1/2, p.68-78, 1978.

KNOP, E.; KLEIJN, D.; HERZOG, F; SCHMID, B. Effectiveness of the Swiss agri-environment scheme in promoting biodiversity. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, p. 120–127, 2006.

KROMP, B. Carabidae beetle communities (Carabidae, Coleoptera) in biologically and conventionally farmed agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 27, p. 241-251, 1989.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture **Annual Review of Entomology**, v. 45, p. 175–201, 2000.

LETOURNEAU, D. H. The enemies hypothesis: tritrophic interactions and vegetational diversity in tropical agroecosystems. **Ecology**, v. 68, n. 6, p. 1616-1622, 1987.

LEWIS, W. J.; VET, L. E. M.; TUMLINSON, J. H.; VAN LENTEREN, J. C.; PAPA, D. R. Variations in parasitoid foraging behavior: essential element of a sound biological control theory. **Environmental Entomology**, v. 19, n. 5, p. 1183-1190, 1990.

MANI, M. & KRISHNAMOORTHY, A. Susceptibility of *Telenomus remus* Nixon, an exotic parasitoid of *Spodoptera litura* (F.), to some pesticides. **Tropical Pest Management**, v. 32, n. 1, p. 49-51, 1986.

MANZONI, C. G.; GRÜTZMACHER, A. D.; GIOLO, F. P.; HÄRTER, W. R.; CASTILHOS, R. V.; PASCHOAL, M. D. F. Seletividade de agroquímicos utilizados na produção integrada de maçã aos parasitóides *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **BioAssay**, v. 2, n.1, 2007. Disponível em <[www.bioassay.org.br/articles/2.1](http://www.bioassay.org.br/articles/2.1)>

MOLINARI, A. M. & AVALOS, S. D. Contribución al conocimiento de taquinídeos (Diptera) parasitoides de defoliadores (Lepidoptera) del cultivo de la soja. **Revista de la Sociedad Entomologica Argentina**, v. 56, p. 131-136, 1997.

MORAES, C. M de; LEWIS, W. J.; TUMLINSON, J. H. Examining plant-parasitoid interactions in tritrophic systems. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 189-203, 2000.

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.

NAVA, D. E.; SILVA, E. S.; GUIMARÃES, J. A.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; GARCIA, M. S.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; RAGA, A.; SATO, M. E. Controle biológico de pragas das frutíferas. In: Pinto, A.S.P; D.E. Nava; M.M. Rossi; D.T. Malerbo-Souza (org.). **Controle Biológico de Pragas na Prática**. Piracicaba: CP2, 2006, p. 11-24. 2006.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 434p. 1988.

OLIVER, I. & BEATTIE, A. J. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. **Ecological Applications**, v. 6, n. 2, p. 594-607, 1996.

OLSON, D. N. & WÄCKERS, F. L. Management of field margins to maximize multiple ecological services. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, p. 13-21, 2007.

ORPHANIDES, G. M. & GONZÁLEZ, D. Effects of adhesive materials and host location on parasitization by uniparental race of *Trichogramma pretiosum*. **Journal of Economic Entomology**, v. 63, p. 1891-1897, 1970.

PARRA, J. R. P. A prática do controle biológico de pragas no Brasil. In: Pinto, A.S.P; D.E. Nava; M.M. Rossi; D.T. Malerbo-Souza (org.). **Controle Biológico de Pragas na Prática**. Piracicaba: CP2, 2006, p. 11-24. 2006.

PATEL, P. N. & HABIB, M. E. M. Levantamento e eficiência de insetos parasitos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista de Agricultura**, v. 57, n. 3, p. 229-237, 1984.

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.

RISCH, S. J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M. A. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. **Environmental Entomology**, v. 12, n.3, p. 625-629, 1983.

ROOT, R. B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, v. 43, p. 94-125, 1973.

SHEEHAN, W. Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystem diversification: a select review. **Environmental Entomology**, v. 15, n. 3, p. 456-461, 1986.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de Ecologia dos Insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 419p. 1976.

SKOVGÅRD, H. & PÄTS, P. Reduction of stemborer damage by intercropping maize with cowpea. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 62, p. 13-19, 1997.

SOGLIA, M.D.M. ; BUENO, V.H.P. ; CARVALHO, L.M. Effect of alternative prey on development and consumption of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera, Anthocoridae) and oviposition behavior on chrysanthemum cultivars. **Revista Brasileira De Entomologia**, v. 51, n. 4, p. 512-517, 2007.

SOLOMON, M. E. **Dinâmica de populações**. São Paulo: EPU, 78p. 1980.

TIRABOSCHI, L. A. **Avaliação de dietas e liberação de *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) no controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. Trabalho de Graduação em Agronomia – Jaboticabal: UNESP/FCAV, 51p. 2003.

VAN EMDEN, H. F. & WILLIAMS, G. F. Insect stability and diversity in agro-ecosystems. **Annual Review of Entomology**, v. 19, p. 455-475, 1974.

VENKATESAN, T.; JALALI, S. K.; SRINIVASAMURTHY, K.; BHASKARAN, T. V. Development, survival and reproduction of an anthocorid predator (*Orius tantillus*) on



artificial and natural diets. **Indian Journal Of Agricultural Sciences**, v. 78, n. 1, p. 102-105, 2008.

VINSON, S. B. Host selection by insects parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 21, p. 109-133, 1976.

VINSON, S. B. The general host selection behavior of parasitoid hymenoptera and a comparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. **Biological Control**, v. 11, p. 79-96, 1998.

VINSON, S. B. & BARBOSA, P. Interrelationships of nutritional ecology of parasitoids. In: Slansky Jr., F. & Rodriguez, J. G. (eds.) **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates**. New York: J. Wiley & Sons, p. 673-695, 1987.

WILLEY, R. W. Evaluation and presentation of intercropping advantages. **Experimental Agriculture**, v. 21, p. 119-133, 1985.

## **CAPÍTULO III**

**Interação interespecífica entre os parasitóides *Telenomus remus*  
Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma pretiosum* Riley  
(Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Spodoptera  
frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

## **ABSTRACT**

**Interspecific interaction between *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs**

This work aimed at evaluating the interspecific interaction between *Trichogramma pretiosum* and *Telenomus remus*. *S. frugiperda* eggs previously parasitized by *T. remus* were offered to *T. pretiosum* and those parasitized by *T. pretiosum* were offered to *T. remus*. To study the influence of different embryonic development stages of one parasitoid onto the other's behavior, we offered *S. frugiperda* previously parasitized eggs at different embryonic development stages to the other parasitoid and vice-versa. To evaluate the competition between species it was used *S. frugiperda* eggs that were offered to the parasitoids simultaneously. The behavior of insects was observed. When *S. frugiperda* eggs were exposed to either parasitoid previously, there was no emergence of the other parasitoid. And, when the *T. remus* and *T. pretiosum* females were placed together with *S. frugiperda* eggs, it was observed a greater parasitism by *T. remus*. And, with exception of searching time, all *T. pretiosum* behaviors took a longer time than *T. remus* behaviors.

**KEYWORDS:** biological control; intraguild competition; natural enemies; parasitoids behavior; superparasitism.

## RESUMO

**Interação interespecífica entre os parasitóides *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Este trabalho teve por objetivo verificar a interação interespecífica entre os parasitóides *Trichogramma pretiosum* e *Telenomus remus*. Para tanto, posturas de *S. frugiperda* parasitadas por *T. remus* foram ofertadas a *T. pretiosum* e aquelas parasitadas por *T. pretiosum* foram ofertadas a *T. remus*. Para verificar a influência do desenvolvimento embrionário do primeiro parasitóide sobre o comportamento de parasitismo do segundo inimigo natural, ofertaram-se posturas parasitadas, mas em diferentes fases de desenvolvimento embrionário do primeiro parasitóide. Para a verificação da competição entre as espécies foram utilizadas posturas de *S. frugiperda* ofertadas aos parasitóides conjuntamente. Realizou-se a observação do comportamento das espécies. Constatou-se que quando as posturas de *S. frugiperda* foram expostas primariamente a qualquer um dos dois parasitóides estudados, não houve emergência da outra espécie, e quando as fêmeas de *T. remus* e *T. pretiosum* foram colocadas juntas sobre a mesma postura, *T. remus* predominou. Com exceção do tempo de busca, todos os demais comportamentos de *T. pretiosum* foram mais demorados quando comparados aos realizados por *T. remus*.

**PALAVRAS-CHAVE:** competição intraguilida; controle biológico; inimigos naturais; comportamento; superparasitismo.

## 1. INTRODUÇÃO

A competição interespecífica ou intraguilda pode ser definida como a interação entre duas espécies que competem pelo mesmo recurso alimentar e/ou pelo mesmo hospedeiro (ROSENHEIM et al., 1995). Pode ocorrer em diferentes níveis tróficos e tem potencial para afetar a distribuição, abundância e evolução das espécies envolvidas (POLIS et al., 1989; ARIM & MARQUET, 2004).

Quando se trata de inimigos naturais, tais interações devem ser bem estudadas, pois vários aspectos podem interferir na atuação de agentes de controle biológico (KESTER & JACKSON, 1996; BABENDREIER et al., 2003). Se um predador e/ou parasitóide generalista desenvolve preferência por outro inimigo natural, isto pode ocasionar um aumento considerável da população da praga-alvo (VENZON et al., 2001) e comprometer todo um programa de manejo integrado de pragas.

Desta forma, o estudo das relações interespecíficas existentes em uma comunidade deveria estar entre as primeiras etapas que precedem a implantação de programas de controle biológico (VILELA & PALLINI, 2002; ARIM & JAKSIC, 2005). Porém, tradicionalmente, pesquisadores tem trabalhado de forma isolada, elucidando apenas a associação entre a presa e um único predador e/ou parasitóide (ROSENHEIM, et al. 1995).

Diversos estudos têm demonstrado o potencial de agentes de controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Entre eles podem-se citar os parasitóides de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) (CRUZ, 1995; FIGUEIREDO, 2004).

Para o controle de *S. frugiperda*, já foram associadas diferentes espécies de *Trichogramma* e *T. remus* em experimentos de liberações inundativas no campo, alcançando-se parasitismo médio de 71% dos ovos da praga (ROA, 1999). No entanto, ainda não há relato a respeito da interação intraguilda que envolve estes parasitóides.

Logo, objetivou-se com este estudo, verificar a interação interespecífica entre os parasitóides *T. pretiosum* e *T. remus* e elucidar aspectos comportamentais das espécies sobre ovos de *S. frugiperda*. Visto que, características comportamentais das espécies podem influenciar no controle biológico da praga no campo e o conhecimento de tais características pode contribuir com os programas de manejo de *S. frugiperda*.

## **2. MATERIAL & MÉTODOS**

### **2.1. Multiparasitismo facultativo**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia Aplicada (APECOLAB), da UNESP/FCAV com 4 tratamentos que consistiram em:

1. posturas de *S. frugiperda* com uma camada de ovos parasitados por *T. remus* ofertadas a *T. pretiosum*;
2. posturas de *S. frugiperda* com uma camada de ovos parasitados por *T. pretiosum* ofertadas a *T. remus*;
3. posturas de *S. frugiperda* com duas camadas de ovos parasitados por *T. remus* ofertadas a *T. pretiosum*;
4. posturas de *S. frugiperda* com duas camadas de ovos parasitados por *T. pretiosum* ofertadas a *T. remus*;

As fêmeas do parasitóide *T. pretiosum* foram obtidas junto ao Laboratório de Criação de Insetos (LACRI) da EMBRAPA Milho e Sorgo. Tais fêmeas eram oriundas de uma criação realizada sobre ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) e às mesmas foram ofertados ovos de *S. frugiperda*. As fêmeas utilizadas no ensaio foram aquelas provenientes da terceira geração criada sobre ovos de *S. frugiperda*. Já as fêmeas de *T. remus* foram retiradas da criação mantida no Laboratório de Ecologia Aplicada (APECOLAB), da UNESP/FCAV e criadas sobre ovos de *S. frugiperda*.

As posturas previamente parasitadas por *T. remus* foram ofertadas a *T. pretiosum* e aquelas parasitadas por *T. pretiosum* foram ofertadas a *T. remus*. Foram utilizados então tubos de vidro (8cm de altura X 2cm de diâmetro) contendo uma fêmea de parasitóide (sem experiência de oviposição e com idade máxima de 24h) e uma postura previamente parasitada. Os parasitóides utilizados foram alimentados com mel, disponibilizado em forma de gotas na parede dos tubos.

Foi permitido que os parasitóides permanecessem em contato com as posturas durante 24h. Em seguida, as posturas foram retiradas e acondicionadas em novos tubos para avaliação do parasitismo. Os ovos foram mantidos em câmara climatizada ( $25\pm 1$  °C, UR  $70\pm 10\%$ , fotofase 12h), até a emergência dos descendentes, que logo após a morte foram separados por espécie e contados.

Com o intuito de verificar a influência do desenvolvimento embrionário do primeiro parasitóide sobre o comportamento de parasitismo do segundo inimigo natural, o procedimento descrito acima foi repetido diariamente utilizando-se 20 posturas de *S. frugiperda* previamente parasitadas, mas, a cada dia, em fase mais avançada de desenvolvimento embrionário do primeiro parasitóide.

Ou seja, posturas previamente parasitadas por *T. remus* (com uma e duas camadas) foram armazenadas e a cada 24 horas, durante 12 dias (ciclo ovo-adulto de *T. remus* a 25°C se dá em torno de 12 dias), uma amostra foi retirada e ofertada a *T. pretiosum*. O mesmo foi feito com os ovos parasitados por *T. pretiosum*, que foram ofertados a *T. remus* durante 10 dias, respeitando-se o ciclo ovo-adulto do parasitóide a 25°C.

Os dados referentes ao parasitismo de cada uma das espécies, nos diferentes estágios de desenvolvimento do parasitóide primário foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e suas médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa STAT (UNESP, Jaboticabal, SP).

## **2.2. Competição interespecífica**

Para a verificação da competição intraguilda entre as espécies foram utilizadas posturas de *S. frugiperda* com uma ou duas camadas, ofertadas aos parasitóides conjuntamente.

Foram utilizados tubos de vidro (8cm de altura X 2cm de diâmetro) contendo uma fêmea de cada parasitóide (alimentada, sem experiência de oviposição e com idade máxima de 24h) e uma postura de *S. frugiperda* com aproximadamente 100 ovos e menos de 24h de desenvolvimento embrionário. Foram utilizadas 20 posturas com uma camada de ovos e 20 posturas com duas camadas de ovos.

Foi permitido que os parasitóides permanecessem em contato com as posturas durante 24h. Em seguida, as posturas foram retiradas e acondicionadas em novos tubos para avaliação do parasitismo. Os ovos foram mantidos em câmara climatizada



( $25\pm 1$  °C, UR  $70\pm 10\%$ , fotofase 12h), até a emergência dos descendentes, que logo após a morte foram separados por espécie e contados.

Além da verificação do parasitismo, realizou-se a observação do comportamento das espécies quando reunidas sobre uma única postura de *S. frugiperda*. Para tanto foram utilizadas 20 placas de Petri (9 cm de diâmetro), contendo uma fêmea de cada parasitóide (alimentada, sem experiência de oviposição e com idade máxima de 24h) e uma postura de *S. frugiperda* com aproximadamente 50 ovos e menos de 24h de desenvolvimento embrionário.

A atividade dos parasitóides foi filmada utilizando-se câmera filmadora (Sony SSC-DC54A) acoplada a microscópio estereoscópico (Zeiss SV6) e vídeo cassete (Sony SVT-S3100). Foi realizada a observação e filmagem de cada placa por 10 minutos e foi cronometrado o tempo de oviposição de cada fêmea em 5 ovos. Além disso, foram também cronometrados: o tempo que cada fêmea levou para encontrar a postura a partir de sua liberação na placa de Petri (tempo de busca); o tempo gasto pela fêmea entre o encontro com a postura e o início da primeira oviposição; e o tempo entre o final da primeira oviposição e o início da segunda.

Os dados referentes ao parasitismo de cada uma das espécies, nos diferentes estágios de desenvolvimento do parasitóide primário e ao comportamento das mesmas foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e suas médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa STAT (UNESP, Jaboticabal, SP).

### 3. RESULTADOS

Constatou-se que quando posturas de *S. frugiperda* foram expostas primariamente a qualquer um dos dois parasitóides estudados (*T. remus* e *T. pretiosum*), não houve emergência da outra espécie, tanto em posturas com uma camada, quanto em postura com duas camadas (Tabela 1). Ou seja, não constatou-se multiparasitismo, mesmo quando o primeiro parasitóide encontrava-se nos primeiros estágios de desenvolvimento embrionário (Tabela 1).

Quando as fêmeas de *T. remus* e *T. pretiosum* foram colocadas juntas sobre as posturas de *S. frugiperda*, constatou-se predominância de parasitismo por parte de *T. remus*, independente do número de camadas existentes na postura (Figura 1). Este fato pôde ser melhor avaliado quando observou-se o comportamento das fêmeas dos parasitóides sobre os ovos do hospedeiro.

Fêmeas de *T. remus* levaram aproximadamente 4 minutos para encontrarem o hospedeiro (Tabela 2). Ao encontrar, caminhavam sobre os ovos de *S. frugiperda* e “tamborilavam” sobre os mesmos com as antenas, examinando-os. A oviposição iniciou-se rapidamente (Tabela 2). A fêmea introduzia o ovipositor no ovo e iniciava uma série de movimentos, comprimindo o abdome, abaixando e levantando as antenas rapidamente e realizando movimentos de “vai e vem” com a cabeça. Ao final do período de oviposição a fêmea retirava o ovipositor do ovo, passava o abdome sobre o mesmo e iniciava-se a busca por outro ovo. O início da próxima oviposição deu-se em torno de 5 segundos (Tabela 2). Percebeu-se também, que em alguns momentos durante a oviposição a fêmea de *T. remus* atritava as pernas posteriores contra o cório do ovo.

Tabela 1. Número de descendentes (média  $\pm$  EPM) de *Telenomus remus* e *Trichogramma pretiosum* emergidos de posturas de *S. frugiperda* com uma ou duas camadas de ovos e previamente parasitadas.

Primeiro Parasitóide	<i>Telenomus remus</i>			
	1 camada de ovos		2 camadas de ovos	
Segundo Parasitóide	<i>Trichogramma pretiosum</i>		<i>Telenomus remus</i>	
	<i>T. remus</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. remus</i>	<i>T. pretiosum</i>
Dias após o parasitismo	<i>T. remus</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. remus</i>	<i>T. pretiosum</i>
1 dia	88,8 $\pm$ 3,1 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	64,7 $\pm$ 5,1 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
2 dias	91,3 $\pm$ 3,8 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	87,4 $\pm$ 3,4 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
3 dias	87,3 $\pm$ 3,6 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	82,3 $\pm$ 3,6 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
4 dias	89,3 $\pm$ 3,3 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	75,9 $\pm$ 4,6 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
5 dias	87,1 $\pm$ 3,2 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	90,2 $\pm$ 7,1 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
6 dias	88,1 $\pm$ 2,7 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	84,6 $\pm$ 2,9 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
7 dias	94,1 $\pm$ 2,9 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	82,4 $\pm$ 3,1 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
8 dias	81,6 $\pm$ 2,9 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	79,6 $\pm$ 3,9 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
9 dias	78,4 $\pm$ 5,3 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	87,3 $\pm$ 3,5 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
10 dias	88,7 $\pm$ 3,3 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	80,2 $\pm$ 2,3 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
11 dias	74,8 $\pm$ 4,2 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	87,7 $\pm$ 1,2 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA
	<i>T. remus</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. remus</i>	<i>T. pretiosum</i>
	1 camada de ovos	2 camadas de ovos	1 camada de ovos	2 camadas de ovos
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	73,1 $\pm$ 5,4 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	57,2 $\pm$ 3,9 aB
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	70,6 $\pm$ 6,2 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	49,2 $\pm$ 5,1 aB
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	71,8 $\pm$ 6,3 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	50,8 $\pm$ 3,3 aB
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	69,8 $\pm$ 5,5 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	47,8 $\pm$ 4,2 aB
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	61,8 $\pm$ 5,5 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	36,8 $\pm$ 5,0 aB
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	73,4 $\pm$ 4,6 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	42,6 $\pm$ 6,3 aB
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	59,7 $\pm$ 4,5 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	55,9 $\pm$ 4,3 aB
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	65,4 $\pm$ 4,4 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	49,4 $\pm$ 4,8 aB
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	63,7 $\pm$ 5,2 aA	0,0 $\pm$ 0,0 bA	42,7 $\pm$ 6,2 aB
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	-	0,0 $\pm$ 0,0 bA	-
	0,0 $\pm$ 0,0 bA	-	0,0 $\pm$ 0,0 bA	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 5\%$ ) e comparam espécies diferentes, para o mesmo número de camada de ovos e primeiro parasitóide; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 5\%$ ) e comparam a mesma espécie em diferentes números de camadas de ovos e com o mesmo parasitóide primário;

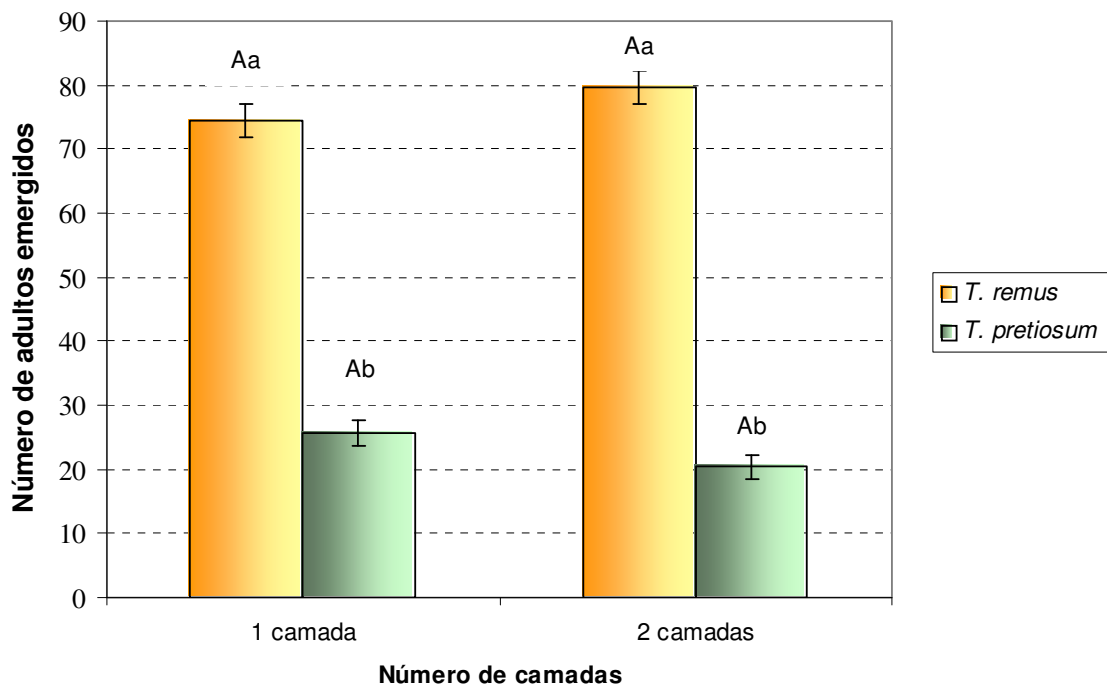


Figura 1. Número de descendentes emergidos (média  $\pm$  EPM) de posturas de *Spodoptera frugiperda*, com uma ou duas camadas de ovos, ofertadas a *Telenomus remus* e *Trichogramma pretiosum* simultaneamente. Barras sob a mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 5\%$ ), quando comparam-se espécies diferentes no mesmo no. de camadas. Barras sob a mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 5\%$ ), quando compara-se a mesma espécie em diferentes números de camadas.

Em determinados momentos, a fêmea de *T. remus* deixava a postura e ao dirigir-se para fora da massa de ovos iniciava um procedimento de “limpeza” do corpo. Passava as pernas anteriores nas antenas e na cabeça e atritava as pernas posteriores, uma contra a outra. Tal comportamento retirava as escamas de *S.*

*frugiperda* existentes sobre a postura que por ventura estivessem aderidas ao corpo do parasitóide.

Tabela 2. Tempos (média  $\pm$  EPM) relacionados ao comportamento de oviposição de *Telenomus remus* e *Trichogramma pretiosum* em posturas de *S. frugiperda* com uma ou duas camada de ovos.

Comportamento	1 camada de ovos		2 camadas de ovos	
	<i>T. remus</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. remus</i>	<i>T. pretiosum</i>
<b>Tempo de busca (min)</b>	4,59 $\pm$ 0,9 aA	6,32 $\pm$ 2,1 aA	4,35 $\pm$ 0,7 aA	8,54 $\pm$ 4,2 aA
<b>Tempo anterior à 1ª oviposição (seg)</b>	13,8 $\pm$ 0,6 aA	32,6 $\pm$ 3,7 bA	15,2 $\pm$ 0,4 aA	29,5 $\pm$ 1,4 bA
<b>Tempo de oviposição (seg)</b>	47,6 $\pm$ 5,2 aA	73,0 $\pm$ 6,2 bA	40,6 $\pm$ 3,4 aA	65,1 $\pm$ 4,7 bA
<b>Tempo entre o final da 1ª. e início da 2ª. oviposição (seg)</b>	5,9 $\pm$ 1,3 aA	21,3 $\pm$ 2,6 bA	5,2 $\pm$ 0,8 aA	14,5 $\pm$ 3,2 bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 5\%$ ) e comparam espécies diferentes, mesmo número de camada de ovos; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade e comparam a mesma espécie em diferentes números de camadas de ovos;

Em posturas com duas camadas de ovos, as fêmeas de *T. remus* mostraram-se capazes de parasitar a camada inferior. Para tanto, as fêmeas comprimiam o abdome e o posicionavam entre os ovos da camada superior. Com as pernas medianas e posteriores empurravam levemente estes ovos, abrindo assim espaço para encaixar o

corpo entre os ovos e alcançar a camada inferior. A partir deste momento foi possível visualizar apenas a cabeça, as pernas anteriores e as asas da fêmea, que encontravam-se levantadas. O restante do corpo permaneceu encoberto pelos ovos da camada superior.

Já as fêmeas de *T. pretiosum* não parasitaram ovos da camada inferior, a não ser aqueles que encontravam-se nas bordas da postura e podiam ser acessados com mais facilidade.

As fêmeas de *T. pretiosum* caminhavam sobre a postura e quando elegiam um ovo, caminhavam sobre ele em movimentos para frente e para trás, enquanto examinavam-no com as antenas. Em seguida inseriam o ovipositor e permaneciam imóveis por algum tempo. Logo em seguida iniciavam movimentos abdominais que aparentavam ser o momento da oviposição. A partir daí dava-se a retirada do ovipositor e a fêmea partia à procura de outro ovo.

Em momento algum as fêmeas deixaram a postura para “limpar-se” como as fêmeas de *T. remus*. Notou-se nas posturas com mais abundância de escamas, que estas dificultavam o caminhar de *T. pretiosum* e que a fêmea evitava as regiões da postura com maior densidade de escamas.

Com exceção do tempo de busca pela postura, todos os demais comportamentos apresentados por *T. pretiosum* foram mais demorados quando comparados aos realizados por *T. remus* (Tabela 2).

Quando as fêmeas das duas espécies se encontravam, não havia qualquer movimento brusco, ou que indicasse competição ou tentativa de afastamento uma da outra. As fêmeas tocavam-se rapidamente com as antenas e continuavam os processos de oviposição.

No momento em que a fêmea de *T. remus* encontrou um ovo já parasitado por ela mesma, evitou-o, não realizando oviposição naquele ovo. Mas, ao encontrar um ovo já parasitado por *T. pretiosum* a fêmea inseriu seu ovipositor. Contudo, acredita-se que *T. remus* não realizou oviposição, pois nas posturas previamente parasitadas por *T. pretiosum* não houve emergência de *T. remus* e, além disso, não notou-se qualquer movimento abdominal por parte da fêmea que indicasse a oviposição.

Já *T. pretiosum* ao encontrar um ovo previamente parasitado, pela própria espécie ou por *T. remus* inseriu o ovipositor no ovo, mas reduziu significativamente o tempo de permanência com o ovipositor dentro do ovo (35,4 segundos, em média) e também não realizou movimentos abdominais. Logo, acredita-se que as fêmeas examinaram internamente os ovos, mas não ovipositaram ao perceberem que os mesmo já encontravam-se parasitados.

#### **4. DISCUSSÃO**

Acredita-se que a não ocorrência de superparasitismo ou multiparasitismo entre *T. pretiosum* e *T. remus* (Tabela 1) deva-se ao processo de marcação dos ovos realizado pelos parasitóides, que tem por objetivo impedir que outros indivíduos utilizem o mesmo hospedeiro (WAAGE & HASSELL, 1982).

Fêmeas de *T. remus*, após depositarem os ovos, raspam o cório do ovo do hospedeiro com seu ovipositor (GERLING & SCHWARTZ, 1974) para evitar oviposição repetida. Tal comportamento é comum nos insetos da família Scelionidae (GAULD & BOLTON, 1988). Apesar da fêmea realizar este tipo de marcação nos ovos parasitados, GERLING & SCHWARTZ (1974) registraram que tal ação não é capaz de evitar o superparasitismo na primeira hora após a oviposição. No entanto, mesmo sob altas

densidades de fêmeas (9 fêmeas/ 100 ovos) raramente encontra-se mais de um indivíduo por ovo em condições de laboratório (CARNEIRO, 2005) e em condições de campo, mesmo nessa densidade não ocorreu superparasitismo (CARNEIRO, T. R. dados não publicados).

Entre os Trichogrammatidae pode ocorrer marcação interna ou externa dos ovos, sendo que o momento da marcação e sua ocorrência variam entre as espécies (VINSON, 1997). Marcações externas podem ser percebidas através das antenas, entretanto, para que um parasitóide perceba a marcação interna do hospedeiro deve introduzir o ovipositor (NUFIO & PAPAJ, 2001).

BESERRA & PARRA (2003) verificaram que fêmeas de *T. pretiosum* rejeitam um ovo previamente parasitado durante a avaliação interna, ou seja, após inserirem o ovipositor no ovo do hospedeiro. Os autores também relatam que não verificou-se qualquer sinal de marcação externa dos ovos por parte dos parasitóides.

A marcação externa é um hábito mais comum entre os parasitóides e tem por objetivo evitar o superparasitismo. Já a marcação interna tem grande importância na redução do hiperparasitismo (VINSON, 1976). Talvez seja por este motivo que *T. remus* realize marcação externa, pois tem por hábito evitar o superparasitismo (CAVE, 2000; WELZEN & WAAGE, 1987; GERLING & SCHWARTZ, 1974). Já *T. pretiosum* ao realizar marcação interna evita o hiperparasitismo, mas não reduz o superparasitismo, comportamento comum entre os trichogrammatídeos (VINSON, 1997).

Já foi relatado que, após depositarem os ovos, as fêmeas de *T. remus* raspam o cório do ovo do hospedeiro com seu ovipositor (GERLING & SCHWARTZ, 1974), no entanto, fato comportamento foi notado. Percebeu-se que em alguns momentos durante a oviposição a fêmea de *T. remus* atritava as pernas posteriores contra o cório do ovo,



o que poderia funcionar como uma raspagem e conseqüentemente, como marcação. Além disso, *T. remus* passa o abdome e o ovipositor rapidamente sobre o ovo do hospedeiro logo após a oviposição, o que também poderia indicar a deposição de alguma substância de marcação (semioquímico) como já descrito para outras espécies do gênero *Telenomus* (CHABI-OLAYE et al., 2001; CAVE et al., 1987) e para *Trissolcus basalís* (Hymenoptera: Scelionidae) que marca os ovos com uma substância lipídica produzida pela glândula de Dufour (ROSSI et al., 2001). No entanto, mais estudos devem ser realizados para elucidar tal comportamento em *T. remus*.

Fêmeas de *T. remus* foram capazes de parasitar as camadas inferiores da massa de ovos, como já relatado por CAVE (2000) e BUENO et al. (2008). Já as fêmeas de *T. pretiosum* não o fazem (BESERRA & PARRA, 2003, 2004), o que explica também o menor parasitismo registrado para *T. pretiosum* quando posturas com duas camadas foram ofertadas às fêmeas (Tabela 1).

O comportamento mais demorado por parte de *T. pretiosum* (Tabela 2) pode ser um dos motivos para o fato de *T. remus* ter apresentado maior número de descendentes, pois, por ser mais rápido na oviposição e na busca por ovos, *T. remus* parasitou maior número de ovos em menor tempo (Figura 1).

VINSON (1997) relata que os trichogrammatídeos examinam cuidadosamente os hospedeiros tocando-os com as antenas e que o fazem para determinar a qualidade e a quantidade de recurso disponível para assim definir o número de ovos a ser depositado. Esse comportamento, que reflete em maior gasto de tempo por parte do parasitóide, também foi notado neste estudo.

A velocidade de rejeição ou aceitação de um hospedeiro já parasitado por parte das fêmeas de parasitóides está diretamente relacionada com a maneira que as

mesmas examinam o hospedeiro e detectam substâncias de marcação (NUFIO & PAPAJ, 2001). Visto que *T. remus* identifica tais substância externamente (tocando o hospedeiro com as antenas) isto também pode lhe conferir mais velocidade, pois não há a necessidade de verificar internamente o hospedeiro.

Também deve-se considerar que *T. remus* evita o superparasitismo (CAVE, 2000; WELZEN & WAAGE, 1987; GERLING & SCHWARTZ, 1974), pois as fêmeas rejeitaram ovos parasitados por elas mesmas. E mesmo nas situações em que ocorre o superparasitismo a competição entre as larvas faz com que apenas a mais forte se desenvolva, não afetando as características biológicas do adulto (GERLING, 1972). Logo, o fato de depositar apenas um ovo/ hospedeiro pode fazer com que fêmeas de *T. remus* não examinem tão detalhadamente cada ovo de *S. frugiperda* e assim realizem a oviposição mais rapidamente.

A abundância de escamas sobre as posturas dificulta o caminhamento e reduz o parasitismo de *T. pretiosum* (BESERRA & PARRA, 2004). O que também pode ter dificultado a ação do inseto sobre os ovos de *S. frugiperda* e conferido vantagem a *T. remus*.

O fato de nenhuma das fêmeas apresentar comportamento agressivo ou agonístico em relação à outra, demonstra que fêmeas de *T. remus* toleram a presença de fêmeas de *T. pretiosum* sobre a postura e vice-versa. Assim como *T. remus* tolera a presença de outras fêmeas da mesma espécie sobre uma mesma postura (WELZEN & WAAGE, 1987; CARNEIRO, 2005).

Ao realizarem trabalho de competição entre *T. remus* e *Chelonus insularis* Cresson (Hymenoptera: Braconidae) sobre ovos de *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) EARL & GRAHAM (1984) obtiveram apenas adultos de *T.*

*remus*, mesmo nas posturas parasitadas por *C. insularis* previamente. Os autores notaram que as fêmeas de *C. insularis* evitavam os ovos parasitados por *T. remus*, entretanto, *T. remus* eliminou *C. insularis*. Os autores ainda sugerem que as larvas de *T. remus* competiram por recurso com as larvas de *C. insularis*, assim como fazem intraespecificamente, eliminando o competidor. Entretanto, estudos que envolvessem a embriologia das espécies e confirmassem tal suspeita não foram conduzidos.

Acredita-se que talvez *T. remus* não reconheça ovos parasitados por *C. insularis*, no entanto, algum tipo de marcação realizada por *T. pretiosum* permite que os ovos já parasitados sejam reconhecidos, logo, não notou-se comportamento de hiperparasitismo.

Também as condições ambientais podem influenciar na competição entre espécies de parasitóides. KFIR & VAN HAMBURG (1988) constataram que a 28º C *Trichogrammatoidea lutea* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ganha a competição com *Telenomus ullyetti* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), produzindo maior número de descendentes, sobre ovos de *Heliothis armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). No entanto, a 22º C a situação se inverte e em temperatura intermediária (25º C) nenhuma das espécies leva vantagem. Tal fato se reflete no campo, pois é comum no verão encontrar maior número de *T. lutea* e no inverno encontra-se mais indivíduos de *T. ullyetti*.

Assim, sugere-se que mais estudos sejam realizados para verificar as substâncias de marcação das espécies e uma possível competição entre as larvas, intra-hospedeiro. Estudos em campo também devem ser realizados para assim elucidar qual a interação destas espécies entre si e com os demais parasitóides e predadores de

*S. frugiperda* em condições naturais e a influência de fatores ambientais sobre o comportamento de *T. remus* e *T. pretiosum*.

## 5. CONCLUSÕES

- *T. remus* e *T. pretiosum* reconhecem ovos de *S. frugiperda* previamente parasitados por qualquer das duas espécies de parasitóides;
- Não ocorre hiperparasitismo ou multiparasitismo entre *T. remus* e *T. pretiosum*;
- *T. remus* é mais competitivo do que *T. pretiosum* na utilização de sítios de oviposição.

## 6. REFERÊNCIAS

ARIM, M. & MARQUET, P. A. Intraguild predation: a widespread interaction related to species biology. **Ecology Letters**, v. 7, p. 557–564, 2004.

ARIM, M. & JAKSIC, F. M. Productivity and food web structure: association between productivity and link richness among top predators. **Journal of Animal Ecology**, v. 74, p. 31–40, 2005.

BABENDREIER, D.; ROSTAS, M.; HÖFTE, M. C. J.; KUSKE, S.; BIGLER, F. Effects of mass releases of *Trichogramma brassicae* on predatory insects in maize **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.108, p. 115–124, 2003.

BESERRA, E. B. & PARRA, J. P. R. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 2, p. 205-209, 2003.

BESERRA, E. B. & PARRA, J. P. R. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n.1, p. 119-126, 2004.

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.

CARNEIRO, T. R. Aspectos bioecológicos da interação *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Jaboticabal: UNESP/FCAV. Dissertação: Mestrado. 56p. 2005.

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

CAVE, R. D.; GAYLOR, M. J.; BRADLEY, J. T. Host handling and recognition by *Telenomus reynoldsi* (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Geocoris* spp.

(Heteroptera: Lygaeidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.80, n.2, p. 217-223, 1987.

CHABI-OLAYE, A.; SCHULTHESS, F.; POEHLING, H. M.; BORGEMEISTER, C. Factors affecting the biology of *Telenomus isi* (Polaszek) (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of cereal stem borers in West Africa. **Biological Control**, v. 21, p. 44-54, 2001.

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

EARL, S. L. & GRAHAM, H. M. Interactions between *Chelonus insularis* Cresson and *Telenomus remus* Nixon, parasitoids of *Spodoptera exigua* (Hubner). **The Southwestern Entomologist**, v. 9, n.3, p. 326-333, 1984.

FIGUEIREDO, M. L. C. Interação de inseticidas e controle biológico natural da redução dos danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (*Zea mays*). São Carlos: UFSCAR (Tese de Doutorado), 205p. 2004.

GAULD, I. & BOLTON, B. The Hymenoptera. Oxford University Press, 332p. 1988.

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

GERLING, D & SCHWARTZ, A. Host selection by *Telenomus remus* a parasite of *Spodoptera littoralis* eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.17, p. 391-396, 1974.

KESTER, K. M. & JACKSON, D. M. When good bugs go bad: intraguild predation by *Jalysus wickhami* on the parasitoid *Cotesia congregata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 81, p. 271–276, 1996.

KFIR, R. & VAN HAMBURG, H. Interespecific competition between *Telenomus ullyetti* (Hymenoptera: Scelionidae) and *Trichogrammatoidea lutea* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitizing eggs of the cotton bollworm *Heliothis armiger* in laboratory. **Environmental Entomology**, v. 17, n.4, p. 664-670, 1988.

NUFIO, C. R. & PAPAJ, D. R. Host marking behavior in phytophagous insects and parasitoids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 99, p. 273–293, 2001.

POLIS, G. A.; MYERS, C. A.; HOLT, R. D. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. **Annual Review of Ecological Systems**, v. 20, p. 297–330, 1989.

ROA, F. G. Control biológico, microbiológico y físico de *Spodoptera frugiperda*, plaga de maíz e otros cultivos en Colombia. Colômbia: Corpoica – Relatório Técnico Final. 1999.

ROSENHEIM, J. A.; KAYA, H. K.; EHLER, L. E.; MAROIS, J. J.; JAFFEE, B. A. Intraguild predation among biological-control agents: theory and evidence. **Biological Control**, v. 5, p. 303-335, 1995.

ROSI, M. C.; ISIDORO, N.; COLAZZA, S.; BIN, F. Source of the host marking pheromone in the egg parasitoid *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 47, p. 989–995. 2001.

VENZON, M.; PALLINI, A.; JANSSEN, A. Interactions mediated by predators in arthropod food webs. **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p. 1-9, 2001.

VILELA, E. F. & PALLINI, A. Uso dos semioquímicos no controle biológico de pragas. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. (ed.). Controle Biológico no Brasil – parasitóides e predadores. Manole, São Paulo, pp. 529-542, 2002.

VINSON, S. B. Host selection by insects parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 21, p. 109-133, 1976.

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: Parra J. R. P. and Zucchi, R. A. (ed.). Trichogramma e o controle biológico aplicado. FEALQ, Piracicaba, pp.67-120. 1997.

WAAGE, J. K. & HASSEL, M. P. Parasitoids as biological control agents – a fundamental approach. **Parasitology**, v. 84, p. 241-268, 1982.



WELZEN, C. R. L. & WAAGE, J. K. Adaptive responses to local mate competition by the parasitoid *Telenomus remus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 21, p. 359-363, 1987.

## **CAPÍTULO IV**

**Interação interespecífica entre o parasitóide *Telenomus remus* Nixon  
(Hymenoptera: Scelionidae) e o predador *Doru luteipes* Scudder  
(Dermaptera: Forficulidae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E.  
Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

## ABSTRACT

**Interspecific interaction between *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) and *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs**

This work aimed at evaluating the interspecific interaction between *Telenomus remus* and *D. luteipes*. *S. frugiperda* eggs previously parasitized by *T. remus* were offered to *D. luteipes* and *D. luteipes* eggs were offered to *T. remus*. To study the influence of different embryonic development stages of the parasitoid, we offered *S. frugiperda* previously parasitized eggs at different embryonic development stages to the predator. And we offered predator eggs at different embryonic development stages to the parasitoid. The behavior of insects was observed. When *S. frugiperda* eggs were exposed to *T. remus* previously, *D. luteipes* eat the eggs until three days after parasitism. *T. remus* parasitized *D. luteipes* eggs until 48h they were laid, but only when predator females were absent.

**KEYWORDS:** biological control; intraguild competition; natural enemies; parasitoids behavior; predation.

## RESUMO

**Interação interespecífica entre o parasitóide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e o predador *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Este trabalho teve por objetivo verificar a interação interespecífica entre o parasitóide *Telenomus remus* e o predador *Doru luteipes*. Para tanto, posturas de *S. frugiperda* parasitadas por *T. remus* foram ofertadas a *D. luteipes* e ovos de *D. luteipes* foram ofertados a *T. remus*. Essa oferta levou em consideração diferentes fases do desenvolvimento embrionário do parasitóide e do predador. Constatou-se que quando as posturas de *S. frugiperda* foram expostas primariamente a *T. remus*, *D. luteipes* as consumiu, mas somente até o terceiro dia após o parasitismo. *T. remus* parasitou ovos de *D. luteipes* com até 48h de desenvolvimento embrionário, mas apenas quando as fêmeas do predador estavam ausentes. Diante disto, a interação intraguilda não parece ser um fator importante de regulação populacional destas espécies.

**PALAVRAS-CHAVE:** competição intraguilda; controle biológico; inimigos naturais; comportamento; predação.

## 1. INTRODUÇÃO

*Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) é um parasitóide eficiente de ovos de lepidópteros (CAVE, 2000) e é utilizado com sucesso em diversos países para o controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (HERNANDÉZ et al., 1989; GONZÁLEZ & ZOCCO, 1996; ROA, 1999; FERRER, 2001) e *Spodoptera litura* (L.) (Lepidoptera: Noctuidae) (SANKARAN, 1974; JOSHI et al., 1982). Este parasitóide age efetivamente sobre os ovos da lagarta-do-cartucho, parasitando inclusive aqueles das camadas internas (BUENO et al., 2008). Isto lhe confere vantagem sobre outros parasitóides de ovos, pois o inseto pode aproveitar-se integralmente da massa de ovos e não permite assim a eclosão de lagartas do hospedeiro.

No Brasil, *T. remus* foi introduzido há mais de 20 anos (PEDRASI & PARRA, 1986). Embora alguns trabalhos tenham sido realizados com esse inseto (CRUZ, 1995; FIGUEIREDO et al., 1999; BUENO et al., 2008), ainda não foi estabelecido qualquer programa de controle biológico de *S. frugiperda* utilizando *T. remus*. Tampouco sabe-se qual o impacto das liberações do parasitóide sobre o agroecossistema e quais as relações intraguildd estabelecidas com os agentes de controle biológico nativos.

Um dos mais conhecidos inimigos naturais da lagarta-do-cartucho é a tesourinha *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae). Trata-se de um predador generalista, que ocorre durante todo o ano em culturas de milho (CRUZ & OLIVEIRA, 1997) e é considerado o principal predador de *S. frugiperda* (REIS et al., 1988). Além de apresentar também grande potencial de controle de outras pragas como a lagarta-da-espiga *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) (CRUZ et al., 1995) e a

broca-do-colmo *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) (FENOGLIO & TRUMPER, 2007).

O processo de competição interespecífica pode afetar adversamente o crescimento e sobrevivência das populações envolvidas e até fazer com que uma espécie substitua a outra ou a force a procurar outro local ou utilizar outro alimento (ODUM, 1988; ARIM & MARQUET, 2004). E quando um agente de controle biológico desenvolve preferência por outro inimigo natural pode ocorrer aumento considerável da população da praga-alvo (VENZON et al., 2001).

Percebe-se, portanto, que o estudo das relações interespecíficas existentes em uma comunidade é de fundamental importância para a implantação de um programa de controle biológico de pragas. Já que tais relações podem abrir caminho para o favorecimento de parasitóides e predadores em estratégias de manejo integrado de pragas (VILELA & PALLINI, 2002).

Logo, objetivou-se com este estudo, verificar a interação interespecífica entre o parasitóide *T. remus* e o predador *D. luteipes* e elucidar aspectos comportamentais das espécies sobre ovos de *S. frugiperda*. Pois, características comportamentais dos inimigos naturais podem influenciar no controle biológico da praga no campo e o conhecimento de tais características pode contribuir com os programas de manejo de *S. frugiperda*.

## 2. MATERIAL & MÉTODOS

### 2.1. Competição interespecífica

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia Aplicada (APECOLAB), da UNESP/FCAV com 3 tratamentos que consistiram em:

1. ovos de *S. frugiperda* parasitados por *T. remus* e ofertados a *D. luteipes*;
2. ovos de *D. luteipes* ofertados a *T. remus* sem a presença da fêmea de *D. luteipes*;
3. ovos de *D. luteipes* ofertados a *T. remus* com a presença da fêmea de *D. luteipes*;

As fêmeas de *T. remus* foram retiradas da criação mantida no Laboratório de Ecologia Aplicada (APECOLAB), da UNESP/FCAV e criadas sobre ovos de *S. frugiperda*. Já os adultos de *D. luteipes* foram coletados no campo e mantidos em laboratório por 3 gerações, alimentando-se de ovos de *S. frugiperda*.

Posturas de *S. frugiperda* (com 50 ovos) parasitadas por *T. remus* foram ofertadas a *D. luteipes* em placas de Petri (5 cm de diâmetro), contendo um chumaço de algodão umedecido em água destilada. Foram utilizados 20 adultos (10 machos e 10 fêmeas) com idade máxima de 25 dias (período ovo-adulto) e mantidos por 24h em jejum. Em cada placa colocou-se um adulto de *D. luteipes* e uma postura.

Os ovos de *D. luteipes* foram ofertados a *T. remus* utilizando-se tubos de vidro (8 cm de altura X 2 cm de diâmetro) contendo uma fêmea de parasitóide (sem experiência de oviposição e com idade máxima de 24 h). Os parasitóides utilizados (20 por tratamento) foram alimentados com mel, disponibilizado em forma de gotas na parede dos tubos. Também foram ofertados ovos de *D. luteipes* a *T. remus* na presença

da fêmea de *D. luteipes*, para isso foram utilizados os mesmo padrões descritos acima, somente os tubos de vidro foram trocados por placas de Petri (5 cm de diâmetro).

Foi permitido tanto aos parasitóides como aos predadores que permanecessem em contato com as posturas durante 24 h. Em seguida, as posturas ofertadas aos parasitóides foram retiradas e acondicionadas em novos tubos para avaliação do parasitismo. Estes ovos foram mantidos em câmara climatizada ( $25\pm 1$  °C, UR  $70\pm 10\%$ , fotofase 12 h), até a emergência dos descendentes, que logo após a morte foram separados por sexo e contados. Já as posturas ofertadas aos predadores foram levadas ao microscópio estereoscópico e avaliadas quanto à predação logo após a retirada.

Com o intuito de verificar a influência do desenvolvimento embrionário do parasitóide sobre o comportamento do predador e vice-versa, o procedimento descrito acima foi repetido diariamente. Utilizaram-se posturas de *S. frugiperda* parasitadas por *T. remus* e ovos de *D. luteipes*, mas, a cada dia, em fase mais avançada de desenvolvimento embrionário.

Portanto, posturas previamente parasitadas por *T. remus* foram armazenadas e a cada 24 horas, durante 12 dias (ciclo ovo-adulto de *T. remus* a 25°C se dá em torno de 12 dias), uma amostra foi retirada e ofertada a *D. luteipes*. O mesmo foi feito com os ovos de *D. luteipes*, que foram ofertados a *T. remus* durante 5 dias, respeitando-se o período embrionário do predador a 25°C.

Os dados referentes ao parasitismo e predação de cada uma das espécies, nos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e suas médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa STAT (UNESP, Jaboticabal, SP).



## **2.2. Avaliação do comportamento**

A atividade dos insetos utilizados neste estudo foi registrada utilizando-se câmera filmadora (Sony SSC-DC54A) acoplada a microscópio estereoscópico (Zeiss SV6) e vídeo cassete (Sony SVT-S3100). Foram realizadas observação e filmagem de cada inseto (que constituiu uma repetição) por 10 minutos e foi cronometrado o tempo de oviposição de cada fêmea de *T. remus* em 5 ovos de *D. luteipes*. Além disso, foram também cronometrados: o tempo que cada fêmea de *T. remus* levou para encontrar a postura do predador a partir de sua liberação na placa de Petri (tempo de busca); o tempo gasto por *T. remus* entre o encontro com o ovo e o início da primeira oviposição; o tempo entre o final da primeira oviposição e o início da segunda.

Os dados referentes ao comportamento das espécies foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e suas médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa STAT (UNESP, Jaboticabal, SP).

## **3. RESULTADOS**

Verificou-se que *D. luteipes* alimenta-se de posturas de *S. frugiperda* parasitadas por *T. remus* contanto que estas estejam com até 3 dias após o parasitismo (Tabela 1). Já *T. remus* parasita ovos de *D. luteipes* com até 48h de desenvolvimento embrionário (Tabela 1), mas apenas quando as fêmeas do predador estão ausentes. A 25°C os parasitóides desenvolvem-se em 12 dias (ciclo ovo-adulto) nos ovos de *D. luteipes*.

Tabela 1. Porcentagem de parasitismo (média  $\pm$  EPM) de *Telenomus remus* sobre de ovos de *Doru luteipes* (com e sem a presença da fêmea do predador) e número de ovos de *Spodoptera frugiperda* parasitados por *Telenomus remus* consumidos por *D. luteipes* (média  $\pm$  EPM).

Desenvolvimento embrionário	<i>T. remus</i> sobre ovos de <i>D. luteipes</i>		<i>T. remus</i> sobre ovos de <i>D. luteipes</i> sem		<i>D. luteipes</i> sobre ovos parasitados por <i>T. remus</i>	
	com a presença da fêmea	a presença da fêmea	com a presença da fêmea	a presença da fêmea	sem	com
1 dia	0,00 $\pm$ 0,00	10,21 $\pm$ 1,15 a	0,00 $\pm$ 0,00	10,21 $\pm$ 1,15 a	36,41 $\pm$ 5,46 a	36,41 $\pm$ 5,46 a
2 dias	0,00 $\pm$ 0,00	4,67 $\pm$ 0,98 b	0,00 $\pm$ 0,00	4,67 $\pm$ 0,98 b	25,99 $\pm$ 7,82 a	25,99 $\pm$ 7,82 a
3 dias	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00 c	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00 c	21,65 $\pm$ 3,11 a	21,65 $\pm$ 3,11 a
4 dias	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00 c	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00 c	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 b
5 dias	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00 c	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00 c	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 b
6 dias	-	-	-	-	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 b
7 dias	-	-	-	-	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 b
8 dias	-	-	-	-	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 b
9 dias	-	-	-	-	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 b
10 dias	-	-	-	-	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 b
11 dias	-	-	-	-	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P $\leq$ 0,05).

Foi necessário aumentar o tempo de observação das fêmeas de *T. remus*, pois levaram aproximadamente 50 minutos para encontrarem os ovos de *D. luteipes* (Tabela 2) e aparentemente este encontro deu-se ao acaso. Quando as fêmeas do predador não estavam presentes, *T. remus* caminhava sobre os ovos e “tamborilava” sobre os mesmos com as antenas, examinando-os. A fêmea de *T. remus* então introduzia o ovipositor no ovo e mantinha-se imóvel por alguns segundos. Em seguida, iniciava a oviposição, com uma série de movimentos: comprimindo o abdome, abaixando e levantando as antenas rapidamente e realizando movimentos de “vai e vem” com a cabeça. Ao final do período de oviposição a fêmea retirava o ovipositor do ovo, e passava por diversas vezes o abdome e o ovipositor sobre o mesmo.

No entanto, quando as fêmeas de *D. luteipes* estavam presentes a oviposição não ocorreu. Pois, quando o parasitóide se aproximava dos ovos a fêmea do predador imediatamente afastava-o com um movimento brusco de suas antenas.

Tabela 2. Tempos (média  $\pm$  EPM) relacionados ao comportamento de oviposição de *Telenomus remus* sobre ovos de *Doru luteipes*

<b>Comportamento</b>	<b>Com a presença da fêmea de <i>D. luteipes</i></b>	<b>Sem a presença da fêmea de <i>D. luteipes</i></b>
<b>Tempo até o encontro com o primeiro ovo (min)</b>	48,59 $\pm$ 12,34 a	54,31 $\pm$ 18,65 a
<b>Tempo anterior à primeira oviposição (min)</b>	-	2,28 $\pm$ 0,72
<b>Tempo de oviposição (s)</b>	-	57,19 $\pm$ 12,7

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

#### 4. DISCUSSÃO

*T. remus* é conhecido por parasitar ovos de lepidópteros e especialmente de noctuídeos (CAVE, 2000) e até então não são conhecidos relatos de parasitismo deste inimigo natural em outras ordens de insetos. Uma vez que os Scelionidae apresentam número restrito de hospedeiros, os estímulos químicos são de extrema importância para os insetos dessa família (VINSON, 1997).

Substâncias voláteis provenientes das fêmeas (CARNEIRO, T. R. dados não publicados) e depositadas sobre os ovos de *S. frugiperda* (GAZIT et al., 1996; FARIA, 2001) atraem *T. remus*. Logo, a ausência de tais compostos pode ter prejudicado o processo de busca por hospedeiros e fez com que o parasitóide não fosse atraído para os ovos de *D. luteipes*.

Quando são ofertados a *T. remus* ovos de *S. frugiperda* em recipientes com o mesmo tamanho daqueles utilizados neste estudo, o parasitóide demora em média 4 minutos para localizar o hospedeiro (CARNEIRO, 2005). Já para localizar os ovos de tesourinha este tempo foi muito superior (aproximadamente 50 minutos) e as taxas de parasitismo muito pequenas (Tabela 1). Além disso, ao observar as fêmeas percebeu-se que os encontros com os ovos pareciam meramente ocasionais.

Logo, acredita-se que em situações de campo, a possibilidade que *T. remus* seja atraído e parasite ovos de *D. luteipes* é muito pequena. Pois, mesmo que o parasitóide fosse atraído, encontraria também as fêmeas de *D. luteipes*, que apresentam cuidado parental (PASINI et al., 2007) e no campo sempre estão junto aos seus ovos. As fêmeas do predador não permitem o parasitismo (Tabela 1).

A possibilidade que a presença de *D. luteipes* inviabilize o estabelecimento de *T. remus* também parece pequena, pois no presente estudo as tesourinhas não se alimentaram de ovos de *S. frugiperda* quando estes estavam parasitados por *T. remus* a mais de 3 dias (Tabela 1). De acordo com GERLING (1972) com 72 horas de desenvolvimento embrionário, a larva de *T. remus* encontra-se no segundo ínstar, é móvel e ocupa quase todo o ovo.

Fêmeas de *T. remus* marcam o ovo do hospedeiro externamente logo após à oviposição (GERLING & SCHWARTZ, 1974). Mas, aparentemente, tal marcação não é percebida por *D. luteipes*, que evita os ovos parasitados mais tarde, possivelmente por detectar alguma substância liberada pela larva do parasitóide. Tal substância deve ser liberada pela larva de segundo ínstar, pois nos três primeiros dias as tesourinhas apresentaram consumo de ovos normal para a espécie (aproximadamente 20 ovos por dia) como já registrado anteriormente por CRUZ (1995) e TIRABOSCHI (2003).

É comum que predadores ataquem ovos e lagartas parasitadas, o que pode desencadear um impacto sobre a população de parasitóides, assim como, parasitóides podem atacar ovos predadores e levar suas populações ao declínio (ROSENHEIM et al., 1995). Além disso, quando predadores evitam ovos parasitados isso obviamente reduz suas possibilidades de alimentação. Mas, aparentemente, entre *T. remus* e *D. luteipes* esta possibilidade é remota, pois mesmo que *T. remus* parasitasse um grande número de ovos de *S. frugiperda*, o predador poderia manter-se com presas alternativas, já que trata-se de um generalista.

Estudos envolvendo outros parasitóides e predadores de *S. frugiperda* devem ser desenvolvidos, assim como experimentos em campo devem ser conduzidos para que seja verificado o real impacto de possíveis liberações de *T. remus* sobre as populações

dos inimigos naturais nativos. Visto que, estes insetos não só competirão entre si, mas também pelos ovos da praga e a inserção de uma nova espécie em uma cadeia alimentar pode deslocar outra ou até desencadear um processo de extinção (HOWARTH, 1991).

## 5. CONCLUSÕES

- *T. remus* age como parasitóide de ovos de *D. luteipes* na ausência das fêmeas do predador;
- Fêmeas de *D. luteipes* impedem que *T. remus* parasitem seus ovos;
- *D. luteipes* consome ovos de *S. frugiperda* parasitados por *T. remus*, contanto que esses ovos estejam parasitados a menos de 3 dias;

## 6. REFERÊNCIAS

ARIM, M. & MARQUET, P. A. Intraguild predation: a widespread interaction related to species biology. **Ecology Letters**, v. 7, p. 557–564, 2004.

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.

CARNEIRO, T. R. Aspectos bioecológicos da interação *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Jaboticabal: UNESP/FCAV. Dissertação: Mestrado. 56p. 2005.

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

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

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, p. 273-278, 1995.

CRUZ, I. & OLIVEIRA, A. C. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* (SCUDDER) em plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 363-368. 1997.

FARIA, C. A. de. Resposta de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a voláteis de plantas e ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Dissertação (Mestrado). Viçosa : UFV, 50p. 2001.

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.

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 & Abbot) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 1975-1982, 1999.

GAZIT Y.; LEWIS, W. J.; TUMLINSON, J. H. Arrestment of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) by a kairomone associated with eggs of its host, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Biological Control**, v. 6, p. 283-290, 1996.

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

GERLING, D & SCHWARTZ, A. Host selection by *Telenomus remus* a parasite of *Spodoptera littoralis* eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.17, p. 391-396, 1974.



GONZÁLEZ, C.E. & ZOCCO, J. L. Control integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith) utilizando *Telenomus remus* (Nixon) em *Zea mays* L. **Revista de Investigación Agrícola – DANAC**, v.1, n. 1, p. 201-219, 1996.

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

HOWARTH, F. G. Environmental impacts of classical biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 485-509, 1991.

JOSHI, B. G.; SITARAMAIAH, S.; RAMAPRASAD, G. Field observations on impact of egg parasite *Telenomus remus* (Hym.:Scelionidae) on tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Lep.: Noctuidae) in tobacco nurseries in Andhra Pradesh, India. **Entomophaga**, v. 27, n. 3, p. 331 a 334, 1982.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 434p. 1988.

PASINI, A.; PARRA, J. R. P.; LOPES, J. M. Dieta artificial para a criação de *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae), predador da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, p. 308-311, 2007.

PEDRASI, T. C. & PARRA, J. P. R. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera, Scelionidae). In: X Congresso Brasileiro de Entomologia, Anais. Rio de Janeiro: SEB. p. 227. 1986.

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

ROA, F. G. Control biológico, microbiológico y físico de *Spodoptera frugiperda*, plaga de maíz e otros cultivos en Colombia. Colômbia: Corpoica – Relatório Técnico Final. 1999.

ROSENHEIM, J. A.; KAYA, H. K.; EHLER, L. E.; MAROIS, J. J.; JAFFEE, B. A. Intraguild predation among biological-control agents: theory and evidence. **Biological Control**, v. 5, p. 303-335, 1995.

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

TIRABOSCHI, L. A. **Avaliação de dietas e liberação de *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) no controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. Trabalho de Graduação em Agronomia – Jaboticabal: UNESP/FCAV, 51p. 2003.

VENZON, M.; PALLINI, A.; JANSSEN, A. Interactions mediated by predators in arthropod food webs. **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p. 1-9, 2001.

VILELA, E. F. & PALLINI, A. Uso dos semioquímicos no controle biológico de pragas. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. (ed.). Controle Biológico no Brasil – parasitóides e predadores. Manole, São Paulo, pp. 529-542, 2002.

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: Parra J. R. P. and Zucchi, R. A. (ed.). Trichogramma e o controle biológico aplicado. FEALQ, Piracicaba, pp.67-120. 1997.

## **CAPÍTULO V**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Questões relativas à diversidade vegetal em sistemas agrícolas e seus efeitos sobre insetos-praga são amplamente estudadas em diversas culturas e geralmente conclui-se que quanto maior a diversidade, menor o número de pragas e maior o número de inimigos naturais. No presente estudo, detectou-se que a diversidade vegetal influencia a dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e diminui o número de lagartas/planta, reduzindo conseqüentemente a injúria ocasionada a essas plantas. Acredita-se que tal redução deva-se à maior abundância de parasitóides nas áreas cercadas por culturas diversas.

Todavia, mesmo com a redução da injúria e o acréscimo no número de parasitóides, percebeu-se que o controle biológico natural não foi capaz de manter a praga abaixo do nível de dano econômico. Logo, sugere-se que novos estudos sejam realizados visando a integração de métodos de controle com o controle biológico natural, o que poderia vir a reduzir significativamente os danos causados pela lagarta-do-cartucho à cultura do milho.

O controle biológico aplicado com liberações de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) já foi mencionado como uma alternativa para o controle de *S. frugiperda*. No entanto, este parasitóide exótico irá interagir com os inimigos naturais nativos da praga e pode ocasionar impacto sobre as populações destes insetos, já que predomina quando compete com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e é capaz de parasitar ovos de *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae).

O conhecimento a respeito do comportamento de inimigos naturais e sua interação podem auxiliar os programas de controle biológico e deveriam estar entre as

primeiras etapas que precedem a implantação desses programas. Pois, falhas relacionadas a introduções e liberações de predadores e parasitóides podem estar associadas ao desconhecimento destes aspectos.

Logo, o conhecimento relativo ao impacto que as liberações de *T. remus* podem ocasionar sobre outros inimigos naturais de *S. frugiperda* deve ser medido em condições de campo. Assim, será possível implantar um programa de controle biológico confiável, considerando as interações entre as espécies envolvidas e a influência de tais interações sobre a dinâmica populacional da praga.