**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Criação de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) em
dieta artificial em diferentes temperaturas e seleção de linhagens de
Trichogramma pretiosum Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para
seu controle em arroz**

Rízia da Silva Andrade

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2013**

Rízia da Silva Andrade
Engenheira Agrônoma

**Criação de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) em
dieta artificial em diferentes temperaturas e seleção de linhagens de
Trichogramma pretiosum Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para
seu controle em arroz**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA**

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestra em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

Piracicaba
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP

Andrade, Rizia da Silva

Criação de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) em dieta artificial em diferentes temperaturas e seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para seu controle em arroz / Rizia da Silva Andrade. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011, - - Piracicaba, 2013.
72 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Broca - Insetos nocivos 2. Controle biológico 3. Insetos parasitóides 4. Oviposição
5. Pragas de plantas 6. Predação - Biologia 7. Temperatura I. Título

CDD 632.78
A553c

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Dedico,

Aos meus pais Glêndio e Marilene por todos os valores ensinados, as minhas irmãs Cláudia e Glaubia, por serem minhas melhores amigas e companheiras de vida e exemplos de determinação, ao meu irmão Júnior que mesmo morando em outro país está sempre presente em minha vida.

Ofereço a minha mãe,

Por ser meu exemplo e minha maior incentivadora.

AGRADECIMENTOS

À Ford Foundation pelo auxílio financeiro da bolsa de mestrado e por todas as vantagens oferecidas.

À Fundação Carlos Chagas representante da Ford Foundation no Brasil por todas as orientações concedidas.

À Universidade de São Paulo, pela oportunidade de fazer parte do seu corpo docente.

Ao professor José Roberto Postali Parra, pela orientação e por todas as oportunidades que me ofereceu e por ser um grande exemplo de profissional.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia da ESALQ, pelo aprendizado proporcionado.

À técnica Neide Graciano Zério por todas as informações sobre criação de insetos.

À técnica Cristina Jensen Vasconcelos pelo auxílio com a criação dos parasitoides.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ.

Aos membros da banca examinadora pelas correções e sugestões na redação desta dissertação.

Ao Profº. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy, pela contribuição nos modelos matemáticos.

A Eliane Quintela, Ana Menguim e Elisa Basso pelo fornecimento de insetos.

A minha família que me incentiva e entende minha ausência.

Aos amigos André Gaudie Ley Curado, Antonieta Ludovico, Jonas e Omari Ludovico e Márcia Maria Salenko por serem incrivelmente importantes em minha vida.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Entomologia, pela amizade e convívio.

Aos amigos do Laboratório de Biologia de Insetos: Agustin C. Mendoza Alexandre Diniz, Alexandre Sene, Adriana Marques, Aline Bertin, Bruno de Conti, Cherre da Silva, Guilherme Vasconcelos, Gustavo Alves, Johanna Bajonero, Sandra Magro e Jaci Vieira.

Aos amigos Angela Aparecida Lima, Talita Antônia Silveira, Janayne Rezende, Cristiane Nardi, Maria Fernanda Peñaflor, Franciele Santos, Eliane Grisoto, Gabriel Rugno, Luiz Mota, Vitor Beloti, Luiza Zazycki, Juliano Farias, Odimar Zanardi pelo incentivo e companheirismo na realização dos trabalhos no decorrer do curso.

Aos amigos Vanessa Duarte e Giuliano Pauli por me recepcionarem e fazerem parte da minha primeira moradia em Piracicaba.

À Lucila Wadt pela grande amizade, pelos trabalhos em conjunto, pelas ótimas conversas em momento difíceis e pela serenidade nos conselhos dados.

À Ana Cristina Pellegrino, por ser uma excelente companheira de aventuras e estar sempre pronta a ajudar.

À Fernanda Appel Müller, Janne Louize Santos e Paula Perre companheiras de casa e de vida.

Ao amigo Aloísio Coelho Junior por dar mais vida aos meus finais de semana com almoços entre amigos.

Às minhas vizinhas Gleidyane Novaes Lopes e Elisângela Lopes.

À Rejane Kuss Roggia pelas ótimas conversas entomológicas.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 <i>Elasmopalpus lignosellus</i> (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae)	19
2.1.1 Distribuição Geográfica e plantas hospedeiras.....	19
2.1.2 Aspectos morfológicos e bioecológicos de <i>E. lignosellus</i>	20
2.1.3 Danos	24
2.1.4 Monitoramento	25
2.1.5 Métodos de Controle	26
3.1.1.1 Controle Cultural	26
3.1.1.2 Controle Químico	27
3.1.1.3 Controle Biológico	28
3.1.1.4 Resistência de plantas a insetos	29
3.1.1.5 Controle por Semioquímicos	31
3.1.1.5.1. Aleloquímicos	31
3.1.1.5.2. Feromônio	32
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Criação de manutenção de <i>Elasmopalpus lignosellus</i> (Zeller, 1948) (Lepidoptera: Pyralidae).....	35
3.2 Criação de manutenção de linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	36
3.3 Efeito da temperatura no período de incubação e no período lagarta-adulto de <i>E. lignosellus</i>	37
3.4 Tabela de vida de fertilidade de <i>E. lignosellus</i>	39

3.5 Estudos comportamentais e de local de oviposição de <i>E. lignosellus</i>	40
3.5.1 Horário de oviposição de <i>E. lignosellus</i>	40
3.5.2 Local de oviposição de <i>E. lignosellus</i>	41
3.6 Seleção de Linhagens de <i>T. pretiosum</i> , visando ao controle de <i>E. lignosellus</i> ...	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Efeito da temperatura no período de incubação e no período lagarta-adulto de <i>Elasmopalpus lignosellus</i> (Zeller, 1948) (Lepidoptera: Pyralidae)	45
4.2 Tabela de vida de fertilidade de <i>E. lignosellus</i>	49
4.3 Estudos comportamentais e de local de oviposição de <i>E. lignosellus</i>	52
4.3.1 Horário de postura de <i>E. lignosellus</i>	52
4.3.2 Local de Postura de <i>E. lignosellus</i>	53
4.4 Seleção de linhagens de <i>T. pretiosum</i> , visando ao controle de <i>E. lignosellus</i>	56
5 CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS.....	63

RESUMO

Criação de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) em dieta artificial e em diferentes temperaturas e seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para seu controle em arroz

Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), ou broca-do-colo, é uma importante praga polífaga, poucas informações estão disponíveis sobre seu controle biológico. O objetivo desse trabalho foi estudar a biologia de *E. lignosellus* criada em dieta artificial em diferentes temperaturas, visando obter informações a respeito da praga para estratégias de manejo integrado e selecionar uma linhagem de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), em laboratório, para possível utilização desse parasitoide em programas de controle biológico do elasmopalpus em campo, visando à fase inicial (ovo) de desenvolvimento da praga. Foram desenvolvidas as seguintes etapas para atingir os objetivos propostos: 1. Efeito da temperatura no período de incubação e no período lagarta-adulto de *E. lignosellus*; 2. Tabela de vida de fertilidade de *E. lignosellus*; 3. Estudos comportamentais e de local de oviposição de *E. lignosellus*; 4. Seleção de linhagens de *T. pretiosum*, visando ao controle de *E. lignosellus*. Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se concluir: a faixa térmica de desenvolvimento de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) situou-se entre 10°C e 37 e 38°C, suportado, portanto, altas temperaturas; as maiores viabilidades do período lagarta-adulto a 30 e 32°C confirmaram a adaptação do inseto às altas temperaturas; a 32°C, o inseto tem elevada taxa líquida de reprodução, ou seja, aumentou 18,30 vezes a cada geração; o período de oviposição de *E. lignosellus* se concentrou entre 20 e 22 horas, sempre na escotofase; a grande maioria dos ovos de *E. lignosellus* foi colocada de forma exposta, facilitando o parasitismo por parasitoides de ovos, no caso *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879; a linhagem *T. pretiosum* selecionada para o controle de ovos de *E. lignosellus* é da região do cerrado, indicando a especificidade do parasitoide por determinadas condições de clima.

Palavras-chave: Broca-do-colo; Exigências térmicas; Ciclo biológico; Oviposição; Controle biológico; Parasitoide de ovos

ABSTRACT

Rearing of *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) in artificial diet at different temperatures and *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strain selection for pest control in rice

Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), or cornstalk borer, is an important polyphagous pest and there is little knowledge regarding its biological control. The aim of this research was to study the biology of *E. lignosellus* reared on artificial diet under different temperatures in order to gather information to (i) develop integrated management strategies and (ii) select strains of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for biological control programs. The following steps were performed to achieve the proposed goals: 1. Temperature effect on incubation period and *E. lignosellus* immature-adult period; 2. Table life of *E. lignosellus* fertility; 3. *E. lignosellus* behavior studies and oviposition preference; 4. *T. pretiosum* strain selection aiming *E. lignosellus* control. Based on the results, it's possible to conclude that: the ideal development temperature threshold of *E. lignosellus* is between 10°C and 37-38°C, therefore, it tolerates high temperatures; the higher immature-adult period viability at 30 and 32°C supports *E. lignosellus*' adaptation to high temperatures; at 32°C, *E. lignosellus* show elevated the net reproductive rate, since it increased 18.30 times for each generation; *E. lignosellus*' oviposition period was concentrated between 20 and 22 hours, always at the scotophase; most of *E. lignosellus* eggs was laid exposed, allowing parasitism by the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*; the selected *T. pretiosum* strain for *E. lignosellus* egg control is originated in the brazilian savannah, pointing out the parasitoid's specificity to certain climate conditions.

Palavras-chave: Lesser Cornstalk borer; Thermal requirements; Life cycle; Oviposition; Biological Control, Egg parasitoid

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Distribuição geográfica de *Elasmopalpus lignosellus* no mundo.....20
- Figura 2 – Fases de desenvolvimento de *Elasmopalpus lignosellus*: macho (A); fêmea (B); ovo isolado no solo (C); ovos em bainha de arroz (D); lagarta no solo (E); acasalamento (F).22
- Figura 3 - *Elasmopalpus lignosellus* criada em laboratório: lagarta de último ínstar (A); galeria construída pela lagarta, com dieta, teia e vermiculita (B); casulo construído com dieta, teia e vermiculita (C), casulo aberto mostrando pupa em seu interior (D), fêmea – asas escuras (E) e macho – asas claras (F).....23
- Figura 4 - Gaiola utilizada para determinação do horário de oviposição de *E. lignosellus* em laboratório mantido à $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $40\pm 10\%$; fotoperíodo: 12:12h. Gaiola com disco de papel toalha Snob[®] na base como substrato de oviposição e microtubo tipo “Eppendorf” colado na lateral contendo rolo dental e solução de mel a 10% para alimentação do casal por capilaridade.41
- Figura 5 – Gaiola de oviposição para *E. lignosellus*, em laboratório ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR: $60\pm 10\%$, fotofase: 14h) construída com copos plásticos (750 ml) contendo duas plantas de arroz; a seta indica o local do círculo de papel filtro a 2 cm da superfície usado para isolar o solo no qual foi avaliada a postura (A). Detalhe da lateral da gaiola contendo um furo para colocação dos adultos de *E. lignosellus* por meio de um tudo de ensaio (B).....42
- Figura 6 - Viabilidade (%) do período de incubação de *E. lignosellus*, UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h.....47
- Figura 7 - Relação entre temperatura ($^{\circ}\text{C}$), tempo (dias) e taxa de desenvolvimento (1/D) para ovos de *E. lignosellus*.....48
- Figura 8 – Porcentagem diária e acumulada de oviposição de *E. lignosellus* em laboratório mantida à temperatura de $24\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14 h, sendo as lagartas criadas em dieta artificial à temperatura de 32°C ; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h.....51

- Figura 9 - Taxa de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) para *E. lignosellus* mantido em sala climatizada a temperatura de $24\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14 h. Imaturos criados em dieta artificial à temperatura de 32°C ; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h. A seta indica a taxa máxima de aumento populacional..... 51
- Figura 10 - Porcentagem média ($\pm\text{EP}$) de ovos colocados por *E. lignosellus* em função do horário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $30\pm 10\%$; escotofase: 10h. 52
- Figura 11 - Porcentagem de ovos depositados por *E. lignosellus* Porcentagem de ovos depositados por *E. lignosellus* na parte aérea e no solo. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h..... 53
- Figura 12 – Gaiola para postura contendo duas plantas de arroz, variedade BRS Pepita, e um casal de *E. lignosellus* (A). Locais de deposição de ovos de *E. lignosellus*: folha (B); bacia (C); tela de “voile” (revestindo a parte superior da gaiola) (D); e solo (seta mostra a linha da superfície do solo e o círculo abaixo da superfície) (E). Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h. 55
- Figura 13 - Fenograma reunindo os resultados biológicos de seis linhagens de *T. pretiosum* criadas em ovos de *E. lignosellus* com resultado da análise de agrupamento com base nos parâmetros biológicos e de parasitismo. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR: $60\pm 10\%$ e fotofase: 14h..... 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da dieta artificial padrão para <i>E. lignosellus</i> (Chalfant, 1975) com modificação para a presente pesquisa	36
Tabela 2 - Linhagens de <i>T. pretiosum</i> com suas respectivas origens e hospedeiros naturais e alternativo e localidades em que foram coletadas, utilizadas no teste de seleção para controle de <i>E. lignosellus</i>	43
Tabela 3 - Duração do período de incubação e viabilidade de ovos de <i>E. lignosellus</i> sob diferentes temperaturas, em condições de laboratório, UR: 60±10%; fotofase: 14 h, (n=200)	46
Tabela 4 - Duração média (dias) e viabilidade média (%) do período lagarta-adulto e razão sexual de <i>E. lignosellus</i> em dieta artificial em diferentes temperaturas, UR: 60±10% e fotofase: 14 h.....	49
Tabela 5 - Período de pré-oviposição (dias) e longevidade média (dias) de <i>E. lignosellus</i> , em laboratório à temperatura de 24±2°C; UR±60±10%; fotofase: 14 h.....	50
Tabela 6 - Taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo entre gerações (T), taxa intrínseca de crescimento (r_m) e taxa finita de aumento (λ) (±EP) de <i>E. lignosellus</i> criado em dieta artificial a 32°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h e adultos mantidos à 24±2°C; UR±60±10%; fotofase: 14 h.....	50
Tabela 7 – Porcentagem e média de ovos depositados por <i>E. lignosellus</i> em diferentes locais da gaiola de oviposição, mantida em laboratório com temperatura de 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h.	54
Tabela 8 - Dados biológicos e de parasitismo médio de linhagens de <i>T. pretiosum</i> sobre ovos de <i>E. lignosellus</i> . Temperatura: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h.....	59

1 INTRODUÇÃO

Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), vulgarmente denominada lagarta elasma, é uma praga limitante para as culturas no cerrado brasileiro. Plantas recém germinadas são muito sensíveis ao ataque dessa praga que reduz o “stand” e obriga o replantio de diversas espécies vegetais. Em leguminosas causa secamento e morte de plantas novas (GALLO et al., 2002). De acordo com Sartorato et al. (1987), das pragas que atacam as plântulas de feijoeiro, a mais importante é a lagarta elasma, sendo seu ataque fator limitante da produção de feijão. Segundo Gallo et al. (2002) essa praga também é limitante para a cultura do arroz no cerrado, pois a folha central seca e se desprende com facilidade. O ataque dessa praga ocorre na região do colo da planta, fazendo galerias em direção à parte central, provocando o seccionamento das folhas aí localizadas; em consequência, secam e dão origem ao sintoma conhecido por “coração morto” em gramíneas como arroz, trigo e milho. Períodos de estiagem são favoráveis à praga, sendo plantas jovens mais sensíveis ao seu ataque (FERREIRA; MARTINS, 1984).

O aumento do número de pragas deve-se, entre outros fatores, ao uso continuado e indiscriminado de agroquímicos, o que pode ocasionar uma resistência cada vez maior dos insetos e a mortalidade de inimigos naturais nativos (CAMARGO, 2008).

Por se tratar de um inseto que tem o hábito de ficar abaixo da superfície do solo, próximo ao colo da planta, seu controle é dificultado. O tipo de controle mais utilizado é o controle químico de forma preventiva. Segundo Gallo et al. (2002) onde a incidência da praga é alta, faz-se tratamento de sementes com granulados sistêmicos no plantio.

Como toda praga de solo, faltam estudos envolvendo técnicas de criação, estudos de comportamento, amostragem, nível de danos, estudos de previsão de ocorrência, influência do sistema e condução da cultura no ataque e alternativas de controle (PARRA, 2007).

Uma alternativa é o controle das pragas de solo de forma sustentável com o Controle Biológico, mudando o modo de produção que é hoje realizado. O Controle Biológico de pragas apresenta uma série de vantagens, pois protege a biodiversidade, agindo no ecossistema; é específico, não causando desequilíbrio;

não deixa resíduo (alimentos, água e solo) e nem afeta polinizadores; além de aumentar o lucro do produtor, pela economia com agroquímicos (GALLO, et al. 2002).

O microimenóptero *Trichogramma* é muito utilizado em programas de Controle Biológico e apresenta vantagens por ser parasitoide de ovos e se for utilizado corretamente pode controlar a praga antes que esta cause danos à cultura. Seu uso como agente de Controle Biológico, de acordo com Pinto (1997) está aumentando à medida que os movimentos contra o uso indiscriminado de inseticidas crescem.

As espécies do gênero *Trichogramma* constituem um dos grupos de inimigos naturais mais utilizados e estudados, no mundo, para controle de insetos-pragas (PINTO, 1997; HAJI et al., 2002). Esses insetos são parasitoides de ovos, associados a lepidópteros economicamente importantes (ZUCCHI et al., 2010) *Trichogramma pretiosum* Riley 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) possui cerca de 240 hospedeiros registrados (PINTO, 1999) e é considerada a espécie mais polífaga (ALENCAR et al., 2000), sendo encontrada em todos os países da América do Sul. No Brasil este inimigo natural está associado a 21 espécies de hospedeiros (ZUCCHI et al., 2010).

O objetivo desse trabalho foi estudar a biologia de *E. lignosellus* criada em dieta artificial em diferentes temperaturas, visando obter informações a respeito da praga para estratégias de manejo integrado e selecionar uma linhagem de *T. pretiosum* em laboratório, para possível utilização desse parasitoide em programas de controle biológico do elasmobrânquio em campo, visando à fase inicial (ovo) de desenvolvimento da praga.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae)

2.1.1 Distribuição Geográfica e plantas hospedeiras

Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), vulgarmente denominada broca-do-colo ou lagarta elasm, ocorre nos EUA, com maior frequência nos Estados do sul, na América Central e do Sul, até o Chile incluindo as Antilhas, Porto Rico, Colômbia e Argentina (GUNDLACH, 1891; SAUER, 1939; VIANA, 2004). Sua distribuição geográfica está limitada às regiões temperadas e tropicais do hemisfério ocidental segundo Viana (2004), embora Perez (1980) relate também sua ocorrência no Vietnã (Figura 1).

No Brasil, tem sido observado que esta praga ocorre com maior frequência em solos arenosos sob vegetação de cerrado e em períodos secos, após as primeiras chuvas, sobretudo no primeiro ano de cultivo (BARROS, 2009).

A abertura de novas áreas agrícolas no Brasil, em regiões de cerrado como Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, fez com que o problema com elasm se agravasse, especialmente devido à ocorrência de “veranicos”, aliado ao plantio em grande escala (NAKAYAMA, 1980; VIANA, 2004).

Ele foi considerado um dos insetos mais prejudiciais às plantas cultivadas (NAKAYAMA, 1980), pois pelo menos 60 culturas pertencentes a 14 famílias são relatadas como hospedeiras (CHALFANT et al., 1982), sendo importante praga de diversas culturas de expressão econômica como arroz cana-de-açúcar, trigo, sorgo, amendoim, soja, milho e caupi (NAKAYAMA, 1980; BARROS, 2009); nos EUA é praga-chave do amendoim (LEUCK, 1967; PAYNE; SMITH 1975; BERBERET et al., 1979; SMITH; HOLLOWAY, 1979; LYNCH, 1984; HUANG; MACK, 1989).

Figura 1 - Distribuição geográfica de *Elasmopalpus lignosellus* no mundo

2.1.2 Aspectos morfológicos e bioecológicos de *E. lignosellus*

O adulto de *E. lignosellus* é uma mariposa de 16 a 24 mm de envergadura (DIXON, 1982; BARROS, 2009). Apresenta dimorfismo sexual pronunciado sendo os palpos labiais eretos e mais longos nos machos (VIANA, 2004) com as asas anteriores do macho amareladas na parte central e delimitadas por uma faixa larga e escura tendo nuances de coloração roxa (Figura 2A e Figura 3E); as asas anteriores das fêmeas são escuras, quase pretas, também tendo nuances de coloração avermelhada ou roxa (GILL et al., 2009) ou ainda de coloração de carvão vegetal (CHAPIN, 1999) (Figura 2B e Figura 3F).

As mariposas voam rapidamente quando perturbadas em campo, muitas vezes pousando no solo a vários metros de distância, os machos são facilmente identificáveis em contraste com o solo escuro (NUESSLY; WEBB, 2001).

A fêmea coloca cerca de 200 ovos, isoladamente, próximos à superfície do solo, ou na planta; são ovais, medindo cerca de 0,6 mm de comprimento e 0,4 mm de largura e quando depositados são esverdeados, tornando-se rosas e finalmente

avermelhados (PETERSON, 1963; DIXON, 1982; CHAPIN, 1999; GILL, et al., 2009) (Figura 2C e 2D).

As lagartas possuem três pares de pernas torácicas e cinco pares de pernas abdominais (FERREIRA; BARRIGOSI, 2006) e são muito ativas quando perturbadas (NUESSLY; WEBB, 2001) lagartas recém eclodidas são de coloração amarelo-palha com listras vermelhas (VIANA, 2004) e se alimentam das folhas e posteriormente constroem um casulo feito de teia, terra e excrementos na superfície do solo, para se alimentarem do colo da planta (KOGAN; TURNIPSEED, 1987; BESSIN, 2004). À medida que se desenvolvem, tornam-se esverdeadas com anéis e listras vermelho-escuras (VIANA, 2004). A lagarta de sexto ínstar varia de verde-claro ao turquesa, listrada longitudinalmente com faixas marrons ou arroxeadas e com cápsula cefálica variando do marrom ao preto (DIXON 1982; BESSIN, 2004). (Figura 2E e Figura 3A).

As pupas são marrom-esverdeadas, (FERREIRA; MARTINS, 1984; ZUCCHI et al., 1993) e tornam-se marrons após a esclerotização da cutícula, em pouco tempo, (NUESSLY; WEBB, 2001) com 8 a 10 mm de comprimento por 2 mm de largura, formadas no interior de um casulo construído pela lagarta (FERREIRA; MARTINS, 1984; ZUCCHI et al., 1993) (Figura 3C e 3D).

No Brasil, não existem informações sobre diapausa e número de gerações por ano de *E. lignosellus* (VIANA, 2004). Nos EUA passa o inverno como lagarta ou pupa e as mariposas emergem entre duas e três semanas após o final do inverno (BESSIN, 2004); o número de gerações pode variar de três a quatro por ano (LEUCK; DUPREE, 1965). Os adultos emergem no início da primavera, se acasalam e podem viver por até 10 dias no campo (DIXON, 1982; BESSIN, 2004).

Segundo Gill et al. (2009) os adultos são mais ativos à noite e as condições ideais para o acasalamento e oviposição são temperaturas superiores a 27°C, com alta umidade relativa e pouco vento. Durante o acasalamento, o macho e a fêmea ficam unidos pelas extremidades em posições opostas (Figura 2F).

Figura 2 – Fases de desenvolvimento de *Elasmopalpus lignosellus*: macho (A); fêmea (B); ovo isolado no solo (C); ovos em bainha de arroz (D); lagarta no solo (E); acasalamento (F).

Esse inseto se multiplica em ambientes quentes, secos, e solos arenosos, pois sua cutícula é capaz de reter mais água que a maioria dos insetos, podendo se adaptar a condições desfavoráveis em relação à maioria dos insetos benéficos para controle biológico (CHAPIN, 1999).

Figura 3 - *Elasmopalpus lignosellus* criada em laboratório: lagarta de último ínstar (A); galeria construída pela lagarta, com dieta, teia e vermiculita (B); casulo construído com dieta, teia e vermiculita (C), casulo aberto mostrando pupa em seu interior (D), fêmea – asas escuras (E) e macho – asas claras (F)

Todas as fases da broca-do-colo são bem adaptadas ao ambiente seco, como evidenciado pela baixa permeabilidade de sua cutícula ($\leq 12,1 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{mmHg}^{-1}$) e baixas taxas de percentual de perda de água corporal total (TBW – Total Body Water) (MACK; APPEL 1986). Permeabilidades cuticulares similares e taxas de perda de água ocorrem em outros artrópodes de áreas secas (MACK; APPEL 1986). Esse inseto tem a menor permeabilidade cuticular dos poucos Lepidoptera que foram estudados (MACK; APPEL 1986).

2.1.3 Danos

A broca-do-colo é uma praga subterrânea, altamente polífaga (LEUCK, 1966). Por se tratar de um inseto que tem o hábito de ficar abaixo da superfície do solo, próximo ao colo da planta, seu controle é dificultado. Períodos de estiagem são favoráveis à praga, sendo plantas jovens mais sensíveis ao seu ataque (FERREIRA; MARTINS, 1984).

Plantas recém germinadas são muito sensíveis ao ataque dessa praga que reduz o “stand” em plantios comerciais e obriga o replantio de diversas espécies vegetais. O tipo de controle mais utilizado é o controle químico de forma preventiva. Segundo Gallo et al. (2002) onde a incidência da praga é alta, faz-se tratamento de sementes com granulados sistêmicos no plantio.

O ataque dessa praga ocorre na região do colo da planta, fazendo galerias em direção à parte central, provocando o seccionamento das folhas aí localizadas; como consequência, as folhas secam e dão origem ao sintoma conhecido por “coração morto” em gramíneas como arroz, trigo e milho. Plantas de milho a partir do estágio de seis folhas geralmente não são mais afetadas (BESSIN, 2003). Em milho doce, plantas que não morrem pelo ataque desenvolvem muitos perfilhos atrofiados e não produzem espigas comercializáveis (NUESSLY; WEBB, 2001).

Essa praga é limitante para a cultura do arroz no cerrado, pois a folha central seca e se desprende com facilidade (GALLO et al., 2002) comprometendo a produção dos grãos. Talvez, seja a praga mais adaptada do arroz de sequeiro, podendo, cada lagarta matar até quatro plântulas (LEUCK, 1966).

Em leguminosas, causa secamento e morte de plantas novas (GALLO et al., 2002). De acordo com Sartorato et al. (1987) das pragas que atacam as plântulas de feijoeiro, a mais importante é a broca-do-colo, sendo seu ataque fator limitante da produção de feijão.

Em soja, corta e broqueia o colo da planta, no início do desenvolvimento e, desse modo, causa redução no “stand” de plantas. As plantas atacadas podem morrer imediatamente ou sofrer danos, posteriormente, sob a ação de chuvas, vento ou por implementos agrícolas. A mesma lagarta pode atacar até três plantas de soja durante o seu desenvolvimento (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

É considerada uma das pragas mais destrutivas do amendoim (PAYNE; SMITH, 1975). A distribuição de adultos é influenciada pelo tipo e estágio da vegetação, Lynch (1984) observou que a ocorrência de machos coletados em armadilhas de feromônio é mais frequente no estágio reprodutivo do que em plântulas de amendoim e mais frequente do que em grama adjacente ao campo de amendoim.

Braxton e Gilreath (1988) observaram que um crescimento diferencial de apenas sete dias em soja pode afetar substancialmente a extensão dos danos causados pela broca-do-colo; assim, plantas mais jovens apresentaram 41% de danos enquanto que em plantas mais velhas ocorreram danos de 10%.

Lynch e Wilson (1991) relataram que as datas de plantio e colheita de amendoim tiveram pouca influência sobre a incidência de contaminação pelos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. No entanto, a escarificação de sementes de amendoim pela broca-do-colo aumenta significativamente a percentagem de sementes infectadas por essas espécies de fungos. Esses fungos produzem aflatoxinas que são metabólitos tóxicos e carcinogênicos, agentes causadores de HCC (Carcinoma Hepatocelular) (WOGAN, 1999).

2.1.4 Monitoramento

Amostragem e monitoramento constituem o principal problema para o manejo de *E. lignosellus* (VIANA, 2009). Os adultos dessa praga voam rapidamente e são facilmente identificáveis em campo; nos EUA, o monitoramento é realizado por meio de armadilhas de feromônio, tipo delta, e para confirmar a infestação causada pela broca o solo é cuidadosamente examinado ao redor das plantas lesionadas para verificar a presença de casulos construídos a partir de teia, solo e excrementos (NUESSLY; WEBB, 2001).

No Brasil, o uso de feromônio apresenta grande potencial para o monitoramento de elasmos (VIANA, 2009), porém ainda não existe um produto sintetizado no país para os nossos “strains”.

Entre todas as técnicas, a mais utilizada para determinar a população da praga é avaliar o número de plantas atacadas pela lagarta. Porém, essa técnica frequentemente falha em indicar a tempo infestações da praga para que se possam

empregar medidas de controle que evitem perda econômica na lavoura (VIANA, 2009). Tem-se como opção de monitoramento, utilizar mariposas criadas em laboratório, presas em pequenas gaiolas cilíndricas no interior de armadilha específica para coletar insetos (VIANA, 2009), como é feito na cultura de cana-de-açúcar para detecção de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae).

2.1.5 Métodos de Controle

3.1.1.1 Controle Cultural

A aração e queima dos restos culturais para o controle da broca-do-colo é uma prática muito antiga (RILEY, 1893), e ainda utilizada nos dias de hoje. No entanto, atualmente não é recomendada, a queima da palhada antes do plantio ou da colheita, pois esta é uma prática que afeta a dinâmica populacional desta praga (VIANA, 2007; VIANA, 2009). Na cultura da cana-de-açúcar, onde a queima da palhada facilita a colheita, o ataque da lagarta tem sido intenso quando comparado com áreas não queimadas (VIANA, 2007; VIANA, 2009). A hipótese é que a fumaça causa um estímulo olfativo nos adultos. Além da atratividade da fumaça sobre os adultos do inseto, a mesma desempenha um papel importante como estimulante de oviposição para fêmeas de elasmos, proporcionando o dobro do número de ovos quando comparado com locais onde há ausência da fumaça (MAGRI, 1998). Outro papel importante da fumaça tem sido levantado sobre o comportamento da mariposa. A fumaça está relacionada à localização de recursos, agindo como “pista” indicando a presença da planta hospedeira para este inseto (MAGRI, 1998).

A irrigação pode se constituir de um fator de controle para o elasmos, desde que economicamente viável (BARROS, 2009). Viana e Costa (1995) observaram que os danos causados por lagartas com até 10 dias de idade podem ser reduzidos com o manejo da umidade do solo em sistemas irrigados. No sistema de plantio direto, que propicia melhor conservação da umidade no solo, tem sido observada a menor incidência da praga (BARROS, 2009), quando comparado ao sistema de plantio convencional (ALL et al., 1982).

Armadilha luminosa localizada no centro de áreas de 0,5 ha e mantida permanentemente ligada, desde a semeadura até a colheita, contribuiu para reduzir o dano da broca-do-colo em 9,5% (FERREIRA; BARRIGOSI, 2006).

Em experimento com plantio de feijão, o uso da planta de cobertura, *Crotalaria juncea* L, foi eficaz na redução da incidência da broca-do-colo (GILL et al., 2010). Porém, algumas coberturas de solo, geralmente cultivadas durante o inverno, podem ser mais atrativas para oviposição; dentre as principais coberturas constam os restos culturais do trigo e sorgo, devendo haver maior precaução quando do cultivo de milho sobre estes dois tipos de palhada, principalmente em períodos de veranico (BARROS, 2009). No caso da safrinha, como geralmente a semeadura é realizada sobre restos culturais de soja, os fatores determinantes para a ocorrência de infestações severas de elasmos são os períodos de estiagem e a textura de solo (BARROS, 2009).

Plantios consorciados ou rotação de cultura podem ser uma boa opção na atratividade de inimigos naturais. Bai et al. (2011) demonstraram, em laboratório, que o parasitoide *Trichogramma ostrinae* (Pang et Chen) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi atraído pelos voláteis liberados das folhas de variedades prostradas de *Vigna radiata* (L.).

3.1.1.2 Controle Químico

O tipo de controle mais utilizado é o controle químico de forma preventiva. Inseticidas granulados são comumente usados para o controle dessa praga (HUANG; MACK, 2001). Em áreas com elevado potencial de infestação, a aplicação de agroquímicos na planta deve ser considerada para reduzir os danos (NUESSLY; WEBB, 2001)

Aplicações pós-emergência funcionam melhor quando direcionadas sobre as linhas e levemente incorporadas ao solo em volta das plantas (NUESSLY; WEBB, 2001). Em culturas estabelecidas, sem tratamento prévio das sementes, tem-se a opção da utilização de inseticidas de contato, em alto volume, com jato dirigido da calda para a base da planta onde a praga está localizada (CRUZ, 2008). Aplicações pós-emergência, logo após aparecerem os sintomas dos danos, podem limitar danos adicionais, mas pode ser tarde demais para evitar perdas econômicas, pois quando

as infestações em milho são observadas no campo, os danos para a safra já ocorreram (NUESSLY; WEBB, 2001)

No amendoim, o controle da broca pode ser alcançado colocando o inseticida no solo sob a copa da planta; consegue-se uma melhor distribuição por meio da utilização de inseticidas em formulações granulares, mas as pulverizações que atingem o solo também podem ser úteis (LEUCK, 1967).

Em condições extremamente favoráveis a esta praga (solos leves, estiagem prolongada após a emergência e plantio convencional), o tratamento de sementes isoladamente se torna pouco eficiente, sendo necessária a utilização de pulverizações com inseticidas de contato e ação de profundidade, realizadas durante a noite e com alto volume de calda (BARROS, 2009).

Segundo dados do Agrofite dos 21 produtos registrados para a cultura do arroz no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 18 são para tratamento de sementes e 3 são para aplicações terrestres. O tratamento de sementes, pela sua praticidade, custo e eficiência é o mais empregado. Os inseticidas à base de thiodicarb, carbofuran, carbosulfan (700 g i.a./100 Kg sementes) são largamente utilizados em áreas com histórico de ataque dessa praga (VIANA, 2004). Entretanto, em áreas onde tem ocorrido severa estiagem e consequente baixa umidade do solo, a eficácia desses inseticidas tem sido prejudicada (VIANA, 2004). Cruz et al. (1983) observaram que inseticidas foliares aplicados no início do ataque não foram eficientes para o controle dessa praga.

Barros et al. (2005) estudando o armazenamento na compatibilidade dos inseticidas fipronil e thiodicarb com fungicidas (carbendazin, thiran) e polímeros recomendados para o tratamento de sementes de feijão, em casa de vegetação, verificaram a superioridade do inseticida fipronil para o controle da broca-do-colo.

3.1.1.3 Controle Biológico

A combinação de diversos fatores é responsável pela flutuação populacional de *E. lignosellus* em campo e o parasitismo é sem dúvida um fator que contribui e muitas vezes, reduz significativamente a infestação da broca significativamente (LEUCK; DUPREE, 1965). Barros (2009) acredita que esta praga seja pouco afetada

pelos inimigos naturais, pois está sempre protegida dentro da planta ou no interior do abrigo por ela construído.

Leuck e Dupree (1965) listaram as espécies de parasitoides de *E. lignosellus* coletadas em duas regiões da Georgia, EUA; dois parasitoides de ovos *Telenomus* (*Telenomus*) n. sp. (Hymenoptera: Scelionidae) e *Chelonus* (*Microchelonus*) n. sp. (Hymenoptera: Braconidae); cinco parasitoides larvais, *Pristomerus pacificus melleus* Cushman (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Orgilus* n. sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Bracon melitor* Say (Hymenoptera: Braconidae) *Stomatomya floridensis* Townsend (Diptera: Tachinidae) e *Plagiprospherysa parvipalpis* (Wulp) (Diptera: Tachinidae).

Beg e Bennet (1974) criaram e testaram três parasitoides naturais de *E. lignosellus*, *Plagiprospherysa trinitatis* Thompson (Tachinidae) e *Macrocentrus* sp. e *Agathis rubricinctus* Ashmead (Braconidae), oriundos de Trinidad-Tobago. A taxa de parasitismo em cana-de-açúcar no campo foi baixa para essas espécies, *P. trinitatis* pode desempenhar papel importante após colheita, sendo a espécie adequada para controlar as brocas que restaram no campo, impedindo a migração para outros campos adjacentes.

Mack e Appel (1986) demonstraram que *E. lignosellus* pode sobreviver a condições secas melhor do que alguns de seus predadores naturais como: *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), *Reduviolus roseipennis* (Hemiptera: Nabidae) e *Salticus oxyopes* (Araneae: Oxyopidae). Esses autores sugerem que a predação durante os surtos da broca-do-colo pode diminuir por causa dos efeitos adversos do clima sobre o desenvolvimento e longevidade dos predadores que apresentaram mortalidade alta quando expostos ao ambiente seco.

O parasitóide de ovos *Trichogramma* spp. não foi referido na literatura parasitando ovos de *E. lignosellus*, exceto ao observado por Paron e Quintela (2002) em estudos em laboratório.

3.1.1.4 Resistência de plantas a insetos

Os nutrientes minerais e os elementos benéficos às plantas, além de favorecerem o crescimento e a produção das plantas, podem também exercer efeitos secundários sobre estas, destacando-se como o aumento ou a diminuição na

resistência e/ou tolerância a patógenos ou pragas (MARSCHENER, 1995). Resistência da planta hospedeira é provavelmente a melhor estratégia para o controle desta broca-do-colo no futuro (NUESSLY; WEBB, 2001)

O silício ao ser acumulado pelas plantas proporciona mudanças anatômicas nos seus tecidos, com o surgimento de células epidérmicas mais espessas, em decorrência de deposição de sílica, resultando na formação de uma barreira mecânica capaz de dificultar o ataque de insetos sugadores e mastigadores (EPSTEIN, 1999).

Estes efeitos ocorrem devido a mudanças no padrão de crescimento, na morfologia, na anatomia e, particularmente, na composição química das mesmas, o que pode ser visto pelo surgimento de células epidérmicas mais espessas e pelo elevado grau de lignificação e/ou silificação, além de modificações nas propriedades fisiológicas e bioquímicas, a partir de maior produção de substâncias repelentes ou inibidoras por parte das plantas (MARSCHENER, 1995).

Larvas da broca-de-colo *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), nutridas com plantas com alto conteúdo de silício, tiveram suas mandíbulas danificadas (DJAMIN; PATHAK, 1967).

Nenhuma cultivar de arroz é comercializada como resistente a *E. lignosellus* (FERREIRA et al., 1979). O silício apesar de não fazer parte dos elementos essenciais para o arroz é considerado um elemento útil para essa cultura (SAVANT et al., 1996). Nos viveiros de mudas de arroz fertilizadas com Si, em forma de cinza de casca de arroz, houve redução do número de plantas com coração morto pela broca-do-colo na cultivar Jaya, após o transplante (SAVANT et al., 1994). A infestação de *E. lignosellus* foi reduzida consideravelmente com a adição de Si em arroz, mas não houve diferença em infestação em solos não deficientes (NAKANO et al., 1961).

Stalker et al. (1984) avaliaram coleções de amendoins cultivados e selvagens e observaram que os níveis de resistência entre as 27 espécies selvagens testadas não foram suficientemente altos para justificar um programa de melhoramento para transformação de germoplasma de amendoim selvagem para cultivada para o controle de *E. lignosellus*.

As plantas transgênicas têm sido utilizadas para controle de pragas, sendo o Brasil um grande usuário desta tecnologia. Alguns trabalhos mostram esta alternativa para o controle de elasmos em diversos hospedeiros (VIANA, 2009).

Assim, os milhos híbridos com *Bt* (Cry1Ab, Cry1F, Cry1A105 + Cry2Ab2, Cry1A105 + Cry2Ab2 + Cry1F) não foram prejudicados por *E. lignosellus* em estudo realizado em campo (IVAN et al., 2012). Amendoim com gene de *Bt* Cry 1A pode ser eficaz na proteção das plantas aos danos causados pela lagarta elasmobrânquia (SINGSIT, et al., 1997). A variedade de soja Jack *Bt* demonstrou ser quatro vezes mais resistente do que a variedade Jack convencional às infestações de *E. lignosellus* em campo (WALKER et al., 2000).

3.1.1.5 Controle por Semioquímicos

A comunicação entre indivíduos de mesma espécie ou espécie diferente é promovida por substâncias químicas denominadas semioquímicos (VILELLA; PALLINI, 2002; ZARBIN et al., 2009). Os insetos exercem suas relações ecológicas com o meio ambiente e com outros organismos de várias maneiras, sendo um das mais importantes a comunicação por meio de compostos químicos (ZARBIN et al., 2009).

Os semioquímicos fazem parte das interações dos insetos e podem ser interações intraespecíficas (feromônio) ou interespecíficas (aleloquímicos).

3.1.1.5.1. Aleloquímicos

Os aleloquímicos são interessantes nos estudos das relações tritróficas. Os aleloquímicos são substâncias químicas que atuam de forma interespecífica, ou seja, na comunicação entre espécies ou organismos diferentes, como por exemplo, entre um inseto e uma planta (BENTO; PARRA-PEDRAZZOLI, 2006). Essas substâncias também são utilizadas no forrageamento por parasitoides no processo de preferência de hábitat e reconhecimento de um inseto hospedeiro ou não hospedeiro (AFSHEEN et al., 2008). Na natureza, relações tróficas entre organismos dentro de uma comunidade raramente, ou nunca são cadeias alimentares simples (DE MORAES et al., 2000).

Os caimomônios desempenham papel importante na atração dos parasitoides em relação aos diferentes hospedeiros (AFSHEEN et al., 2008). Espécies de

Trichogramma usam vários semioquímicos incluindo sinomônios de plantas e cairomônios dos hospedeiros (NOLDUS, 1989).

Vários estímulos químicos são utilizados na busca hospedeira como *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) atraído por extrato de ovos de *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) (RENOU et al. 1992) ou *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae) atraído pelo feromônio sexual de *Helicoverpa assulta* (BOO; YANG, 2000).

Xavier et al., (2011) avaliaram que plantas de milho danificadas por lagartas de *E. lignosellus* liberam compostos orgânicos voláteis capazes de atrair o parasitoide de ovos *T. pretiosum*. Os volatéis foram liberados em quantidades significativamente maiores pelas plantas danificadas por lagartas de *E. lignosellus* agindo como defesa indireta, por meio da atração a *T. pretiosum*.

Rani e Sandhyarani et al. (2012) concluíram que plantas de arroz infestadas por *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) emitem voláteis através da superfície do tronco que servem como pistas e assumem o papel de atratividade de longo alcance para o parasitoide *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae), uma vez que os cairomônios do hospedeiro ficam seqüestrados dentro da planta.

Evidências sugerem que os compostos voláteis induzidos pelos insetos herbívoros, além de facilmente detectáveis e de serem indicadores seguros da presença de herbívoros, podem ainda, transmitir informação específica, que permite aos parasitoides discriminarem à longa distância, espécies de herbívoros específicos (DE MORAES et al., 2000).

3.1.1.5.2. Feromônio

Basicamente, os feromônios podem ser utilizados para monitoramento do nível populacional da praga, captura massal visando ao controle da praga e confundimento (THOMAZINI, 2009).

Payne e Smith (1975) foram os primeiros a documentar a presença de feromônio sexual em fêmeas de *E. lignosellus*. O feromônio da espécie foi identificado em 1984 contendo 10 compostos (LYNCH, 1984).

Nos EUA armadilha tipo delta com feromônio é utilizada no monitoramento de adultos de elasmô (NUESSLY; WEBB, 2001). No Brasil, testes realizados com o feromônio comercial sintetizado nos EUA, produziram baixa resposta na atração de machos de *E. lignosellus* na região de Sete Lagoas, Minas Gerais (PIRES et al., 1992).

Jham et al. (2007) observaram que a composição química dos extratos preparados a partir de colônias de *E. lignosellus*, coletados nas cidades de Goiânia – Goiás e Sete Lagoas – Minas Gerais foram muito diferentes da composição química dos extratos obtidos do mesmo inseto da colônia de Tifton – Geórgia. Esses autores sugerem que existe polimorfismo nessa espécie no Brasil e nos EUA e possivelmente subespécies.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação de manutenção de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1948) (Lepidoptera: Pyralidae)

A criação de *E. lignosellus* foi iniciada a partir de ovos provenientes de uma população do estado de Goiás mantida em dieta natural na Embrapa Arroz e Feijão no Estado de Goiás.

A manutenção dos insetos foi conduzida no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba/SP. Os insetos foram criados em laboratórios com temperatura de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60\pm 10\%$ e 14 horas de fotofase para a fase larval e com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60\pm 10\%$ para a fase adulta.

As lagartas foram criadas em dois recipientes distintos: tubos de vidro de fundo chato (2,5 centímetros de diâmetro x 8,5 centímetros de comprimento) e copos plásticos (100 ml) transparentes e com tampa. O primeiro recipiente foi usado para os bioensaios e o segundo para manutenção e incremento da população. Os tubos de vidro foram fechados com algodão hidrófugo e esterilizados em estufa a 170°C por uma hora. A dieta padrão utilizada foi a dieta de Chalfant (1975) (Tabela 1) substituindo-se o ácido linoléico por óleo de canola, conforme Meneguim et al., (1997). Essa dieta foi transferida ainda quente para os tubos ou copos e após 24 horas realizada a "inoculação" de quatro lagartas/tubo e oito lagartas/copo plástico. Após a "inoculação", foi colocada uma camada de vermiculita de 1,5 cm sobre a dieta, imitando as condições que o inseto tem na natureza para construção de abrigos larvais (casulos). A vermiculita utilizada na criação e nos bioensaios foi autoclavada duas vezes a 200°C .

Após a emergência, os adultos foram mantidos em gaiolas confeccionadas de tubos de PVC (10 centímetros de diâmetro x 21 centímetros de altura). As gaiolas foram fechadas na abertura superior e inferior com placas de Petri (15 centímetros de diâmetro) sendo a base forrada com papel de filtro. As gaiolas foram revestidas internamente com papel toalha dupla face, branco, marca Snob[®], que foi utilizado como substrato de postura e trocado diariamente. Para alimentação dos adultos foi

oferecida uma solução aquosa de mel a 10%, por capilaridade através de um rolo dental colocado em um frasco plástico de 15ml (SANDHU et al., 2010).

Tabela 1 - Composição da dieta artificial padrão para *E. lignosellus* (Chalfant, 1975) com modificação para a presente pesquisa

Componente	Quantidade (ml ou g)
Líquido	
Óleo de canola**	1,5
Água destilada	375,0
Solução vitamínica*	0,7
Sólido	
Ácido ascórbico	2,0
Ácido sórbico	0,6
Agar	7,0
Aureomicina	0,022
Feijão 'Carioca'	60,0
Germe-de-trigo	29,5
Levedura-de-cerveja	19,0
Metil parahidroxibenzoato (nipagin)	1,10

* Composição da solução vitamínica (Parra, 1979): niacinamida, 110g; pantotenato de cálcio, 1,0g; tiamina, 0,5g; piridoxina, 0,25g; ácido fólico, 0,1g; biotina, 0,02g; vitamina B12 (1000mg/cc), 2,0ml; água destilada, 1000 ml

** Óleo de canola em substituição ao ácido linoleico

3.2 Criação de manutenção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

As linhagens utilizadas nos diversos experimentos foram obtidas da criação estoque do Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba/SP.

Os parasitoides foram criados segundo Parra et al. (1989) sobre ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), mantido em dieta à base de farinha de trigo integral (97%) e levedura de cerveja (3%).

Para manutenção das linhagens em laboratório colaram-se ovos de *A. kuehniella* em cartelas de papel cartão (7,7 x 1,7 centímetros), por meio de goma arábica diluída em água a 50%, e esterilizados em luz germicida durante 45 minutos (STEIN; PARRA, 1987). Os ovos fixados nas cartelas foram submetidos ao parasitismo, em tubos de vidro (8,5 x 2,5 centímetros), por no máximo 24 horas, e os

parasitoides foram alimentados com uma gotícula de mel depositada na parede do tubo. Para o desenvolvimento das fases imaturas e dos adultos, os tubos foram mantidos em câmaras climatizadas com temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

3.3 Efeito da temperatura no período de incubação e no período lagarta-adulto de *E. lignosellus*

Os insetos utilizados no presente experimento foram criados no mesmo local e obedecendo à técnica descrita no item 3.1

Para determinar o período de incubação, limiar térmico inferior e limiar térmico superior de *E. lignosellus* utilizaram-se ovos com menos de 24 horas de idade da criação de manutenção. O ensaio foi realizado em blocos inteiramente casualizados com oito repetições por temperatura. Como a postura é isolada, 25 ovos foram recortados do papel toalha utilizado como substrato de oviposição e transferidos para placa de Petri (6,0 centímetros de diâmetro x 2,0 centímetros de altura). As placas de Petri foram vedadas com filme plástico de PVC e posteriormente foram mantidas em câmaras climatizadas com 14h de fotofase, umidade relativa de $60\pm 10\%$ e temperaturas de 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C . As avaliações foram realizadas diariamente no fim do dia, registrando-se o número de lagartas eclodidas e a presença de contaminantes, pois os ovos não foram tratados. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo os dados do período de incubação transformados em $\sqrt{(x+0,5)}$, e os resultados submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade no programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2005).

O cálculo do limiar térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e da constante térmica (K) foram estimados através da regressão linear que descreve a relação entre a temperatura (T) e a taxa de desenvolvimento ($1/D$) utilizando-se o método da hipérbole (HADDAD; PARRA 1984).

O limiar térmico superior de desenvolvimento (T_{max}) foi estimado utilizando-se dois modelos de regressão não lineares Lactin e Briere 1 (LACTIN et al., 1995; BRIERE et al., 1999). Para o modelo não linear Lactin o período de incubação foi ajustado pela eq. (1). O parâmetro p corresponde à taxa de desenvolvimento na

temperatura ideal; T temperatura de criação; T_m limiar térmico superior; Δ número de graus acima da temperatura base sobre a qual a influência térmica torna-se predominante e λ constante empírica que força a curva para interceptar o eixo y, com um valor inferior a zero (LACTIN et al., 1995; SANDHU et al., 2010).

$$\exp(\rho T) - \exp\{\rho T_m - [(T_m - T) / \Delta]\} + \lambda \quad (1)$$

Para Briere 1 o período de incubação foi ajustado pela eq. (2), o parâmetro (aT) que corresponde à taxa de desenvolvimento a temperatura ótima foi calculado usando a eq.(3) (BRIERE et al., 1999; SANDHU et al., 2010).

$$aT(T - T_0) \times [\text{sqrt}(T_m - T)] \quad (2)$$

$$T_{\text{opt.}} = [2mT_m + (m+1) T_0] + \sqrt{4m^2T_m^2 + (m+1)^2T_0^2 - 4m^2T_m T_0} / 4m+2 \quad (3)$$

O desempenho desses modelos matemáticos não lineares foi avaliado observando o coeficiente de determinação (R^2), que indica ajuste melhor com valores mais elevados e a soma dos quadrados dos resíduos (RSS), que indica melhor ajuste com valores mais baixos (AGHDAM et al., 2009).

Para o período lagarta-adulto de *E. lignosellus*, a duração do desenvolvimento e a viabilidade foram estudados nas temperaturas 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C, com umidade relativa de 60±10% e 14 horas de fotofase. Em cada temperatura foram individualizadas 160 lagartas em tubos de vidro de fundo chato (2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de comprimento) contendo dieta artificial e vermiculita conforme descrito no item 3.1. Para determinar o período lagarta-adulto foram feitas observações diárias quantificando-se o número de insetos emergidos em cada temperatura. Diariamente eram descartados os tubos contaminados por fungos.

Os dados referentes à duração lagarta-adulto foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Microsoft® Office Excel 2007). A viabilidade do período foi determinada calculando-se a percentagem de adultos emergidos em relação ao número total de lagartas “inoculadas”. A razão sexual obtida foi comparada por meio do teste de Qui-Quadrado (χ^2).

3.4 Tabela de vida de fertilidade de *E. lignosellus*

Foram individualizados 27 casais, daqueles emergidos a 32°C, (temperatura encontrada como adequada para *E. lignosellus*, por encurtar o período ovo-adulto, dando menor contaminação por fungos), umidade relativa de 60±10% e 14 horas de fotofase, em gaiolas de PVC, conforme descrito no item 3.1. Os seguintes parâmetros biológicos foram avaliados: duração e viabilidade do período ovo-adulto, período de pré-oviposição, número de ovos colocado por fêmea por dia, longevidade de machos e fêmeas e razão sexual. A separação por sexo foi realizada em adultos recém emergidos, pois estes apresentam pronunciado dimorfismo sexual (Figura 3E e Figura 3F).

Os adultos foram alimentados com uma solução aquosa de mel a 10% (MENEGUIM et al., 1997) que foi trocada diariamente, evitando-se a contaminação por patógenos.

O substrato de oviposição foi trocado diariamente e a contagem dos ovos foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópico, pois os ovos são translúcidos com menos de 24 horas de idade. Para determinação do período de incubação e da viabilidade as posturas do segundo dia de oviposição foram colocadas em placas de Petri (6,0 centímetros de diâmetro x 2,0 centímetros de altura), vedadas com filme plástico de PVC e mantidas em câmaras climatizadas à temperatura de 25°C, com umidade relativa de 60±10% UR e 14 horas de fotofase. Diariamente foi registrado o número de lagartas eclodidas e a presença de contaminantes. Os ovos não foram tratados.

A partir dos dados de oviposição foi elaborada a tabela de vida de fertilidade nas quais foram estimados: intervalo entre gerações (T), taxa líquida de reprodução (R_0), taxa intrínseca de crescimento (r_m) e taxa finita de aumento (λ) (SILVEIRA NETO et al. 1976).

3.5 Estudos comportamentais e de local de oviposição de *E. lignosellus*

3.5.1 Horário de oviposição de *E. lignosellus*

Esse experimento foi realizado para se determinar o horário de oviposição de *E. lignosellus*, em laboratório mantida em sala climatizada a temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $40 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12, com fotofase das 20h00min às 8h00min horas e escotofase das 8h00min às 20h00min. A fase larval dos insetos utilizados nesse experimento foram criados nas mesmas condições de fotoperíodo em câmara climatizada regulada a temperatura de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $60\pm 10\%$ e 12:12 horas de fotoperíodo com fotofase das 20h00min às 8h00min horas e escotofase das 8h00min às 20h00min horas para não ocorrer interferência no comportamento dos adultos.

A gaiola de oviposição foi construída com copo plástico de 750 mL; para facilitar a transferência do casal para gaiola, o fundo do copo foi recortado e a gaiola foi montada com o copo invertido. Na parte superior, foi colocada uma placa de acrílico (15 cm de diâmetro) e na parte inferior da gaiola foi oferecido, por dia, seis discos de papel toalha dupla face Snob[®], como substrato de oviposição (Figura 4). Um microtubo tipo “Eppendorf” com rolo dental e mel a 10% foi colado na lateral interna da gaiola como fonte de alimento para o casal (SANDHU et al., 2010).

Trinta e cinco casais foram individualizados nas gaiolas descritas durante o momento de fotofase e foram observados por três dias consecutivos durante a escotofase, o substrato de oviposição foi retirado a cada duas horas até o fim da escotofase; realizando-se a contagem do número de ovos em microscópio estereoscópico com iluminador de fibra ótica.

Os tratamentos foram constituídos pelos horários de postura a cada intervalo de duas horas após o início da escotofase, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas, correspondendo aos horários de 20h00min-22h00min, 22h01min-24h00min, 24h01min-02h00min, 02h01min-4h00min, 04h01min-06h00min, 06h01min-08h00min.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os dados obtidos dos tratamentos desse ensaio foram inicialmente submetidos ao teste de Bartlett (BARTLETT, 1937) para verificar a homogeneidade das variâncias e de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) para verificar a normalidade dos resíduos. Como os

dados não apresentaram homogeneidade e/ou normalidade, buscou-se uma transformação. Mesmo assim, os dados não atenderam as pressuposições do modelo normal e, portanto, os tratamentos foram comparados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (KRUSKAL & WALLIS, 1952), utilizando o software estatístico R versão 2.15.0.

Figura 4 - Gaiola utilizada para determinação do horário de oviposição de *E. lignosellus* em laboratório mantido à $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $40\pm 10\%$; fotoperíodo: 12:12h. Gaiola com disco de papel toalha Snob® na base como substrato de oviposição e microtubo tipo “Eppendorf” colado na lateral contendo rolo dental e solução de mel a 10% para alimentação do casal por capilaridade.

3.5.2 Local de oviposição de *E. lignosellus*

Adultos recém emergidos de *E. lignosellus* foram mantidos em gaiolas de tubos de PVC conforme descrito anteriormente, para acasalamento durante 48 horas. Após o acasalamento, colocou-se um casal, por gaiola para avaliação do local de postura desse inseto. A gaiola consistiu de dois copos plásticos (750 ml); o copo inferior recebeu diversos furos para o escoamento de água; o referido copo continha vermiculita como substrato e a planta de arroz da variedade BRS Pepita (Figura 5A). O copo superior recebeu uma tela de “voile” para facilitar a troca de oxigênio dos insetos, colada com cola quente de silicone e um furo lateral para colocação do casal no interior da gaiola. Para facilitar a avaliação dos ovos depositados no solo,

colocou-se um círculo de papel filtro a 2 cm da superfície isolando o solo a ser avaliado (Figura 5).

Os casais foram colocados pela manhã em 34 gaiolas evitando-se estresse no momento da postura. Após 72 horas, avaliou-se o número de ovos colocados por fêmea e o local de deposição dos ovos.

Figura 5 – Gaiola de oviposição para *E. lignosellus*, em laboratório ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14h) construída com copos plásticos (750 ml) contendo duas plantas de arroz; a seta indica o local do círculo de papel filtro a 2 cm da superfície usado para isolar o solo no qual foi avaliada a postura (A). Detalhe da lateral da gaiola contendo um furo para colocação dos adultos de *E. lignosellus* por meio de um tudo de ensaio (B).

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado e os dados do local de postura (parte aérea x solo) foram submetidos à análise de variância.

As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade no programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2005).

3.6 Seleção de Linhagens de *T. pretiosum*, visando ao controle de *E. lignosellus*

Nesse experimento foram utilizadas seis linhagens de *T. pretiosum* da criação estoque do Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba/SP (Tabela 2).

Para cada uma das seis linhagens de *T. pretiosum* foram individualizadas 20 fêmeas em tubos de vidro de 8,5 x 2,5 centímetros contendo uma gotícula de mel na lateral interna. Para cada fêmea, foram oferecidos diariamente, 30 ovos de *E. lignosellus*, com no máximo 24 horas de idade, colados em cartelas de papel cartão branco (7,7x1,7 centímetros), por meio de goma arábica diluída em água a 50%. Essas cartelas foram colocadas nos tubos de vidro contendo as fêmeas e vedadas com filme plástico de PVC®. O parasitismo foi permitido por 24 horas em câmaras climatizadas reguladas à temperatura de 25°C±1 e 14 horas de fotofase.

Tabela 2 - Linhagens de *T. pretiosum* com suas respectivas origens e hospedeiros naturais e alternativo e localidades em que foram coletadas, utilizadas no teste de seleção para controle de *E. lignosellus*

Linhagem	Local de origem	Hospedeiro/ alternativo	Cultura
ES	Alegre – ES	<i>Helicoverpa zea</i>	Tomate
PE	Petrolina – PE	Desconhecido	Algodão-mocó
PR	Colombo – PR	<i>Pseudaletia sequax</i>	Trigo
RS	Pelotas – RS	<i>Anagasta kuehniella</i>	Maçã
RV2	Rio Verde – GO	<i>Anagasta kuehniella</i>	Soja
SC	Itajaí – SC	<i>Tuta absoluta</i>	Tomate

As cartelas contendo ovos viáveis de *E. lignosellus* foram trocadas diariamente até a morte da fêmea; quatro dias após o parasitismo, as lagartas que eclodiram foram retiradas dos tubos e os ovos parasitados foram individualizados.

Os parâmetros avaliados foram: duração do período ovo-adulto, viabilidade, parasitismo diário, parasitismo total, quantidade de parasitoide por ovo e razão sexual.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado sendo os dados do local de postura submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade no programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2005). As médias dos parâmetros biológicos avaliados foram comparadas através da análise de agrupamento (cluster analysis), (PRATISSOLI; PARRA, 2001), por meio do software estatístico R versão 2.15.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito da temperatura no período de incubação e no período lagarta-adulto de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1948) (Lepidoptera: Pyralidae)

A duração do período de incubação de *E. lignosellus* foi diretamente afetada pela temperatura, numa razão inversamente proporcional, ou seja, quanto menor a temperatura maior o tempo necessário para o desenvolvimento, sendo que os valores variaram de 11,33 dias (18°C) a 4,0 dias (32°C). Sandhu et al. (2010) observaram variação de 6,8 dias (18°C) a 2,2 dias (32°C). No presente trabalho, nas temperaturas de 28, 30 e 32°C, o período de incubação manteve-se constante (4 dias) não havendo diferença estatística nessas temperaturas (Tabela 3). Nakayama, (1980) encontrou um período de incubação de 3 dias a $27 \pm 5^\circ\text{C}$ e UR de 70%. Viana, (2007) relatou que em temperatura de 28°C, as lagartas eclodem, em média, no terceiro dia após a oviposição. Nas temperaturas de 20 e 22°C, a viabilidade e a duração do período de incubação não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

As viabilidades observadas nas temperaturas de 18, 25, 28, 30 e 32°C, não diferiram estatisticamente entre si (Figura 5). Em todas as temperaturas estudadas a viabilidade foi inferior a 70%, e observaram-se, em todos os tratamentos, ovos inviáveis. Os ovos viáveis tornam-se vermelhos com o desenvolvimento embrionário e os inviáveis ficam amarelados e murcham. Mack e Backman et al. (1987) observaram que ovos de *E. lignosellus* coletados em campo, em um ano de surto populacional da praga, apresentaram 100% de viabilidade e sugeriram que poucos ovos inviáveis são colocados pela fêmea ou que os ovos inviáveis são rapidamente destruídos por fungos e bactérias. Os autores não encontraram ovos parasitados no campo. Pelas observações feitas em laboratório na presente pesquisa observou-se que os ovos inviáveis murcham e secam, permanecendo apenas o córion com um pouco de vitelo murcho.

Tabela 3 - Duração do período de incubação e viabilidade de ovos de *E. lignosellus* sob diferentes temperaturas, em condições de laboratório, UR: 60±10%; fotofase: 14 h, (n=200)

Temperatura °C	Duração (dias) ±EPM	Viabilidade (%) ±EPM
18	10,76 ±0,052 a (10,0-11,33)	64,57 ±0,082 a
20	8,04 ±0,004 b (8,0-8,25)	28,57 ±0,089 b
22	7,84 ±0,016 b (7,0-8,0)	37,71 ±0,40 b
25	5,0 ±0,0 c (5,0-5,0)	66,86 ±0,31 a
28	4,0 ±0,0 d (4,0-4,0)	62,86 ±1,03 a
30	4,0 ±0,0 d (4,0-4,0)	61,14 ±1,39 a
32	4,0 ±0,0 d (4,0-4,0)	57,14 ±0,65 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Visto que os insetos necessitam acumular certa quantidade de graus-dia para completar o seu desenvolvimento, estudos de determinação do limiar térmico inferior auxiliam na manutenção das criações de insetos e também na tomada de decisões para medidas de controle. O limiar térmico inferior de desenvolvimento (T_b) para a fase de ovo de *E. lignosellus* foi de 10°C (Figura 7). Baseando-se na T_b encontrada constatou-se que a espécie necessita de 82,7 graus-dia (GD) para completar seu desenvolvimento embrionário.

O limiar térmico superior da fase de ovo (T_{max}) foi estimado em 38°C para Lactin (LACTIN et al., 1995) e 37°C para Briere 1 (BRIERE et al., 1999), com (R^2) de 97,14% e 96,70% respectivamente e segundo Aghadam et al., (2009) o desempenho de um modelo matemático é comumente avaliado pelo coeficiente de determinação (R^2). Neste caso, os modelos se ajustaram adequadamente aos dados, pois ambos apresentaram elevados coeficientes de determinação. No presente trabalho, a faixa de desenvolvimento de ovos de *E. lignosellus* situa-se entre 10 e 37-38°C, suportando, portanto, altas temperaturas, sendo adaptado ao clima quente do Brasil Central. Estes resultados poderão fornecer subsídios ao Manejo da praga, utilizando-se parasitoides de ovos, no caso, *Trichogramma* spp.

Figura 6 - Viabilidade (%) do período de incubação de *E. lignosellus*, UR: 70±10%; fotofase: 14h

Briere-1 foi o modelo que forneceu o melhor ajuste, para a broca-do-colo criada em cana de açúcar em condições de laboratório, sendo estimadas a temperatura base (T_b), temperatura ótima (T_{opt}) e temperatura superior (T_{max}) para o desenvolvimento embrionário como sendo de 11,79; 31,29; 37,30°C, respectivamente (SANDHU 2010).

Para o ensaio de duração do período lagarta-adulto de *E. lignosellus*, a viabilidade foi inferior a 50% em todos os tratamentos (Tabela 4). Esse fato pode ser explicado, em parte, pela ocorrência de contaminação pelo fungo *Aspergillus* spp., identificado no laboratório de Controle Microbiano e Patologia de Insetos da ESALQ-USP. Ocorreu contaminação de 12,5% na temperatura de 32°C, 27,5% na temperatura de 30°C, 60% na temperatura de 28°C e 42% na temperatura de 25°C. *Aspergillus flavus* apresenta capacidade de crescer e colonizar o meio em temperaturas entre 15 a 42°C, apresentando o máximo crescimento a 30°C (TRAVAGLIA, 2011).

Figura 7 - Relação entre temperatura (°C), tempo (dias) e taxa de desenvolvimento (1/D) para ovos de *E. lignosellus*.

Nas temperaturas mais elevadas do presente trabalho, observou-se que *Aspergillus* spp. desenvolveu-se rapidamente, porém nas temperaturas inferiores a 25°C (22, 20 e 18°C) o fungo foi se desenvolvendo e colonizando lentamente na dieta artificial até ocorrer 100% de contaminação e foi necessário fazer o descarte de todos esses tratamentos. A viabilidade do período de desenvolvimento lagarta-adulto a 32°C foi superior às demais temperaturas, pois nessa temperatura a broca-do-colo apresentou duração do período de desenvolvimento inferior, diferindo estatisticamente das demais temperaturas e possivelmente não dando tempo para o fungo colonizar toda a dieta (Tabela 4). A duração média de desenvolvimento lagarta-adulto não diferiu estatisticamente nas temperaturas de 28 e 30°C, porém apresentou diferença significativa em relação às temperaturas de 25 e 32°C (Tabela 4). Na temperatura de 25°C a duração média da fase lagarta-adulto (41,27 dias) foi superior às demais mantendo a relação inversa entre temperatura e duração do desenvolvimento (Tabela 4).

Mack e Backman (1987) observaram que o surto populacional de *E. lignosellus* foi favorecido pelas condições ambientais, que inclui a combinação de tempo quente e seco com temperaturas máximas superiores a 35°C.

Tabela 4 - Duração média (dias) e viabilidade média (%) do período lagarta-adulto e razão sexual de *E. lignosellus* em dieta artificial em diferentes temperaturas, UR: 60±10% e fotofase: 14 h

Temperatura °C	n	Duração (dias) ±EPM	Viabilidade (%) ¹	Razão sexual ²
25	48	41,27 ±0,63a (33-47)	51,85 ±1,94a	0,42
28	46	34,74 ±0,68b (28-47)	72,82 ±2,87a	0,46
30	74	32,47 ±0,62b (24-49)	63,33 ±1,43a	0,49
32	76	28,14 ±0,49c (24-40)	54,29 ±2,00a	0,42

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, para o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Excluíram-se os tubos com dieta artificial que apresentavam contaminação por fungos.

² Dados seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si, para o teste de χ^2 a 5%.

Para razão sexual, o valor do teste do qui-quadrado (X^2), considerando-se uma proporção esperada de 1:1 demonstrou que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos estudados ($\chi^2_{\text{calc}} = 3,84$; GL=1; $p \leq 0,05$).

Embora a contaminação por fungos não tenha permitido o desenvolvimento a 18, 20 e 22°C considera-se pelos resultados obtidos, que a faixa de 30-32° é a mais adequada para o período lagarta-adulto pelo fato de haver um encurtamento do período lagarta-adulto e a mesma viabilidade das demais temperaturas (Tabela 4).

4.2 Tabela de vida de fertilidade de *E. lignosellus*

O período médio de pré-oviposição observado para *E. lignosellus* criado em dieta artificial à temperatura de 32±2°C (UR 60±10°C e 14 horas de fotofase) e adultos mantidos a 24±2°C (UR 60±10°C e 14 horas de fotofase) foi de 2,2 dias e a longevidade foi de 17,18 dias para machos e 17,25 para fêmeas (Tabela 5), superior àquela obtida por Chalfant, (1975) que registrou média de 5 dias. Viana (2009) observou que a longevidade dos adultos variou desde 7-9 dias até 38-42 dias, dependendo do sexo e se o acasalamento tenha ocorrido ou não. Simmons e Lynch (1990) observaram longevidade de até 29,4 dias para fêmeas alimentadas com sacarose. Em condições de campo, a espécie pode sobreviver por 10 dias (GILL et al., 2009).

Tabela 5 - Período de pré-oviposição (dias) e longevidade média (dias) de *E. lignosellus*, em laboratório à temperatura de $24\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR $\pm 60\pm 10\%$; fotofase: 14 h

Pré-oviposição (dias) $\pm\text{EPM}$	Longevidade média (dias)	
	Machos $\pm\text{EPM}$	Fêmeas $\pm\text{EPM}$
2,2 $\pm$ 0,23	17,18 $\pm$ 1,16	17,25 $\pm$ 1,14

A capacidade de postura média foi de 114 ovos/fêmea, superior ao encontrado por Chalfant (1975) e Nakayama (1980), ou seja, 54 e 47 ovos por fêmea, respectivamente. O resultado obtido foi superior àquele encontrado por Meneguín et al. (1997) na geração F5 em laboratório, que foi de 115,0($\pm 46,4\text{EPM}$) ovos/2fêmeas. As maiores frequências de oviposição diária ocorreram até o oitavo dia, totalizando 85,40% do total de ovos depositados por *E. lignosellus* (Figura 8).

Pelos dados da tabela de vida de fertilidade observou-se uma taxa líquida de reprodução (R_0) de 18,30 indicando que *E. lignosellus* cresce 18,30 vezes a cada geração, com um intervalo (T) de 30,54 dias entre as gerações. A taxa intrínseca de crescimento (r_m) foi de 0,041 e a razão finita de aumento de 1,04 (Tabela 6).

O valor de R_0 é baixo se for considerado o grande potencial de multiplicação que o inseto apresenta no campo. Isso provavelmente, se deve à contaminação por fungo do inseto criado em dieta artificial.

Tabela 6 - Taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo entre gerações (T), taxa intrínseca de crescimento (r_m) e taxa finita de aumento (λ) ($\pm\text{EP}$) de *E. lignosellus* criado em dieta artificial a 32°C ; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h e adultos mantidos à $24\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR $\pm 60\pm 10\%$; fotofase: 14 h

Parâmetros	Temperatura 32°C
R_0	18,30
T	30,54 dias
R_m	0,041
λ	1,04

Figura 8 – Porcentagem diária e acumulada de oviposição de *E. lignosellus* em laboratório mantida à temperatura de $24\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14 h, sendo as lagartas criadas em dieta artificial à temperatura de 32°C ; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h

A taxa máxima de aumento populacional para *E. lignosellus* ocorreu no 28-29º dias, ou seja, nos primeiros dias de postura dessa espécie (Figura 9).

Figura 9 - Taxa de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) para *E. lignosellus* mantido em sala climatizada a temperatura de $24\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14 h. Imaturos criados em dieta artificial à temperatura de 32°C ; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h. A seta indica a taxa máxima de aumento populacional.

4.3 Estudos comportamentais e de local de oviposição de *E. lignosellus*

4.3.1 Horário de postura de *E. lignosellus*

A postura de *E. lignosellus* foi durante toda a escotofase, com uma concentração nas quatro primeiras horas do escuro (Figura 10). Na sexta hora da escotofase observou-se que 40% dos casais estavam em cópula reduzindo drasticamente a porcentagem de ovos depositados neste período (Figura 10).

No horário compreendido entre a segunda e quarta hora de escotofase (que compreenderia ao período entre 20h00min e 22h00min horas) houve a maior oviposição, diferindo estatisticamente dos demais horários pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.

Estes dados poderão ser importantes para testes com semioquímicos, pensando-se numa ação conjunta de Feromônios e Controle Biológico com parasitoide de ovos.

Figura 10 - Porcentagem média ($\pm$ EP) de ovos colocados por *E. lignosellus* em função do horário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $30\pm 10\%$; escotofase: 10h.

4.3.2 Local de Postura de *E. lignosellus*

Notou-se que as mariposas não ovipositaram em superfícies lisas, como o material plástico de revestimento da gaiola, embora tenham colocado ovos quando este plástico formava algo semelhante a frestas (junção dos copos), dando a impressão de que necessitam de uma certa rugosidade para oviposição.

Em arroz preferiram ovipositar nas bainhas e folhas das plantas (35,6%) (Tabela 7). Dos 1366 ovos depositados por *E. lignosellus*, 88% dos ovos foram colocados nas plantas de arroz e na parte exposta (parte aérea), enquanto que apenas 12% dos ovos foram depositados no solo (Figura 11 e Tabela 7). No solo, observou-se que os ovos foram depositados na superfície e pouco abaixo dela (Figura 12 e Tabela 7).

Figura 11 - Porcentagem de ovos depositados por *E. lignosellus* Porcentagem de ovos depositados por *E. lignosellus* na parte aérea e no solo. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h.

Tabela 7 – Porcentagem e média de ovos depositados por *E. lignosellus* em diferentes locais da gaiola de oviposição, mantida em laboratório com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h.

Locais de postura		%	Média	$\pm\text{EPM}$	
Parte aérea	Planta (folha e bainha)	35,58	14,29	$\pm 2,52$	a
	Gaiola (junção dos copos)	23,50	9,44	$\pm 2,56$	ab
	Fita crepe (usada na vedação da gaiola)	12,96	5,21	$\pm 1,63$	b
	Tela de “voile” (revestindo a parte superior da gaiola)	8,64	3,47	$\pm 1,43$	b
	Cola (local rugoso da colagem da tela de “voile”)	7,76	3,12	$\pm 1,51$	b
	Solo	11,57	4,65	$\pm 1,23$	b

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, para o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Existe muita divergência na literatura quanto ao local de postura de *E. lignosellus*. Sauer (1939) observou ovos depositados isoladamente nas folhas, bainhas ou hastes das plantas. Outros autores relatam que 99% dos ovos são colocados no solo (SMITH et al., 1981; VIANA, 2007). Gazzoni e Yoriniori (1995) relataram que os ovos podem ser colocados sobre a planta ou no solo. Ferreira (1998) afirmou que os ovos são colocados nas folhas e nas hastes, mas principalmente no solo, próximo à base das plantas de arroz. Pinto et al. (2009) citaram que os ovos são colocados na base da cana-de-açúcar. Smith e Holloway (1979) afirmaram que os ovos são colocados no solo e são indistinguíveis de suas partículas sem o auxílio de técnicas de extração caras e trabalhosas.

Conhecer o local de deposição de ovos é um importante dado sobre a ecologia e o comportamento do inseto. Para o desenvolvimento de planos de amostragem eficientes das pragas e inimigos naturais, há necessidade de se conhecer sua distribuição espacial (FERNANDES et al., 2002). Em ensaios de controle biológico com parasitoides de ovos, é imprescindível saber o local de postura da praga para que outros estudos relacionados ao número ideal de parasitoides, forma e intervalo de liberação e capacidade de dispersão sejam realizados em testes de semi-campo e campo de forma adequada.

Figura 12 – Gaiola para postura contendo duas plantas de arroz, variedade BRS Pepita, e um casal de *E. lignosellus* (A). Locais de deposição de ovos de *E. lignosellus*: folha (B); bainha (C); tela de “voile” (revestindo a parte superior da gaiola) (D); e solo (seta mostra a linha da superfície do solo e o círculo abaixo da superfície) (E). Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60\pm 10\%$; fotofase: 14h.

Smith et al. (1981) observaram, em um ensaio em estufa com solo arenoso, que *E. lignosellus* colocou 0,07% dos ovos em plantas de amendoim, 93,8% abaixo da superfície do solo e 6,1% na superfície do solo. Viana (1981) relatou que as mariposas dessa espécie preferem ovipositar em solos mais secos e que a alta umidade do solo afeta negativamente o comportamento dos adultos na seleção do local para oviposição.

Embora *E. lignosellus* tenha colocado ovos na fita crepe (13%) e na tela de “voile” da gaiola (8,6), na cola de silicone utilizada na fixação do “voile” (7,8%) e na gaiola (junção dos copos) (23,5%) (Tabela 7), houve preferência pela parte aérea em relação ao solo, mostrando a potencialidade de utilização de *T. pretiosum*, pois os ovos ficam em 88% dos casos expostos (Figura 11).

Tais resultados, no entanto, não devem ser considerados como definitivos, pois não foram avaliadas diferentes condições de umidade do solo que podem interferir no comportamento de postura de *E. lignosellus*.

4.4 Seleção de linhagens de *T. pretiosum*, visando ao controle de *E. lignosellus*

Observaram-se diferenças estatísticas em vários parâmetros estudados para as seis linhagens de *T. pretiosum*: parasitismo diário, parasitismo total, duração do período ovo-adulto, número de parasitoides por ovo e razão sexual. A viabilidade média de parasitismo ficou entre 77,08 e 85,40%, sendo que esse parâmetro não diferiu estatisticamente entre as linhagens estudadas (Tabela 8).

A linhagem RV2 (Rio Verde – Goiás) apresentou os melhores resultados para parasitismo diário e parasitismo total diferindo estatisticamente das demais linhagens (Tabela 2 e Tabela 8).

O período ovo-adulto variou de 9,06 dias para PE (Petrolina – PE) a 11,47 dias para SC (Itajaí – SC) e diferiram estatisticamente entre si (Tabela 8). Embora diferindo estatisticamente entre si o resultado do período de desenvolvimento ovo-adulto de *T. pretiosum* em ovos de *E. lignosellus* foi similar ao encontrado em outros trabalhos com outros hospedeiros: 9,6 a 11,5 dias para as seis linhagens criadas em ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae) (PRATISSOLI; PARRA, 2001); 9,06 a 10,1 dias para linhagens criadas em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (BESERRA et al., 2003); 9,42 dias para linhagens criadas em ovos de *Sitotroga cerealella* Olivier, 1789 (Lepidoptera: Gelechiidae) (ALENCAR et al., 2000) e 10,02 dias em ovos de *Bonagota cranaodes* (Merick) (Lepidoptera: Tortricidae) (FONSECA et al., 2005).

Em todas as linhagens avaliadas foi observado o desenvolvimento de mais de um indivíduo por ovo, variando de 1,07 a 1,25 adultos/ovo. As linhagens ES (Alegre – ES) e RV2 (Rio Verde – GO) apresentaram 1,07 adultos/ovo e diferiram estatisticamente da linhagem PR (Colombo – PR), que foi estatisticamente superior às demais e apresentou 1,25 adultos/ovo. As linhagens PE (Petrolina – PE), RS (Pelotas – RS) e SC (Itajaí – SC) desenvolveram 1,09; 1,09 e 1,15 adultos/ovo respectivamente e não diferiram estatisticamente de ES (Alegre – ES), RV2 (Rio Verde – GO) e PR (Colombo – PR) (Tabela 8).

A fecundidade de *Trichogramma* spp. pode estar ligada ao seu tamanho, e este irá depender do número de parasitoides por ovo e do tamanho do hospedeiro (VINSON 1997). Nava et al. (2007) observaram que diferenças de período ovo-adulto podem estar relacionadas com o tamanho e qualidade nutricional do ovo, já que este pode conter maior ou menor quantidade de nutrientes e, assim possibilitar o desenvolvimento de um ou mais indivíduos de *Trichogramma*.

O aumento no número de adultos por ovo pode reduzir a eficiência de controle, com uma menor quantidade de ovos parasitados por fêmea do parasitoide que, ao invés de usar sua capacidade de parasitismo em diferentes ovos do hospedeiro, acaba por parasitar repetitivamente o mesmo ovo (BESERRA 2003).

A razão sexual das linhagens de *T. pretiosum* criadas em ovos de *E. lignosellus* apresentou valores de 0,45 a 0,99 e diferiu estatisticamente entre as linhagens estudadas. Para razão sexual, o valor do teste do qui-quadrado (X^2), considerando-se uma proporção esperada de 1:1 demonstrou que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos estudados ($x^2_{\text{calc}} = 3,84$; GL=1; $p \leq 0,05$).

A análise de agrupamento separou dois grupos distintos, (ES, RS e SC) e (PR, PE e RV2), sendo que o segundo apresentou desempenho superior (Figura 13).

A linhagem RV2 apresentou resultados superiores de parasitismo diário e total (Tabela 8). Considerando o parasitismo o parâmetro de maior importância, uma vez que determina a eficiência do controle biológico em campo, essa foi considerada a melhor linhagem para controle de *E. lignosellus*. Assim, essa linhagem tem potencial para ser utilizada em programas de controle biológico de *E. lignosellus*, necessitando, no entanto, que outros estudos relacionados ao número ideal de parasitoides por ovo da praga e por unidade de área (ha), forma e intervalo de liberação e capacidade de dispersão sejam realizados em testes de semi-campo e campo (PARRA et al., 2010).

A despeito dela ser considerada a melhor linhagem, a sua capacidade de parasitismo está aquém da média de ovos colocados por *Trichogramma* spp., ou seja, entre 70 e 120 ovos por fêmea (PARRA; ZUCCHI, 2004), pois na presente pesquisa o parasitismo total da linhagem RV2 foi de 50,36 sobre ovos de *E. lignosellus* (Tabela 8). Entretanto, ficou claro que a melhor linhagem é de uma região

de cerrado, local onde *E. lignosellus* é praga de grande importância. Pelos resultados obtidos, pode-se pensar na utilização de *T. pretiosum* para controle de *E. lignosellus* como parte de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) ao lado de outras medidas de controle. Beserra et al., (2003) observaram que algumas linhagens não alteram seu comportamento quando criadas no hospedeiro alternativo e continuaram a preferir o hospedeiro natural.

Figura 13 - Fenograma reunindo os resultados biológicos de seis linhagens de *T. pretiosum* criadas em ovos de *E. lignosellus* com resultado da análise de agrupamento com base nos parâmetros biológicos e de parasitismo. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR: $60\pm 10\%$ e fotofase: 14h.

Tabela 8 - Dados biológicos e de parasitismo médio de linhagens de *T. pretiosum* sobre ovos de *E. lignosellus*. Temperatura: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h

Linhagens*	Parasitismo diário				Parasitismo Total				Viabilidade (%)				Número de parasitoides/ovo				Duração ovo-adulto (dias)				Razão Sexual**	
	±EPM				±EPM				±EPM				±EPM				±EPM				±EPM	
ES	9,64	±	1,35	a	25,17	±	5,47	ab	85,40	±	4,18	a	1,07	±	0,02	a	10,94	±	0,22	bc	0,61	b
PE	9,07	±	0,84	a	40,32	±	4,92	bc	77,08	±	4,46	a	1,09	±	0,02	ab	9,06	±	0,59	a	0,62	b
PR	10,13	±	0,95	a	27,46	±	4,73	ab	84,30	±	5,10	a	1,25	±	0,08	b	9,67	±	0,20	ab	0,45	a
RS	5,71	±	0,62	a	13,41	±	1,32	a	76,91	±	4,78	a	1,09	±	0,03	ab	10,10	±	0,17	abc	0,69	b
RV2	15,05	±	1,39	b	50,36	±	4,32	c	80,93	±	5,18	a	1,07	±	0,02	a	9,94	±	0,17	abc	0,60	b
SC	7,43	±	0,60	a	26,84	±	4,17	ab	83,86	±	3,61	a	1,15	±	0,03	ab	11,47	±	0,70	c	0,99	b

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, para o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* ES = (Alegre – Espírito Santo); PE = (Petrolina – Pernambuco); PR = (Colombo – Paraná); RS = (Pelotas – Rio Grande do Sul); RV2 = (Rio Verde – Goiás).

** Dados seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si, para o teste de X^2 a 5%.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se concluir:

1. A faixa térmica de desenvolvimento de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) é entre 10°C e 37-38°C, suportando portanto altas temperaturas;
2. O encurtamento do período lagarta-adulto e a alta viabilidade 30 e 32°C, confirma a adaptação do inseto às altas temperaturas;
3. A 32°C, o inseto tem elevada taxa líquida de reprodução, ou seja, aumenta 18,30 vezes a cada geração;
4. O período de oviposição de *E. lignosellus* se concentra entre 20 e 22 horas, sempre na escotofase;
5. A grande maioria dos ovos de *E. lignosellus* é colocada de forma exposta (88%), facilitando o parasitismo por parasitoides de ovos, no caso, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879.
6. A linhagem de *T. pretiosum* selecionada para controle de ovos de *E. lignosellus* é da região do cerrado, indicando a especificidade do parasitoide por determinadas condições de clima.

REFERÊNCIAS

- AFSHEEN, S.; WANG, X.; LI, R.; ZHU, C. S.; LOU, Y. G. Differential attraction of parasitoids in relation to specificity of kairomones from herbivores and their by-products. **Insect Science**, Hangzhou, v. 15, n.5, 381-397, Oct. 2008.
- AGHDAM, H.R.; FATHIPOUR, Y.; RADJABI, G.; REZAPANAH, M. Temperature-dependent development and temperature thresholds of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Iran. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 38, n. 3, 885-895. 2009.
- ALENCAR, A.A; HAJI, F.N.P.; OLIVEIRA, J.V.; MOREIRA, A.N. Biologia de *Trichogramma pretiosum* Riley em ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 8, p.1669-1674, Ago. 2000.
- ALL, J.H.; GARDNER, W.A.; SUBER, E.F.; ROGERS, B. Lesser cornstalk borer as a pest of corn and sorghum. In: TIPPINS, H.H. (Ed.). **A review of information on the Lesser cornstalk borer *Elasmopalpus lignosellus***. Athens: University of Georgia, 1982. p. 33-46. (Special Publication, 17).
- BAI, S.X.; WANG, Z.Y.; HE, K.L.; IM, D.J. Olfactory response of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to volatiles emitted by mungbean plants. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v. 10, n. 4, 560-565, Apr. 2011.
- BARROS, R. **Pragas do milho safrinha**. Tecnologia e Produção: Milho safrinha e culturas de inverno 2009. Disponível em: < http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B78B60976-853F-4D84-9F3A-F4B2E6D4EEA3%7D_07_pragas_do_milho_safrinha.pdf> Acesso em: 30 set. 2012.
- BARROS, R.G.; BARRIGOSI, J.A.F.; COSTA, J.L.S. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.459-465, jun., 2005.
- BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Statistical Society, Series A**. London, v. 160, 268-282, 1937.
- BEG, M.N.; BENNETT, F.D. *Plagiprospherysa trinitatis* (Dipt.:Tachinidae), a parasite of *Elasmopalpus lignosellus* (Lep.: Phycitidae) in Trinidad, W.I. **Entomophaga**, Paris, v.19, n. 3, 331-340, 1974.
- BENTO, J.M.S.; PARRA-PEDRAZZOLI, A.L. Feromônios e o controle biológico de pragas. In: PINTO, A. de S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Org.). **Controle biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: FEALQ, 2006. p.213-219.
- BERBERET, R.C.; MORRISON, R.D; WALL, R.G. Yield reduction caused by the Lesser Cornstalk Borer in nonirrigated Spanish Peanuts. **Journal of Economic of Entomology**, Lanham, v.72, n. 4, 526-528, Aug., 1979.

BESERRA E.B.; DIAS C.T.S.; PARRA J.R.P. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, 479-483, jul.-dez., 2003.

BESSIN, R. **Lesser cornstalk borer**. 2003. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/entomology/entfacts/entfactpdf/ef129.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2011.

BESSIN, R. The common stalk borer in corn. **Entomology**. 2004. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/entomology/entfacts/ef100.asp>>Acesso em: 10 nov. 2011.

BOO, K.S.; YANG, J.P. Kairomones used by *Trichogramma chilonis* to find *Helicoverpa assulta* eggs. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 26, n. 2, p.359-375, Feb., 2000.

BRAXTON, L.B.; GILREATH, M.E. Differential injury by Lesser Cornstalk Borer (Lepidoptera: Pyralidae) in soybeans of different growth stages. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 71, n. 4, p. 656-657, Dec., 1988

BRIERE, J.F.; PRACROS, P.; LE ROUX, A.Y.; PIERRE, J.S. A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 28, n. 1, p. 22-29, Feb. 1999.

CAMARGO, A.J.A. **É possível conciliar desenvolvimento agrícola com preservação Ambiental?** Federação de Sociedades de Biologia Experimental-FeSBE. Disponível em: <<http://www.fesbe.org.br>>. Acesso em: 15 mai. 2008.

CHALFANT, R.B. A simple technique for rearing the lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Phycitidae). **Journal Georgia Entomology Society**, Athens, v.10, n. 1, p.32-33, Jan. 1975.

CHALFANT, R.B.; MORGAN, M.H.; WOMACK, H. The biology of the lesser cornstalk borer. In: TIPPINS, H.H. A review of information on the lesser cornstalk borer *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller). **Journal of the Georgia Entomological Society**. Athens, n. 17, p.2-20, Jun. 1982.

CHAPIN, J.W. Lesser cornstalk borer on peanut. Entomology insect information Series. 1999. Disponível em: <<http://entweb.clemson.edu/eiis/pdfs/ag21.pdf>>. Acesso em: 2009.

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). A Cultura do Milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap.12, p.303-362.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, L. J.; SANTOS, J. P. Efeito de diversos inseticidas no controle da lagarta-elasma em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, 1293-1301, dez. 1983.

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

DIXON, W.N. Lesser cornstalk borer damage to forest nursery seedlings in Florida. **USFS Tree Planter's Notes**, Florida, v. 33, n.12, p.37-39, Mar. 1982. Entomology Circular, 236.

DJAMIN, A.; PATHAK, M.D. Role of sílica in resistance to asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker) in rice varieties. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.60, n. 2, p.347-351, Apr. 1967.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Biology**, Palo Alto, v.50, p.641-664, Jun. 1999.

FERNANDES, M.G.; BUSOLI, A.C.; BARBOSA, J.C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) em algodoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p.203-211, set-dez, 2002.

FERREIRA, D.F. **Sistema Sisvar para análises estatísticas**. 2005. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/dff02.htm>> Acesso em: 17 set. 2012.

FERREIRA, E. **Manual de identificação de pragas do arroz**.1998. 110p. (Documento EMBRAPA, 90).

FERREIRA, E.; MARTINS, J.F. da S. **Insetos prejudiciais ao arroz no Brasil e seu controle**. 1984. 67 p. (Documento EMBRAPA, 11).

FERREIRA, E.; MARTINS, J.F. da S.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resistência de cultivares de arroz e linhagens de arroz à broca-do-colmo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 14, n. 4, 317-321, 1979.

FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J.A.F. **Insetos orizívoros da parte subterrânea**. 2006. 52p. (Documento EMBRAPA, 190). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAP/25058/1/doc_190.pdf Acesso em: 25 out. 2009.

FONSECA, F. L.; KOVALESKI, A.; FORESTI, J.; RINGENBERG, R. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 6, p.945-948. Nov.- Dec. 2005.

GALLO, D.; NAKANO, O. ; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. ; FILHO, E.B. ; PARRA, J.R.P. ; ZUCCHI, R.A. ; ALVES, S.B. ; VENDRAMIM, J.D.;

MARCHINI, L.C. ; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba:FEALQ, 2002. 920p.

GAZZONI, D.L; YORINIORI, J.T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 128p.

GILL, H.K., MCSORLEY, R.; GOYAL, G.;WEBB, S. E. Mulch as a potential management strategy for lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae), in bush bean (*Phaseolus vulgaris*). **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 93, n.2, p.183-190, Jun., 2010.

GILL, H.K.; CAPINERA, J.L.; MCSORLEY, R. Lesser Cornstalk Borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). EENY-155, Entomology & Nematology Department, University of Florida, Gainesville, FL. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/IN312>>Acesso em: 2009.

GUNDLACH, D.J. La Fauna Puerto-Riquena. **Anales de La Sociedad Española de Historia Natural**, Madrid, v.20, n.1. Abril de 1891. 31 de Diciembre de 1891.

HADDAD, M.L; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 12p.

HAJI, F.N.P.; PREZOTI, L.; CARNEIRO, J.S.; ALENCAR, J.A. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. In Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; BOTELHO, B.S.; BENTO, J.M.S. (eds) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Piracicaba: Manole, 2002. p.477-491.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSAGOMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. de. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. 2000. 70p. (Circular Técnica EMBRAPA, 30).

HUANG, X.P.; MACK, T.P. Artificial carbon dioxide source to attract lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 94, n. 4, p. 860-870, Aug. 2001.

HUANG, X.P.; MACK. T.P. Effects of peanuts plant fractions on lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae) larval feeding. **Environmental Entomology**, Lanham, v.18, n. 5, 763-767, Oct. 1989.

IVAN, E.A.F.; SILVA, B.F.B.; ARROYO, B.M.; MASSON, M.B.; LITHOLDO, M.G.; LOPES, V.L.; PINTO, A.S.; SANTOS, A.C.; MARQUES, L.H.S.F. Comparação entre milho transgênicos Bt e convencional quanto aos danos causados por *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) em plântulas. In: **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**. Águas de Lindóia, 2012.

JHAM, G.N.; SILVA, A.A.; LIMA, E.R.; VIANA, P.A. Identification of acetates in *Elasmopalpus lignosellus* pheromone glands using a newly created mass spectral

database and Kóvats Retention Indices. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 916-919, jul-ago 2007.

KOGAN, M.; TURNIPSEED, S.G. Ecology and management of soybean arthropods. **Annual Review of Entomology**, Lanham, v. 32, p.507-538, Jan. 1987.

KRUSKAL, W.H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 47, n. 260, p.583–621. Dec., 1952.

LACTIN, D.J.; HOLLIDAY, N.J.; JOHNSON, D.L.; CRAIGEN, R. Improved rate of temperature-dependent development by arthropods. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 24, n. 1, p.68-75, Feb. 1995.

LEUCK, D. B.; DUPREE, M. Parasites of the Lesser Cornstalk Borer. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, n. 4, p.779-780, Aug. 1965.

LEUCK, D.B. Biology of the lesser cornstalk borer in South Georgia. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 59, n. 4, p.797-801, Aug. 1966.

LEUCK, D.B. Lesser cornstalk borer damage to peanut plants. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.60, n. 6, p.1549-1551, Dec. 1967.

LYNCH, R.E. Female sex pheromone of the Lesser Cornstalk Borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v.13, n. 1, p.121-126, Feb. 1984.

LYNCH, R.E.; WILSON, D.M. Enhanced infection of peanut, *Arachis hypogaea* L., seeds with *Aspergillus flavus* group fungi due to external scarification of peanut pods by the lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller). **Peanut Science**, Raleigh, v. 18, n. 2, p. 110-116, Jul. 1991.

MACK, T.P.; A.G. APPEL. Water relations of imature and adult lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 79, n. 4, 579-582, Jul. 1986.

MACK, T.P.; BACKMAN, C.B. Density of the lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) in peanut fields: endemic and outbreak population configurations. **Peanut Science**, Raleigh, v. 14, n. 2, p.61-66, Jul. 1987.

MAGRI, D.C. **Efeito da fumaça e de cinzas na biologia reprodutiva da *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)**. 1998. 42p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition oh higher plants**. London: Academic Press, 1995. 920p.

MENEGUIM, A.M.; PARRA, J.R.P.; HADDAD, M.L. Comparação de dietas artificiais, contendo diferentes fontes de ácidos graxos, para criação de *Elasmopalpus*

lignosellus (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.35-43, Abr. 1997.

NAKANO K.; ABE G.; TAKETA N.; HIRANO C. Silicon as an insect resistant component of host plant, found in the relation between the rice stem-borer and rice plant. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 5, p.17–27, 1961.

NAKAYAMA, K. **Biologia e controle de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) em trigo**.1980. 65p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

NAVA, D.E.; TAKAHASHI, K.M; PARRA, J.R.P. Linhagens de *Trichogramma* e Trichogrammatoidea para controle de *Stenoma catenifer*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.1, p.1-16, jan.2007.

NOLDUS, L.P.J.J. Semi chemicals, foraging behavior and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 108, n. 1-5, p.425–451, Jan.-Dec. 1989

NUESSLY, G.S.; WEBB, S.E. Insect Management for Sweet Corn. November 2001. University of Florida, Gainesville. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/>> Acesso em: 30 out. 2011.

PARON, M.R.; QUINTELA, E.D. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* sobre ovos de *Elasmopalpus lignosellus* em arroz. In: XXIV **Congresso Brasileiro de Entomologia**. Manaus, 2002.

PARRA, J.R.P. Eggs Parasitoids Commercialization in the New Word. In: CONSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Eggs Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, 2010. p.373-389479.

PARRA, J.R.P. Evolução em pesquisas biológicas de pragas no Brasil, com ênfase as pragas de solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 10^a., 2007. Dourados, **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. (Documentos, 88).

PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; SERRA, H.J.P.; SALES, JR O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 18, p. 403-415, 1989.

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

PAYNE, T.L.; SMITH JR., J.W. A sex pheromone in the lesser cornstalk borer. **Environmental Entomology**, Lanham, v.4, n. 2, p.355-356, Apr. 1975.

PEREZ, J.R.; VAN KHU, N.; THI VAN, T.; CASTRO, S. Enfermedades y plagas de la cana de azucar en la Republica Socialista de Viet-nam. **Ciencias de la Agricultura** n. 6, p. 156-158, Sep. 1980.

PETERSON, A. Egg types among moths of the Pyralidae and Phycitidae- Lepidoptera. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 46, Supplement n. 1, p.1-14, Sept. 1963.

PINTO, A.S.; BOTELHO, P.S.M.; OLIVEIRA, H.N. **Guia de campo de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 64p.

PINTO, J.D. Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Memoirs of the Entomological Society of Washington**. Washington, v. 22, p. 287, 1990.

PINTO, J.D. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 1, p.13-39.

PIRES, C.S.S.; VILELA, E.F.; VIANA, P.A.; FERREIRA, J.T.B. Avaliação no campo do feromônio sexual sintético de *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 21, n. 1, p.59-68, 1992.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* e *Phthorimaea operculella* (Lep.: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 277-282, 2001.

RANI, P.U.; SANDHYARANI, K. Specificity of systemically released rice stem volatiles on egg parasitoid, *Trichogramma japonicum* Ashmead behavior. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, Feb. 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0418.2012.01705.x/full>> Acesso em: 20 set. 2012.

RENOU, M.; NAGNAN, P.; BERTHIER, A.; DURIER, C. Identification of compounds from the eggs of *Ostrinia nubilalis* and *Mamestra brassicae* having kairomone activity on *Trichogramma brassicae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 63, n. 3, p.291-303, Apr. 1992.

RILEY, C.V. **Catalogue of the exhibit of economic entomology at the World's. Entomologist Published**. Washington, D.C. Bulletin U.S. Dept. of Agriculture 1893. (Division of Entomology, 31)

SANDHU, H.S.; NUESSLY, G.S.; WEBB, S.E.; CHERRY, R.H.; GILBERT, R.A. Temperature-dependent development of *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera:

Pyrilidae) on sugarcane under laboratory conditions. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 39, n. 3, p.1012-1020, Jun., 2010.

SARTORATO, A.; RAVA, C.A.; YOKOYAMA, M. **Principais doenças e pragas do feijoeiro comum no Brasil**. Goiânia: CNPAF-EMBRAPA, 1987. 57p.

SAUER, H.F.G. Notas sobre *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (Lep.: Pir.), séria praga dos cereais no Estado de São Paulo. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v.10, p.199-206, 1939.

SAVANT, A.S.; PATIL, V.H.; SAVANT, N.K. Rice hull ash applied to seedbed reduces dead hearts in transplanted rice. **International Rice Research Notes**, Los Baños, v.19, n.4, p. 21-22, 1994.

SAVANT, N.K.; SNYDER, G.H; DATNOFF, L.E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, New York, v.58, n. 1, p.151-199, 1996.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (Complete Samples). **Biometrika**, London, v. 52, n. 34, p. 591-611, Dec., 1965.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419p.

SIMMONS, A.M.; LYNCH, R.E. Egg production and adult longevity of *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae), and *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on selected adult diets. **The Florida Entomologist**, Gainesville v. 73, n. 4, p. 665-671, 1990.

SINGSIT, C.; ADANG, M.J.; LYNCH, R.E.; ANDERSON, W.F.; WANG, A. CARDINEAU, G.; OZIAS-AKINS, P. Expression of a *Bacillus thuringiensis* cry 1A(c) gene in transgenic peanut plants and its efficacy against lesser cornstalk borer. **Transgenic Research**. London, v.6, n. 1 p.169-176, 1997.

SMITH, J.W. JR; BARFIELD, C.S.; SAMS, R.L. Spatial distribution of lesser cornstalk borer in peanuts. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 10, n. 1, p. 2192-2193, Apr. 1981.

SMITH, J.W.; HOLLOWAY, R.L. Lesser Cornstalk Borer larval density and damage to peanuts. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 72, n. 4, p.535-537, Aug. 1979.

STALKER, H.T., CAMPBELL, W. V.; WYNNE, J. C. Evaluation of Cultivated and Wild Peanut Species for Resistance to the Lesser Cornstalk Borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, n. 1, p. 53-57. Feb. 1984.

STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Viçosa, v.16, n. 2, p.229-233 Mar. 1987.

THOMAZINI, M.J. A Comunicação Química entre os Insetos: Obtenção e utilização de feromônios no Manejo de Pragas. In: GONÇALVES, R.C.; OLIVEIRA, L.C. de. **Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia**. Rio Branco: Embrapa, 2009. cap. 17, p. 338-354. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/920012/1/CAPMarcilio.pdf>

TRAVAGLIA, D.P. **Crescimento de *Aspergillus flavus* e produção de aflatoxina em grãos de milho armazenados sob diferentes temperaturas**. 2011. 50p. Dissertação (Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2011.

VIANA, P.A. **Effect of soil moisture. Substrate color and smoke on the population dynamics and behavior of the lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller 1848 (Lepidoptera: Pyralidae)**. 1981. 120p. Dissertação (Mestrado) - Purdue University, West Lafayette, 1981.

VIANA, P.A. Lagarta-elasma. In: SALVADORI, J.R.; ÁVILA, C.J.; SILVA, M.T.B. **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA, 2004. p.379-408.

VIANA, P.A. Manejo da lagarta-elasma em grandes culturas: gargalos da pesquisa. AVILA, C.J.; SCORZA JR, R.P. Pragas-solo-sul: In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 10., 2007. Dourados, **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. (Documentos, 88).

VIANA, P.A. **Manejo de elasma na cultura do milho**. 2009. 8 p. (Circular Técnica EMBRAPA, 118).

VIANA, P.A.; COSTA, E.F. Efeito da umidade do solo sobre o dano da lagarta elasma, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) na cultura do milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 24, n. p. 209-214, 1995.

VILELLA, E.F.; PALLINI, A. Uso de semioquímicos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M. **Controle Biológico no Brasil – Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 609p.

VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J.R.P. ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 67-119.

WALKER, D.R.; ALL, J.N.; MCPHERSON, R.M.; BOERMA, H.R.; PARROTT, W.A. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic cry 1Ac transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 3, p. 613-622. Jun. 2000.

WOGAN, G.N. Aflatoxin as a human carcinogen. **Hepatology**, Orlando, v.30, n. 2, p.573-575, 1999.

XAVIER, L.M.S.; LAUMANN, R.A.; BORGES, M.; MAGALHÃES, D.M.; VILELA, E. F.; BLASSIOLI-MORAES, M.C. *Trichogramma pretiosum* attraction due to the *Elasmopalpus lignosellus* damage in maize. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.6, p.578-585, jun. 2011.

ZARBIN, P.H.G.; RODRIGUES, M.A.C.M.; LIMA, E.R. Feromônios de insetos: Tecnologias e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p.722-731, 2009.

ZUCCHI, R.A.; QUERINO, R.B.; MONTEIRO, R.C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the New World, with emphasis in South America. In: CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Egg parasitoids Agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, 2010. p. 219-236.

ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: Fealq, 1993. 139p.