



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

**ALINE FARHAT POMARI**

**PARASITISMO DE *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA:  
SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Spodoptera* spp. (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE) PRAGAS DE ALGODÃO, MILHO E SOJA.**

---

Londrina  
2011

**ALINE FARHAT POMARI**

**PARASITISMO DE *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA:  
SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Spodoptera* spp. (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE) PRAGAS DE ALGODÃO, MILHO E SOJA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes Junior

Co-Orientador: Dr. Adeney de Freitas Bueno

Londrina  
2011

**ALINE FARHAT POMARI**

**PARASITISMO DE *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA:  
SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Spodoptera* spp. (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE) PRAGAS DE ALGODÃO, MILHO E SOJA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Adeney de Freitas Bueno  
EMBRAPA-Soja

---

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra  
Esalq/USP

---

Prof. Dra. Laila Herta Mihsfeldt  
UENP – Bandeirantes

---

Dra. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno  
FESURV – Rio Verde

---

Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes Junior  
UEL – Londrina – PR

Londrina, 24 de fevereiro de 2011.

## **DEDICATÓRIA**

Na incessante busca por conhecimentos que contribuam para a melhoria de nossa qualidade de vida, decidi trabalhar com controle biológico de insetos; uma pequena parte que auxilia o todo a fazer a diferença. Assim, dedico este trabalho a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuem para que possamos ter uma agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida e pela grande oportunidade de crescimento nesta grande escola, chamada Terra.

Aos meus pais e meu irmão, Carlos Alberto, Nabiha e Carlos Eduardo, pelo amor, companheirismo e, principalmente, por não medir esforços para que mais este sonho fosse alcançado.

Ao meu príncipe, Augusto, pela paciência, força e companheirismo que foram essenciais para a construção deste trabalho e, principalmente, por sonhar comigo e acreditar que sempre é possível.

A querida Laila Herta Mihsfeldt (mãe-científica), por ter diretamente influenciado a carreira de entomologista, devido a grande seriedade e amor com o qual exerce sua profissão.

Ao Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes Junior, pela orientação, acolhida e principalmente pelos valiosos conhecimentos transmitidos ao longo destes dois anos.

Ao Dr. Adeney de Freitas Bueno, pela oportunidade de realizar os trabalhos sob sua co-orientação, pela dedicação e principalmente, por sempre me ensinar a buscar as respostas.

A Dra. Regiane Cristina de Freitas Bueno, pela amizade, pelos conselhos e pela dedicação e auxílio na condução e redação dos experimentos.

A amiga e companheira de mestrado, Kelly, por dividir as angústias, os receios e principalmente, os sorrisos e as vitórias ao longo desta empreitada.

Aos amigos e companheiros de orientação: Adriano, Orcial e Mariana, pelo crescimento coletivo, pelos aprendizados em campo e laboratório e pelo auxílio sempre presente.

Ao Prof. Dr. José Roberto Postali Parra, por aceitar o convite para compor a banca desta dissertação.

Aos estagiários e funcionários da Embrapa-Soja: Maria Fernanda, Wagner, Sabrina, Adriele, Débora, Rose, Pavão, Elias, Nivaldo, Carneiro, Serginho e Ivailda pela amizade e auxílio nos experimentos.

Aos colegas dos laboratórios de entomologia, pelas distrações, conversas e por partilharem de alguns pensamentos e convicções.

Aos funcionários da Embrapa-Soja: pelo companheirismo e auxílio na condução

Aos professores e funcionários do programa de pós-graduação em agronomia da UEL, pelo auxílio e pelo conhecimento transmitido.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudo.

Enfim, por todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Não acredite na fé das tradições, mesmo quando elas persistirem há várias gerações e em diversos lugares. Não acredite em nada simplesmente porque é apregoadado. Não acredite na fé dos sábios do passado... Não acredite em nada com base na autoridade única de seus mestres e sacerdotes. Após examinar, acredite no que você mesmo testou e comprovou ser razoável e oriente sua conduta para isso.

Siddharta Gautama Buda

POMARI, A. F. **Parasitismo de *Telenomus remus nixon* (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) nas culturas de algodão, milho e soja.** 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi determinar as características biológicas e a capacidade de parasitismo de *T. remus*, criado em ovos de diferentes espécies do gênero *Spodoptera* e sob diferentes temperaturas; bem como a determinação do número ideal de parasitoides a ser liberado nas culturas de algodão, milho e soja e a atratividade do mesmo por estas culturas. As características biológicas foram estudadas em quatro hospedeiros, sendo eles: *Spodoptera albula*, *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*. Diante dos resultados pode-se afirmar que todos os hospedeiros estudados são aptos para o desenvolvimento de *T. remus*, além disso, a melhor faixa térmica para o seu desenvolvimento está entre 22 e 28°C e o hospedeiro que apresentou melhores resultados foi *S. frugiperda*. A capacidade de parasitismo de *T. remus* foi avaliada em três hospedeiros, sendo eles: *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*. Os resultados ilustram que *T. remus* apresenta variações no número total de ovos parasitados nas diferentes temperaturas e hospedeiros, sendo que as melhores faixas de temperaturas para o parasitismo de *T. remus* são, de 22 a 31°C para *S. cosmioides*; 19 a 25 °C para *S. eridania* e 19 a 31 °C para *S. frugiperda*. O número ideal de *T. remus* a ser liberado nas culturas de algodão, milho e soja foi analisado a partir da liberação de diferentes densidades de fêmeas do parasitoide nestas culturas. Os resultados sugerem que em algodão, as densidades de 0,267 e 0,300 fêmeas/ovo da praga, propiciam um parasitismo acima de 70% nos estágios fenológicos vegetativo e reprodutivo, respectivamente; em milho, as densidades de 0,167 e 0,133 fêmeas/ovo da praga, exercem um controle acima de 75% nos estágios fenológicos V<sub>4</sub> e V<sub>10</sub>, respectivamente; e em soja, foi observado um parasitismo acima de 75% apenas no estágio vegetativo na proporção de 0,300 fêmeas/ovo da praga. E, a fim de analisar a possível atratividade de *T. remus* por culturas de algodão, milho e soja bem como, por presença de herbivoria, foi realizado um experimento em condições de semi-campo. Os resultados indicam que, a atração do parasitoide ocorre pela presença das posturas nas plantas e não pelos voláteis específicos de cada uma delas, ou mesmo pela presença de herbivoria. Ainda, a diferença significativa apresentada entre as culturas preconiza que a arquitetura das plantas pode favorecer a localização dos ovos pelo parasitoide, sendo este um fator relevante a liberações de *T. remus* em diferentes culturas. Os resultados dos diferentes experimentos realizados neste trabalho são importantes para a implantação de um programa de controle biológico, pois, trazem conhecimentos básicos sobre a relação do parasitoide com diferentes hospedeiros e culturas estudadas.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Exigências térmicas. Hospedeiros alternativos. Manejo integrado de pragas. Parasitoide de ovos.



POMARI, A.F. **Parasitism of *Telenomus remus nixon* (Hymenoptera: Scelionidae) IN eggs of *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton, corn and soybean.** 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

### ABSTRACT

The research objective this was to determine the biological characteristics and parasitism capacity of *T. remus* reared on different *Spodoptera* species and under different temperatures, as well as determining the optimal parasitoids number to be released in cotton, corn and soybeans and the attractiveness of it for these crops. The biological characteristics were studied in four hosts, namely: *Spodoptera albula*, *S. cosmioides*, *S. eridania* and *S. frugiperda*. The work results we can affirm that all hosts are able to development *T. remus* also the best temperature range for development is between 22 and 28°C and the host that presented the best results were *S. frugiperda*. The parasitism capacity of *T. remus* was evaluated in three hosts, which were: *S. cosmioides*, *S. eridania* and *S. frugiperda*. The results illustrate that *T. remus* presents variations in the total parasitized eggs number at different temperatures and their hosts, and the best temperature range for the *T. remus* parasitism are from 22 to 31°C for *S. cosmioides*, 19 to 25°C for *S. eridania* and 19 to 31°C for *S. frugiperda*. The optimal number of *T. remus* to be released in cotton, corn and soybeans was analyzed from the different densities release of parasitoid females in these cultures. The results suggest that cotton, the densities of 0.267 and 0.300 females/egg of the pest, exert control over 70% in vegetative and reproductive phenological stages, respectively, in corn, densities of 0.167 and 0.133 females/egg of the pest, exert control over 75% in the phenological stages V<sub>4</sub> and V<sub>10</sub>, respectively, and soybean, there was a riding above 75% only in the vegetative stage in the ratio of 0,300 females/egg of the pest. And in order to analyze the possible attractiveness of *T. remus* by cotton, corn and soybeans as well as by the presence of herbivory, an experiment was performed in semi-field conditions. The results indicate that the attraction of the parasitoid caused by the presence of egg masses on plants and not specific to volatiles from each of them, or even by the herbivory presence. Still, given the significant difference between cultures that illustrates the architecture of plants can favor the location of the egg parasitoid, this being a factor in the *T. remus* releases in different cultures. The results of different experiments conducted in this study are important tools for the deployment of a biological control program, therefore bringing basic knowledge about the relationship between parasitoid hosts and with different cultures.

**Keywords:** Biological control. Thermal requirement. Alternative hosts. Pest integrated manage. Eggs parasitoids.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> – <i>S. frugiperda</i> - seta indicando “Y” invertido, presente na cápsula cefálica.....	18
<b>Figura 2.2</b> – <i>S. frugiperda</i> - Adulto fêmea.....	18
<b>Figura 2.3</b> – <i>S. frugiperda</i> - Adulto macho.....	18
<b>Figura 2.4</b> – <i>S. eridania</i> - Lagarta – setas indicando as 3 listras longitudinais amarelas, presentes no corpo do inseto .....	20
<b>Figura 2.5</b> – <i>S. eridania</i> - Adulto fêmea .....	20
<b>Figura 2.6</b> – <i>S. eridania</i> – Adulto macho.....	20
<b>Figura 2.7</b> – <i>S. cosmioides</i> - Lagarta – seta indicando faixa escura presente entre o 3° par de pernas torácicas e o 1° par de falsas-pernas abdominais .....	21
<b>Figura 2.8</b> – <i>S. cosmioides</i> – Adulto fêmea .....	21
<b>Figura 2.9</b> – <i>S. cosmioides</i> – Adulto macho.....	21
<b>Figura 2.10</b> – <i>S. albula</i> - Lagarta – seta indicando fileira dorsal de manchas triangulares pretas, com um ponto branco no centro.....	23
<b>Figura 2.11</b> – <i>S. albula</i> - Adulto fêmea .....	23
<b>Figura 2.12</b> – <i>S. albula</i> - Adulto macho.....	23
<b>Figura 2.13</b> – Fêmea de <i>T. remus</i> parasitando ovos de <i>S. frugiperda</i> .....	25
<b>Figura 5.1</b> – Parasitismo diário e acumulado de <i>Telenomus remus</i> em ovos de <i>Spodoptera cosmioides</i> em diferentes temperaturas. UR: 70±10% e fotofase de 14 h. As setas indicam 80% de parasitismo. ....	55
<b>Figura 5.2</b> – Parasitismo diário e acumulado de <i>Telenomus remus</i> em ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> em diferentes temperaturas. UR: 70±10% e fotofase de 14 h. As setas indicam 80% de parasitismo.....	56
<b>Figura 5.3</b> – Parasitismo diário e acumulado de <i>Telenomus remus</i> em ovos de <i>Spodoptera eridania</i> em diferentes temperaturas. UR: 70±10% e fotofase de 14 h. As setas indicam 80% de parasitismo.....	57
<b>Figura 6.1</b> – Postura de <i>S. frugiperda</i> grampeada na parte inferior da folha de algodão .....	70
<b>Figura 6.2</b> – Vaso com planta de algodão dentro de gaiola de armação de ferro .....	70
<b>Figura 6.3</b> – Gaiola recoberta com tecido tipo “voile” .....	70

<b>Figura 6.4</b> – Parasitismo (%) de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> colocados próximos aos cartuchos das plantas de milho, em estágio V <sub>4</sub> , sob números crescentes de indivíduos de <i>Telenomus remus</i> . .....	72
<b>Figura 6.5</b> – Parasitismo (%) de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> colocados próximos aos cartuchos das plantas de milho, em estágio V <sub>10</sub> , sob números crescentes de indivíduos de <i>Telenomus remus</i> . .....	73
<b>Figura 6.6</b> – Parasitismo (%) de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> colocados nos três terços das plantas de algodão, em estágio vegetativo, sob números crescentes de indivíduos de <i>Telenomus remus</i> . .....	73
<b>Figura 6.7</b> – Parasitismo (%) de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> colocados nos três terços das plantas de algodão, em estágio reprodutivo, sob números crescentes de indivíduos de <i>Telenomus remus</i> . .....	74
<b>Figura 6.8</b> – Parasitismo (%) de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> colocados nos três terços das plantas de soja, em estágio vegetativo, sob números crescentes de indivíduos de <i>Telenomus remus</i> . .....	74
<b>Figura 6.9</b> – Parasitismo (%) de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> colocados nos três terços das plantas de soja, em estágio reprodutivo, sob números crescentes de indivíduos de <i>Telenomus remus</i> . .....	75

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 4.1</b> –	Razão sexual de <i>Telenomus remus</i> criados em ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>S. cosmioides</i> , <i>S. eridania</i> e <i>S. albula</i> , em diferentes temperaturas. Umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h.....	40
<b>Tabela 4.2</b> –	Viabilidade (%) de <i>Telenomus remus</i> criados em ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>S. cosmioides</i> , <i>S. eridania</i> e <i>S. albula</i> , em diferentes temperaturas. Umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h.....	40
<b>Tabela 4.3</b> –	Longevidade (dias) de <i>Telenomus remus</i> criados em ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>S. cosmioides</i> , <i>S. eridania</i> e <i>S. albula</i> , em diferentes temperaturas. Umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h.....	41
<b>Tabela 4.4</b> –	Período ovo-adulto (dias) de <i>Telenomus remus</i> criados em ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>S. cosmioides</i> , <i>S. eridania</i> e <i>S. albula</i> , em diferentes temperaturas. Umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h.....	41
<b>Tabela 4.5</b> –	Equação da curva de velocidade de desenvolvimento de <i>Telenomus remus</i> em ovos de diferentes espécies de <i>Spodoptera</i> , obtida a partir do período ovo-adulto nas temperaturas de 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C, com as respectivas temperaturas base (T <sub>b</sub> ) e a constantes térmicas (K). UR: 70±10% e fotofase de 14 h. ....	42
<b>Tabela 5.1</b> –	Total de ovos parasitados por fêmeas de <i>Telenomus remus</i> em ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Spodoptera cosmioides</i> e <i>Spodoptera eridania</i> em diferentes temperaturas. UR:70±10%; fotofase: 14 h.....	58
<b>Tabela 5.2</b> –	Longevidade de fêmeas de <i>Telenomus remus</i> em ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Spodoptera cosmioides</i> e <i>Spodoptera eridania</i> em diferentes temperaturas. UR:70±10%; fotofase: 14 h. ....	58
<b>Tabela 6.1</b> –	Dados climáticos registrados através do aparelho “data logger”, durante o experimento. Londrina, 2010. ....	72

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.1	O COMPLEXO <i>Spodoptera</i> .....	17
2.1.1	<i>Spodoptera frugiperda</i> .....	17
2.1.2	<i>Spodoptera eridania</i> .....	19
2.1.3	<i>Spodoptera cosmioides</i> .....	20
2.1.4	<i>Spodoptera albula</i> .....	22
2.2	<i>Telenomus remus</i> .....	23
2.3	EFEITO DA TEMPERATURA E DOS HOSPEDEIROS NO DESENVOLVIMENTO E NA CAPACIDADE DE PARASITISMO DE <i>Telenomus remus</i> .....	25
2.4	DENSIDADE DE <i>T. remus</i> NAS CULTURAS DE ALGODÃO, MILHO E SOJA .....	27
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28
<b>4</b>	<b>ARTIGO A: CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE <i>Telenomus remus</i> Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE DIFERENTES ESPÉCIES DO GÊNERO <i>Spodoptera</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)</b> .....	34
	RESUMO .....	34
	ABSTRACT .....	35
4.1	INTRODUÇÃO .....	35
4.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	37
4.3	RESULTADOS .....	38
4.4	DISCUSSÃO .....	42
4.5	CONCLUSÕES .....	46
4.6	REFERÊNCIAS .....	46
<b>5</b>	<b>ARTIGO B: CAPACIDADE DE PARASITISMO DE <i>Telenomus remus</i> Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE ESPÉCIES DO GÊNERO <i>Spodoptera</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) SOB DIFERENTES TEMPERATURAS</b> .....	49

RESUMO .....	49
ABSTRACT .....	50
5.1 INTRODUÇÃO .....	50
5.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	52
5.3 RESULTADOS .....	53
5.4 DISCUSSÃO .....	58
5.5 CONCLUSÕES .....	61
5.6 REFERÊNCIAS .....	61

<b>6 ARTIGO C: EFEITO DA LIBERAÇÃO DE DIFERENTES DENSIDADES DE <i>Telenomus remus</i> Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) NO PARASITISMO DE OVOS DE <i>Spodoptera frugiperda</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NAS CULTURAS DO MILHO, ALGODÃO E SOJA .....</b>	<b>65</b>
RESUMO .....	65
ABSTRACT .....	66
6.1 INTRODUÇÃO .....	66
6.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	68
6.3 RESULTADOS .....	70
6.4 DISCUSSÃO .....	75
6.5 CONCLUSÕES .....	77
6.6 REFERÊNCIAS .....	78
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) apresenta grande importância por englobar várias espécies de insetos que causam danos a diversas culturas de interesse agrônomo. Cerca de metade das espécies desse gênero são pragas agrícolas, apresentando alto grau de polifagia, alimentando-se de diferentes culturas, como por exemplo, cereais e pastagens (POGUE, 2002), eucalipto (SANTOS et al., 1980) e soja (SÁ et al., 2009).

Na cultura do milho, a espécie *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) é uma das mais expressivas pragas do continente americano, provocando reduções estimadas de 15 a 34% nos rendimentos agrícolas, e 400 milhões de dólares em prejuízos econômicos anuais, devido principalmente a sua grande voracidade e a presença em todos os estágios da cultura (CRUZ et al., 1999). Além do milho, também, há registros de perdas causadas pela lagarta-do-cartucho em algodão, soja, tomate e tabaco (ANDREWS, 1980). Na cultura da soja, as espécies mais comumente encontradas são *S. cosmioides* (Walker, 1858) e *S. eridania* (Cramer, 1782), assumindo importância no início da fase reprodutiva da planta, quando além de se alimentarem das folhas, atacam também as vagens (SANTOS et al., 2005; BUENO et al., 2008; BUENO et al., 2010). No Brasil, nos estados de Mato Grosso e Goiás, estas espécies atingiram o status de pragas-chave na soja (BUENO et al., 2007). Outra espécie do gênero *Spodoptera* de importância crescente no Brasil é *S. albula* (Walker, 1857). Esta é uma espécie polífaga, que causa danos em culturas como: tomate, soja, milho, sorgo, hortaliças, algodão, ervilha e beterraba, alimentando-se de folhas e frutos, podendo causar grande desfolha e, algumas vezes, cortando os caules (SAVOIE, 1988).

Tradicionalmente, o controle destas pragas é realizado por meio de excessivas aplicações de inseticidas, ocasionando aumento no custo de produção, eliminação de agentes naturais de controle, provocarem a seleção de linhagens da praga resistentes aos inseticidas e trazer consequências indesejáveis em termos de toxicidade ao homem, aos animais e ao meio ambiente (LOGUERCIO et al., 2002). Em função desses problemas causados pelo uso abusivo e errôneo de inseticidas, estratégias mais sustentáveis, tais como o controle biológico aplicado, devem ser utilizadas (CRUZ et al., 1999).

O controle biológico aplicado visa à supressão de pragas agrícolas através de liberações de seus inimigos naturais. É um manejo biológico com boa aceitação pelos agricultores, por atuar rapidamente, semelhante aos inseticidas convencionais (PARRA et al., 2002). Entretanto, ao contrário dos inseticidas, a utilização de meios biológicos para o

controle de pragas é compatível com as demais táticas de controle, preservando os inimigos naturais já existentes nas áreas agrícolas, o que se enquadra perfeitamente na concepção do manejo integrado de pragas (MIP), onde a meta não é necessariamente a eliminação total da praga, mas sim a manutenção de sua população a níveis abaixo do nível de ação, ou seja, sem reduzir economicamente a produção da cultura, aliado a manutenção da qualidade ambiental (PARRA et al., 2002).

O controle das espécies de *Spodoptera*, citadas, é essencial para reduzir os prejuízos causados em diversas culturas, visto que a dinâmica de ocorrência desses insetos-pragas tem sido alterada. Dentre os inimigos naturais destas pragas, destacam-se os parasitoides de ovos, que apresentam boa capacidade de busca e morte da praga em estádios antes que qualquer tipo de dano seja causado à planta hospedeira (FIGUEIREDO, 1998). Ainda possuem um potencial biótico mais alto que dos predadores, por serem mais especializados na sua estrutura, especificidade pelo hospedeiro e suas características biológicas (ODUM, 1988). Em um agroecossistema, menos de 0,1% do metabolismo total de uma comunidade é representado por himenópteros parasitoides. No entanto, estes podem ter um efeito de controle proporcionalmente muito maior sobre o total do fluxo primário de energia (produção) pelo impacto de seu parasitismo sobre insetos herbívoros (ODUM, 1988).

Dentre os parasitoides de ovos, a espécie *Telenomus remus* Nixon, 1937 tem se destacado por já ter sido registrada em cinco espécies de *Spodoptera* sp. (WOJCIK et al., 1976); estar sendo utilizada em diversos países da América do Sul e Central; e por apresentar bom desempenho no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho (CAVE, 2000; VAN LENTEREN; BUENO, 2003). No entanto, poucos trabalhos têm avaliado o desempenho deste parasitoide em condições brasileiras e, para a integração de táticas de MIP no sistema agrícola são necessários rigorosos estudos das estratégias a serem implementadas. Assim, torna-se indispensável a busca de informações como: número adequado de inimigos naturais produzidos em criação massal; o momento certo para a liberação; a frequência das liberações; o número de pontos de liberação/ha; e o número ideal de parasitoides a serem liberados para proporcionar controle satisfatório da praga e minimizar os danos à cultura. Esses são alguns pontos importantes para alcançar o sucesso no controle biológico aplicado (SMITH, 1996).

Nesse contexto, os estudos desenvolvidos tiveram como objetivos conhecer as características biológicas e exigências térmicas de *T. remus* em alguns hospedeiros do gênero *Spodoptera*, como base para aperfeiçoar a sua produção em laboratório, visando liberações massais a campo; bem como, avaliar sua capacidade de procura e parasitismo



frente a diferentes hospedeiros alimentando-se de diferentes culturas, como forma de estimar o número ideal de insetos a serem liberados em campo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O COMPLEXO *Spodoptera*

O gênero *Spodoptera* Guenée, 1852 (Lepidoptera: Noctuidae) é composto por trinta espécies de distribuição cosmopolita, encontradas com maior frequência em locais de clima mais quente. Apresenta distribuição principalmente tropical e subtropical, mas algumas espécies que ocorrem nos dois hemisférios, aparecem também em regiões temperadas. O gênero é representado na região neotropical por 16 espécies (TODD; POOLE, 1980), sendo quinze delas consideradas pragas agrícolas, por apresentarem alto grau de polifagia, e alimentarem-se de importantes cultivos, como cereais, pastagens (POGUE, 2002), hortaliças (SILVA et al., 1968) e eucalipto (SANTOS et al., 1980).

#### 2.1.1 *Spodoptera frugiperda*

Esta espécie, popularmente conhecida como lagarta-do-cartucho, é uma praga polífaga, registrada em mais de 50 espécies de plantas, distribuídas em mais de 20 famílias botânicas (CRUZ, 1995). Apresenta-se como praga-chave da cultura do milho no Brasil, há muito tempo (LEIDERMAN; SAUER, 1953). Atualmente, em algumas regiões produtoras do Brasil, *S. frugiperda* pode ser também considerada praga-chave da cultura do algodão, status que adquiriu há poucas safras, pois era considerada anteriormente praga secundária, de ocorrência esporádica nesta cultura (NAGOSHI, 2009).

Os ovos são colocados em massas, em camadas sobrepostas e recobertas por uma fina e longa camada de escamas colocada pela fêmea no momento da oviposição. O número de posturas por fêmea é de no máximo treze, e um único indivíduo pode depositar até oito posturas em um só dia. A fase de ovo tem duração de 3 dias a 25°C (CRUZ, 1994). Após eclodirem, as lagartas de primeiro instar são claras passando para pardo-escuro a esverdeadas, até quase pretas. As lagartas recém-eclodidas alimentam-se inicialmente do córion dos próprios ovos, e depois das folhas mais novas, deixando-as raspadas. A lagarta neonata tece um fio de seda que é utilizado como meio de dispersão e/ou escape de inimigos naturais,

sendo esta capacidade perdida após o primeiro ínstar larval (cerca de dois dias após a eclosão). As lagartas entre o quarto e sexto ínstar fazem orifícios nas folhas podendo destruir completamente o cartucho (CRUZ, 1994; GALLO et al., 2002; PINTO et al., 2004). Ao final da fase larval, a lagarta pode atingir 50mm de comprimento, com coloração variável de pardo-escuro, verde a quase preta e apresenta um “Y” invertido na parte frontal da cabeça (Figura 2.1).

As lagartas de *S. frugiperda* apresentam canibalismo e, por esse motivo, é comum encontrar apenas uma lagarta grande por cartucho. O período larval, varia de 12 a 30 dias e ocorre dentro do cartucho da planta. Quando completamente desenvolvida, a lagarta dirige-se para o solo, onde passa por um período de pré-pupa, e após, transforma-se em pupa, com aproximadamente 15mm de comprimento. A pupa possui coloração avermelhada até quase preta e essa fase dura em torno de 10 a 12 dias (CRUZ, 1994; FIGUEIREDO et al., 2002; GALLO et al., 2002; PINTO et al., 2004). Além das folhas, as lagartas podem também alimentar-se do colmo e, em infestações tardias, do pendão floral, antes de sua saída do cartucho; ou ainda, dos estilos-estigmas, o que impede a formação dos grãos. Além disso, penetra na espiga danificando diretamente os grãos (CRUZ, 1994; PINTO et al., 2004). Das pupas, emergem as mariposas (Figuras 2.2 e 2.3), que não são ativas durante o dia, sendo sua atividade de vôo realizada próximo ao pôr-do-sol, e o acasalamento de duas a quatro horas mais tarde (CRUZ, 1994). O período de ovo até adulto varia de 22 a 63 dias (PINTO et al., 2004).



Figuras: *S. frugiperda* 2.1) Lagarta – seta indicando “Y” invertido, presente na cápsula cefálica (Foto: Bastiaan Drees); 2.2) Adulto fêmea e 2.3) Adulto macho (Fotos: Adeney F. Bueno)

### 2.1.2 *Spodoptera eridania*

Esta espécie é nativa dos trópicos americanos, sendo encontrada na América Central e do Sul sendo que nos EUA ocorre principalmente nos estados do sudeste, mas também a oeste, chegando aos estados do Kansas e Novo México (CAPINERA, 2005). No Brasil, *S. eridania* já foi encontrada em diversos cultivos. No estado de Santa Catarina foram observados elevados níveis de danos em frutos e folhas de macieira (NORA; REIS FILHO, 1988). No algodão, esta lagarta ocorre desde a emergência até a maturação atacando as flores e maçãs, causando danos semelhantes aos da lagarta-de-maçã, mas também podem destruir folhas e perfurar as hastes na ausência de maçãs (GALLO et al., 2002). Nas regiões de cultivo do Cerrado, *S. eridania* tem sido encontrada em áreas cultivadas com algodão, vizinhas de lavouras de soja. As lagartas migram das lavouras de soja em final de ciclo para plantas invasoras como a corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), onde causam alto índice de desfolha. A corda-de-viola é uma das plantas invasoras de larga ocorrência nas regiões do Cerrado, onde permanecem na área por um período maior do que as plantas cultivadas. Assim, acredita-se que a disponibilidade de hospedeiros pode estar favorecendo o desenvolvimento de *S. eridania* (SANTOS et al., 2005). As lagartas de *S. eridania* tornaram-se bastante comuns na cultura da soja assumindo importância, geralmente, a partir do início da fase reprodutiva da cultura, quando além de se alimentar das folhas, atacam também as vagens da planta (SANTOS et al. 2005, BUENO et al. 2008, BUENO et al. 2010).

Os ovos são colocados em massas irregulares contendo de 30 a 300 ovos, em camadas sobrepostas, normalmente duas, e recobertas com escamas que caem das asas das fêmeas durante a oviposição (SANTOS, 2007). Inicialmente, os ovos possuem coloração esverdeada, tornando-se marrons antes da eclosão. Ao eclodirem, as lagartas são verdes, com cabeça preta, permanecendo com um tom esverdeado durante todo o seu desenvolvimento (SANTOS et al., 2003). Nos primeiros estádios de desenvolvimento, as lagartas apresentam quatro pontos escuros sobre o dorso na parte mediana do corpo. A partir do 3º ínstar, as lagartas apresentam 3 listras longitudinais amareladas, duas laterais e uma dorsal (Figura 2.4). Ao fim do ciclo larval, as lagartas migram para o solo onde se transformam em pupa. Os adultos de *S. eridania* possuem entre as nervuras radial e mediana um ponto ou uma tarja preta longitudinal ao corpo do inseto em cada asa anterior (Figura 2.5 e 2.6) (GALLO et al., 2002; LEVY; HABECK, 1976; SANTOS et al., 2003; ZENKER et al., 2007). O período larval de *S. eridania* apresenta duração de 14 a 20 dias e entre seis e sete ínstaes em

temperaturas de 25 a 27°C (PARRA et al., 1977; MATTANA; FOERSTER, 1988; SANTOS et al., 2005; CAPINERA, 2001).



Figuras: *S. eridania* 2.4) Lagarta – setas indicando as 3 listras longitudinais amarelas, presentes no corpo do inseto; 2.5) Adulto fêmea e 2.6) Adulto macho (Fotos: Adeney F. Bueno)

### 2.1.3 *Spodoptera cosmioides*

Originalmente descrita no gênero *Prodenia* Guenée, 1852, foi considerada sinonímia de *S. latifascia* (Walker, 1856) desde o início do século XX por Hampson (1909) até 1997 quando estudos sobre a morfologia da genitália, feromônios e DNA mitocondrial de um complexo de espécies neotropical do gênero revalidaram sua identidade específica. A distribuição desta espécie restringe-se à América do Sul, com exceções do sul da Argentina, Chile e de regiões do Peru situadas a oeste dos Andes, já *S. latifascia* é encontrada na América Central e América do Norte (Antilhas) (SILVAIN; LALANNE-CASSOU, 1997).

As lagartas de *S. cosmioides* possuem alto grau de polifagia, alimentando-se de grande número de plantas de interesse econômico como amendoim, alfafa, arroz, aspargo, algodão, aveia, batata inglesa, berinjela, beterraba, cafeeiro, cebola, couve, nabo, ervilha, feijão, gerânio, girassol, eucalipto, fumo, fumo-cheiroso, linho, macieira, milho, pimentão, soja, sorgo, tomate e trigo (BAVARESCO et al., 2004; PASTRANA, 2004; SPECHT et al., 2004). Entretanto, apesar da ampla gama de hospedeiros, sua ocorrência como praga é relatada em apenas algumas culturas, e geralmente relacionada a desequilíbrios provocados pelo uso excessivo de inseticidas de amplo espectro (HABIB et al., 1983).

Nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, surtos da praga causaram severos danos em culturas como o algodoeiro e a soja. Em Santa Catarina foram relatados danos elevados de *S. cosmioides* e *Spodoptera eridania* em folhas e frutos de

macieira (NORA; REIS FILHO, 1988). Essas duas espécies também formam o principal grupo de lagartas que atacam vagens de soja, assumindo importância a partir do início da fase reprodutiva da cultura (GAZZONI; YORINORI, 1995).

Os ovos possuem coloração escura, quase preta. São colocados em massas irregulares, com camadas sobrepostas, normalmente de 2 a 3, de aproximadamente 100 ovos (SANTOS, 2007). As lagartas, ao eclodirem, tendem ao marrom, possuindo cabeça preta. Nos primeiros estádios de desenvolvimento apresentam um tom pardo-negro-acinzentado, com 3 listras longitudinais alaranjadas, sendo uma dorsal e duas laterais com pontos brancos. Acima dos pontos brancos estão presentes triângulos pretos apontando para o dorso do inseto. Lagartas desenvolvidas são pardas e apresentam uma faixa mais escura entre o 3º. par de pernas torácicas e o 1º. par de falsas-pernas abdominais e dois pontos negros na extremidade final do abdome (Figura 2.7) (GALLO et al., 2002; LEVY; HABECK, 1976; SANTOS et al., 2003; ZENKER et al., 2007). Adultos de *S. cosmioides* possuem as asas anteriores cinza-clara, mosqueadas longitudinalmente e margeadas por uma franja, enquanto que as asas posteriores são de cor branca-pérola com franja (Figuras 2.8 e 2.9) (SANTOS et al., 2003).

O período larval varia de 13,4 a 28 dias em temperaturas entre 22,3 e 30,4 °C (HABIB et al., 1983; BAVARESCO et al., 2002; BAVARESCO et al., 2003). De quatro a oito ínstaes são citados para a espécie, nas temperaturas mencionadas (SANTOS et al., 1980; HABIB et al., 1983; BAVARESCO et al., 2002; BAVARESCO et al., 2003).



Figuras: *S. cosmioides* 2.7) Lagarta – seta indicando faixa escura presente entre o 3º par de pernas torácicas e o 1º par de falsas-pernas abdominais 2.8) Adulto fêmea e 2.9) Adulto macho (Fotos: Adeney F. Bueno)

#### 2.1.4 *Spodoptera albula*

A espécie *S. albula*, que até 1989 era citada como *S. sunia*, ocorre no Brasil (ZUCCHI; SILVEIRA NETO, não publicado), norte do Chile, Peru, Colômbia, Guiana Francesa, Nicarágua, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Cuba, Porto Rico, Antilhas (Saint Kitts) e EUA (Flórida) (ÂNGULO; JANA, 1982; ARMSTRONG, 1994; HALLMAN, 1983; HEPPNER, 1998; LALANNE CASSOU et al., 1994; PASSOA, 1991). Esta espécie é muito próxima de *Spodoptera eridania* e sua identificação específica depende do exame de genitália.

*S. albula* é uma espécie polífaga, registrada na literatura como praga de tomate, soja, milho, sorgo, hortaliças, algodão, ervilha e beterraba, alimentando-se de folhas e frutos, podendo causar alta intensidade de desfolha e, algumas vezes, cortando os caules (SAVOIE, 1988). É considerada uma das pragas mais importantes do algodoeiro na região oeste da Nicarágua (SAVOIE, 1988). No Brasil, foi registrada primeiramente em amendoim, e a alta infestação na safra 99/00 e sua reincidência na safra seguinte, demonstram seu potencial como praga dessa cultura no Estado de São Paulo, onde já houve necessidade de controle químico (TEIXEIRA et al., 2001). As lagartas novas raspam as folhas e as mais desenvolvidas destroem-nas completamente. Essas lagartas têm hábitos noturnos e escondem-se no solo sob as plantas. As plantas de amendoim por apresentarem porte baixo e grande massa foliar, dificultam a penetração dos inseticidas e seu contato com as lagartas, reduzindo a eficiência do controle da praga. O manejo dessa espécie deve ter um enfoque mais ecológico, por se tratar de uma das pragas mais tolerantes aos inseticidas sintéticos (TEIXEIRA, 2001), sendo o controle biológico uma alternativa para este manejo.

As mariposas adultas medem de 26 a 37 mm de envergadura, as asas anteriores e corpo são acinzentados e as asas posteriores são brancas (Figuras 2.11 e 2.12). A característica marcante desta espécie é a presença de uma faixa longitudinal escura na base da asa anterior. As lagartas variam de preto-acinzentadas a castanho-acinzentadas, com duas fileiras dorsais de manchas triangulares pretas ou escuras, cada uma delas com um ponto branco no centro (Figura 2.10). Linha subspiracular ausente ou fraca. Linhas dorsal e subdorsal frequentemente amarela brilhante, vermelha ou laranja, podendo ser fracamente marcada. Cabeça castanha com manchas pretas (KING; SAUNDERS, 1984).



Figuras: *S. albula* 2.10) Lagarta – seta indicando fileira dorsal de manchas triângulares pretas, com um ponto branco no centro 2.11) Adulto fêmea e 2.12) Adulto macho (Fotos: Adeney F. Bueno)

## 2.2 *Telenomus remus*

Nixon (1937) descreveu indivíduos de *Telenomus remus* (Figura 2.13) que emergiram de ovos de *Spodoptera* spp, coletados em Sarawak, Malásia (CAVE, 2000). A espécie já foi observada parasitando cinco espécies de *Spodoptera*. Cada fêmea, durante sua vida, é capaz de produzir cerca de 270 parasitoides (MORALES et al., 2000) e realiza a oviposição de apenas um ovo por ovo do hospedeiro, sendo o superparasitismo raro nessa espécie (CAVE, 2000); porém, em laboratório o superparasitismo foi observado, mas a mortalidade pela competição larval e/ou pela limitação nutricional do ovo permite somente que uma larva de *T. remus* complete o desenvolvimento (CAVE, 2000). Somente ovos com até 72 horas de idade são parasitados (DASS; PARSHAD, 1984), porém a temperatura influencia diretamente o desenvolvimentos dos ovos, modificando assim a idade limite de parasitismo.

A duração do período do estágio de ovo varia de 10 horas a 30°C (HERNÁNDEZ; DÍAZ, 1996) a 18-24 horas a 15,5°C (GÓMEZ DE PICHÓ, 1987). O período de desenvolvimento de ovo a adulto varia de 7 (34°C) a 13,7 dias (23°C) (GAUTUM, 1986). Já Figueiredo e Cruz (1995) constataram que a longevidade média do parasitoide criado em ovos de *S. frugiperda* a 25°C, fotofase de 12 horas e UR de 70±10% é de 8,7 e 11,2 dias para fêmeas e machos, respectivamente. Cruz e Figueiredo (1994) observaram capacidade máxima de parasitismo de 239 ovos/fêmea, com média diária de 39,9, variando de 31 a 48 ovos de *S. frugiperda*. Após o parasitismo, os ovos apresentam-se enegrecidos depois de aproximadamente quatro dias, permanecendo essa coloração mesmo com a saída do parasitoide. A duração do estágio de pupa varia de 112 horas a 30°C (HERNÁNDEZ; DÍAZ, 1996) para 15 dias a 15,5°C (GÓMEZ DE PICHÓ, 1987).



Este parasitoide apresenta preferência por ovos de noctuídeos, embora ovos de algumas espécies de lepidópteros pertencentes às famílias Pyralidae e Arctiidae também possam ser parasitados (CAVE, 2000). O seu estabelecimento em ovos de *S. frugiperda* ocorreu de maneira efetiva em Barbados e Montserrat (América Central), regiões de clima tropical. Esse parasitoide tem sido utilizado em larga escala em programas de manejo de pragas na Venezuela, por meio de liberações inundativas em áreas de milho, obtendo índice de parasitismo de até 90% (HERNÁNDEZ et al., 1989; GONZÁLEZ; ZOCCO, 1996; FERRER, 2001). No Brasil, o inseto foi introduzido pelo Dr. F.D. Bennett (Commonwealth Institute of Biological Control), por meio do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, para desenvolvimento de pesquisas visando controle de *S. frugiperda* (PEDRASI; PARRA, 1986).

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de avaliar a eficiência de parasitismo de *T. remus* sobre os ovos de *S. frugiperda* no mundo (JOSHI et al., 1976; GUPTA; PAWAR, 1985; MORALES et al., 2000). A capacidade de *T. remus* de 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 *S. frugiperda*, *S. latifascia* (Walker), *S. exigua* (Hubner) e *S. eridania*. Na Venezuela, foram observadas de 60 a 80% das posturas da praga parasitadas a 100 metros do ponto de liberação de 5000 parasitoides. Ainda foi relatado o uso de *T. remus* combinado com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no controle da lagarta-do-cartucho em aproximadamente 1.600 ha de milho (FERRER, 2001). Na Colômbia, para controle de *Spodoptera* spp., foram liberados cerca de 15 milhões de parasitoides em 627 ha de arroz, 507 ha de milho, 490 ha de algodão, 350 ha de soja e 50 ha de sorgo, em um total de 2024 ha. Nesta ocasião, o parasitismo sobre os ovos da praga variou entre 50 a 80% (SIABATO, 1995). Ainda, após a liberação entre 33.000 e 100.000 adultos de *T. remus* por hectare, associados à *Trichogramma atopovirilia* e *T. exiguum*, foi observado que as três espécies podem interagir, alcançando parasitismo médio de 71% dos ovos de *S. frugiperda*. Porém, *T. remus* apresentou maior agressividade e capacidade de busca e, nas áreas onde ocorreu apenas liberação desta espécie observou-se maior efetividade na redução da praga, quando comparado às liberações das espécies de *Trichogramma* (ROA, 1999).

No Brasil, as pesquisas com este parasitoide ainda são escassas. Em campo, pode-se citar apenas os trabalhos desenvolvidos pela Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, onde os pesquisadores constataram que o parasitoide se dispersa uniformemente atingindo um raio de até 20m após 24h de liberação. Observou-se ainda que uma única liberação de 150.000 a 200.000 adultos de *T. remus*/ha parasitaram de 65 a 73% das posturas, respectivamente, para um índice de 20% de plantas infestadas, concluindo que o parasitoide é

efetivo no controle da praga, e pode ser utilizado em programa de manejo integrado de pragas (MIP) na cultura do milho, em condições brasileiras (FIGUEIREDO et al., 1999 e 2002).



**Figura 2.13** – Fêmea de *T. remus* parasitando ovos de *S. frugiperda*  
**Foto:** Adair Carneiro

### 2.3 EFEITO DA TEMPERATURA E DOS HOSPEDEIROS NO DESENVOLVIMENTO E NA CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *Telenomus remus*

Considerando que *T. remus* é um agente potencial de controle biológico para o gênero *Spodoptera*, torna-se importante o desenvolvimento de pesquisas básicas, visando conhecer o comportamento deste inseto sob condições ambientais brasileiras e em diferentes hospedeiros, adquirindo assim conhecimentos básicos para desenvolver um programa de manejo integrado de pragas (FIGUEIREDO et al., 1999 e 2002).

Vários fatores abióticos influenciam no desenvolvimento dos insetos: pluviosidade, umidade relativa do ar e da superfície da folha, radiação solar, velocidade e direção do vento. A temperatura é o fator que exerce maior influência sobre diversos aspectos biológicos em insetos, tais como: tipo de reprodução, parasitismo, duração do desenvolvimento, razão sexual, emergência e longevidade (HARRISON et al., 1985). Dentre esses fatores, a temperatura e a umidade relativa podem ser considerados os mais importantes para o desenvolvimento de *T. remus* (CAVE, 2000). Gupta e Pawar (1985) obtiveram níveis de parasitismo maiores que 90% somente quando a umidade relativa era maior que 50% nas

temperaturas de 25-31°C. O maior parasitismo ocorreu nas temperaturas de 27°C e umidade relativa de 75% (GAUTUM, 1986). Ainda, BUENO et al. (2008), constataram níveis de parasitismo acima de 99% nas temperaturas entre 20 e 31°C, e que o período ovo-adulto apresentou relação inversa ao aumento da temperatura.

As necessidades térmicas podem ser expressas pela constante térmica (K), representada em graus-dias, baseada na hipótese de que a duração do ciclo de desenvolvimento dos insetos é definida pelo somatório da temperatura, calculado a partir de um limiar térmico inferior (temperatura base) (PARRA, 1997). O estudo das exigências térmicas para as pragas e parasitoides é importante por fornecer informações como a temperatura ótima para seu desenvolvimento; permitir o melhor sincronismo das criações do hospedeiro e do parasitoide; bem como, estimar o número de gerações desse inseto para determinada área produtora. Esses conhecimentos são de fundamental importância para a elaboração de programas de MIP (PRATISSOLI; PARRA, 2000).

O estudo da capacidade de parasitismo de parasitoides em função da temperatura é básico para a implantação de programas de MIP, visto que cada espécie possui um comportamento diferenciado, que pode variar de acordo com suas características intrínsecas, proporcionando uma maior ou menor adequação a um determinado ambiente (BLEICHER; PARRA, 1990). A capacidade de parasitismo de *T. remus* em ovos de *S. frugiperda* já foi estudada por Bueno et al (2008), onde o maior número de ovos parasitados foi observado nas temperaturas de 25 e 28°C. Porém ainda não há estudos avaliando a capacidade de parasitismo de *T. remus* em ovos de outras espécies do gênero *Spodoptera* de importância crescente como *S. cosmioides* e *S. eridania*.

O conhecimento da biologia de *T. remus* em diferentes hospedeiros é fundamental para estabelecer criações massais no melhor hospedeiro e ainda, determinar a capacidade de busca e parasitismo nas diferentes espécies. A multiplicação deste parasitoide em diferentes hospedeiros tem sido estudada por muitos pesquisadores de diversos países, nos últimos 20 anos. Como exemplo pode-se citar que na Índia, ovos de *S. litura* (JOSHI et al, 1976; GUPTA; PAWAR, 1985), *Agrotis biconica* Kollar (Nocutidae) (GAUTUM; GUPTA, 1994) e *Corcyra cephalonica* Stainton (Pyralidae) (KUMAR et al., 1986) tem sido utilizados como hospedeiros de *T. remus* (CAVE, 2000).

#### 2.4 DENSIDADE DE *T. remus* NAS CULTURAS DE ALGODÃO, MILHO E SOJA

Para o sucesso de um programa de controle biológico é importante a escolha adequada de uma espécie de inimigo natural a ser utilizada. Devido ao grande número de espécies e linhagens de parasitoides, existem diferenças que podem alterar sua eficiência no controle de uma determinada praga. Essas diferenças variam em relação à sua preferência por hospedeiros, culturas (reconhecimento e aceitação), no comportamento de busca (localização do hábitat e hospedeiro) e na tolerância às condições ambientais (HASSAN, 1989).

Elevados níveis de parasitismo são obtidos em áreas com um grande número de ovos do hospedeiros, embora em alguns casos estas resposta não seja alcançada (YU et al., 1984; YU; BYERS, 1994). Deste modo, torna-se importante o conhecimento da quantidade de parasitoides a ser liberada e os pontos a serem distribuídos de acordo com a infestação do hospedeiro (FIGUEIREDO, 2002). Para determinar a quantidade de parasitoides a ser liberado nas diferentes culturas utilizou-se gaiolas recobertas com tecido tipo “voile”, seguindo a mesma metodologia empregada para estudos com *Trighogramma* sp, onde Molina e Parra (2006) constataram uma proporção estimada em 36 parasitoides por ovo de *Gymnandrosoma aurantianum* (Lepidoptera: Tortricidae) para um controle eficaz. Ainda, a arquitetura das diferentes espécies de plantas e seu estágio fenológico podem afetar o comportamento de busca do parasitoide pelo seu hospedeiro, tornando relevante os estudos sobre a preferência e capacidade de busca de *T. remus* pelo hospedeiro nos diferentes estágios fenológicos de cada cultura, em que se pretenda utilizá-lo como parte de um programa de MIP.

### 3 REFERÊNCIAS

- ANDREWS, K.L. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and neighboring areas. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.63, p.456-467, 1980.
- ÂNGULO, A.O.; JANA, S. C. The pupa of *Spodoptera* Guenée, 1852, in the north of Chile (Lepidoptera: Noctuidae). **Agricultura Técnica**, Santiago de Chile, v.42 p.347-349, 1982.
- ARMSTRONG, A.M. *Spodoptera sunia* (Guenée) [*S. albula*] (Lepidoptera: Noctuidae): a new record of attack on cabbage in Puerto Rico. **J. Agricultural University**, Puerto Rico, v.78, p.67-68, 1994.
- BAVARESCO, A. et al. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.993-998, 2003.
- BAVARESCO, A. et al. Biologia e exigências térmicas de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.1, p.49-54, 2002.
- BAVARESCO, A. et al. Adequação de uma dieta artificial para criação de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.2, p.155-161, 2004.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argilacea*. II. Tabela de vida de fertilidade e parasitismo de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, p. 207-214, 1990.
- BUENO, R.C.O.F. et al. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.1-6, 2008.
- BUENO, R.C.O.F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brasilian Archives of Biology and Tecnology**, Curitiba, v.53, n.1, p. 133-139, 2010.
- BUENO, R.C.O.F. et al. Sem barreira. **Revista Cultivar**, Pelotas, v.55, p.12-15, 2007.
- CAPINERA, J.L. Distribution, Description and Life Cycle, Host Plant, Damage, Natural enemies. **University of Florida**. Department of Entomology and Nematology. Publication: August 1999. Revised: November 2005, EENY – 106. **In:** [http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/southern\\_armyworm.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/southern_armyworm.htm)
- CAPINERA, J.L. **Handbook of vegetable pests**. San Diego: Academic Press, 2001. 729p.
- CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**, Dordrecht, v.21, n.1, p. 21-26, 2000.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C. Estudos preliminares do parasitoide *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.

CRUZ, I. et al. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v.45, p.293-296, 1999.

DASS, R.; PARSHAD, B. Influence of age of *Spodoptera litura* (Fabricius) egg on parasitism by *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Entomological Research**, New Delhi, v.7, p.18-20, 1984.

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

FIGUEIREDO, M.L.C. **Potencial de controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae)**. 1998. 76 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I. Efeito da temperatura sobre alguns aspectos biológicos de *Telenomus* sp. criado em ovos de *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu, MG. **Resumos...** p.383, 1995.

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

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

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GAUTUM, 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**, New Delhi, v.8, p.89-92, 1986.

GAUTUM, R.D.; GUPTA, T. Mass-multiplication of the cutworm, *Agrotis spinifera* (Hubner). **Annals of Agricultural Research**, New Delhi, v.15, p.64-69, 1994.

GAZZONI, D.L.; J.T. YORINORI. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: EMBRAPA - SPI, 1995. 128p. (Manuais de Identificação de Pragas e Doenças, 1)

GÓMEZ DE PICHÓ, H. Biología de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Peruana de Entomología**, Lima, v.30, p.29-32, 1987.

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.

- GUPTA, M.; PAWAR, A.D. Multiplicatin of *Telenomus remus* Nixon on *Spodoptera litura* (Fabricius) reared on artificial diet. **Journal of Advanced Zoology**, Gorakhpur, v.6, p.13-17, 1985.
- HABIB, M.E.M.; PALEARI, L.M.; AMARAL, M.E.C. Effect of three larval diets on the development of the armyworm, *Spodoptera latifascia* Walk., 1856 (Noctuidae, Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v.1, n.3, p.177-182, 1983.
- HALLMAN, G. Arthropods associated with soybean in Tolima. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafe de Bogota, v.9, p.55-59, 1983.
- HARRISON, W.W.; KING, E.G.; OUZTS, J.D. Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperatures regimes. **Environmental Entomology**, College Park, v.14, n.2, p.118-121, 1985.
- HASSAN, S. A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lep.: Tortricidae). **Entomophaga**, Paris, v.34, p.19-27, 1989.
- HEPPNER, J.B. *Spodoptera* armyworms in Florida (Lepidoptera: Noctuidae). **Entomology Circular**, Gainesville, v.390, p.1-5, 1998.
- HERNÁNDEZ, D.; DÍAZ, F. Efecto de La temperatura sobre El desarrollo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, Caracas, v.11, p.149-153, 1996.
- HERNÁNDEZ, D.; FERRER, F.; LINARES, B. Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) em Yaritagua, Venezuela. **Agronomia Tropical**, Maracay, v.39, p.199-205, 1989.
- JOSHI, B.G. et al. Some observations of *Telenomus remus* Nixon, an egg parasite of the tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (F.). **Tobacco Research, Caracas**, v.2, p.236-238, 1976.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. The Invertebrate Pests of Annual Food Crops in Central America. **Overseas Development Administration**, London, 166 p, 1984.
- KUMAR, D.A.; PAWAR, A.D.; DIVAKAR, B.J. Mass multiplication of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) to Biological Control of Crop Pest and Weeds, **Punjab Agricultural University**, Lundhiana, p.27-30, October 1980.
- LALANNE C, B., J.F. SILVAIN, L. MONTI, C. M. Description of a new species of *Spodoptera* from French Guiana: *S. descoinsi* (Lepidoptera: Noctuidae: Amphipyriinae), discovered with the help of sex attractants. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.30, p.25-32. 1994.
- LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abbot e Smith, 1797). **O Biológico**, São Paulo, v.19, n.16, p.105-113, 1953.

LEVY, R.; HABECK, D.H. Descriptions of the larvae of *Spodoptera sunia* and *S. latifascia* with a key to the mature *Spodoptera* larvae of the eastern United States (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.69, p. 585-588, 1976.

LOGUERCIO, L.L.; CARNEIRO, N.P.; CARNEIRO, A.A. Milho Bt. **Revista Biotecnologia**, Sete Lagoas, v.4, n.24, p.46-52, jan./fev. 2002.

MATTANA, A.L.; FOERSTER, L.A. Ciclo de vida de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) em um novo hospedeiro, Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benthham) (Leguminosae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.17, p.173-183, 1988.

MOLINA, R.M. SILVA; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e determinação do número de parasitoides a ser liberado para o controle de *Gynandrosoma aurantianum* Lima (Lepidoptera: Tortricidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.50, n.4, p.534-539, 2006.

MORALES, J. et al. Patrón de emergencia, longevidad, parasitismo y proporción sexual de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) com relación al cogollero del maíz. **Bioagro**, Viçosa, v.12, n.2, p.47-54, 2000.

NAGOSHI, R.N. Can the amount of corn acreage predict fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation levels in nearby cotton? **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.102, p.210-218, 2009.

NORA, I.; REIS FILHO, W. Damange to apple (*Malus domestica*, Bork) caused by *Spodoptera spp.* (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta horticultrurae**, The Hague, v.232 p.209-212, 1988.

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

PARRA, J.R.P. et al. **Controle Biológico no Brasil**: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 1-16.

PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para a produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 1997. p. 121-150.

PARRA, J.R.P.; PRECETI, A.A.C.M.; KARSTEN, JR., P. Aspectos biológicos de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja e algodão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.6, p.147-155, 1977.

PASSOA, S. Color identification of economically important *Spodoptera* larvae in Honduras (Lepidoptera: Noctuidae). **Insecta Mundi**, Gainesville, v.5, p.185-195, 1991.

PASTRANA, J.A. Los lepidópteros argentinos sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimentícios. **Revista de La Sociedad Entomológica Argentina**, Buenos Aires, 350 p, 2004.



- PEDRASI, T.C.; PARRA, J.R.P. 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.
- PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. **Guia ilustrado e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: ESALQ/USP, 2004.
- POGUE, G.M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, Philadelphia, v.43, p.1-202, 2002.
- PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* RILEY, criado em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 1281-1288, 2000.
- ROA, F.G. **Control biológico, microbiológico y físico de *Spodoptera frugiperda*, plaga de maíz e otros cultivos em Colombia**. Colômbia: Corpoica – Relatório Técnico Final, 1999.
- SÁ, V.G.M. et al. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.38, p.108-115, 2009.
- SANTOS, G.P.; COSENZA, G.W.; ALBINO, J.C. Biologia de *Spodoptera latifascia* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre folhas de eucalipto. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.24, p.153-155, 1980.
- SANTOS, K.B.; NEVES, P.M.O.J.; MENEGUIM, A.M. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.6, p.903-910, 2005.
- SANTOS, W.J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.C. (Ed.) **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. p. 403-521.
- SANTOS, W.J.; SANTOS, K.B.; SANTOS, R.B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. Em algodoeiro no Brasil. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** Campina Grande: Embrapa CNPA, 2003.
- SAVOIE, K.L. Alimentación selectiva por especies de *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) en un campo de frijol con labranza mínima. **Turrialba: Revista Interamericana de Ciências Agrícolas**, v.38, p.67-70, 1988.
- SIABATO, J.A. Manejo biológico aplicado del complejo *Spodoptera* (Lep.: Noctuidae) com el parásito *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). In: CONGRESSO SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA, 22, Santa Fé de Bogota. **Resúmenes**, p. 11, 1995.
- SILVA, A.G.A. et al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores. Parte II, 1º Tomo, Insetos, hospedeiros e inimigos naturais**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura., 1968. 622p.

SILVAIN, J.; LALANNE-CASSOU, B. Distinction entre *Spodoptera latifascia* (Walker) et *Spodoptera cosmioides* (Walker), bona species (Lepidoptera: Noctuidae). **Revue Française d'Entomologie** (Nouvelle Série), Paris, v.19, n.3-4, p.95-97, 1997.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, Stanfordv, v.14, p.375-406, 1996.

SPECHT, A.; SILVA, E.; LINK, D. Noctuídeos (Lepidoptera: Noctuidae) no museu entomológico Ceslau Biezanko, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, RS, **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.4, n.10, p.389-409, 2004.

TEIXEIRA, E.P. et al. Primeiro Registro da Ocorrência de *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) atacando Amendoim (*Arachis hypogaea* L.) no Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.4, p.723-724, 2001.

TODD, E.L.; POOLE, R.W. Keys and illustrations for the armyworm moths of the Noctuid Genus *Spodoptera* Guenée from the Western Hemisphere. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.73, p.722-738, 1980.

VAN LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, Dordrecht, v.48, p.123-139, 2003.

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

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

YU, D.S.K.; BYERS, J.R. Inundative release of *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hy.: Trichogrammatidae) for control of European corn borer in sweet corn. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.126, p.291-301, 1994.

YU, D.S.K.; LAING, J.E.; HAGLEY, E.A.C. Dispersal of *Trichogramma pretiosum* spp. (Hy.: Trichogrammatidae) in apple orchard after inundative releases. **Environmental Entomology**, College Park, v.13, p.371-374, 1984.

ZENKER, M.M.; SPECHT, A.; COURSEUIL, E. Estágios de imaturos de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v.24, n.1, p.99-107, 2007.

#### 4 ARTIGO A: CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE DIFERENTES ESPÉCIES DO GÊNERO *Spodoptera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

##### RESUMO

Avaliar as características biológicas e exigências térmicas de *Telenomus remus* em diferentes hospedeiros é indispensável para o sucesso de programas de controle biológico. Assim, neste trabalho foram avaliadas as características biológicas de *T. remus* criados em ovos de *Spodoptera albula*, *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 6 (4 espécies de *Spodoptera* x 6 temperaturas) e 17 repetições que continham uma fêmea cada. Foram utilizados 100 ovos do hospedeiro por repetição, e o parasitismo foi permitido por 24h. As temperaturas estudadas foram 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C. Os parâmetros avaliados foram: duração do período ovo-adulto, viabilidade, razão sexual e longevidade das fêmeas. A duração do período ovo-adulto em todas as espécies foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura. Exceto a 34°C, a viabilidade foi maior que 80% quando o parasitoide foi criado em *S. frugiperda*, *S. eridania* e *S. albula*, no entanto, em ovos de *S. cosmioides* este parâmetro não atingiu valores acima de 70%. A razão sexual apenas diferiu estatisticamente em ovos de *S. eridania*, com maior número de fêmeas nas temperaturas de 19 e 34°C. A longevidade das fêmeas de *T. remus* apresentou-se de forma inversa ao aumento da temperatura em todas as espécies de hospedeiros estudados. Em relação às exigências térmicas calculadas com base na temperatura base ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ), *T. remus* nas espécies *S. cosmioides* (125,39 graus dia e 15,139°C) e *S. frugiperda* (125,56 graus dia e 14,912°C) necessita de menor incremento térmico para completar o ciclo quando comparada ao desenvolvimento em *S. albula* (142,98 graus dia e 14,197°C) e *S. eridania* (149,19 graus dia e 13,846°C). Em geral, o parasitismo de *T. remus* ocorre em todas as espécies avaliadas, porém em ovos de *S. frugiperda*, *S. eridania* e *S. albula* o parasitoide apresenta os parâmetros biológicos mais adequados para a criação em laboratório e utilização em programas de controle biológico.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Hospedeiros alternativos. Parasitoide de ovos. Temperaturas.

**BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND THERMAL REQUIREMENTS OF *Telenomus remus* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAESCELIONIDAE) REARED IN HOST EGGS OF DIFFERENT *Spodoptera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) SPECIES**

**ABSTRACT**

Studies biological characteristics and thermal requirements of *Telenomus remus* in different parasitoid eggs are crucial for the development of applied programs of biological control by using these wasps. Therefore, this bioassays was evaluated the duration of the egg-adult period (days), parasitism viability (%), sex ratio and female longevity (days) of *T. remus* reared in eggs of *Spodoptera albula*, *S. cosmioides*, *S. eridania* and *S. frugiperda* under different controlled temperatures (19, 22, 25, 28, 31 and 34°C ± 1°C). The bioassays were carried out independently of *Spodoptera* specie that was always compared to *S. frugiperda*. Three trials were conducted in a 2 x 6 (2 species of *Spodoptera* x 6 temperatures) factorial arrangement, in a completely randomized experimental design with 17 replicates. Initially, 24-hour-old host egg masses with 100 eggs each were submitted to parasitism by one *T. remus* during 24 hours. After the parasitism, females and egg masses were kept individualized in climatic chambers set in one of temperature regime. Duration of the egg-adult period and adult longevity of parasitoid, in any of the host species, was inversely related to the increase of temperature. Temperatures lower than 34°C did not affect the parasitoid emergence (viability) when reared in *S. frugiperda*, *S. eridania* and *S. albula* eggs. These values were greater than 80%. Contrarely when the parasitoid was reared in *S. cosmioides* eggs; the highest viability rate was 70%. Also, *T. remus* sex ratio differed when its host was *S. eridania* eggs, presenting a larger number of females at 19 and 34°C. Regarding thermal requirements, the thermal constant (K) and thermal threshold (Tb) of *T. remus* were lower when the hosts were *S. cosmioides* (125.39 degrees-day and 15.139°C) and *S. frugiperda* (125.56 degrees-day and 14.912°C) in comparison to *S. albula* (142.98 degrees-day and 14.197°C) and *S. eridania* (149.19 degrees-day and 13.846°C). Overall, this work shows that *T. remus* parasitism occurs in all the evaluated species of hosts; yet, considering the parasitoid biological parameters, *S. frugiperda*, *S. eridania* e *S. albula* eggs is the most appropriated host for its rearing in laboratory aiming biological control programs.

**Keywords:** Biological control. Alternative hosts. Egg parasitoids. Temperatures.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) apresenta grande importância por englobar várias espécies capazes de causar danos a diversas culturas de importância agrônômica. Cerca de metade das espécies desse gênero são consideradas pragas agrícolas, apresentam alto grau de polifagia, e atacam cultivos como cereais e pastagens (POGUE, 2002), eucalipto (SANTOS et al., 1980) e soja (SÁ et al., 2009). Na América do

Sul, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) é considerada praga-chave da cultura do milho e causa perdas significativas na produção quando não controlada, devido principalmente à voracidade das lagartas e sua ocorrência em todas as fases fenológicas da cultura (CRUZ et al., 1999). Além dos prejuízos que *S. frugiperda* pode causar no cultivo do milho, a ocorrência dessa praga em algodão, soja, tomate e tabaco também ocasiona grandes perdas na produção (ANDREWS, 1980). Atualmente, em algumas regiões produtoras do Brasil, *S. frugiperda* pode ser considerada praga-chave da cultura do algodão, status que a espécie adquiriu há poucas safras, pois era considerada praga secundária e de ocorrência esporádica (NAGOSHI, 2009). *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) e *S. eridania* (Cramer, 1782) são bastante comuns na cultura da soja assumindo importância, normalmente, a partir do início da fase reprodutiva da cultura, quando além de se alimentarem das folhas, atacam também as vagens da planta (SANTOS et al., 2005, BUENO et al., 2008a, BUENO et al., 2010). *Spodoptera albula* (Walker, 1857) é uma espécie polífaga, registrada na literatura como praga de tomate, soja, milho, sorgo, hortaliças, algodão, ervilha e beterraba, alimentando-se de folhas e frutos; pode causar alta intensidade de desfolha e, algumas vezes, cortar os caules (SAVOIE, 1988).

A medida de controle mais utilizada pelos agricultores no manejo de *Spodoptera* spp. tem sido a aplicação de inseticidas (VAN LENTEREN; BUENO, 2003), muitas vezes utilizada de maneira abusiva (FIGUEIREDO et al., 1999). Apesar do controle químico constituir uma tática importante na agricultura, o uso abusivo desse recurso pode ocasionar efeitos indesejáveis, como a rápida seleção de linhagens resistentes a determinado princípio ativo (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001); o desequilíbrio biológico e aumento de outras pragas secundárias; além de ser apenas uma solução temporária para o problema de ataque de insetos (DESNEUX et al., 2007; STARK; BANKS, 2003). No manejo adequado de uma cultura agrícola é fundamental a adoção de estratégias de controle de insetos considerando o manejo integrado de pragas (MIP). O MIP baseia-se no uso racional das várias táticas de controle disponíveis que devem ser aplicadas apenas quando necessárias (PEDIGO et al., 1986). O controle biológico natural ou aplicado é uma delas, e apresenta grande potencial de utilização no controle de pragas (PRATISSOLI; PARRA, 2000; BUENO, 2008b). Entre os inimigos naturais, os parasitoides *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera: Scelionidae) têm mostrado melhor desempenho no parasitismo de ovos de *Spodoptera* em laboratório, e por meio de liberações massais (PRATISSOLI; PARRA, 2000; BUENO 2008b). *T. remus* se destaca por agir efetivamente sobre os ovos de *S. frugiperda* e

de outras espécies do gênero que realizam oviposição em camadas sobrepostas, por parasitar a quase totalidade dos ovos, inclusive aqueles das camadas internas da postura (FIGUEIREDO et al., 1999). Esse parasitoide foi relatado parasitando cinco espécies de *Spodoptera*. Cada fêmea, durante sua vida, produz cerca de 270 parasitoides e realiza, na maioria dos casos, a oviposição de apenas um ovo por hospedeiro (CAVE, 2000).

Para a realização de liberações massais desse parasitoide de ovos é necessário o conhecimento detalhado da biologia, tanto sobre a praga alvo, como sobre pragas secundárias, a fim de verificar o potencial do parasitoide em suprimir as populações (BOURCHIER; SMITH, 1996). O estudo em ovos de hospedeiros alternativos permite viabilizar a produção eficiente do inimigo natural em laboratório (BUENO, 2008b). Ainda, conhecendo as características biológicas e exigências térmicas dos parasitoides em diversos hospedeiros, é possível otimizar a produção dos parasitoides em laboratório, e permitir liberações massais a campo. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar aspectos biológicos de *T. remus* criado em ovos de quatro espécies do gênero *Spodoptera* (*S. frugiperda*, *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. albula*), mantidos sob diferentes temperaturas.

#### 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três bioensaios avaliando-se, aspectos biológicos de *T. remus* criado em ovos de *S. albula*, *S. cosmioides* e *S. eridania* comparativamente a *S. frugiperda*. Em todos, utilizaram-se câmaras climatizadas do tipo BOD com umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 6 (4 espécies de *Spodoptera* x 6 temperaturas) e 17 repetições, constituídas por uma fêmea isolada. As temperaturas avaliadas foram 19, 22, 25, 28, 31 e  $34^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Todos os hospedeiros e parasitoides utilizados nos experimentos foram provenientes dos laboratórios de criação de lagartas e parasitoides da Embrapa Soja, Londrina, PR; sendo que *S. albula* foi coletada em amendoim na cidade de Jaboticabal/SP e estava na 17<sup>o</sup> geração; *S. cosmioides* foi coletada em Mamona, na cidade de Pelotas/RS e estava na 7<sup>o</sup> geração; *S. eridania* foi coletada em soja, na cidade de Mamborê/PR e estava na 8<sup>o</sup> geração e *S. frugiperda* foi coletada em milho, na cidade de Rio Verde/GO e estava na 36<sup>o</sup> geração. Desde a sua coleta todas as espécies foram criadas sob condições controladas ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$ ) e em dieta artificial.

Fêmeas recém-emergidas (com até 24 h) de *T. remus* foram individualizadas em tubos tipo Duran (1 cm x 6 cm), contendo no interior uma gotícula de mel. As posturas (com até 24 h) contendo aproximadamente 100 ovos de cada hospedeiro foram coladas em cartelas de cartolina branca (0,8 cm x 5 cm), previamente identificadas com os respectivos tratamentos. As cartelas foram individualmente introduzidas nos tubos, onde havia uma fêmea, sendo posteriormente vedados com filme plástico PVC. O parasitismo foi permitido por 24 h, e decorrido o período, as cartelas foram retiradas e transferidas separadamente para tubos de vidro (8 cm x 2 cm de diâmetro), que foram mantidos nas mesmas temperaturas em que ocorreu o parasitismo, até a emergência dos adultos. As fêmeas também foram mantidas nas câmaras climatizadas, nas mesmas temperaturas, para a observação diária e registro da longevidade.

Em cada temperatura foram observados os seguintes parâmetros biológicos: duração do período ovo-adulto (dias), porcentagem de emergência (viabilidade), razão sexual, número de indivíduos por ovo e longevidade das fêmeas (dias). Para a determinação da duração do período ovo-adulto foram realizadas observações diárias da emergência dos adultos de *T. remus*. Os resultados obtidos foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos, a homogeneidade de variância dos tratamentos e a aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA. As médias foram então comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro (SAS Institute, 2001). Os cálculos da temperatura base ( $T_b$ ) e da constante térmica ( $K$ ) foram obtidos pelo método de hipérbole conforme Haddad et al. (1995), através do programma MOBÆ, baseando-se na duração do período (ovo-adulto) nas temperaturas testadas.

#### 4.3 RESULTADOS

O número de parasitoides por ovo do hospedeiro foi sempre igual a um em todas as espécies do gênero *Spodoptera* e temperaturas estudadas, evidenciando que os diferentes hospedeiros e temperaturas estudadas não exercem influência sobre este parâmetro.

A razão sexual de *T. remus* foi semelhante em todos os hospedeiros apresentando diferença apenas em *S. eridania* a 28°C e em *S. cosmioides* e *S. albula* a 34°C (Tabela 4.1). Entretanto, a média observada na razão sexual na temperatura extrema de 34°C foi menor em relação as demais temperaturas para a espécie *S. cosmioides* (Tabela 4.1).

A viabilidade de *T. remus* foi influenciada pela temperatura. Valores acima de 80% foram observados entre as temperaturas de 19 e 28°C para os hospedeiros *S. frugiperda* e *S. eridania*, entre 22 e 25°C para *S. albula* e apenas a 22°C para *S. cosmioides* (Tabela 4.2). Em relação aos hospedeiros, a maior diferença ocorreu na espécie *S. cosmioides* que apresentou menor viabilidade nas temperaturas entre 25 e 34°C; os hospedeiros que apresentaram maior viabilidade foram a *S. eridania* a 19°C, *S. frugiperda* a 31°C e *S. albula* a 34°C. Na temperatura de 22°C não houve diferença entre os hospedeiros estudados (Tabela 4.2).

A longevidade das fêmeas (dias) quando expostas a diferentes temperaturas foram inversamente proporcional ao aumento da temperatura para todos os hospedeiros (Tabela 4.3). A longevidade da fêmea de *T. remus* não apresentou diferença entre os hospedeiros nas temperaturas extremas de 19 e 34°C. Porém, *S. frugiperda* apresentou menor viabilidade nas demais temperaturas em relação aos outros hospedeiros, sendo os maiores valores de viabilidade observados a 22°C em ovos de *S. eridania*, a 25°C em ovos de *S. albula* e a 28 e 31°C em ovos de *S. cosmioides* (Tabela 4.3).

A duração média do período ovo-adulto de *T. remus* também apresentou relação inversa à elevação da temperatura, verificando-se diferença significativa entre todas as temperaturas avaliadas e para todos os hospedeiros (Tabela 4.4). A duração desse período foi menor em *S. cosmioides* a 19 e 34°C, em *S. frugiperda* a 22, 25 e 28°C e em *S. albula* e *S. cosmioides* a 31°C (Tabela 4). O decréscimo em dias observado na duração do período ovo-adulto foi menos acentuado na faixa de 25 a 34°C em relação a faixa de temperatura de 19 a 22°C (Tabela 4.4) para todos os hospedeiros.

Em todas as espécies, *S. frugiperda*, *S. albula*, *S. cosmioides* e *S. eridania*, o parasitoide desenvolveu-se de 19 a 34°C, apresentando limite térmico inferior do desenvolvimento, temperatura base (Tb) de 14,912; 14,197; 15,139 e 13,846°C e constante térmica (K) de 125,56; 142,98; 125,39 e 149,16 graus-dia, respectivamente (Tabela 4.5). Portanto, houve variação de 0,35 a 1,29°C nos valores de Tb e, conseqüentemente, na K entre os hospedeiros.



**Tabela 4.1** – Razão sexual de *Telenomus remus* criados em ovos de *Spodoptera frugiperda*, *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. albula*, em diferentes temperaturas. Umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h.

Temperatura (°C)	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. cosmioides</i>	<i>S. eridania</i>	<i>S. albula</i>
19	0,81 aA	0,67 aB	0,77 abAB	0,81 aA
22	0,79 aA	0,78 aA	0,76 abA	0,83 aA
25	0,75 aA	0,73 aA	0,80 abA	0,79 aA
28	0,75 aA	0,67 aA	0,66 bA	0,76 abA
31	0,81 aAB	0,69 aB	0,79 abAB	0,86 aA
34	0,71 aAB	0,39 bC	0,83 aA	0,64 bB
<b>CV(%)</b>	21			

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.2** – Viabilidade (%) de *Telenomus remus* criados em ovos de *Spodoptera frugiperda*, *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. albula*, em diferentes temperaturas. Umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h.

Temperatura (°C)	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. cosmioides</i>	<i>S. eridania</i>	<i>S. albula</i>
19	83,21 aAB	61,18 bB	100 aA	69,17 bcB
22	96,64 aA	93,18 aA	94,98 aA	92,31 aA
25	96,00 aA	62,95 bcB	100 aA	87,06 abA
28	83,21 aA	42,41 cB	84,54 aA	77,36 abA
31	74,81 aA	21,46 dC	46,95 bB	51,33 cB
34	5,83 bC	0,47 eD	13,8 cB	26,42 dA
<b>CV(%)</b>	23,85*			

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Análise realizada nos dados transformados em raiz (x+0,5).

**Tabela 4.3** – Longevidade (dias) de *Telenomus remus* criados em ovos de *Spodoptera frugiperda*, *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. albula*, em diferentes temperaturas. Umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h.

Temperatura (°C)	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. cosmioides</i>	<i>S. eridania</i>	<i>S. albula</i>
19	36,45 aA	33,80 aA	39,44 aA	34,00 aA
22	24,28 bC	25,00 bBC	32,67 aA	29,29 abAB
25	18,05 bB	22,00 bAB	18,43 bB	25,50 bA
28	4,25 cB	9,57 cA	7,61 cAB	6,67 cAB
31	1,40 dB	6,42 cA	2,24 dBC	4,25 cAB
34	1,33 dA	2,55 dA	1,22 dA	1,00 dA
<b>CV(%)</b>	21,68*			

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Análise realizada nos dados transformados em raiz ( $x+0,5$ ).

**Tabela 4.4** – Período ovo-adulto (dias) de *Telenomus remus* criados em ovos de *Spodoptera frugiperda*, *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. albula*, em diferentes temperaturas. Umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h.

Temperatura (°C)	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. cosmioides</i>	<i>S. eridania</i>	<i>S. albula</i>
19	28,00 aB	27,62 aC	28,22 aAB	28,30 aA
22	17,10 bC	18,00 bB	18,00 bB	19,00 bA
25	12,58 cB	13,23 cA	13,00 cA	13,00 cA
28	10,00 dD	11,00 dB	10,33 dC	12,00 dA
31	9,38 eA	8,91 eB	9,42 eA	9,00 eB
34	6,78 fA	6,00 fB	7,00 fA	7,00 fA
<b>CV(%)</b>	2,05			

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Análise realizada nos dados transformados em raiz ( $x+0,5$ ).

**Tabela 4.5** – Equação da curva de velocidade de desenvolvimento de *Telenomus remus* em ovos de diferentes espécies de *Spodoptera*, obtida a partir do período ovo-adulto nas temperaturas de 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C, com as respectivas temperaturas base (Tb) e a constantes térmicas (K). UR: 70±10% e fotofase de 14 h.

Hospedeiro	Tb	K	R <sup>2</sup>	Equação de regressão
<i>Spodoptera frugiperda</i>	14,912	125,56	0,9478	y= -0,11840+0,00794x
<i>Spodoptera albula</i>	14,197	142,98	0,9911	y= -0,09895+0,00697x
<i>Spodoptera cosmioides</i>	15,139	125,39	0,9381	y= -0,12005+0,00793x
<i>Spodoptera eridania</i>	13,846	149,16	149,16	y= -0,09263+0,00690x

#### 4.4 DISCUSSÃO

A emergência de um único parasitoide adulto por ovo da praga é, provavelmente, decorrente da mortalidade por competição das larvas do parasitoide dentro do ovo do hospedeiro durante o desenvolvimento e/ou por limitações de nutrientes desses ovos, que permitem o desenvolvimento completo de apenas uma única larva de *T. remus* (DASS; PARSHAD, 1983). Resultados semelhantes foram relatados anteriormente na literatura por Bueno et al. (2008b) para *T. remus* que se desenvolveram em ovos de *S. frugiperda*, entretanto, este é o primeiro relatado do desenvolvimento deste parasitoide em ovos de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. albula*. Esses resultados podem indicar que essas espécies de hospedeiros avaliadas apresentam a mesma quantidade e/ou qualidade de nutrientes que não permitam o desenvolvimento de mais de um parasitoide por ovo. Entretanto, essa possibilidade precisa ser ainda pesquisada em trabalhos futuros que tenham como objetivo o estudo quantitativo e qualitativo dos ovos. A emergência de um único parasitoide adulto por ovo da praga observada para *T. remus* é uma exceção à maioria dos parasitoides de ovos criados em condições de laboratório. Usualmente, as condições controladas satisfatórias em laboratório favorecerem a ocorrência de superparasitismo nas criações de parasitoides de ovos, a como consequência ocorre a emergência de mais de um parasitoide por ovo (BUENO, 2009). No entanto, na espécie de *T. remus* a emergência de apenas um indivíduo por ovo ocorre em função da mortalidade causada pela competição entre as larvas e/ou a restrição de alimento no interior do ovo do hospedeiro (DASS; PARSHAD, 1983).

Com relação ao período ovo-adulto (dias), quando há diferenças entre os hospedeiros, isto pode indicar melhor ou pior qualidade de um respectivo hospedeiro em relação ao outro ao qual está sendo comparado. Hospedeiros mais adequados, geralmente, proporcionam um desenvolvimento mais rápido da fase larval do parasitoide. Entretanto, os resultados obtidos nesta pesquisa para a duração do período ovo-adulto foi semelhante entre todos os hospedeiros estudados (*S. frugiperda*, *S. albula*, *S. cosmioides* e *S. eridania*). Isso ratifica os resultados observado e discutidos para o número de parasitoides adultos emergidos por ovo, que também indicaram uma semelhança entre os hospedeiros avaliados. Ainda, em relação a duração do período ovo-adulto, a temperatura afetou este parâmetro de modo semelhante em todas as espécies do gênero *Spodoptera* avaliadas, que foi inversamente proporcional a elevação da temperatura. A redução no tempo necessário para o desenvolvimento do período ovo-adulto é devido ao aumento da atividade metabólica dos parasitoides quando desenvolvidos nas temperaturas mais elevadas (HERNÁNDEZ; DÍAZ, 1996). Essa redução ocorre até o limite superior de temperatura, em que ocorre sobrevivência de *T. remus* que para a de parasitoide espécie estudada fica entre a temperatura de 34 e 35°C, visto que, mesmo baixo, ainda houve desenvolvimento à 34°C e que na temperatura de 35°C não é observado o desenvolvimento do parasitoide (BUENO et al., 2008b).

Esses resultados são semelhantes aos anteriormente relatados por Gerling (1972), que estudou a duração do período ovo-adulto de *T. remus* criados em ovos de *S. littoralis* nas temperaturas de 22 e 25°C e por Bueno et al. (2008b) que estudou esse parâmetro para *T. remus* em ovos de *S. frugiperda* entre as temperaturas de 15 e 35°C. Entretanto, outras espécies de *Telenomus* podem ter diferentes durações do período de ovo-adulto (GERLING, 1972; GERLING; SCHWARTZ, 1974; HERNÁNDEZ; DÍAZ, 1996). Sendo assim, esse parâmetro biológico não só depende da temperatura utilizada, como da adaptação da espécie/linhagem e do hospedeiro utilizado, como foi verificado, por exemplo, para *Trichogramma pretiosum* (PRATISSOLI; PARRA, 2000; BUENO, 2009) que apesar de ser outra espécie é também um parasitoide de ovos.

A viabilidade de *T. remus* foi afetada pela variação da temperatura quando criados em ovos de todos os hospedeiros do gênero *Spodoptera* avaliados. A baixa viabilidade observada na temperatura de 34°C, sempre inferior a 27%, pode ser consequência da proximidade dessa temperatura a temperatura letal superior para o desenvolvimento dessa espécie de parasitoide. Bueno et al. (2008b) observou 100% de mortalidade de *T. remus* em ovos de *S. frugiperda* quando estes foram mantidos a 35°C. A viabilidade também foi prejudicada na temperatura extrema inferior (19°C) para ovos de *S. albula*, o que não foi

observado para os outros hospedeiros. A temperatura mais fria também pode afetar negativamente o desenvolvimento de *T. remus* conforme observado anteriormente por Bueno et al. (2008b) que relataram a viabilidade de 12,95% para este parasitoide criado em ovos de *S. frugiperda*, enquanto, que nas demais temperaturas estudadas foram próxima de 100%. Resultados semelhantes foram encontrados por Torres et al. (1997), ao criar *Telenomus podisi* em ovos de *Podisus nigrispinus*, o que ratifica a influência de baixas temperaturas no desenvolvimento de espécies do gênero *Telenomus*. Como a duração do período ovo-adulto é alterada pela temperatura sem mudança na viabilidade dos parasitoides entre 19 e 31°C, as temperaturas em criações massais podem ser manipuladas dentro desse intervalo, de acordo com a necessidade de acelerar ou retardar a emergência dos adultos a serem utilizados, quando utiliza-se ovos de *S. frugiperda* ou *S. eridania* como hospedeiros. Quando o hospedeiro utilizado for *S. albula* a temperatura pode variar de 22 a 31°C, visto que a temperatura de 19°C reduziu a viabilidade do parasitismo. Para *S. cosmioides* a temperatura pode variar entre 19 e 28°C devido a redução na viabilidade de *T. remus* observada a 31 e 34°C.

A razão sexual é outra característica biológica importante em programas de controle biológico aplicado, sendo desejável a maior produção de fêmeas, visto que elas são as responsáveis pelo parasitismo (BUENO et al. 2009). Neste contexto, os resultados obtidos mostraram que a temperatura reduziu a quantidade de fêmeas de *T. remus* apenas na temperatura extrema de 34°C nos bioensaios 1 e 2 que comparavam o desenvolvimento do parasitoide entre os hospedeiros *S. albula* e *S. cosmioides* com *S. frugiperda*, respectivamente. Essa redução não foi observada quando o hospedeiro utilizado foi *S. eridania*. Assim, os resultados sugerem que a temperatura pouco interfere na razão sexual e esta não interferência da temperatura sobre este parâmetro havia sido anteriormente reportada por Bueno et al. (2008b) para *T. remus* desenvolvimento em ovos de *S. frugiperda*, entretanto, com base nestes resultados, pode-se atribuir as mesmas considerações ao parasitoide criado em ovos dos hospedeiros *S. albula*, *S. eridania* e *S. cosmioides*. Entretanto, é importante salientar que a razão sexual dos descendentes de *T. remus* pode ser afetada também pela idade das fêmeas, pois ovos parasitados por fêmeas com 2 a 3 dias de vida, apresentam proporção sexual de normalmente 60-70% de fêmeas, mas pode declinar a 22% com fêmeas de mais idade (SCHWARTZ; GERLING, 1974). Outro fator que interfere na proporção de machos e fêmeas é a quantidade disponível de ovos do hospedeiro, pois fêmeas de *T. remus* produzem mais machos quando a quantidade de parasitoides é muito maior que a quantidade de hospedeiros (VAN WELZEN; WAAGE, 1987).

A longevidade das fêmeas quando expostas aos diferentes hospedeiros podem indicar um maior ou menor gasto energético no parasitismo e assim indicar hospedeiros mais ou menos suscetíveis ao seu parasitismo. Os resultados mostraram que em geral não houve diferença entre os hospedeiros estudados. A maior longevidade das fêmeas na temperatura de 19°C pode ser uma informação importante para ser utilizada na criação massal do parasitoide para retardar as atividades metabólicas e assim preservá-lo por maior tempo, o que pode vir a ser necessário dependendo das demandas de insetos para liberações em campo.

Com base nas exigências térmicas calculadas para *T. remus* nas diferentes temperaturas para as espécies de *Spodoptera* é possível destacar que em ovos de *S. frugiperda* o parasitoide além de apresentar características biológicas que favorece o desenvolvimento adequado, também tem o valor de  $T_b$  mais elevado que nas demais espécies, o que propicia o desenvolvimento adequado da espécie, com menor necessidade de incremento energético. Dessa forma, por reunir os melhores parâmetros biológicos e exigências térmicas compatíveis ao desenvolvimento satisfatório, verifica-se que esse hospedeiro é favorável a utilização em criações de *T. remus*. A espécie *S. cosmioides* também apresentou valor de  $T_b$  alto (15.139°C), o que propicia o desenvolvimento do parasitoide em menor tempo e com menor demanda de incremento termico, mas com base nos parametros biologicos, verifica-se que em comparação *S. frugiperda* a viabilidade e geralmente menor, assim como a longevidade das femeas, o que não confere a esta espécie a qualidade necessária para ser utilizada exclusivamente em criações do parasitoide. As demais especies, *S. albula* e *S. eridania*, apresentaram os menores valores de  $T_b$  e  $K$ , o que indica que os hospedeiros não são os melhores ao desenvolvimento do parasitoide, talvez por não fornecer ovos com a qualidade que *T. remus* necessita, resultando na maior demanda de incremento de energia ao longo do desenvolvimento.

Os valores obtidos para a constante térmica para *T. remus* em ovos de *S. frugiperda* (125.56 graus-dia) foram menores que os obtidos por Bueno et al. (2008b), em temperaturas de 15 a 35°C, os quais requerem um incremento térmico de 158,88 e 154,12 para fêmeas e machos, respectivamente. Essas diferenças nas exigências térmicas podem ocorrer um função das avaliação dos parâmetros entre diferentes linhagens dos parasitoide (BUENO, 2009).

Em geral, é evidente que o estudo das características biológicas e exigências térmicas de *T. remus* em diferentes hospedeiros e temperaturas permitem fornecer informações relevantes para a criação do inseto em laboratório e implantação de um programa de controle biológico com a liberação no campo. Além disso, os resultados obtidos mostram o

potencial desse parasitoide, que é capaz de desenvolver-se em diferentes temperaturas e hospedeiros. Apesar do desempenho em *S. cosmioides*, *S. albula* e *S. eridania* não ser satisfatório para a utilização dessas espécies em criações massais, é possível verificar que existe potencial de parasitismo em ovos destas espécies em campo, o que maximiza o potencial de *T. remus* para utilização em programas de controle biológico.

#### 4.5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que: 1) A duração do ciclo de *T. remus* apresenta relação inversa ao incremento térmico na faixa de 19 a 34°C quando os parasitoides são criados em ovos das diferentes espécies do gênero *Spodoptera*; 2) As melhores temperaturas para criação de *T. remus* estão na faixa de 22 a 28°C para todos os hospedeiros estudados; 3) Na temperatura de 34°C *T. remus* não apresenta desenvolvimento satisfatório, devido principalmente a baixa viabilidade observada e a emergência de maior número de machos; 4) Os hospedeiros *S. albula*, *S. eridania* e *S. frugiperda* apresentaram resultados semelhantes e satisfatórios ao desenvolvimento de *T. remus* para utilização em criações massais.

#### 4.6 REFERÊNCIAS

ANDREWS, K.L. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and neighboring areas. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.63, p.456-467, 1980.

BOURCHIER, R.S.; SMITH, S.M. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.80, p.461-468, 1996.

BUENO, A.F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.1495-1503, 2008a.

BUENO, R.C.O.F. et al. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.1-6, 2008b.

BUENO, R.C.O.F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Braslian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.53, n. 1, p. 133-139, 2010.

BUENO, R.C.O.F. et al. Desempenho de tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.38, p.389-394, 2009.

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

CRUZ, I. et al. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v.45, p.293-296, 1999.

DASS, R.; PARSHAD, B. Influence of age of *Spodoptera litura* (Fabricius) egg on parasitism by *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Entomological Research**, New Delhi, v.8, p.89-92, 1983.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J.M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.52, p.81-106, 2007.

DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p.311-316, 2001.

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

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

GERLING, D. The developmental biology of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v.61, p.385-488, 1972.

HADDAD, M.L., PARRA, J.R.P.; MORAES, R.C.B.. Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1999. 29 p.

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

NAGOSHI, R.N. Can the amount of corn acreage predict fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation levels in nearby cotton? **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.102, p.210-218, 2009.

PEDIGO, L.P.; HUTCHINS, S.H.; HIGLEY, L.G. Economic Injury Levels in Theory and Practice. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.31, p.341-68, 1986.

POGUE, G.M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, Philadelphia, v.43, p.1-202, 2002.



PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* RILEY, criado em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 1281-1288, 2000.

SÁ, V.G.M. et al. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.38, p.108-115, 2009.

SANTOS, G.P.; COSENZA, G.W.; ALBINO, J.C. Biologia de *Spodoptera latifascia* (Walk., 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre folhas de eucalipto. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.24, n.2, p.153-155, 1980.

SANTOS, K.B.; NEVES, P.M.O.J.; MENEGUIM, A.M. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.6, p.903-910, 2005.

SAS Institute. SAS user's guide: statistics, version 8e. Cary, NC: SAS Institute (2001), 2001.  
SAVOIE, K.L. Alimentación selectiva por espécies de *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) en un campo de frijol con labranza mínima. **Turrialba: revista interamericana de ciencias agrícolas**, San José, v.38, p.67-70, 1988.

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

STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.48, p.505-519, 2003.

TORRES, J.B.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C. Exigências térmicas e potencial de desenvolvimento dos parasitoides *Telenomus podisi* (Ashmed) e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, p.45-453, 1997.

VAN LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, Dordrecht, v.48, p.123-139. 2003.

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

**5 ARTIGO B: CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Spodoptera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) SOB DIFERENTES TEMPERATURAS**

**RESUMO**

O parasitoide de ovos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) tem potencial de utilização em programas de controle biológico por parasitar ovos de espécies do gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) consideradas pragas em diversas culturas de importância econômica, como o milho, soja e algodão, por exemplo. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a capacidade de parasitismo de *T. remus* em ovos de *Spodoptera cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda* em condições controladas nas temperaturas de 19, 22, 25, 28, 31 e 34 ± 1°C, 70±10% UR e fotofase de 14 horas. Posturas contendo aproximadamente 100 ovos de *Spodoptera* spp., com idade de até 24 horas, foram oferecidas a uma fêmea alimentada de *T. remus* recém-emergida (até 24 h) por repetição. Foram utilizadas 20 fêmeas (repetições) para cada espécie de *Spodoptera* spp. em estudo. Diariamente, no mesmo horário, as posturas de *Spodoptera* spp. foram trocadas por novos ovos até a morte das fêmeas. As cartelas contendo ovos parasitados foram mantidas nas mesmas condições em câmara climatizada até a emergência dos parasitoides. Fêmeas de *T. remus* atingiram 80% do parasitismo acumulado dos ovos nas temperaturas de 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C aos 5, 4, 5, 4, 3 e 2 dias em ovos de *S. cosmioides*, aos 9, 5, 5, 4, 3, e 1 dias em ovos de *S. eridania* e aos 8, 5, 5, 4, 5 e 1 em ovos de *S. frugiperda*, respectivamente. O menor parasitismo total foi verificado a 34°C para todos os hospedeiros. As maiores taxas de parasitismo ocorreram nas temperaturas de 22 a 31°C para *S. cosmioides*, de 19 a 25°C para *S. eridania* e de 19 a 31°C para *S. frugiperda*. A longevidade média de fêmeas de *T. remus* nas temperaturas entre 19 e 34°C variaram de 26,44 a 2,78; 18,70 a 1,50 e 21,17 a 2,37 dias para *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*, respectivamente, mostrando que o aumento da temperatura é inversamente proporcional a longevidade das fêmeas. Os resultados permitem concluir que *T. remus* apresenta variações no número de ovos parasitados em diferentes hospedeiros e temperaturas.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Hospedeiros alternativos. Parasitoide de ovos. Longevidade.

**PARASITISM CAPACITY OF *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) IN EGGS OF THE GENUS *Spodoptera* DIFFERENT SPECIES (Lepidoptera: Noctuidae), UNDER DIFFERENT TEMPERATURES**

**ABSTRACT**

*Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) egg parasitoid has potential use in biological control programs for species of *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae), considered pests in many economically important crops such as corn, soybeans and cotton, for instance. Therefore, the aim was to study the *T. remus* parasitism capacity in *Spodoptera cosmioides*, *S. eridania* and *S. frugiperda* at temperatures of 19, 22, 25, 28, 31 and 34°C. Stances containing approximately 100 *Spodoptera* spp eggs, aged up to 24 hours were offered to a *T. remus* female newly emerged (less than 24 h) by repetition. We used 20 replicates for each *Spodoptera* species study. Daily, at the same time, the postures of *Spodoptera* spp were exchanged for new eggs until the females death. The cartouches containing parasitized eggs were kept under the same conditions in an incubator until parasitoids emergence. *T. remus* females reached more than 80% parasitism eggs in temperatures of 19, 22, 25, 28, 31 and 34°C at 5, 4, 5, 4, 3 and 2 days in *S. cosmioides* eggs, at 9, 5, 5, 4, 3, and 1 day in *S. eridania* eggs and 8, 5, 5, 4, 5 and 1 in *S. frugiperda* eggs, respectively. The lowest parasitism was observed at 34°C for all hosts, which proves the negative effects of high temperature on biological control achieved by this natural enemy. The highest parasitism rates occurred at temperatures from 22 to 31°C for *S. cosmioides* from 19 to 25°C for *S. eridania* and *S. frugiperda* at 19 to 31°C. The average female *T. remus* longevity in temperatures between 19 and 34°C ranged from 26.44 to 2.78; 18.70 to 1.50 and 21.17 to 2.37 days for *S. cosmioides*, *S. eridania* and *S. frugiperda*, respectively, showing that the temperature increase is inversely proportional to the females longevity. The results indicate that *T. remus* presents variations in the eggs parasitized number at different hosts and temperatures.

**Keywords:** Biological control. Alternative hosts. Egg parasitoids. Longevity.

## 5.1 INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Spodoptera* são amplamente distribuídas no mundo e das 30 espécies descritas, a metade é considerada praga de variadas culturas de importância econômica (POGUE, 2002). No Brasil ocorrem 16 espécies desse gênero, sendo 15 delas consideradas pragas agrícolas, que apresentam alto grau de polifagia, alimentando-se de importantes culturas como cereais, pastagens (POGUE, 2002), hortaliças (SILVA et al., 1968) e eucalipto (SANTOS et al., 1980). Nas culturas de milho, soja e algodão, atualmente destacam-se as espécies *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), *S. eridania* (Cramer, 1752) e *S. cosmioides* (Walker, 1858) que vêm causando danos significativos a estas culturas

(CRUZ, 1999; NAGOSHI, 2009). No manejo dessas pragas, a estratégia de controle mais utilizada atualmente é o controle químico (FIGUEIREDO et al., 1999; MORALES et al., 2000). Contudo, a utilização de inseticidas em larga escala tem selecionado populações resistentes à diversos princípios ativos (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001), além de causar desequilíbrio ambiental, acarretando o aumento de insetos de outras espécies de pragas anteriormente consideradas secundárias (DESNEUX et al., 2007; STARK; BANKS, 2003).

Diante desse cenário a implementação de um programa de manejo integrado de pragas (MIP) é necessário, pois apresenta medidas para atenuar esses problemas ao contrário das habituais recomendações de controle químico (FERRER, 2001; FIGUEIREDO et al., 1999). No controle da *S. frugiperda* é conhecido um grande número de trabalhos que confirma a existência de um complexo de parasitoides nas diferentes regiões produtoras de milho que atua na supressão no número de insetos desta espécie, o que reforça a importância do controle biológico exercido pelos inimigos naturais para a manutenção da população da praga abaixo do nível de controle (FERRER, 2001; FIGUEIREDO et al., 1999). Dentre esses parasitoides destaca-se a espécie *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), um parasitoide de ovos altamente especializado. A eficiência desse inimigo natural no controle da lagarta-do-cartucho tem sido comprovada em países como a Venezuela e México (HERNÁNDEZ, 1996; CAVE, 2000; FIGUEIREDO et al., 2002; BUENO et al., 2008), indicando o seu potencial de uso também no Brasil e outros países para o controle da *S. frugiperda* e possivelmente também para as demais espécies do gênero, como a *S. eridania* e *S. cosmioides*, por exemplo, cuja importância vem aumentando nos últimos anos (BUENO et al., 2010).

Entretanto, para o desenvolvimento de programas de controle biológico utilizando *T. remus*, alguns estudos básicos sobre os hospedeiros e o inimigo natural são de fundamental importância (FIGUEIREDO et al., 1999; BUENO et al., 2008) como, por exemplo, o conhecimento das características bioecológicas do parasitoide e a interação com o hospedeiro alvo, além, do conhecimento do impacto dos fatores climáticos, em especial, a temperatura (HIGLEY et al., 1986) que afeta diretamente, o desenvolvimento dos insetos (MILLER, 1992). Assim, entre muitos fatores que podem afetar o desenvolvimento dos inimigos naturais, a adaptação térmica é o de maior importância, pois pode alterar, entre outros parâmetros, a duração do desenvolvimento, a razão sexual, o parasitismo e a longevidade dos adultos, sendo portanto essencial o estudo desses parâmetros biológicos objetivando o sucesso e estabelecimento desses inimigos naturais em programas de controle biológico aplicado (FRAZER; MCGREGOR, 1992).

Neste contexto, o estudo da capacidade de parasitismo de *T. remus* em função da temperatura em diferentes hospedeiros é necessário para viabilizar a implantação deste agente de controle biológico no manejo integrado das diferentes espécies do gênero *Spodoptera*, visto que, esse parasitoide pode apresentar comportamento característico em cada uma destas espécies, afetando toda a dinâmica de ação do parasitoide no controle (BLEICHER; PARRA, 1990; HERNÁNDEZ et al., 1989). Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a capacidade de parasitismo de *T. remus* sob diferentes temperaturas em ovos de *S. frugiperda*, *S. eridania* e *S. cosmoides*.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois bioensaios, com a mesma metodologia do experimento anterior, para avaliar a capacidade de parasitismo de *T. remus* criados em ovos de *S. cosmoides* e *S. eridania* comparativamente ao parasitismo de *T. remus* criados em ovos de *S. frugiperda*, hospedeiro mais estudado para esse parasitoide; vale salientar que neste experimento *S. albula* foi excluída porque a criação de laboratório foi extinta. Os estudos foram conduzidos em câmaras climatizadas do tipo BOD com umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 6$  (2 espécies de *Spodoptera* x 6 temperaturas) e 20 repetições, cada uma constituída por uma fêmea isolada em tubos tipo Duran (1 cm x 6 cm). As temperaturas avaliadas foram 19, 22, 25, 28, 31 e  $34^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ . Todos os hospedeiros e parasitoides utilizados nos experimentos foram provenientes dos laboratórios de criação de lagartas e parasitoides da Embrapa Soja, Londrina, PR; sendo que, *S. cosmoides* foi coletada em Mamona, na cidade de Pelotas/RS e estava na 7ª geração; *S. eridania* foi coletada em soja, na cidade de Mamborê/PR e estava na 8ª geração e *S. frugiperda* foi coletada em milho, na cidade de Rio Verde/GO e estava na 36ª geração. Desde a sua coleta todas as espécies foram criadas sob condições controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$ ) e em dieta artificial.

As posturas de cada hospedeiro ( $\pm 100$  ovos) com até 24h de idade foram coladas em cartelas retangulares de cartolina branca (0,8 cm x 5 cm), em uma de suas extremidades. As cartelas foram introduzidas individualmente nos tubos. Previamente à introdução das cartelas, uma gotícula de mel foi disponibilizada na parede dos tubos, e uma fêmea de *T. remus* recém-emergida (menos de 24h) foi individualizada em cada tubo. Após a introdução das cartelas, os tubos foram vedados com filme plástico. Diariamente, no mesmo

horário, as cartelas eram trocadas e novos ovos foram oferecidos às fêmeas por todo o período que se mantiveram vivas. Após o parasitismo, as cartelas foram retiradas dos tubos e mantidas nas mesmas condições de câmara climatizada até a emergência dos adultos dos parasitoides.

Os parâmetros avaliados foram: números de ovos parasitados diariamente, porcentagem acumulada de parasitismo, número de ovos parasitados por fêmea e longevidade das fêmeas. O número total de ovos parasitados e longevidade das fêmeas foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância. Com os resultados dos parasitismos diário e acumulado foram estabelecidos os gráficos de linhas, com indicação do período em que foi obtido parasitismo igual ou superior a 80%.

### 5.3 RESULTADOS

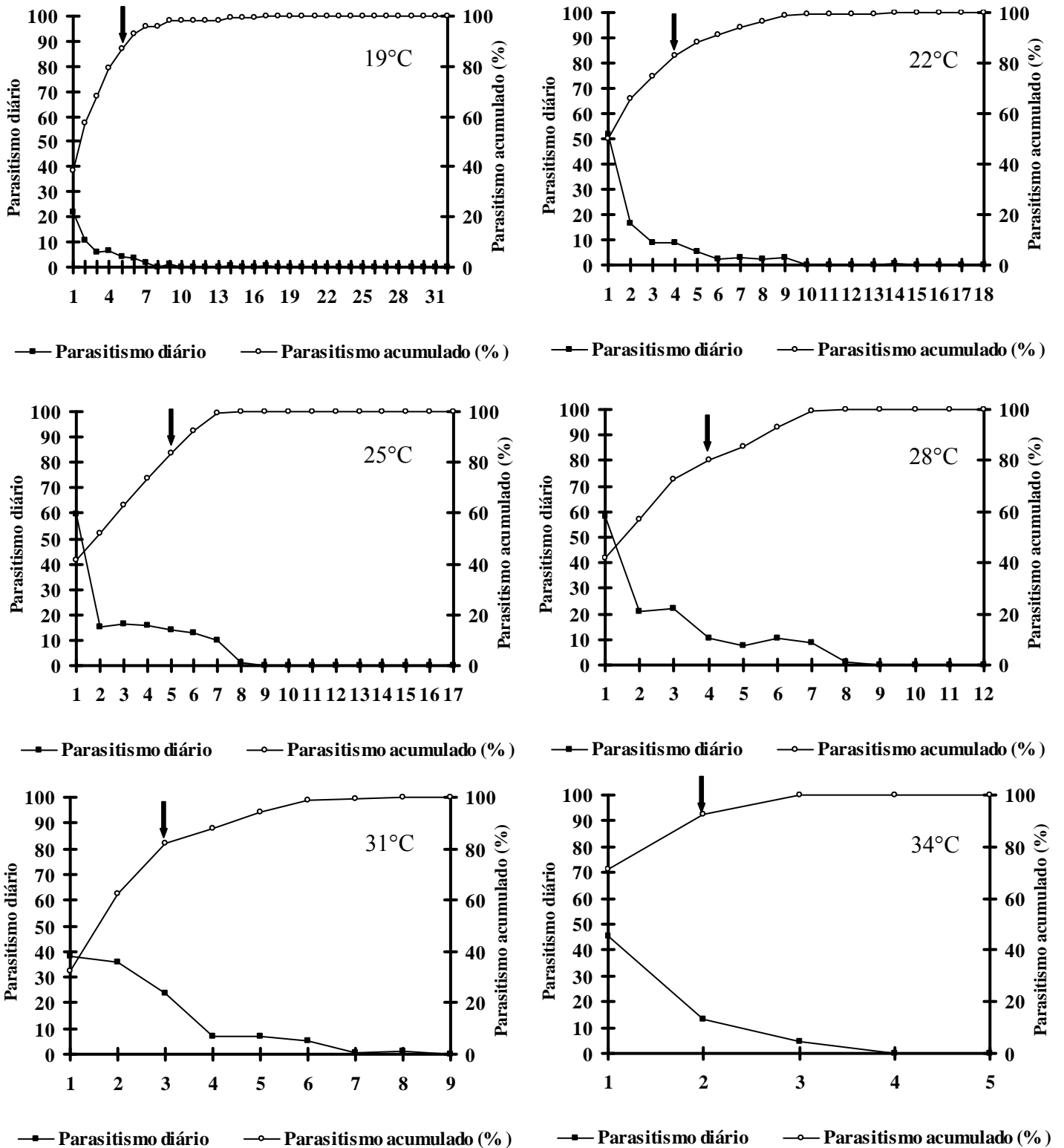
Em geral foi observado que para *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda* o maior parasitismo ocorreu nas primeiras 24 horas e o número médio de ovos parasitados a 25°C, foi de 58,31, 48,79 e 56,94 e maior longevidade das fêmeas foi constatada à 19°C com média de 26,44; 18,70; 21,17 dias, respectivamente.

O parasitismo diário decresceu ao longo da vida das fêmeas de *T. remus*, em todos os hospedeiros estudados e em todas as temperaturas, mostrando assim que o parasitismo tende a diminuir ao longo do tempo (Figuras 5.1, 5.2 e 5.3). Em todas as temperaturas e hospedeiros estudados o maior parasitismo diário ocorreu nas primeiras 24 horas (Figuras 5.1, 5.2 e 5.3). O total de ovos parasitados por fêmea de *T. remus* apresentou variações entre as temperaturas e hospedeiros. O parasitismo médio de *T. remus* criado em ovos de *S. cosmioides* nas primeiras 24 horas foi de 22,11; 51,97; 59,76; 58,31; 37,96 e 45,40 ovos parasitados, nas temperaturas de 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C, respectivamente (Figura 5.1). Para *T. remus* criado em ovos de *S. frugiperda* o parasitismo médio nas primeiras 24 horas foi de 37,83; 48,97; 56,94; 59,51; 49,33 e 28,73 ovos parasitados, nas temperaturas de 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C, respectivamente (Figura 5.2). E, em ovos de *S. eridania*, o parasitismo médio de *T. remus* nas primeiras 24 horas foi de 6,87; 56,25; 48,79; 51,60; 55,15 e 35,60 ovos parasitados, nas temperaturas de 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C, respectivamente (Figura 5.3).

As fêmeas de *T. remus* atingiram parasitismo de 80% em ovos de *S. cosmioides* nas temperaturas de 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C aos 5, 4, 5, 4, 3 e 2 dias, em ovos de *S. frugiperda* aos 8, 5, 5, 4, 5 e 1 dias, e em ovos de *S. eridania* aos 9, 5, 5, 4, 3 e 1 dias, respectivamente (Figuras 5.1, 5.2 e 5.3).

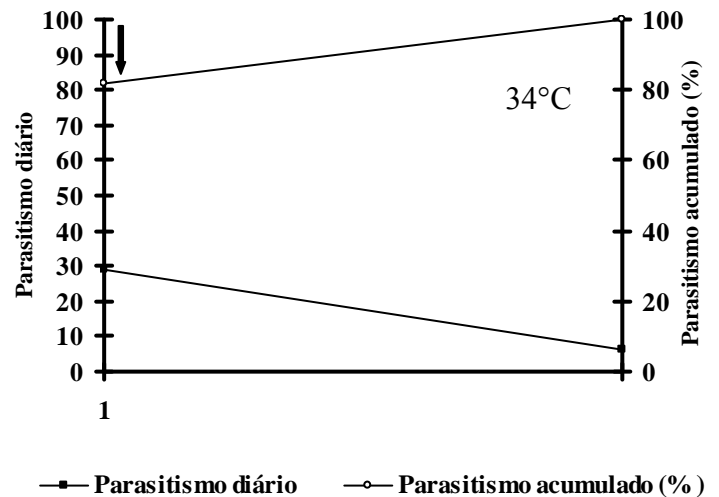
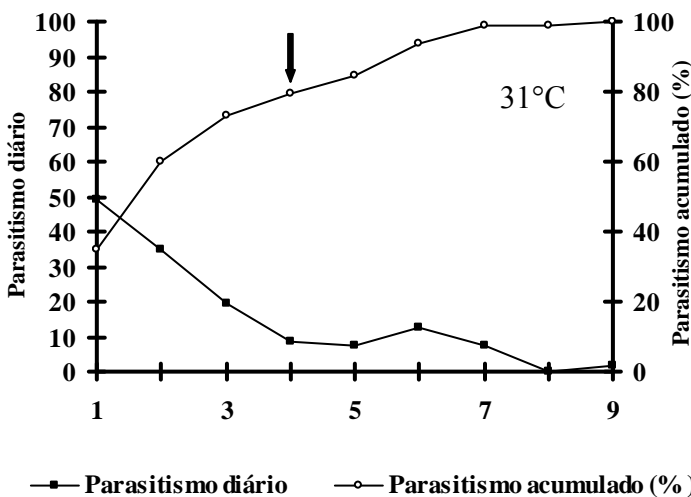
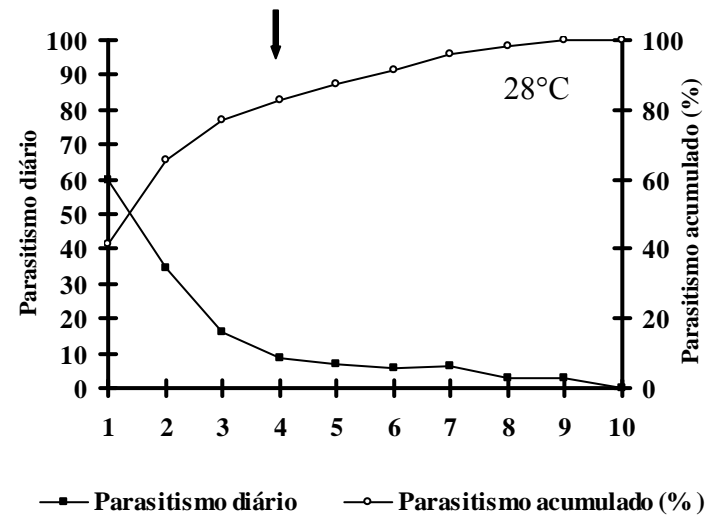
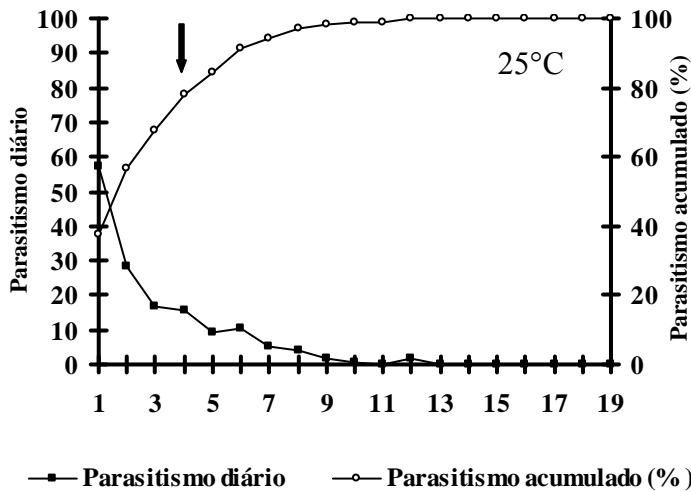
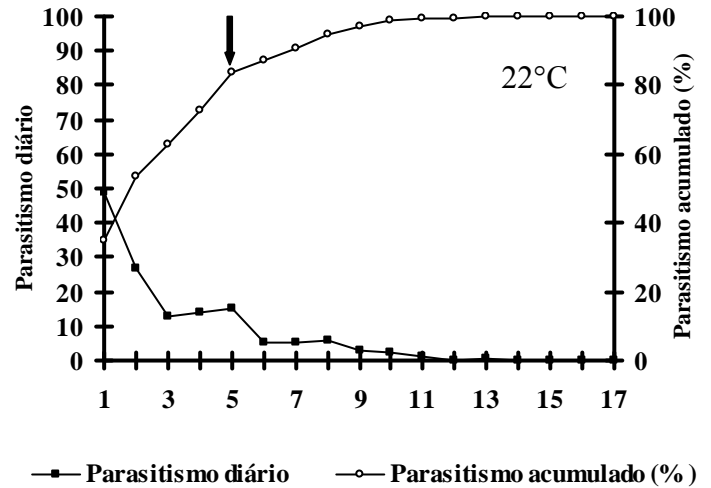
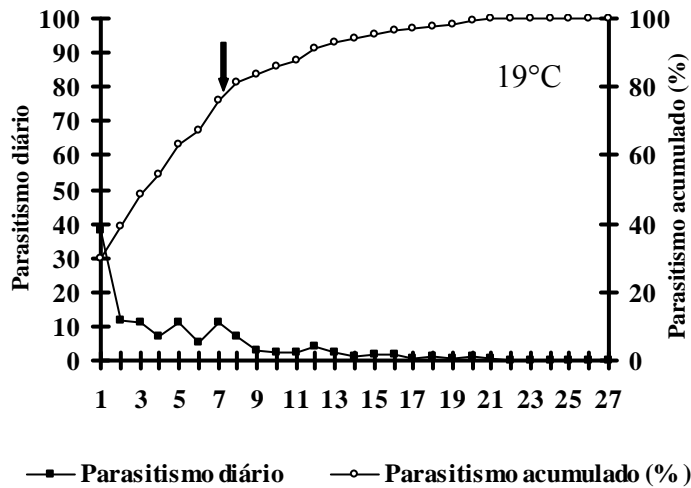
O maior número de ovos de *S. frugiperda* parasitados foi observado a 25°C, porém este foi estatisticamente igual para as temperaturas de 19, 22, 28 e 31°C (Tabela 5.1). Em ovos de *S. cosmioides* parasitados por *T. remus* o maior parasitismo foi observado na temperatura de 28°C, que foi semelhante ao parasitismo verificado nas temperaturas de 22, 25 e 31°C (Tabela 5.1). E, em ovos de *S. eridania* o parasitismo total máximo alcançado foi a 19°C, porém, o valor encontrado nesta temperatura não diferiu dos observados a 22 e 25°C (Tabela 5.1). O menor parasitismo de *T. remus* ocorreu na temperatura de 34°C em ovos de *S. frugiperda* e *S. eridania* e a 19°C em ovos de *S. cosmioides* (Tabela 5.1). Não houve diferença significativa no total de número de ovos parasitados em relação aos hospedeiros testados, quando comparados na faixa térmica de 25 a 31°C, porém, nas menores temperaturas, 19 e 22°C, *S. eridania* apresentou um maior número de ovos parasitados em relação a *S. frugiperda* e a 34°C, o maior número de ovos parasitados foi observado em *S. cosmioides* (Tabela 5.1).

A longevidade média das fêmeas de *T. remus*, em ovos dos três hospedeiros apresentou relação inversa ao aumento da temperatura (Tabela 5.2). Comparando-se os três hospedeiros foi possível verificar que *S. cosmioides* apresentou maior longevidade nas temperaturas entre 19 e 31°C e a 34°C a longevidade não diferiu entres os hospedeiros (Tabela 5.2).



**Figura 5.1** – Parasitismo diário e acumulado de *Telenomus remus* em ovos de *Spodoptera cosmioides* em diferentes temperaturas. UR: 70±10% e fotofase de 14 h. As setas indicam 80% de parasitismo.





**Figura 5.2** – Parasitismo diário e acumulado de *Telenomus remus* em ovos de *Spodoptera frugiperda* em diferentes temperaturas. UR:  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 h. As setas indicam 80% de parasitismo.



**Tabela 5.1** – Total de ovos parasitados por fêmeas de *Telenomus remus* em ovos de *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera eridania* em diferentes temperaturas. UR:70±10%; fotofase: 14 h.

Temperatura (°C)	Total de ovos parasitados/fêmea (± EPM) <sup>1</sup>		
	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. cosmioides</i>	<i>S. eridania</i>
19	124,90 ± 8,23 aB	57,16 ± 4,33 cC	166,99 ± 8,07 aA
22	134,57 ± 8,82 aAB	103,53 ± 13,21 abcB	163,37 ± 8,34 aA
25	140,80 ± 8,46 aA	115,31 ± 6,34 abA	139,48 ± 10,58 abA
28	124,19 ± 6,03 aA	132,06 ± 7,49 aA	115,51 ± 9,21 bA
31	111,40 ± 7,92 aA	115,64 ± 16,76 abA	111,10 ± 10,58 bA
34	35,40 ± 6,45 bB	61,46 ± 2,34 bcA	36,90 ± 4,88 cB
CV (%)	20,54		

Médias (± Erro Padrão da média) seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>Dados transformados por  $\sqrt{(x)+0,50}$

**Tabela 5.2** – Longevidade de fêmeas de *Telenomus remus* em ovos de *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera eridania* em diferentes temperaturas. UR:70±10%; fotofase: 14 h.

Temperatura (°C)	Longevidade (dias) (± EPM)		
	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. cosmioides</i>	<i>S. eridania</i>
19	21,17 ± 0,60 aB	26,44 ± 1,44 aA	18,70 ± 0,95 aC
22	10,77 ± 0,45 bC	13,11 ± 0,86 bA	11,40 ± 0,88 bAB
25	8,30 ± 0,62 cB	13,11 ± 0,68 bA	8,00 ± 0,54 cB
28	5,73 ± 0,35 dB	9,11 ± 0,38 cA	4,85 ± 0,30 dB
31	4,67 ± 0,36 dB	7,11 ± 0,56 cA	3,25 ± 0,29 deB
34	2,37 ± 0,25 eA	2,78 ± 0,40 dA	1,50 ± 0,14 eA
CV (%)	29,60		

Médias (± Erro Padrão da média) seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 5.4 DISCUSSÃO

O efeito da temperatura sobre *T. remus* é aparentemente semelhante nos diferentes hospedeiros do gênero *Spodoptera* avaliados nesse estudo. Em ovos de *S.*

*eridania* e *S. frugiperda* as menores temperaturas (19, 22 e 25°C) apresentaram maior parasitismo total, o que pode ser explicado pela maior longevidade das fêmeas em temperaturas mais baixas. Segundo Gerling (1972), fêmeas mantidas em temperaturas menores são mais longêvas, em virtude da diminuição da taxa metabólica pela diminuição da temperatura. Contudo, em ovos de *S. cosmioides* foi observado que o menor parasitismo total ocorreu nas temperaturas extremas (19 e 34°C), indicando que tais temperaturas são inviáveis a multiplicação do parasitoide neste hospedeiro, visto que estas temperaturas possivelmente se aproximam do limite térmico inferior e superior de desenvolvimento de *T. remus*. Bueno et al., (2008) relataram que o limite térmico inferior de *T. remus* criado em ovos de *S. frugiperda* é de 12,5°C, o que corrobora com a necessidade de um incremento térmico para completar o desenvolvimento do parasitoide.

Essa influência da temperatura sobre a capacidade de parasitismo de *T. remus* foi anteriormente estudada por Gupta e Pawar (1985), entretanto, com ovos de *S. litura* como hospedeiro. Esses autores constataram que as maiores taxas de parasitismo em ovos de *S. litura* também se encontravam entre 20 e 25°C. Resultados similares foram observados por Bueno (2010), que destaca a temperatura de 20°C como a que proporcionou o maior parasitismo total de ovos de *S. frugiperda* por *T. remus*. Porém, nenhum desses trabalhos avaliou o parasitismo de *T. remus* em ovos de *S. cosmioides* e *S. eridania*, assim os resultados desse trabalho são os primeiros relatos a respeito da influência da temperatura sobre *T. remus* parasitando ovos de *S. eridania* e *S. cosmioides*.

As primeiras 24 horas correspondem ao período de maior parasitismo das fêmeas, visto que é quando há maior energia acumulada. Assim, Hernández e Díaz (1995) relataram um parasitismo de 75,63 ovos de *S. frugiperda* por *T. remus* a 26,5°C. Bueno et al. (2010) afirma que uma única fêmea de *T. remus* na temperatura de 25°C parasita, nas primeiras 24 horas, em média, 81,75 ovos de *S. frugiperda*. Nos três hospedeiros avaliados (*S. frugiperda*, *S. cosmioides* e *S. eridania*) o maior parasitismo obtido nas primeiras 24 horas ratifica o grande potencial de sucesso na utilização de *T. remus* no manejo do complexo *Spodoptera*, visto que seu parasitismo ocorre imediatamente após a liberação deixando o inimigo natural menos suscetível a intempéries climáticas e ao efeito de agrotóxicos que eventualmente sejam necessários serem utilizados após a liberação dos parasitoides. Resultados semelhantes haviam sido relatados por Bueno et al. (2010) para *T. remus* parasitando ovos de *S. frugiperda*;

entretanto nesta pesquisa é possível verificar que essa característica de *T. remus* também é observada em outros hospedeiros como *S. eridania* e *S. cosmioides*.

Sendo o período de sobrevivência das fêmeas, em todos os hospedeiros inversamente proporcional ao aumento da temperatura, é possível afirmar que em regiões com normais térmicas elevadas a duração da atuação do controle biológico com programas de liberações pode ser reduzida. Assim, pode haver a necessidade de liberações desses parasitoides com maior frequência nessas regiões para atingir o sucesso nesses programas de controle biológico.

O maior parasitismo total constatado à 19°C em ovos de *S. eridania* pode ser explicado pela maior longevidade das fêmeas devido a menor atividade metabólica nesta temperatura em relação as demais estudadas. No entanto, o baixo parasitismo observado à 19°C em ovos de *S. cosmioides* revela que neste hospedeiro, *T. remus* sofre influência negativa desta temperatura e portanto essa característica é variável de acordo com o hospedeiro estudado. Já em *S. frugiperda*, o maior parasitismo total observado foi a 25°C, sugerindo que esta é a temperatura ideal a criação de *T. remus* neste hospedeiro. Resultados semelhantes foram obtidos por Bueno (2008), que destaca as temperaturas entre 20 e 25°C como as que apresentam melhor taxa líquida de reprodução. A longevidade das fêmeas de *T. remus* em ovos de *S. frugiperda* também foi estudada por Bueno et al. (2010) que detectou períodos de sobrevivência do parasitoide semelhantes aos encontrados neste trabalho. Outros estudos envolvendo *T. remus* em ovos de *S. frugiperda* apresentaram valores semelhantes com uma longevidade média das fêmeas de 7,25 dias a 26,5°C (HERNÁNDEZ; DÍAZ 1995); 8,70 dias a 25°C (CRUZ, 1994) e 7,04 dias a 27°C (SUAZO, 2002).

É imprescindível salientar que a temperatura, embora seja um fator de extrema importância, não é o único responsável pela capacidade de parasitismo e longevidade dos insetos, uma vez que outros fatores abióticos como fotoperíodo e umidade relativa além dos fatores bióticos como competição seja inter ou intraespecífica, podem interferir nas características biológicas do inseto (CAVE, 2000). Outro aspecto relevante que pode explicar as diferenças verificadas na quantidade e uniformidade de parasitismo, pode estar relacionado à habilidade específica de *T. remus* em conseguir introduzir o ovipositor no “córion” do ovo hospedeiro, uma vez que o mesmo perde gradativamente a turgidez com o aumento da temperatura (FAGUNDES, 2003). Outra característica que difere entre as espécies estudadas e é importante destacar são as diferenças nas estruturas das massas de ovos, pois na espécie *S.*

*eridania* os ovos são dispostos em uma única camada, o que facilita o parasitismo, diferentemente do que ocorre nas massas de ovos de *S. frugiperda* e *S. cosmioides* que podem apresentar várias camadas de ovos sobrepostos e assim demandar maior gasto energético do parasitoide para encontrar os ovos.

Assim, com base nos resultados apresentados é possível observar que *T. remus* além de ter potencial para ser utilizado em programas de controle biológico de *S. frugiperda*, também poderá atuar na diminuição das populações de *S. eridania* e *S. cosmioides*, nas culturas nas quais ocorrem infestações destas pragas. No entanto, é importante salientar que outros estudos relacionados ao número ideal e intervalo de liberações dos parasitoides, além da capacidade de dispersão, ainda precisam ser realizados para que o uso de tais agentes de controle biológico obtenha sucesso pleno em programas de controle biológico, frente aos atuais métodos de supressão desta praga.

## 5.5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que: 1) *T. remus* apresenta variações no número total de ovos parasitados nas diferentes temperaturas e nos hospedeiros; 2) As melhores faixas de temperaturas para o parasitismo de *T. remus* são de 22 a 31°C para *S. cosmioides*, de 19 a 25 °C para *S. eridania* e de 19 a 31 °C para *S. frugiperda*; 3) A temperatura de 34°C afeta o desempenho de *T. remus* causando redução no parasitismo; e 4) A longevidade *T. remus* é inversamente proporcional ao aumento da temperatura em todos os hospedeiros.

## 5.6 REFERÊNCIAS

BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabamma argilacea*. II. Tabela de vida de fertilidade e parasitismo de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, p.207-214, 1990.

BUENO, R.C.O.F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brasilian Archives of Biology and Tecnology**, Curitiba, v.53, n. 1: p. 133-139, 2010.

BUENO, R.C.O.F. et al. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.1-6, 2008.

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

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C. Estudos preliminares do parasitoide *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.

CRUZ, I. et al. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v.45, p.293-296, 1999.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J.M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.52, p.81-106, 2007.

DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p.311-316, 2001.

FAGUNDES, F.P. **Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 e *T. exiguum* PINTO & PLATNER, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella Xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) visando ao seu zoneamento ecológico**. 2003. 74f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Recife, Recife, 2003.

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

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

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

FRAZER, B.D.; R.R. MCGREGOR. Temperature-dependent survival and hatching rate of eggs of seven species of Coccinellidae. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.124, p.305-312, 1992.

GERLING, D. The developmental biology of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v.61, p.385-488, 1972.

- GUPTA, M.; PAWAR, A.D. Multiplicatin of *Telenomus remus* Nixon on *Spodoptera litura* (Fabricius) reared on artificial diet. **Journal of Advanced Zoology**, Gorakhpur, v.6, p.13-17, 1985.
- HERNANDEZ, D.; DIAZ, F. Efecto de la edad del parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) sobre su capacidad de ovipostura y proporci3n sexual de la descendencia. **Bolletin de Entomologia Venezolano**, Caracas, v.10, n.2, p.161-166, 1995.
- HERNÁNDEZ, D.; DÍAZ, F. Efecto de La temperatura sobre El desarrollo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitide de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, Caracas, v.11, p.149-153, 1996.
- HERNÁNDEZ, D.; FERRER, F.; LINARES, B. Introduci3n de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) em Yaritagua, Venezuela. **Agronomia Tropical**, Maracay, v.39, n.4-6, p.199-205, 1989.
- HIGLEY, L.G., L.P. PEDIGO; K.R. OSTLIE. Degray: a program for calculation degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. **Environmental Entomology**, College Park, v.15, p.999-1016, 1986.
- MILLER, J.C. Temperature-dependent development of the convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, College Park, v.21, p.197-201, 1992.
- MORALES, J. et al. Patr3n de emergencia, longevidad, parasitismo y proporci3n sexual de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) com relaci3n al cogollero Del maÍz. **Bioagro**, Viçosa, v.12, n.2, p.47-54, 2000.
- NAGOSHI, R.N. Can the amount of corn acreage predict fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation levels in nearby cotton? **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.102, p.210-218, 2009.
- POGUE, G.M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the America Entomological Society**, Philadelphia, v.43, p.1-202, 2002.
- SANTOS, G.P.; COSENZA, G.W.; ALBINO, J.C. Biologia de *Spodoptera latifascia* (Walk., 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre folhas de eucalipto. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.24, n.2, p.153-155, 1980.
- SILVA, A.G.A. et al. **Quarto cat3logo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores. Parte II, 1º tomo, Insetos, hospedeiros e inimigos naturais**. Rio de Janeiro, Minist3rio da Agricultura. 622p., 1968.
- STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.48, p.505–519, 2003.



SUAZO, A.C.R. **Longevidad, fertilidad, estadística del crecimiento de población e cantidad óptima de liberación de *Telenomus remus* em laboratorio.** 2002. 55f.  
Dissertação (Mestrado) – Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, 2002.

## 6 ARTIGO C: EFEITO DA LIBERAÇÃO DE DIFERENTES DENSIDADES DE *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) NO PARASITISMO DE OVOS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NAS CULTURAS DO MILHO, ALGODÃO E SOJA

### RESUMO

O efeito da liberação de diferentes densidades de *T. remus* por ovo de *S. frugiperda* foi determinado através do estudo do parasitismo após as liberações de números variáveis do parasitoide, em relação a um número fixo de ovos da praga. Os ovos foram expostos ao parasitismo no interior de gaiolas com armação de ferro (50 x 50 x 120 cm), recobertas com tecido branco. Foram realizados seis bioensaios, que avaliaram o efeito das densidades de parasitoides em uma cultura (algodão, milho e soja). Para cada cultura o ensaio foi conduzido em dois estágios fenológicos distintos, sendo que para o milho foi fixado um total de 200 ovos e para algodão e soja um total de 300 ovos. Os ensaios foram conduzidos em blocos casualizados com dez tratamentos e dez repetições. Os tratamentos foram 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40 e 45 fêmeas de *T. remus*/gaiola. Após 24 horas da liberação dos parasitoides as posturas foram retiradas das plantas e acondicionadas em câmara climatizada com temperatura de  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , e umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 h até a avaliação do parasitismo. Os resultados foram submetidos à análise de regressão, relacionando-se o número de fêmeas de *T. remus* liberadas/gaiola e porcentagem de parasitismo. Em todas as culturas, a resposta do parasitismo em relação ao aumento da densidade de parasitoides pode ser explicada através de uma relação linear entre o número de fêmeas liberadas e o parasitismo de *T. remus* em ovos de *S. frugiperda*. Na cultura do milho, os maiores valores de parasitismo foram de 99,8 e 96,8%, nas proporções de 35 e 40 fêmeas/gaiolas nos estágios  $V_4$  e  $V_{10}$ , respectivamente, que foram estatisticamente iguais. Para a cultura do algodão, os maiores valores de parasitismo foram de 77,8 e 73%, nas proporções de 35 e 40 fêmeas/gaiola no estágio vegetativo e reprodutivo, respectivamente. Na cultura da soja os maiores valores de parasitismo foram de 75,8 e 54,4%, na proporção de 45 fêmeas/gaiola para ambos os estágios estudados. Assim, é possível concluir que as liberações de *T. remus* nas densidades testadas para as culturas de milho, algodão e soja o parasitismo foi superior a 70% com exceção da soja em estágio reprodutivo.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Lagarta-do-cartucho. Manejo integrado de pragas. Parasitoide de ovos.

**RELEASE EFFECT OF DIFFERENT DENSITIES *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) ON *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) EGG PARASITIZATION IN MAIZE, COTTON AND SOYBEANS**

**ABSTRACT**

The release effect of *T. remus* in different densities by *S. frugiperda* eggs was determined through the study of parasitism after the release of parasitoid variable numbers, in relation to a fixed number pest eggs. The eggs were exposed to parasitism within iron-framed cages (50 x 50 x 120 cm), covered with white cloth. Six bioassays were performed, evaluating the effect of parasitoids density in a crop (cotton, corn and soybeans). For each culture the tests was conducted in two distinct phenological stages, and in maize was fixed a total of 200 eggs and cotton e soybeans a total of 300 eggs. The tests were conducted in randomized blocks with ten treatments and ten repetitions. The treatments were 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45 *T. remus* females/cage. After 24 hours of the parasitoid release eggs were taken from plants and placed in an incubator with a temperature of  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $70\pm 10\%$  relative humidity and 12 hours photoperiod to the parasitism assessment. The results were submitted to regression analysis, relating the number of *T. remus* females released/cage and percentage parasitism. In all cultures, the parasitism response in relation to parasitoids increased density can be explained by a linear relationship between the females released number and *T. remus* parasitism in *S. frugiperda* eggs. In maize, the parasitism highest values were 99.8 and 96.8% in the proportions of 35 and 40 females/cage in stage V<sub>4</sub> and V<sub>10</sub>, respectively that were statistically identical. For the cotton crop, the parasitism highest values were 77.8 and 73% in the proportions of 35 and 40 females/cage in vegetative and reproductive stage, respectively. In soybean the parasitism highest values were 75.8 and 54.4% at a ratio of 45 females/cage for both stages studied. Therefore, we conclude that releases of *T. remus* in densities for crops of corn, cotton and soy, parasitism was over 70%, with the exception of soybeans in the reproductive stage.

**Keywords:** Biological control. Parasitoids density. Pest integrated manage. Eggs parasitoids.

## 6.1 INTRODUÇÃO

As culturas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* L.) são economicamente importantes ao redor do mundo. Essas culturas são amplamente cultivadas em diferentes regiões e, muitas vezes por serem utilizadas como rotação de culturas uma das outras, elas apresentam espécies de insetos-pragas em comum (POGUE, 2002). A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* é conhecida como a praga-chave da cultura do milho. Porém, além do status de praga-

chave nessa cultura, *S. frugiperda* também pode causar danos severos em várias outras plantas cultivadas, como algodão e soja (ANDREWS, 1980).

No algodão *S. frugiperda* é atualmente a segunda praga em importância na cultura, onde infestações que resultam em danos econômicos significativos têm ocorrido com frequência (NAGOSHI, 2009). Essa espécie encontra-se distribuída em diferentes regiões algodoeiras, principalmente em áreas próximas às culturas do milho, de onde ocorrem migrações do inseto para áreas cultivadas com algodão quando a cultura hospedeira principal entra na fase de maturação e senescência (SOARES; VIEIRA, 1998). As causas do aumento populacional da espécie na cultura do algodão envolvem diversos fatores destacando-se como principal, o plantio de gramíneas como milho, sorgo e milheto em sucessão à cultura do algodão (LUTTREL; MINK, 1999).

Na cultura da soja a importância do complexo de lagartas do gênero *Spodoptera* tem aumentado nos últimos anos devido a grande capacidade de desfolha das espécies (BUENO et al., 2010). Além disso, o avanço da soja por diversas regiões acabou por tornar o milho uma interessante alternativa de rotação de culturas na “safra de inverno”, também conhecida por “segunda safra” ou ainda “safrinha” (SABOYA, 2004). Porém, a partir do plantio do milho “safrinha”, tem-se verificado um aumento de pragas na cultura devido ao uso indiscriminado de inseticidas que provoca desequilíbrio na entomofauna (MEREGE, 1995), como a seleção de populações resistentes de insetos a diversos princípios ativos (DIEZ-RODRIGUEZ, OMOTO, 2001), além de provocar o desequilíbrio ambiental acarretando no aumento de outras pragas anteriormente consideradas secundárias (DESNEUX et al., 2007; STARK, BANKS, 2003). Diante dessa situação e visando maximizar a produção agrícola, o controle de pragas deve sempre optar por uma visão inter e multidisciplinar integrando-se diversos métodos de controle menos prejudiciais ao homem e ao ambiente. Nesse contexto, a adoção de táticas complementares para o êxito no controle de insetos-pragas pode ser incorporada ao sistema, dentro da filosofia do manejo integrado de pragas (MIP).

Uma das táticas que tem mostrado bons resultados no MIP é o controle biológico, principalmente no controle de insetos pragas da ordem Lepidoptera, através da utilização de liberações de inimigos naturais (PARRA, 2006). Dentre os inimigos naturais utilizados em programas de controle biológico, os parasitoides de ovos merecem destaque por controlar a praga em uma fase de desenvolvimento anterior a qualquer dano à cultura (FIGUEIREDO et al., 1999). Uma opção de parasitoide de

ovos que pode ser eficiente no manejo da *S. frugiperda* é o *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), visto que este parasitoide se destaca por agir efetivamente sobre os ovos, parasitando inclusive aqueles das camadas internas das posturas (BUENO et al., 2008). Assim, *T. remus* pode ser considerado uma das espécies com maior potencial de uso no controle de *Spodoptera* spp. (JOHNSON, 1984).

Entretanto, o sucesso de programas de controle biológico, utilizando parasitoides de ovos do gênero *Telenomus* depende, entre outros fatores, de pesquisas que visem a avaliar a capacidade de busca e assim a quantidade de parasitoides a ser liberado no campo. O comportamento de *T. remus* pode ser influenciado por diversos fatores, tais como: hospedeiro, condições climáticas, número de insetos a serem liberados, densidade da praga, espécie e linhagem do parasitoide a ser utilizada, época e número de liberações, método de distribuição, bem como fenologia da planta (HASSAN, 1994). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da liberação de diferentes densidades de *T. remus* no parasitismo de ovos de *S. frugiperda* nas culturas do milho, algodão e soja em diferentes estágios de desenvolvimento.

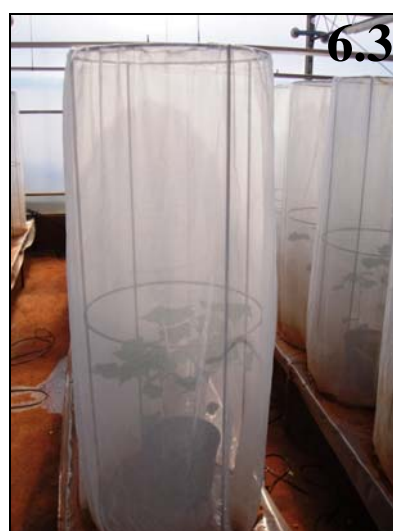
## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em condições de semi-campo (casa-de-vegetação) para avaliar o efeito de diferentes densidades de *T. remus* no parasitismo de ovos de *S. frugiperda* nas culturas do algodão, milho e soja. Para cada cultura o ensaio foi conduzido em dois estágios fenológicos distintos. Na cultura do milho os estágios fenológicos avaliados foram V<sub>4</sub> e V<sub>10</sub> e nas culturas de algodão e soja as avaliações foram nos estágios vegetativos e reprodutivos, sendo V<sub>5</sub>/V<sub>6</sub> e B1 no algodão e V<sub>4</sub>/V<sub>6</sub> e R<sub>1</sub>/R<sub>2</sub> na soja, respectivamente.

Para todos os ensaios foram utilizados vasos de 40 cm de diâmetro e para cada cultura foi obedecido o espaçamento comumente utilizado no campo. Assim, para a cultura da soja (BRS 260) foram utilizadas 5 plantas/vaso e para as culturas de algodão (IPR 140) e milho (IPR 114) foram utilizadas 2 plantas/vaso. Os vasos foram colocados no interior de gaiolas com armação de ferro de 50 x 50 x 120 cm recobertas com tecido branco e fino (“voile”) (Figura 6.2 e 6.3). Ovos de *S. frugiperda* foram fixados com grampeador na face inferior das folhas colocando uma postura em cada um dos 3 estratos das plantas (baixeiro, mediano e ponteiro) para as culturas do algodão e

soja (Figura 6.1) e duas posturas próximas ao cartucho para a cultura do milho. Foram utilizadas, portanto, 3, 3 e 2 massas de ovos de *S. frugiperda* por gaiola, respectivamente. Todos os hospedeiros e parasitoides utilizados nos experimentos foram provenientes dos laboratórios de criação de lagartas e parasitoides da Embrapa Soja, Londrina, PR, nos quais as espécies vêm sendo criadas sob condições controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$ ) por várias gerações, sendo que *S. frugiperda* foi coletada na cidade de Rio Verde/GO e *T. remus* é proveniente do Equador e foi multiplicado na criação de parasitoides da Esalq/USP (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”). Os dados de temperatura e umidade foram registrados através da utilização do aparelho digital “data logger”.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 10 tratamentos (diferentes densidades do parasitoide) e 10 repetições para cada estágio fenológico avaliado. Os tratamentos foram 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40 e 45 fêmeas de *T. remus*/gaiola, previamente acasaladas; vale salientar que estas densidades foram determinadas após diversos experimentos utilizando várias densidades. O parasitismo foi permitido por 24 h, quando então os ovos foram recolhidos e mantidos em tubos de vidro de fundo chato (2,5 cm x 8 cm), até a emergência dos parasitoides, para avaliação da porcentagem de parasitismo. Os dados de porcentagem de parasitismo foram submetidos à análise de regressão polinomial, relacionando-se o número de fêmeas de *T. remus* por ovo do inseto alvo e porcentagem de parasitismo.



**Figuras: 6.1)** Postura de *S. frugiperda* grampeada na parte inferior da folha de algodão; **6.2)** Vaso com planta de algodão dentro de gaiola de armação de ferro e **6.3)** Gaiola recoberta com tecido tipo “voile” (Fotos: Adeney de F. Bueno)

### 6.3 RESULTADOS

Os dados climáticos foram registrados através de aparelho “data logger” durante todo o experimento em casa-de-vegetação. Os resultados mostram que as médias das temperaturas e umidade relativa foram semelhantes para todas as culturas, com exceção da soja em período reprodutivo que apresentou uma queda na mesma (Tabela 6.1).

**Milho:** A relação entre o parasitismo (%) de *T. remus* e a densidade de parasitoides liberados (número de parasitoides por ovo da praga), em ambos os estágios fenológicos, estágio  $V_4$  ( $y = -18,26 + 650,87x - 789,82x^2$ ) e estágio  $V_{10}$  ( $y = -7,33 + 552,38x - 689,43x^2$ ), apresentou efeito quadrático sendo “y” o parasitismo (%) e

“x” a densidade de parasitoides (Figuras, 6.4 e 6.5). Os percentuais de parasitismo, em milho no estágio  $V_4$  variaram de 18,6 a 99,83% para relações de fêmeas do parasitoide/ovo da praga de 0,100 a 0,233, respectivamente e no estágio  $V_{10}$  a variação foi de 10,26 a 96,87% para 0,033 a 0,267 fêmeas/ovo da praga, respectivamente. Parasitismos acima de 70%, foram obtidos nas densidades de 0,167 e 0,133 para os estádios  $V_4$  e  $V_{10}$ , respectivamente (Figuras 6.4 e 6.5).

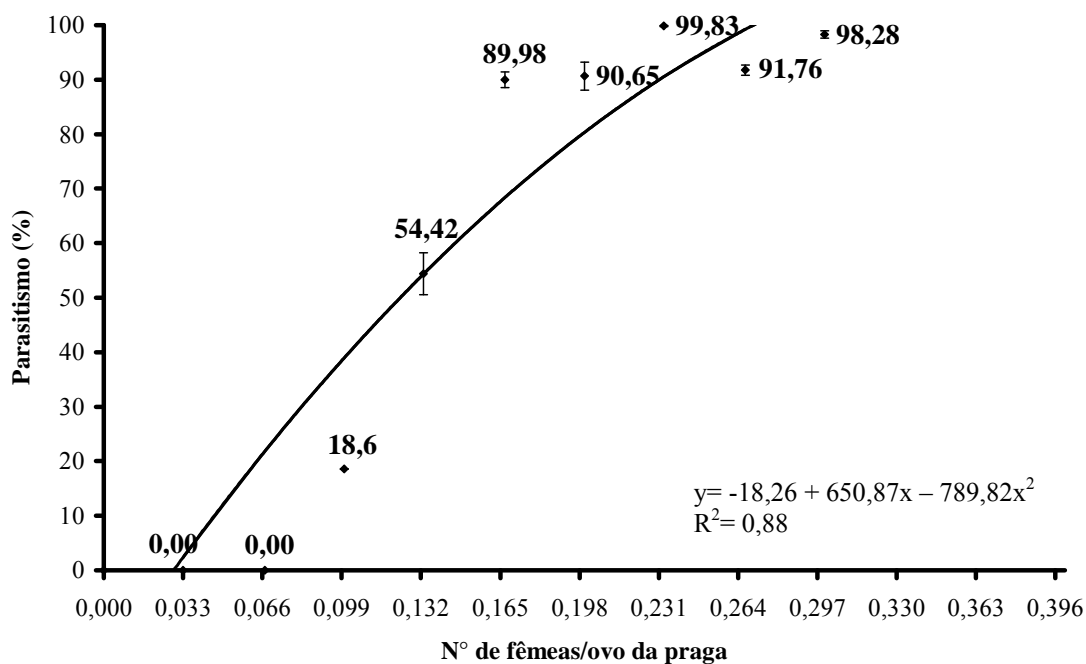
**Algodão:** Assim como a cultura do milho, a relação entre o parasitismo (%) de *T. remus* e a densidade de parasitoides liberados (número de parasitoides por ovo da praga), em ambos os estágios fenológicos, vegetativo ( $y = 0,12 + 8,96x + 6,91x^2$ ) e reprodutivo ( $y = 2,38 - 521,93x + 12542x^2$ ), apresentou efeito quadrático sendo “y” o parasitismo (%) e “x” a densidade de parasitoides (Figuras 6.6 e 6.7). Os percentuais de parasitismo, em algodão no estágio vegetativo variaram de 7,7 a 77,8% para relações de fêmeas do parasitoide/ovo da praga de 0,033 a 0,300, respectivamente e no estágio reprodutivo esta variação foi de 9,1 a 73% para fêmeas/ovo da praga de 0,167 a 0,300, respectivamente. Parasitismos acima de 70%, foram obtidos nas densidades de 0,267 e 0,300 para os estágios vegetativo e reprodutivo, respectivamente (Figuras 6.6 e 6.7).

**Soja:** Na cultura da soja, a relação entre o parasitismo (%) de *T. remus* e a densidade de parasitoides liberados (número de parasitoides por ovo da praga), em ambos os estágios fenológicos, vegetativo ( $y = -5,03 + 354,43x + 5657,55x^2$ ) e reprodutivo ( $y = 0,41 + 213,12x + 2936,45x^2$ ), apresentou efeito quadrático sendo “y” o parasitismo (%) e “x” a densidade de parasitoides. Os percentuais de parasitismo, em algodão no estágio vegetativo variaram de 0,8 a 75,8% para relações de fêmeas do parasitoide/ovo da praga de 0,067 a 0,300, respectivamente e no estágio reprodutivo a variação foi de 9 a 54,4% para fêmeas/ovo da praga de 0,067 a 0,300, respectivamente (Figuras 6.8 e 6.9). Parasitismos acima de 70%, foram obtidos apenas no estágio vegetativo na densidade de 0,300 fêmeas/ovo da praga (Figura 6.8), preconizando que são necessários estudos utilizando densidades mais elevadas para o período reprodutivo na cultura da soja.

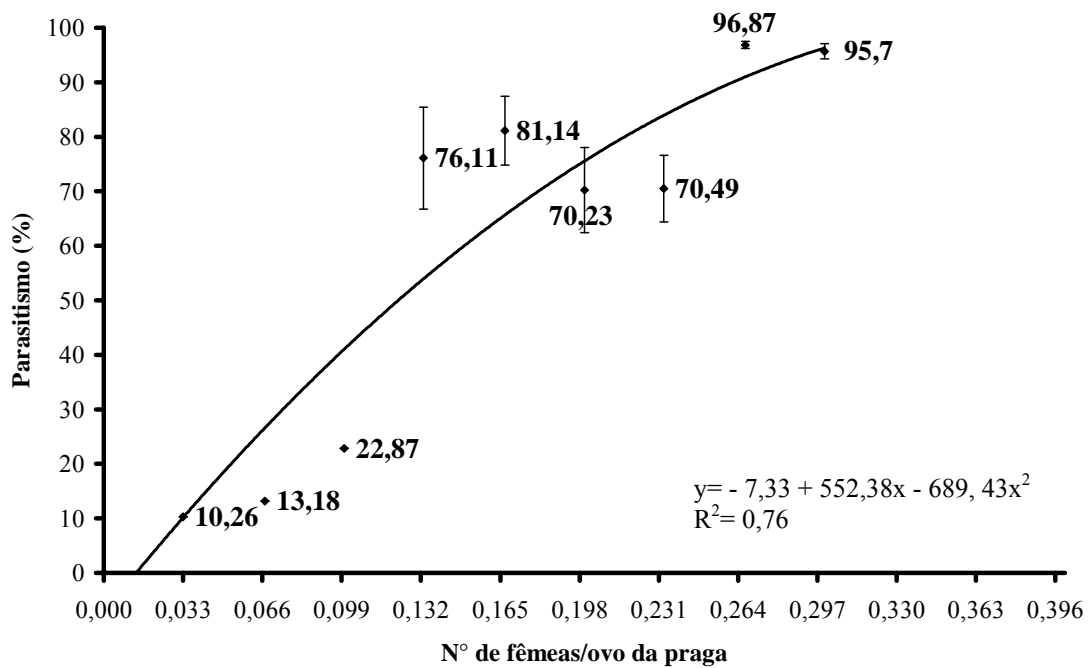


**Tabela 6.1** – Dados climáticos registrados através do aparelho “data logger”, durante o experimento. Londrina, 2010.

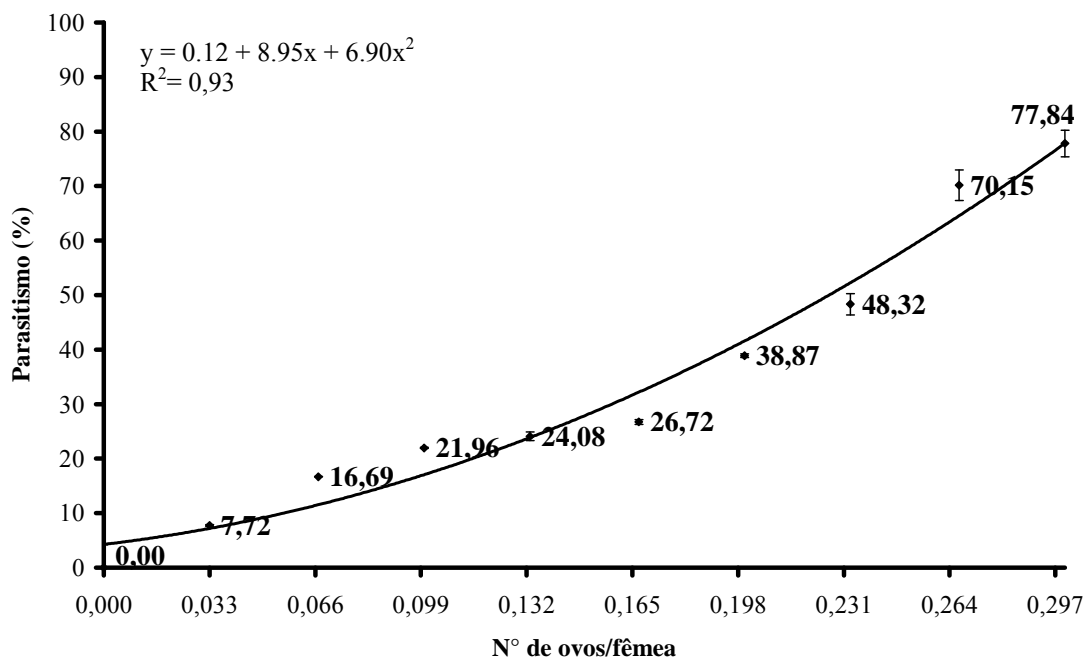
Cultura/Estágio Fenológico	Temperatura			Umidade Relativa		
	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média
Milho/V <sub>4</sub>	23,0	38,7	27,8	47,2	94,3	80,8
Milho/V <sub>10</sub>	20,2	33,7	25,8	55,9	89,5	79,9
Algodão/V <sub>5</sub> -V <sub>6</sub>	20,7	33,9	26,2	71,0	95,6	89,3
Algodão/B <sub>1</sub>	18,0	40,2	25,3	41,2	89,6	75,1
Soja/V <sub>4</sub> -V <sub>6</sub>	17,6	32,3	24,1	71,2	92,9	87,0
Soja/R1-R <sub>2</sub>	19,2	28,8	21,6	64,8	92,3	85,8



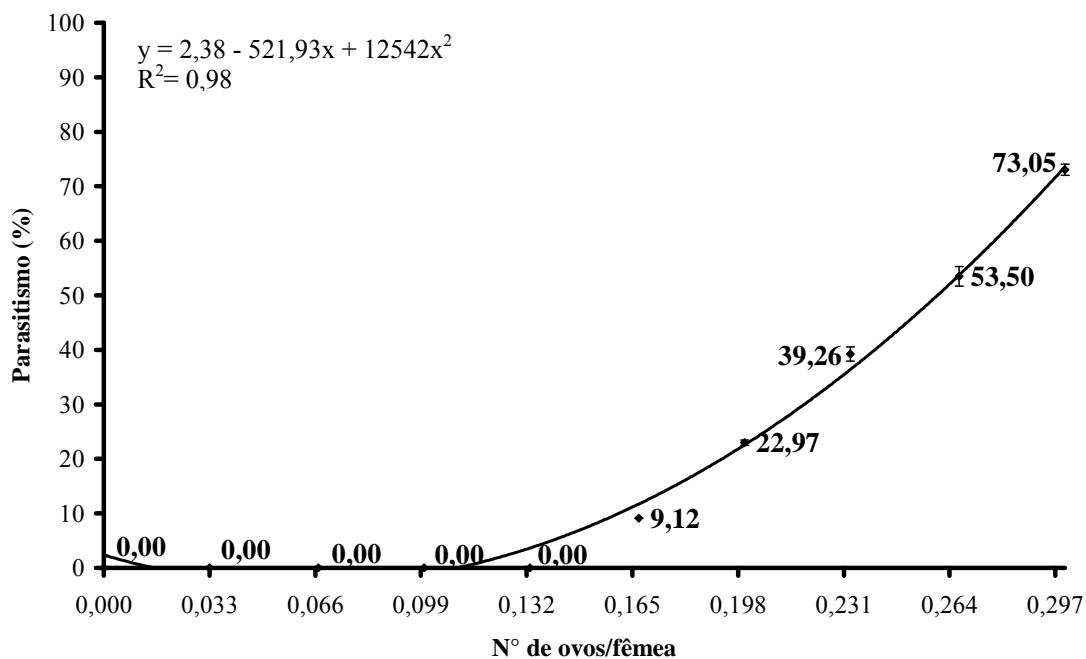
**Figura 6.4** – Parasitismo (%) de ovos de *Spodoptera frugiperda* colocados próximos aos cartuchos das plantas de milho, em estágio V<sub>4</sub>, sob números crescentes de indivíduos de *Telenomus remus*.



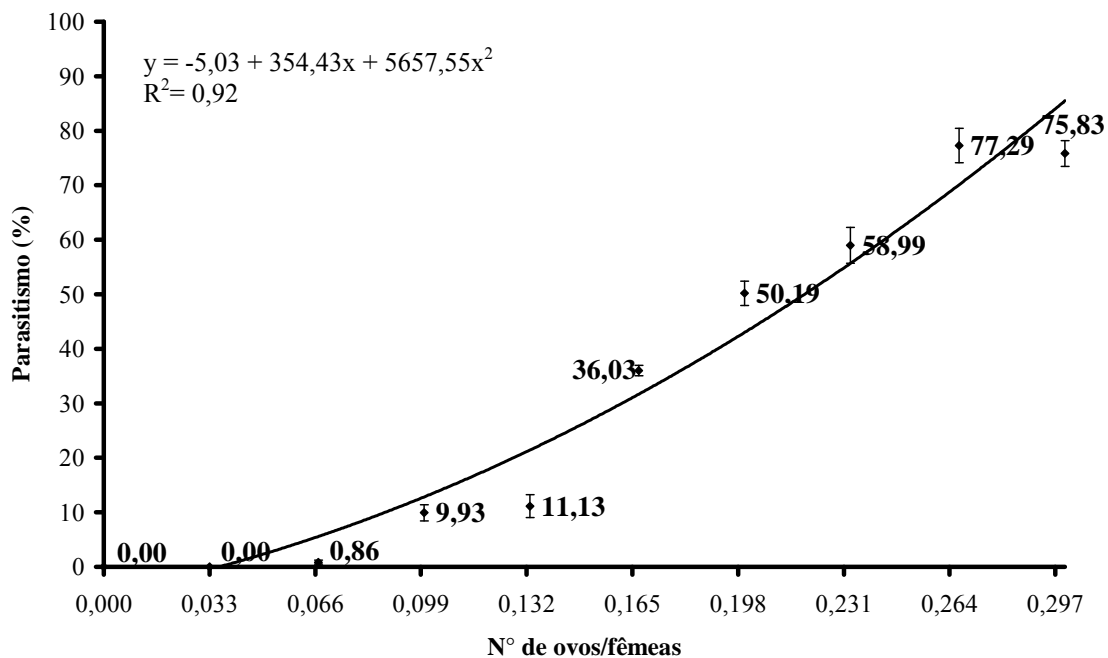
**Figura 6.5** – Parasitismo (%) de ovos de *Spodoptera frugiperda* colocados próximos aos cartuchos das plantas de milho, em estágio V<sub>10</sub>, sob números crescentes de indivíduos de *Telenomus remus*.



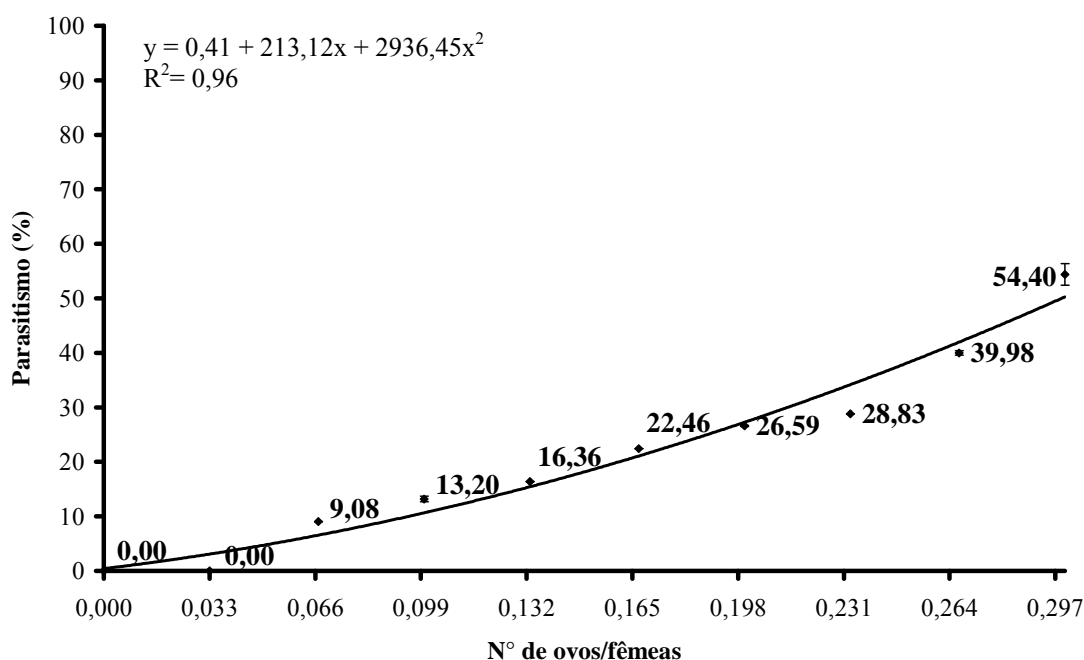
**Figura 6.6** – Parasitismo (%) de ovos de *Spodoptera frugiperda* colocados nos três terços das plantas de algodão, em estágio vegetativo, sob números crescentes de indivíduos de *Telenomus remus*.



**Figura 6.7** – Parasitismo (%) de ovos de *Spodoptera frugiperda* colocados nos três terços das plantas de algodão, em estágio reprodutivo, sob números crescentes de indivíduos de *Telenomus remus*.



**Figura 6.8** – Parasitismo (%) de ovos de *Spodoptera frugiperda* colocados nos três terços das plantas de soja, em estágio vegetativo, sob números crescentes de indivíduos de *Telenomus remus*.



**Figura 6.9** – Parasitismo (%) de ovos de *Spodoptera frugiperda* colocados nos três terços das plantas de soja, em estágio reprodutivo, sob números crescentes de indivíduos de *Telenomus remus*.

#### 6.4 DISCUSSÃO

Para a cultura do milho os resultados obtidos demonstram que a proporção a partir de 0,167 e 0,133 parasitoides/ovo da praga para os estádios V<sub>4</sub> e V<sub>10</sub> respectivamente, podem ser utilizadas como quantidades preliminares de fêmeas do parasitoide para liberação em plantios comerciais de milho no manejo de *S. frugiperda*. Pesquisas têm demonstrado que o número de parasitoides a ser liberado é variável em função da fenologia da planta, da espécie e linhagem do parasitoide, bem como da dinâmica de postura do hospedeiro (SÁ; PARRA, 1993; MOLINA, 2003), além de fatores bióticos e abióticos que podem reduzir o seu desempenho em campo. Tais fatores podem explicar a necessidade da realização de liberações com densidades maiores do parasitoide na cultura do milho, quando as plantas estão no início do desenvolvimento e, portanto com menor área foliar preconizando que a cultura oferece menos abrigo aos insetos, deixando-os mais expostos e assim interferindo negativamente no seu desempenho em campo. Em contrapartida, para as culturas do algodão e da soja maiores densidades de fêmeas foram necessárias à medida que as culturas avançavam nos estágios fenológicos, isto pode ser explicado em função de

ambas às culturas serem mais adensadas que o milho desde o período vegetativo e aumentarem ainda mais a área foliar no período reprodutivo dificultando a dispersão dos parasitoides ao longo do tempo.

Poucos são os estudos que demonstram a densidade de fêmeas utilizadas para controle de *T. remus* em ovos de *S. frugiperda*. No Brasil, apenas um estudo de campo relata a densidade de parasitoides a ser liberada na cultura do milho; e neste Figueiredo et al. (2002) estudaram diferentes densidades de *T. remus* para controle de *S. frugiperda*, em milho nos estágios V<sub>6</sub>/V<sub>8</sub>, em uma área de 16m<sup>2</sup> infestada com uma postura por m<sup>2</sup>. Os resultados obtidos demonstram um parasitismo médio de 76,7% para uma densidade de 8 fêmeas/m<sup>2</sup>. Contrapondo esses resultados, neste trabalho a densidade proposta é de 25 fêmeas/m<sup>2</sup>, com 2 posturas de *S. frugiperda*. A diferença no número de fêmeas pode ser explicada em função da densidade de plantas, uma vez que neste experimento o espaçamento utilizado foi o mesmo que é utilizado em campo, diferentemente do trabalho anteriormente citado, confirmando que o número ideal de parasitoide a ser liberado pode variar de acordo com a densidade do plantio e da intensidade da infestação da praga no campo e outras características intrínsecas de cada cultura (SÁ; PARRA, 1993).

Para a cultura do algodão, as proporções de 0,267 e 0,300 parasitoides por ovo da praga podem ser utilizadas, como quantidades preliminares de fêmeas do parasitoide, para liberação em plantios comerciais no manejo de *S. frugiperda*. E, para a cultura da soja, de forma geral, a proporção a partir de 0,300 parasitoides por ovo da praga podem ser utilizadas, como quantidades preliminares de fêmeas do parasitoide, para liberação em plantios comerciais de soja, no período vegetativo, para o manejo de *S. frugiperda*. Embora as espécies de maior ocorrência nessa cultura sejam *S. cosmioides* e *S. eridania*, sugere-se que as densidades utilizadas para estas sejam as mesmas constatadas para *S. frugiperda*, uma vez que o desempenho do parasitoide para espécies do gênero *Spodoptera* é semelhante. No estágio reprodutivo, foi registrada uma queda na temperatura em relação aos demais bioensaios das outras culturas, um fator abiótico que pode ter influenciado o baixo parasitismo, mas, é necessário também que densidades maiores de fêmeas do parasitoide sejam avaliadas para a cultura da soja no seu estágio reprodutivo uma vez que, o maior parasitismo obtido neste estágio com a maior densidade testada não atingiu níveis satisfatórios de parasitismo, capazes de realizar um manejo eficaz da praga (*S. frugiperda*) em campo.

No entanto, é importante salientar que são necessários estudos para determinar a metodologia de avaliação da infestação de ovos e o respectivo nível de controle a fim de determinar a quantidade necessária de parasitoides por hectare, considerando que o número de parasitoides a ser liberado é variável em função da fenologia da planta (SÁ; PARRA, 1993; MOLINA, 2003). Em linhas gerais, as densidades obtidas em todos os experimentos deste trabalho podem ser consideradas proeminentes, uma vez que, com exceção da soja no período reprodutivo, todas elas apresentaram índices de 60 a 70% de parasitismo valores considerados satisfatórios segundo Patel et al. (1979) e Smith (1996). Com estes estudos, é possível concluir que liberações inundativas de *T. remus* é uma ferramenta importante para controle de espécies do gênero *Spodoptera*, porém estudos sobre a sincronização da liberação dos parasitoides com o período de oviposição da praga ainda devem ser realizados, pois este também é um fator determinante para o sucesso de programas de controle biológico e difícil de ser estabelecido em campo. Assim, além de estudos sobre a densidade de parasitoides a serem liberados, métodos de avaliação sobre o início da oviposição da praga devem ser estabelecidos, a fim de melhorar o potencial de controle do inimigo natural. Na Venezuela, Ferrer e Barradas (1995) propõem uma metodologia de liberação em milho de 6 a 8000 indivíduos/ha, a partir do início da germinação, mas, salientam que a frequência de liberação pode ser alterada de acordo com os resultados das infestações de campo.

Portanto, é evidente que muitos estudos sobre a densidade de indivíduos e a capacidade de busca e controle dos mesmos ainda precisam ser realizados. Porém, experimentos como este são base para a expansão de trabalhos em campo, visando não só a cultura do milho, mas também outras culturas como a soja e o algodão, onde espécies do complexo *Spodoptera* são atualmente consideradas pragas primárias.

## 6.5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que: 1) Para a cultura do milho, as densidades de 0,167 e 0,133 fêmeas/ovo da praga, exercem um controle acima de 75% nos estágios fenológicos V<sub>4</sub> e V<sub>10</sub>, respectivamente; 2) Para a cultura do algodão, as densidades de 0,267 e 0,300 fêmeas/ovo da praga, exercem um controle

acima de 70% nos estágios fenológicos vegetativo e reprodutivo, respectivamente; 3) Para a cultura da soja, foi observado um parasitismo acima de 75% apenas no estágio vegetativo na proporção de 0,300 fêmeas/ovo da praga.

## 6.6 REFERÊNCIAS

ANDREWS, K.L. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and neighboring areas. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.63, p.456-467, 1980.

BUENO, R.C.O.F. et al. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.1-6, 2008.

BUENO, R.C.O.F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brasilian Archives of Biology and Tecnology**, Curitiba, v.53, n. 1, p. 133-139, 2010.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J.M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.52, p.81-106, 2007.

DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p.311-316, 2001.

FERRER, R.; BARRADAS, A. Manejo integrado de las plagas del maiz y sorgo com enfasis al control biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lep.: Noctuidae) por medio del uso de *Telenomus remus* (Hym.: Scelionidae) em venezuela. In: **Manejo Integrado de Plagas**, San Carlos, Edo. Cojedes, 16 a 19 de maio de 1995.

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

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

HASSAN, S.A. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In: GERDING, P.M. (Ed.). **Produccion y utilizacion de Trichogrammas para el control biologico de plagas**. Chillán: INIA, 1994. p.1-19.

JOHNSON, N.F. **Systematics of nearctic *Telenomus*: classification and revisions of the *Podisi* and *Phymatae* species groups (Hymenoptera: Scelionidae)** Knull. Columbus: Ohio State University, 1984. 113 p.

LUTTREL, R. G.; MINK, J. S. Damage to cotton structures by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **The Journal of Cotton Science**, v. 3, p. 35-44, 1999.

MEREGE, W.H. **Milho – Resultados do MIP na safra normal e safrinha (ano agrícola 94/95)**. São Paulo: CATI, out. 1995. (Comunicado Técnico, 128). 3p.

MOLINA, R.M.S. **Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros**. 2003. 80 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

NAGOSHI, R.N. Can the amount of corn acreage predict fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation levels in nearby cotton? **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.102, p.210-218, 2009.

PARRA, J. R. P. A prática do controle biológico de pragas no Brasil. p. 11-24 In: PINTO, A. S. et al (Ed.). **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. 287 p.

PATEL, R.C.; YADAV, D.N.; SARAMMA, P.U. Impact of mass releases of *Chelonus heliopa* Gupta and *Telenomus remus* Nixon against *Spodoptera litura* (Fabricius). **Journal of Entomological Research**, New Delhi, v.3, p.53-56, 1979.

POGUE, G.M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the America Entomological Society**, Philadelphia, v.43, p.1-202, 2002.

SÁ, L.A.N. de; PARRA, J.R.P. Efeito do número e intervalo entre liberações de *Trichogramma pretiosum* Riley no parasitismo e controle de *Helicoverpa zea* (Boddie), em milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 355-359, 1993.

SABOYA, L.V. Mudanças estruturais no mercado nacional de milho. In: **Agrianual 2004**: Anuário de agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio. p. 380-381, 2004.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes and potencial of their use. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.14, p.375-406, 1996.

SOARES, J. J.; VIEIRA, R. M. ***Spodoptera frugiperda* ameaça a cotonicultura brasileira**. Campina Grande: Embrapa-CNPQ, 1998. (Comunicado Técnico, 96).

STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review Entomology**, Stanford, v.48, p.505–519, 2003.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu um avanço considerável nas questões relacionadas ao desenvolvimento de *Telenomus remus* em diferentes hospedeiros. O conhecimento gerado permitiu a ampliação do espectro de controle do parasitoide para outros hospedeiros. Quando avaliada as exigências térmicas do parasitoide, foi permitido estabelecer faixas térmicas satisfatórias ao seu desenvolvimento, tornando possível, a partir destes dados, nortear o melhor período de liberação do parasitoide em campo para que este exerça um controle satisfatório.

As densidades analisadas no cálculo de número ideal de parasitoides a ser liberado no campo, guiaram a quantidade mínima necessária de parasitoides para controle de *Spodoptera* spp. em culturas de algodão, milho e soja. Estes dados são preliminares, porém, de extrema importância para nortear futuras pesquisas realizadas em campo.

A análise de atratividade do parasitoide a algodão, milho e soja foi essencial para demonstrar que o parasitoide pode ser utilizado independentemente da cultura. As diferenças apresentadas na atração de *T. remus* permitiram concluir que, o parasitoide é atraído pelos ovos da praga e que o seu desempenho é influenciado pela arquitetura das plantas que pode favorecer ou dificultar a localização das posturas. Assim, a quantidade de parasitoides a ser liberado será variável em função da cultura e de seu estágio fenológico, dados estes que corroboram com os resultados obtidos nos experimentos de determinação do número ideal de parasitoide a ser liberado.

Finalizando, a alta capacidade de controle constatada, em diferentes hospedeiros e culturas, em nosso trabalho vieram contribuir com a promessa de que *T. remus* é um parasitoide de elevado potencial para controle de espécies de *Spodoptera* em agroecossistemas, como já vem sendo observado em países da Ásia e América Latina. Porém, é importante salientar que outros estudos envolvendo o parasitoide em condições de campo, por exemplo, precisam ser ainda realizados a fim de estabelecer um programa de controle biológico.