



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE DOURADOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ELMO PONTES DE MELO

**DESEMPENHO DE ARMADILHAS À BASE DE FEROMÔNIO
SEXUAL PARA O MONITORAMENTO DE *Spodoptera
frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)
NA CULTURA DO MILHO**

**Dourados-MS
2005**

FICHA CATALOGRÁFICA

632.768 M528d	Melo, Elmo Pontes de Desempenho de armadilhas à base de feromônio sexual para o monitoramento de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho / Elmo Pontes de Melo - Dourados, MS : UFMS, CPDO, 2004. 51p. Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Câmpus de Dourados 1. Lagarta-do-cartucho – Praga – Milho - Manejo. 2. Feromônio sexual – <i>Spodoptera frugiperda</i> . I. Título
------------------	--

ELMO PONTES DE MELO

DESEMPENHO DE ARMADILHAS À BASE DE FEROMÔNIO
SEXUAL PARA O MONITORAMENTO *Spodoptera frugiperda*
(J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA
CULTURA DO MILHO

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado
em Agronomia-Produção Vegetal da
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do
grau de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Paulo Eduardo Degrande
Co-orientador: Dr. Marcos Gino Fernandes
Co-orientador Dr. Honório Roberto dos Santos

Dourados-MS
2005

COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande (orientador)

Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes

Prof. Dr. Crébio José Ávila

Prof. Dra. Elisângela de Souza Loureiro

À Deus e a Nossa Senhora,
pela força e discernimento,
AGRADEÇO

À minha esposa, Adriana M.M. Felipe de Melo e a os meus pais Afonso Pereira de Melo (*in
memorian*) e Deiva Pontes de Melo, pelo amor, carinho e incentivo,
DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Paulo Eduardo Degrande (DCA da UFMS), pela oportunidade, amizade e pelos ensinamentos transmitidos durante todo o período.

Ao professor Dr. Marcos Gino Fernandes (DCA da UFMS), pela paciência, ensinamentos e ampla disponibilidade.

Ao professor Dr. Manoel Araújo Uchôa-Fernandes (DEB da UFMS), pelo auxílio, esclarecimentos e sugestões.

Ao pesquisador Dr. Crébio José Ávila (EMBRAPA-CPAO) e a professora Dra. Elisângela de Souza Loureiro (DEB da UFMS), pela participação neste trabalho.

Aos professores Manoel Carlos Gonçalves e Luiz Carlos Ferreira de Souza (DCA da UFMS), pelas sugestões e colaboração.

Aos meus irmãos Maria Ângela, Luciane, Afonso, Evilásio e Fabiano, pelo amor e apoio.

Aos amigos Raphael Maia Aveiro Cessa, Rodrigo Fernandes Nogueira, Jorge Luis Salomão, Ricardo Barros, Juliano Lopes e José Maria do Nascimento, pelo companheirismo e colaboração.

À Adrina Sangalli, Janete Pezarini Gref Lima, Silvia M. Bellani, Eli de Vasconcelos, Sandra Otto e ao João Falcão, pela atenção e colaboração.

Ao produtor rural Sr. Nilton Fujii pela concessão de área experimental e ao seu gerente Jorge Mathias Moura pela ajuda.

Ao produtor Nivaldo Kriguer e a Sementes Guerra, por permitir a execução de experimentos em vossas lavouras.

Ao pesquisador Ivan Cruz (EMBRAPA-CNPMS) e ao pesquisador Jorge Salas (INIA-Venezuela), pela atenção e pelos esclarecimentos.

Ao Eng^o. Agr^o. Ari Gitz da Biocontrole, pela doação das iscas de feromônio, das armadilhas modelo Delta e dos pisos adesivos para as armadilhas Delta, para realização deste estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo para a execução do trabalho.

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS, pela oportunidade de realizar este curso.

MELO, Elmo Pontes de. Desempenho de armadilhas à base de feromônio sexual para o monitoramento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho

RESUMO

A importância de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho deve-se não somente aos danos provocados, mas especialmente à dificuldade de seu controle. Apesar das diversas alternativas de controle e da grande quantidade de estudos sobre esta praga, a eficiência de seu manejo tem sido prejudicada pela ineficiência do monitoramento. No intuito de avaliar o uso de armadilhas atrativas com feromônio sexual no monitoramento desta praga, foram conduzidos cinco experimentos em cultivos de milho, nos quais foram avaliados: a) diferentes modelos de armadilhas atrativas com feromônio sexual; b) a eficiência e o período de atração do feromônio sexual; c) a altura das armadilhas em relação ao solo; d) o ritmo circadiano de atração sexual dos machos; e e) a relação entre mariposas capturadas nas armadilhas e o nível de infestação de lagartas no campo. Os resultados evidenciam que a armadilha tipo Delta é o melhor modelo a ser utilizado no monitoramento desta praga. Observou-se que as iscas de feromônio após 40 dias no campo perdem a eficácia. Não houve influência da altura das armadilhas, sendo que estas sempre estiveram acima da altura das plantas. Constatou-se que as mariposas não têm atividade sexual durante o dia e que iniciam sua atividade aproximadamente duas horas após o pôr do sol e tem um segundo pico de atividade próximo às 3 horas da manhã. Não foi possível correlacionar a captura de adultos com o nível de infestação.

MELO, Elmo Pontes de. Performance of sexual pheromone traps for monitoring *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize crop

ABSTRACT

The importance of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize crop is not only due to the damages it can cause, but especially due the difficulty of its control. Despite the diverse alternatives of control and the great quantity of studies about this pest, the efficiency of its control has impaired because of the inefficiency of the monitoring. In intention of evaluating the use of traps baited with sexual pheromone in the monitoring of this pest, five experiments in maize fields were carried out, in which had been evaluated: a) the different trap designs baited with sexual pheromone; b) the efficiency and the period of attraction of the pheromone lure; c) the height of the traps in relation to the soil; d) the sexual circadian rhythm trapping of males; e) the relation between moths captured in the traps and the level of caterpillar infestation in the field. The results show that trap Delta is the better design for the monitoring of this pest. It was observed that pheromone lure lose the effectiveness after 40 days in the field. There was no influence of the height of the traps, which always had been above the height of the plants. Evidenced that the moths do not have sexual activity during the day and approximately two hours after sunset they initiate their activity and have a peak of activity next to the 3 a.m. It was not possible to make any correlation between the capture of adults and the infestation level.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Armadilha modelo Delta.....	18
Figura 2: Armadilha modelo Pet.....	18
Figura 3: Armadilha modelo Balde.....	19
Figura 4: Armadilha modelo Metálica.....	22
Figura 5: Adultos de <i>S. frugiperda</i> capturados em armadilhas Delta com iscas de feromônio sexual trocadas em diferentes períodos, durante a 2 ^o época de avaliação (Dourados-MS, 2003/2004)	31
Figura 6: Médias de machos de <i>S. frugiperda</i> capturados em armadilhas iscadas com feromônio sexual em diferentes alturas (Dourados-MS, 2004)	33
Figura 7: Média de captura de machos de <i>S. frugiperda</i> em diferentes modelos de armadilhas iscadas com feromônio sexual na cultura do milho (Dourados-MS, 2004).....	34
Figura 8: Média de adultos de <i>S. frugiperda</i> capturados por hora em armadilhas com feromônio sexual na cultura do milho nos dias 25, 26 e 28/03/2004 (Dourados-MS)	37
Figura 9: Média de adultos de <i>S. frugiperda</i> capturados por hora em armadilhas com feromônio sexual na cultura do milho no dia 07/10/2004 (Dourados-MS).	37
Figura 10: Número de machos de <i>S. frugiperda</i> capturados em armadilhas com feromônio sexual e infestação de lagartas em plantas de milho no Campo I (Dourados – MS, 2004).	40
Figura 11: Número de machos de <i>S. frugiperda</i> capturados em armadilhas com feromônio sexual e infestação de lagartas em plantas de milho no Campo II (Dourados – MS, 2004)	40
Figura 12: Número de machos de <i>S. frugiperda</i> capturados em armadilhas com feromônio sexual e infestação de lagartas em plantas de milho no Campo III (Dourados – MS, 2004)	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número médio de machos de <i>S. frugiperda</i> capturados em cada modelo de armadilha iscada com feromônio sexual dentro das diferentes épocas, em área sob cultivo de milho (Dourados-MS, 2004)	26
Tabela 2: Custos dos diferentes modelos de armadilhas (Dourados-MS, 2004)	29
Tabela 3: Número médio de machos de <i>S. frugiperda</i> capturados em armadilhas Delta iscada com feromônio sexual em cada época, em área sob cultivo de milho (Dourados-MS, 2003/2004)	30
Tabela 4: Custos dos diferentes modelos de armadilhas com feromônio para a captura de <i>S. frugiperda</i> na cultura do milho (Dourados-MS, 2004)	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.1.1 Origem e distribuição	4
2.1.2 Descrição e biologia	5
2.1.3 Hospedeiros	8
2.1.4 Danos e perdas	8
2.1.5 Inimigos naturais	10
2.1.6 Métodos de controle	11
2.2 Feromônios	12
2.2.1 Feromônio sexual de <i>S. frugiperda</i>	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Avaliação de diferentes modelos de armadilhas iscadas com feromônio sexual de <i>S. frugiperda</i>	18
3.2 Eficiência e período de atração das iscas de feromônio	20
3.3 Altura da armadilha em relação ao nível do solo	21
3.4 Ritmo circadiano de atração sexual dos machos de <i>S. frugiperda</i>	21
3.5 Relação entre mariposas capturadas e nível de infestação.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Avaliação de diferentes modelos de armadilhas iscadas com feromônio	25
4.1.1 Análise de custo	28
4.2 Eficiência e período de atração das iscas de feromônio sexual	29
4.3 Altura da armadilha em relação ao nível do solo	32
4.4 Ritmo circadiano de atração sexual dos machos de <i>S. frugiperda</i>	33
4.5 Relação entre adultos de <i>S. frugiperda</i> capturados e nível de infestação de plantas por lagartas	38
5 CONCLUSÕES	42
6 REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays*) é uma das mais importantes no contexto econômico e social no mundo, pois ocupa a segunda posição em termos de produção mundial de grãos. No Brasil, durante a safra 2002/2003, o milho foi cultivado em uma área de 13,4 milhões de hectares com uma produção de aproximadamente 47,4 milhões de toneladas. O Brasil é o terceiro produtor mundial de milho, estando a sua frente apenas os Estados Unidos e a China, no entanto a produtividade nacional é baixa. A média de produtividade (3,2 t/ha nas últimas três safras) é de menos de um terço da norte-americana e cerca de metade da Argentina (Fnp 2004).

São diversos os fatores responsáveis por essa baixa produtividade, sendo que as pragas têm elevada participação, principalmente nos últimos anos com o cultivo de milho “safrinha”, que oferece condições para a continuidade e desenvolvimento das pragas devido à permanência da planta de milho na área, praticamente durante todo ano. Dentre as pragas mais importantes do milho destaca-se a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada a principal praga no Brasil, que em condições favoráveis aumenta sua população, destruindo folhas e cartucho, chegando mesmo a impedir a produção de espigas comerciais, assumindo também grande importância no México, América Central e América do Sul, causando perdas de 15 a 37% (Cruz 1993).

No Brasil, estima-se que a lagarta-do-cartucho seja responsável por mais de 25% dos prejuízos causados por pragas ao milho e pela maior parte dos 38,3 milhões de dólares gastos com pulverizações de inseticidas, resultando num prejuízo anual que ultrapassa os 250 milhões de dólares (Waquil & Vilela 2003).

Sua importância deve-se não somente aos danos provocados, mas especialmente à dificuldade de seu controle. Neste contexto, torna-se imprescindível o conhecimento a

respeito de bioecologia, nível de dano, métodos de controle e de amostragem para estimar o nível de infestação da praga. A falta deste conhecimento faz com que as decisões de controlar ou não a praga sejam tomadas de forma empírica, o que pode levar a um aumento do custo de produção e ainda promover desequilíbrio do agroecossistema quando a decisão é precipitada, e também resultar em prejuízos à produção quando a decisão é tomada tardiamente (Bianco 1995).

Devido ao seu controle ainda ser predominantemente baseado em inseticidas químicos, nos últimos anos tem-se verificado um aumento no número de aplicações. Este aumento pode ser em função da ressurgência da praga, pela eliminação dos inimigos naturais, pela aplicação incorreta (fatores como época, bico, dose, produto, volume de calda, equipamento e o estágio da planta e da praga) ou mesmo pela seleção de populações resistentes a alguns inseticidas.

Como consequência da evolução da resistência de pragas estão aplicações mais freqüentes, aumento na dosagem do produto, misturas indevidas e substituição por um outro produto. Esta substituição geralmente tem sido feita por um produto mais tóxico.

Outro fator relevante é que a descoberta e o desenvolvimento de novas moléculas químicas estão cada vez mais difíceis e também mais cara. Sendo assim, as consequências do uso indiscriminado dos defensivos, sejam elas: destruição de insetos úteis, ressurgência de pragas, surgimento de pragas secundárias, riscos de intoxicação dos usuários, contaminação ambiental e de alimentos e resistência de pragas, poderão, em alguns casos, inviabilizarem a produção agrícola.

A pesquisa tem buscado estratégias alternativas e sustentáveis que possam ser empregadas em programas de MIP. Dentre estas, o uso dos feromônios têm-se mostrado altamente promissor.

O interesse pelo uso de feromônio se intensificou a partir da década de 50, quando o pesquisador alemão chamado Butenandt, isolou e identificou o primeiro feromônio de inseto, o Bombicol, extraído da mariposa do bicho-da-seda *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758) (Ferreira & Zarbin 1998). Desde então seu uso vem crescendo, tendo hoje bons resultados no monitoramento e controle de pragas.

As armadilhas com feromônio podem ser utilizadas para diagnosticar as mudanças na densidade populacional e a provável época de emergência dos insetos, possibilitando desta maneira, saber qual o momento ideal de se efetuar uma medida de controle, seja ela química ou biológica.

Todavia, fatores como o formato e a qualidade da pluma, o modelo, o tamanho e a localização da armadilha, entre outros, estão relacionados com o sucesso ou insucesso do uso das armadilhas de feromônio.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo: a) avaliar diferentes modelos de armadilhas atrativas com feromônio sexual na captura de *S. frugiperda*; b) mensurar a eficiência e o período de captura das iscas; c) observar o efeito de diferentes alturas da armadilha em relação ao nível do solo; d) observar o ritmo circadiano sexual de atração dos machos; e e) determinar a relação entre número de mariposas capturadas nas armadilhas e o nível de infestação das lagartas a campo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Spodoptera frugiperda*

Desde o clássico trabalho de Lunginbill em 1928, inúmeros trabalhos envolvendo diversos aspectos da lagarta-do-cartucho têm sido realizados. Ashley *et al.* (1989) relataram esta praga como uma das mais importantes das Américas, e que devido a esta importância foi compilado uma bibliografia com mais de 1310 referências, sobre diferentes aspectos da praga.

2.1.1 Origem e distribuição

De acordo com Sarmiento *et al.* (2002), a referência mais antiga desse inseto na literatura é a de Smith, na qual o autor a reconhece como praga do milho, na Geórgia, Estados Unidos (Cruz 1995). A espécie foi originalmente classificada como *Phalaena frugiperda* (Simmons & Wiseman 1993). Posteriormente, recebeu outras designações, tais como *Trigonophora frugiperda*, *Prodenia autumnalis*, *Laphygma frugiperda*, entre outras (Silva 1995). Todd (1964) publicou uma nota científica com a atual denominação de *Spodoptera frugiperda*.

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é originária das zonas tropicais e subtropicais do continente americano (Arthur *et al.* 2002) e está distribuída desde os Estados Unidos até a Argentina. Esta espécie não possui habilidade de diapausa, é

um hábil voador na forma adulta, conseguindo atingir longas distâncias anualmente (Luginbill 1950).

No Brasil, em função da alimentação diversificada de hospedeiros disponíveis o ano todo e das condições de clima favoráveis ao inseto (Farias *et al.* 2001), está presente em todas as regiões do território nacional.

É uma praga que devido sua ampla distribuição, constância e severidade, tornou-se bastante conhecida e recebe diferentes denominações ao redor do mundo, sendo comumente chamada em país de língua espanhola de “la palomilla del maíz” (Pérez *et al.* 1997), “oruga cogollera” (Sosa 2004), “cogollero del maíz” (Salas 2003), “gusano cogollero” e “barredora” (Eppo 2004). Em inglês é conhecida por “fall armyworm”, “corn leafworm”, “southern grassworm” (Eppo 2004), “grass worm”, “overflow worm”, “grass armyworm” (Luginbill 1950). Em francês por “légionnaire d'automne” e em alemão por “heerwurm” (Eppo 2004). No Brasil é denominada de “lagarta-militar”, “lagarta-dos-milharais” (Cruz 1995), “lagarta-do-cartucho” (Gallo *et al.* 2002), “lagarta-das-folhas” e “lagarta-dos-arrozais” (Grützmacher 1999, Busato *et al.* 2002).

2.1.2 Descrição e biologia

S. frugiperda é um inseto holometábolo, ou seja, seu ciclo de vida passa pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto. Na fase imatura apresenta aparelho bucal mastigador, e quando adulto possui aparelho bucal do tipo sugador maxilar, isto faz com que este inseto seja denominado metagnato (Garcia 2002).

As fêmeas depositam seus ovos durante as primeiras horas da noite (Pérez *et al.* 1997). Em campos onde a densidade populacional está baixa, normalmente a oviposição ocorre nas partes inferiores das folhas; quando a densidade populacional está alta a oviposição é feita indiscriminadamente por toda a planta (Sparks 1979).

Os ovos são postos em massas e cobertos por uma secreção produzida no aparato bucal e por escamas do corpo da fêmea; o período de incubação varia de 2 a 4 dias dependendo da temperatura (Pérez *et al.* 1997).

De acordo com Waquil & Vilella (2003), o número de ovos das massas de ovos varia de 8 a mais de 500 por postura. Normalmente, uma postura com 500 ovos é suficiente para colonizar cinco plantas e cada mariposa chega a ovipositar cerca de 1500 a 2000 ovos durante seu ciclo de vida.

As larvas neonatas alimentam-se do córiun (casca do ovo) e depois se dispersam em busca de alimento e para evitar o canibalismo (Monstebravo 2004). Para se dispersarem as larvas tecem um fio de seda. A habilidade de tecer geralmente é perdida ainda no primeiro instar (Cruz 1995).

Usualmente, as larvas passam por seis ínstaes. Nos primeiros ínstaes as larvas provocam um sintoma típico que é a raspagem das folhas; a partir do terceiro instar a lagarta dirige-se ao cartucho da planta onde passa a causar danos significativos a produção (Silva 1995).

Segundo Zucchi *et al.* (1993), a lagarta apresenta coloração variando de cinza-escuro a marrom, há uma faixa dorsal com pináculos (base das cerdas) pretas ao longo do corpo e possui cinco pares de falsas pernas. Em suas mandíbulas os dentes são pontiagudos e na cápsula cefálica a sutura adfrontal não alcança o vértice da cabeça.

Devido ao comportamento de canibalismo na espécie é comum encontrar apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho do milho. A duração do período larval é de 12 a 30 dias,

sendo que no final deste período a lagarta pode atingir 50 mm de comprimento (Gallo *et al.* 2002).

Ao término do período larval as lagartas penetram no solo, onde se transformam em pupas de coloração castanho avermelhada, medindo cerca de 15 mm de comprimento. Geralmente, a pupação ocorre a uma profundidade de 2 a 8 cm, sendo que esta profundidade é extremamente influenciada pela textura do solo, sendo as profundidades maiores observadas em solos arenosos (Capineira 2003). O período pupal é de 8 dias no verão e 25 dias no inverno, surgindo então, o adulto.

A mariposa mede cerca de 35 mm de envergadura. Esta espécie apresenta um acentuado dimorfismo sexual. As asas anteriores do macho apresentam-se de cor acinzentada, com uma mancha branca irregular próxima ao ápice. As asas anteriores da fêmea são de cor cinzenta escura, relativamente uniforme. As posteriores de ambos os sexos são de coloração clara. A duração da vida de um adulto é de aproximadamente de 10 dias (Sparks 1979, Zucchi *et al.* 1993, Cruz 1995, Capineira 2003).

A temperatura é fator determinante em todas as fases de desenvolvimento deste inseto (Clavijo *et al.* 1992). Estes autores relataram ainda, que *S. frugiperda* suporta temperaturas em uma grande amplitude (16 e 34 °C), porém seu desenvolvimento e capacidade reprodutiva são favorecidos a temperaturas entre 20 e 30°C, condição esta que geralmente ocorre nas regiões de cultivo permitindo que a praga, em algumas situações, tenha até 12 gerações em um ano.

2.1.3 Hospedeiros

A lagarta militar é um inseto polífago encontrado em mais de 80 espécies de 23 famílias de plantas (Pashey 1988), no entanto tem preferência por Poáceas e dentre estas o milho é seu principal hospedeiro (Clavijo *et al.* 1992).

Esta praga pode ser encontrada atacando sorgo, soja, feijão, capins (papuã, milhã, capim elefante, grama seda), cana-de-açúcar, aveia, trigo, algodão, alface, batata, amendoim, couve, tomate, trevo, etc, dentre outras (Luginbill 1928, Andrews 1980, Andrews 1988, Pashey 1988, Ashley *et al.* 1989).

Dentre esta gama de hospedeiros, no Brasil, a lagarta-do-cartucho tem se destacado como um sério problema fitossanitário nas seguintes culturas comerciais: no arroz, onde é um dos insetos mais prejudiciais (Grützmacher *et al.* 1999, Busato *et al.* 2002); no algodão, que devido sua severidade e constância, atacam desde a emergência das plântulas até os botões florais, flores e maçãs (Velooso & Nakano 1983), sendo uma das principais pragas e de difícil controle; e no milho é praga chave, presente em todo o ciclo da cultura (Cruz 1999).

Sendo assim, a espécie *S. frugiperda* é um dos principais componentes do complexo de pragas que reduzem a produtividade de várias culturas no Brasil (Velooso & Nakano 1986).

2.1.4 Danos e perdas

Nos primeiros ínstares, os danos causados pela lagarta, são caracterizados pela raspagem do limbo foliar (“folha raspada”); quanto mais desenvolvidas perfuram as folhas e

as destroem parcial ou totalmente, danificando o “cartucho” da planta (Silva 1995). Bastante característico, também, é a quantidade de excrementos deixados pela lagarta (Bianco 1995) no local de ataque. Segundo Cruz (1995), esta praga pode ainda cortar plântulas, broquear o colmo, cortar o pendão e atacar as espigas.

A redução na produção, devido ao ataque de *S. frugiperda*, é influenciada por fatores como grau de infestação, local, cultivar, condição edafoclimática e estágio de desenvolvimento da praga e da cultura (Bianco 1995).

O potencial de dano provocado por esta praga, em milho, tem sido muito estudado. No Brasil, Carvalho (1970) citado por Siloto (2002), trabalhando com diferentes genótipos de milho, constatou perdas entre 15 e 34%, dependendo do estágio fenológico da cultura, sendo que, aos 49 dias após o plantio, observou redução de 30%. Bianco (1991), em estudos realizados no Paraná, observou perdas de 60 e 38% para condições de seca e de precipitações relativamente normais, respectivamente. Em algumas situações a praga pode até mesmo impedir a produção (Ávila *et al.* 1997).

Cruz & Turpin (1982) trabalhando em Indiana, nos Estados Unidos, verificaram que o estágio do milho mais suscetível à lagarta foi quando a planta apresentava de 8 a 10 folhas, correspondendo há aproximadamente 40 dias após o plantio, o que corrobora com os resultados de Carvalho (1970) citado por Siloto (2002). Perdas de até 40% foram relatadas em Cuba (Pérez *et al.* 1997), isto também foi observado no Chile, Venezuela, Peru e México (Cruz & Turpin 1982).

2.1.5 Inimigos naturais

Molina-Ochoa *et al.* (2003) fizeram um inventário sobre inimigos naturais ocorrendo em *S. frugiperda* em diferentes países do continente americano. Neste trabalho foram constatadas aproximadamente 150 espécies em 14 famílias. Os autores relataram ainda que *Chelonus insularis* (Cresson, 1865) foi o parasitóide mais freqüente e que *Noctuidonema guyanense* (Remillet & Silvain, 1988) foi o mais importante nematóide ectoparasita atacando adultos.

No Brasil, parasitóides e predadores são importantes reguladores da população da lagarta-do-cartucho, dentre estes se destacam: *Doru luteipes* (Scudder, 1876), *Telenomus remus* (Nixon, 1937), *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), *Chelonus insularis* (Cresson, 1865), *Camponotus flavicincta* (Ashmed, 1890), *Diadegma* sp., *Ophion flavidus* (Brullé, 1846), *Apanteles marginiventris* (Cresson, 1865), *Archytas incertus* (Macquart, 1851), *Archytas marmoratus* (Townsend, 1915), *Lespesia* sp. (Valicente & Barreto 1999, Cruz 1997, Silva *et al.* 1997, Dequech *et al.* 2004). Além dos predadores e parasitóides, os entomopatógenos como os fungos *Nomuraea rileyii* (Farlow, 1883), *Aspergillus parasiticus* (Speare, 1912), *Beauveria globulifera* (Spegazzini, 1880), a bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1909), nematóides do gênero *Hexameris* (Cruz 1995), os vírus de poliedrose nuclear (VPN) (Watanabe & Maia 2003) e de granulose (VG) (Valicente & Barreto 1999) podem causar altas taxas de mortalidade nestas lagartas.

2.1.6 Métodos de controle

Para o manejo desta espécie são citadas várias estratégias incluindo práticas culturais, controle biológico e controle químico (Waquil & Vilela 2003).

Cruz (1995) relatou a possibilidade de controle através do predador *D. luteipes* e dos parasitóides *Trichogramma* spp. e *Telenomus* sp. O controle biológico também pode ser realizado utilizando-se entomopatógenos como o VPN (Escribano *et al.* 2000) ou a bactéria *Bacillus thuringiensis* (Valicente & Barreto 2003).

Dentre as práticas culturais, Cruz (1995) reportou a gradagem como método de controle, no entanto Roberts & All (1993), num estudo comparativo entre áreas sob semeadura direta e cultivo convencional, observaram menor infestação na área sob semeadura direta.

Uma outra prática cultural importante na redução da infestação por *S. frugiperda* é a adubação, sendo esta estudada por alguns autores. Carvalho *et al.* (1995) relatam que a falta de potássio fez com que a planta fosse prejudicada, resultando em maiores infestações e também maiores perdas devido ao ataque da praga. Segundo Cruz *et al.* (1996), independente da cultivar utilizada (sensível ou tolerante ao alumínio do solo), as perdas causadas pela *S. frugiperda* na produção de grãos na cultura do milho foram de 17,7%. Tavares *et al.* (2001) observaram que a adubação em excesso tornou a planta de milho mais suscetível.

Goussain *et al.* (2002), avaliando o desenvolvimento de lagartas alimentadas com folhas de milho de plantas tratadas com silício, via solo, em comparação com lagartas alimentadas com folhas de milho não tratadas, constataram que o aumento no teor de silício nas folhas dificultou a alimentação das lagartas, causando desgaste nas mandíbulas,

aumentando a mortalidade e o canibalismo e, portanto, tornando as plantas de milho mais protegidas à lagarta-do-cartucho.

A utilização de inseticidas sintéticos tem sido o principal método de controle de *S. frugiperda*. Diversos grupos tais como carbamatos (Sarmiento *et al.* 2002), fosforados, piretróides (Cruz 1998), spinosinas (Mendez *et al.* 2002) e reguladores de crescimento (Lucas *et al.* 1998) são relatados para o controle desta praga, porém, o uso indiscriminado e incorreto destes produtos tem aumentado o número de aplicações e diminuído sua eficiência, principalmente devido ao surgimento de populações de insetos resistentes (Cruz 1998).

Apesar das diversas alternativas de controle e da grande quantidade de estudos sobre esta praga, a eficiência de seu manejo tem sido prejudicada pela falta de monitoramento adequado. Segundo Bianco (1995), geralmente as decisões de controlar ou não a praga são tomadas de forma empírica, que na maioria das vezes ou são precipitadas ou são tardias, onerando custos de produção e promovendo desequilíbrio do agroecossistema.

2.2 Feromônios

O naturalista francês Fabre em 1913 conduzindo um simples experimento com mariposas da espécie *Saturnia pyri* (Denis & Schiffermuller, 1775) observou que após uma fêmea emergir de um casulo, nos oito dias que seguiram, mais de 150 machos foram atraídos de longas distâncias para dentro de seu laboratório, então o pesquisador sugeriu que substâncias voláteis eram lançadas no ar o que permitia que as fêmeas fossem encontradas (Howse *et al.* 1998).

Posteriormente, estas substâncias usadas na comunicação geral dos insetos foram denominadas infoquímicos, os quais dividem-se em aleloquímicos, quando atuam nas interações inter-específica e feromônio quando atuam nas interações intra-específica (Vilela & Della Lucia 2001).

Segundo Zarbin *et al.* (1999) o interesse pelos feromônios intensificou-se a partir do trabalho de Butenandt *et al.* (1959), que identificaram o primeiro feromônio, o Bombicol, extraído do bicho-da-seda *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758). Neste estudo, realizado durante 20 anos, foram extraídos 12 mg do feromônio (Vilela & Della Lucia 2001) após a remoção de aproximadamente 250.000 unidades do último segmento dos abdomens de mariposas fêmeas da espécie *B. mori* (Howse *et al.* 1998). A partir deste trabalho, o uso de feromônios vem evoluindo e segundo a literatura já existem mais de 2000 feromônios identificados (Gallo *et al.* 2002).

Os feromônios podem ser utilizados no monitoramento, coleta massiva e confundimento das pragas (Mitchell, 1986). Em Israel, a lagarta-rosada *Pectinophora gossypiella* (Saund., 1844) tem sido monitorada por meio de armadilhas de feromônio desde 1975, o que permitiu a redução das aplicações de inseticidas, anteriormente entre 10 e 15, para um máximo de duas por estação de cultivo (Boareto & Brandão 2003).

Um dos melhores exemplos da aplicação de feromônios no Brasil é o caso do besouro *Migdolus fryanus* (West., 1863), talvez a principal praga da cana-de-açúcar, em que aproximadamente quatro mil armadilhas iscadas com feromônio coletaram em torno de seis milhões de machos desta espécie (Ferreira & Zarbin 1998).

Ainda no Brasil, Navarro *et al.* (2002) relataram a eficácia das armadilhas iscadas com o feromônio de agregação e atrativo alimentar, na coleta massiva de *Rhynchophorus palmarum* (L., 1764), importante praga das plantações de coco.

Van Steenwyk *et. al.* (1983), em estudo conduzido na Califórnia com *Keiferia lycopersicella* (Walsingham), principal praga do tomateiro no México e Estados Unidos, determinaram uma correlação positiva entre captura em armadilhas de feromônio e lagartas presentes na folha e a porcentagem de frutos infestados. Johnson (1983), estudando *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) em algodão, também observou relações entre capturas em armadilhas de feromônio e densidade de ovos nas plantas. Estes estudos demonstram a possibilidade do uso de armadilhas com feromônio para diagnosticar as mudanças na densidade populacional e a provável época de emergência dos insetos.

2.2.1 Feromônio sexual de *S. frugiperda*

Adultos de *S. frugiperda* estão sendo monitorados com feromônio sexual a mais de 30 anos (Meagher & Mitchell 2001). Sekul & Cox em 1965, citados por Sparks (1980), reportaram que as mariposas fêmeas de *S. frugiperda* produziam uma substância que atraía os machos para o acasalamento, porém não identificaram quimicamente.

Sekul & Sparks (1967) identificaram, isolaram e sintetizaram pela primeira vez o acetato (Z)-9-tetradecen-1-ol como o feromônio sexual da *S. frugiperda*, no entanto, no campo este acetato não foi atrativo para os machos (Mitchell & Doolittle 1976).

Novamente Sekul & Sparks (1976), citados por Mitchlell (1979), identificaram um outro acetato denominado (Z)-9-dodecen-1-ol, o qual, segundo Mitchell & Doolittle (1976), foi atrativo para machos em testes no campo.

Posteriormente, vários pesquisadores avaliaram diferentes compostos, tanto de forma isolada como em combinações, até que Tumlinson *et al.*(1986) identificaram o feromônio da

S. frugiperda como sendo uma mistura, a qual em testes a campo mostrou ser a mais eficiente de todas aquelas previamente avaliadas.

Além da qualidade do atraente, vários fatores, tais como o formato e qualidade da pluma, o tamanho, a localização e a altura da armadilha, a degradação do feromônio, entre outros, podem estar relacionados ao sucesso ou insucesso do uso das armadilhas de feromônio. Neste sentido, Tingle & Mitchell (1979), testando diferentes modelos de armadilhas na captura de adultos de *S. frugiperda*, observaram que as capturas nas armadilhas adesivas eram influenciadas pelo nível populacional da mariposa, pela captura de insetos não alvo e pela adesão de poeira aos pisos adesivos, isto também foi relatado por Mitchell (1979).

Tingle & Mitchell (1979), observaram que as mariposas eram atraídas na direção oposta ao vento, e relataram ainda que a posição, no interior ou na bordadura, e a altura não afetaram a captura de adultos quando as armadilhas estiveram a uma altura igual ou superior à altura das plantas.

No Brasil, Busoli (1984) estudando as armadilhas Pherocon 1C, Niutrap e Delta PBW, relatou a menor eficiência do modelo Delta, o que contraria os resultados de Malo *et al.* (2001), obtidos no México, que relataram este modelo como o mais eficiente na captura de machos de *S. frugiperda*. Já Mitchell *et al.* (1985), testando o modelo Hartstack e o Bucket, reportaram a melhor performance do modelo Hartstack, o que foi confirmado por Pair *et al.* (1989). Estes autores atribuíram a melhor eficiência do modelo Hardstack à sua maior dimensão.

Armadilhas coloridas algumas vezes influenciam, porém não de forma significativa, o número de adultos de *S. frugiperda* capturados (Tingle & Mitchell 1975, Mitchell *et al.* 1989, Meagher 2001). Esta influência é geralmente mais pronunciada em besouros e moscas-das-frutas do que com lepidópteros noturnos (Howse *et al.* 1998). Segundo Mitchell *et al.* (1989),

as mariposas de *S. frugiperda* são mais sensíveis aos comprimentos de ondas próximos a 530nm, e a cor branca nas armadilhas refletem de 91 a 100% das ondas entre 420- 680nm.

Malo *et al.* (2002) avaliou uso de voláteis de plantas juntamente com feromônio sexual na captura de mariposas de *S. frugiperda* e constataram que não houve aumento na captura, similar aos resultados de Meagher (2001) que observaram que armadilhas iscadas somente com feromônio capturaram mais do que as armadilhas iscadas com compostos florais.

Apesar das formulações comerciais de feromônio sexual de *S. frugiperda* serem usadas em diferentes países, e mostrarem segurança para o monitoramento da praga (Adms *et al.* 1989, Mitchell *et al.* 1989), experimentos conduzidos por Andrade *et al.* (2000) e Malo *et al.* (2001), evidenciaram a necessidade de se testar as iscas de feromônio nas condições ambientais onde elas serão empregadas, principalmente os atrativos importados. Isto porque os autores relataram que as iscas de feromônio sexual importadas dos Estados Unidos e da Inglaterra apresentaram diferentes taxas de captura, quando aplicadas na Costa Rica e no México, possivelmente, pelo efeito do ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os experimentos para elaboração deste trabalho foram realizados sob condições de campo em lavouras comerciais de milho, localizadas no município de Dourados-MS (latitude de 22°14'S, longitude de 54°49'W, e altitude 458m e clima Cfa, clima mesotérmico úmido sem estiagem). A precipitação pluviométrica total anual da região é 1200 a 1400 mm, já a evapotranspiração real anual é de 1100 a 1200 mm, e a temperatura média anual é de 22°C. A variação mesoclimática é de úmido a sub-úmido, com excedente hídrico anual de 800 a 1200 mm durante 04 meses (Mato Grosso do Sul 2000).

Neste estudo a isca de feromônio sexual utilizada foi a BioSpodoptera® (única existente no mercado nacional e comercializada pela Biocontrole Métodos de Controle de Pragas Ltda. (www.biocontrole.com.br)).

As armadilhas modelo Pet, Balde e Delta foram suspensas em estacas de madeira com auxílio de um arame, a uma altura de aproximadamente 1,60 m em relação ao solo, exceto para o experimento em que o fator de variação foi a altura. As estacas tinham um formato de “L” invertido, tendo a parte maior um comprimento de 2,10 m e a menor de 0,5 m.

A sexagem das mariposas de *S. frugiperda* capturadas nas armadilhas foi feita levando-se em consideração as características de coloração das asas e a morfologia da genitália, de acordo com a descrição de Tood & Poole (1980).

Os dados, provenientes das avaliações, foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$ para melhorar a homogeneidade da variância e a normalidade, e depois submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, exceto para o experimento que relacionou o número médio de adultos nas armadilhas com o nível de infestação de lagartas nas plantas.

Para atender os objetivos propostos, foram desenvolvidos cinco experimentos, os quais serão descritos a seguir.

3.1 Avaliação de diferentes modelos de armadilhas iscadas com feromônio sexual de *S. frugiperda*

Foram avaliados três modelos de armadilhas para a captura de mariposas de *S. frugiperda*, sendo elas: 1) Delta: modelo comercial, que tem forma triangular e na sua base é colocado um piso adesivo que permite a captura das mariposas (Figura 1); 2) Pet: confeccionado com garrafas pet (polietileno terifalto) transparente, com capacidade de 2 litros, nas quais foram feitos 4 orifícios simétricos com 2,8cm de diâmetro, a uma altura de 17cm em relação a base, para permitir a entrada das mariposas (Figura 2), e; 3) Balde: confeccionado com baldes plásticos com capacidade de 3 litros, nos quais também foram feitos 4 orifícios simétricos de 2,8cm de diâmetro, a uma altura de 12cm em relação a base (Figura 3).



Figura 1: Armadilha modelo Delta



Figura 2: Armadilha modelo Pet



Figura 3: Armadilha modelo Balde

Nos modelos Pet e Balde os feromônios foram colocados na altura dos orifícios. Já nas armadilhas Delta o feromônio foi pendurado no “teto” da armadilha. Nas armadilhas Pet e Balde foram colocados aproximadamente 800 mL e 1500 mL de água, respectivamente. Em seguida foram acrescentadas algumas gotas de detergente neutro para quebrar a tensão superficial da água e permitir que as mariposas afundassem.

As contagens do número de adultos capturados nas armadilhas Pet e Balde foram feitas despejando-se o conteúdo em uma peneira e depois contando-se o total de mariposas capturadas. Na armadilha Delta a contagem era feita diretamente retirando-se os pisos adesivos.

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas no tempo utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Os diferentes modelos de armadilhas foram dispostos nas parcelas e as diferentes épocas na subparcela. Os blocos foram alocados na bordadura da área cultivada, de forma que pudesse ter um bloco em cada lado da área. As armadilhas estavam espaçadas 50 m uma da outra nos blocos.

O experimento foi instalado no dia 15/10/03 em uma área de 18 hectares, sob o cultivo de milho híbrido Pioneer, no início da emergência das plantas e foi conduzido até o dia 13/03/04, perfazendo um período de 5 meses. Durante a condução do experimento foram realizadas três pulverizações para o controle de lagartas de *S. frugiperda*, sendo elas aos 14, 30 e 42 dias após a emergência das plantas, e nestas aplicações os inseticidas utilizados foram

carbamato, carbamato + regulador de crescimento e fosforado, respectivamente. As avaliações foram feitas a cada 3 dias retirando-se os adultos coletados e as iscas de feromônio sexual foram trocadas a cada 30 dias, determinando assim as diferentes épocas.

3.2 Eficiência e período de atração das iscas de feromônio

Para a avaliação do período de captura das iscas de feromônio sexual, utilizaram-se as armadilhas modelo Delta (comuns no mercado). Os tratamentos, determinados pelos diferentes intervalos de troca das iscas nas armadilhas, foram representados por: 1) armadilhas que não receberam iscas, 2) armadilhas com iscas trocadas a cada trinta dias, seguindo as recomendações técnicas de uso do produto; e 3) armadilhas que receberam iscas e que não foram trocadas durante todo o período do experimento, perfazendo um total de noventa dias.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema de parcela subdividida no tempo. Cada parcela foi composta por três armadilhas com o mesmo tratamento. As avaliações foram feitas a cada três dias contando-se o número de mariposas capturadas.

O experimento foi instalado no dia 02/11/2003 em uma área de 160 hectares, sob cultivo de milho híbrido Pioneer, no 21º dia após a emergência das plantas e conduzido até o dia 31/01/2004, totalizando assim dez avaliações em cada época. Durante a condução do experimento foram realizadas duas pulverizações para o controle de lagartas de *S. frugiperda*, sendo elas aos 15 e aos 33 dias após a emergência das plantas, e nestas aplicações os inseticidas utilizados foram carbamato e depois um carbamato + regulador de crescimento, respectivamente.

3.3 Altura da armadilha em relação ao nível do solo

Para testar o efeito da altura da armadilha em relação ao nível do solo foram utilizadas as armadilhas modelo Delta, as quais foram suspensas em estacas de madeira por um pedaço de arame, de forma que permanecessem na altura desejada.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos eram representados pelas alturas de 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 metros da base da armadilha em relação ao nível do solo, sendo que durante toda a condução do trabalho estas estiveram acima do nível das plantas.

O experimento foi instalado no dia 01/10/2004 em uma área de 25 hectares, sob o cultivo de milho cultivar Semealli, no 5º dia após a emergência das plantas, e conduzido até o dia 15/10/2004. Não houve pulverização durante a condução do estudo.

3.4 Ritmo circadiano de atração sexual dos machos

Para estudar o ritmo circadiano de captura dos machos nas armadilhas, foram conduzidos dois experimentos no campo. Estes experimentos foram realizados nos dias 25, 26 e 28/03/2004, safra de inverno e no dia 07/10/2004, safra de verão. Todos foram conduzidos em blocos casualizados no esquema fatorial de parcelas subdividida no tempo.

Nos testes realizados nos dias 25, 26 e 28/04/2004, em uma área de 200 hectares sob cultivo de milho híbrido Dekalb, as parcelas foram representadas pelos diferentes modelos de armadilhas: Delta (comum no mercado) e Metálico (confeccionado de tela metálica, baseada

no modelo Hartstack) (Figura 4), suspensos 1,6 metro do nível do solo. Já no teste do dia 07/10/2004, em uma área de 25 hectares sob cultivo de milho Semealli, utilizou-se apenas a Delta e as parcelas foram representadas pelas diferentes alturas 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 metros do nível do solo. Durante a condução dos experimentos não houveram pulverizações.



Figura 4: Armadilha modelo Metálica

Nas sub-parcelas foram alocados os horários das avaliações, com leitura dos dados de hora em hora a partir das 17:00h (horário local) até as 06:00h da manhã seguinte. Com a finalidade de avaliar se os adultos de *S. frugiperda* tinham atividade sexual durante o dia, na última avaliação da manhã, às 06:00h, as armadilhas eram limpas e às 16:00h do mesmo dia eram vistoriadas no intuito de observar se havia mariposas capturadas.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso nos quatro testes, porém com quatro repetições, quando se usaram os diferentes modelos de armadilhas e com três repetições, quando os tratamentos foram as diferentes alturas.

3.5 Relação entre mariposas capturadas e nível de infestação

Para estudar a relação entre mariposas capturadas e o nível de infestação de lagartas foram instalados três campos experimentais em diferentes áreas, empregando a densidade de uma armadilha do modelo Delta a cada cinco hectares, disposta na bordadura da área.

No Campo I, localizado em uma área de 11 hectares, foram dispostas 2 armadilhas nas bordaduras e foram avaliadas 462 plantas; no Campo II, localizado em uma área de 25 hectares, tinham 5 armadilhas e foram avaliadas 220 plantas e; por fim, o Campo III estava localizado em uma área de 50 hectares tendo 10 armadilhas nas bordaduras, avaliando-se 330 plantas. Devido ao fato dos experimentos serem realizados em áreas comerciais, o número de plantas avaliadas em cada área foi limitado pela disponibilidade de plantas não pulverizadas, ou seja, que não receberam pulverizações para o controle de lagartas.

No Campo I utilizou-se o milho híbrido Pioneer 3210 e nos Campos II e III o híbrido BRS 304. O espaçamento entre linhas foi de 0,8 metros com 5 plantas por metro linear em todos os três campos. Em todos os campos não houve tratamento de sementes com inseticida. A primeira amostragem foi realizada, no Campo I e II, no sexto dia após a emergência, já no Campo III as amostragens foram iniciadas no terceiro dia após emergência.

As amostragens no Campo I foram realizadas no 9, 12, 17, 20, 23, 26 e 29º dias após a emergência (DAE); no Campo II no 9, 12, 15, 18, 25, 28, 31 e 34º DAE e no Campo III, no 6, 9, 12, 15, 21, 24, 27, 30 e 33º DAE.

As amostragens para as lagartas foram realizadas observando-se a presença ou ausência da praga na planta, isto porque segundo Waquil e Vilella (2003), devido ao hábito da *S. frugiperda* a partir do estágio em que esta começa a causar perdas significativas (3º ínstar), geralmente encontra-se uma ou, raramente, duas lagartas por planta. Outro ponto a ser

ressaltado é que quando se avalia somente o número de plantas atacadas, por exemplo, plantas com folhas “raspadas”, que é um sintoma característico desta praga, pode-se estar subestimando a infestação, porque lagartas de primeiros ínstaes de *S. frugiperda* ao se dispersarem, podem ir diretamente para o “cartucho” da planta não apresentando desta maneira folhas raspadas, porém estão infestadas. E o contrário também é válido, quando se quantifica plantas atacadas, pois pode ser que a infestação seja superestimada devido a algum fator, como a presença de inimigos naturais, podendo a planta já não estar mais infestada.

Os dados obtidos em cada uma das amostragens foram utilizados em análise descritiva.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação de diferentes modelos de armadilhas iscadas com feromônio sexual de *S. frugiperda*

Segundo Ritchie *et al.* (2003), o desenvolvimento da planta de milho é dividido em estágios de emergência (VE), vegetativo (V1, V2, etc., até Vn), pendoamento (VT) e reprodutivo (R1 a R6). O estágio vegetativo varia de acordo com a cultivar e as diferenças ambientais.

A curva populacional baseada no número médio de mariposas capturadas em cada época evidencia que houve um pico populacional na 2ª época, entre 30 e 60 dias após a emergência da cultura (Tabela 1). Salas (2001), estudando a captura de adultos de *S. frugiperda* na Venezuela, reportou este mesmo comportamento nesta fase de desenvolvimento da cultura. Este pico pode estar relacionado ao fato de que nesta época do desenvolvimento da cultura, a planta esteja com o “cartucho” formado, oferecendo condição ideal de abrigo à praga e também devido a plena absorção de nutrientes e a alta taxa de crescimento por parte da planta. Isto proporciona um alimento de alta qualidade nutricional e tenro, tornando a planta atrativa às mariposas.

Neste estágio, como demonstraram Carvalho (1970) citado por Siloto (2002) e Cruz & Turpin (1982), é o período em que a cultura é mais vulnerável ao ataque da *S. frugiperda*, ou seja, nesta fase o ataque da praga ocasiona as maiores perdas, destacando-se a necessidade de um manejo mais criterioso da espécie neste estágio de desenvolvimento da planta. Esta maior susceptibilidade deve-se ao fato que neste período a região de crescimento está acima da superfície do solo e a planta começa definir produtividade, definindo o número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos potenciais e o tamanho da espiga.

Cruz & Turpin (1982) reportaram ainda que a planta de milho é capaz de se recuperar e produzir bem quando a infestação ocorre até V6 (em torno dos 30 dias após o plantio).

Com relação ao comportamento populacional, vale ressaltar que o aumento na captura ocorrido na 5ª época pode estar relacionado ao comportamento migratório desta espécie (Luginbill 1928, Sparks 1979), porque no início desta época foi realizada a colheita do milho na área amostral, fazendo com que as mariposas migrassem.

Na 1ª época não houve diferenças estatísticas entre os modelos Balde, Delta e Pet, sendo que o modelo Balde apresentou uma média um pouco maior (Tabela 1). Este resultado poderia estar relacionado à capacidade de captura das armadilhas. Como o modelo Balde possui maior espaço pode ser a causa deste maior número de insetos nas armadilhas. Tingle & Mitchell (1979) relataram que aumentando a superfície das armadilhas a captura de mariposas também aumentava.

Tabela 1 – Número médio de machos de *S. frugiperda* capturados em cada modelo de armadilha iscada com feromônio sexual dentro das diferentes épocas, em área sob cultivo de milho (Dourados-MS, 2004).

	1ª Época	2ª Época	3ª Época	4ª Época	5ª Época	Média
Balde	9,8665* B ⁽¹⁾ a ⁽²⁾	24,7667 A a	1,9973 C b	1,1942 C b	4,2541 BC b	6,5846
Delta	8,1736 B a	33,2817 A a	15,2887 B a	10,1962 B a	14,2325 B a	14,5792
Pet	7,0922 B a	27,0100 A a	10,3808 B a	3,8185 B b	10,1662 B a	10,7433
Média	8,3774	28,3528	9,2223	5,0696	9,5610	

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

⁽²⁾Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (n=40)

* Médias oriundas de 10 avaliações em 4 armadilhas, n=40.

Na segunda época também não houve diferenças estatísticas entre as armadilhas. No entanto, o modelo Delta apresentou maior média de captura. A melhor eficácia na captura de adultos de *S. frugiperda* por parte da armadilha Delta também foi observado por Malo *et al.* (2001), no México, avaliando os modelos Delta, Scentry e Bucket.

Na terceira e quinta épocas as armadilhas tiveram resultados semelhantes, tendo a Delta e a Pet desempenho estatisticamente similares entre si e significativamente superior ao modelo Balde. Salas (2003), comparando um modelo com água em relação ao adesivo, relatou o melhor desempenho do modelo com água. Esta melhor performance das armadilhas com água, reportada pelo autor, pode estar relacionado ao intervalo de avaliação, ou seja, como em seu estudo as coletas de dados foram feitas duas vezes por semana, havia intervalos de 4 dias entre as avaliações, provavelmente as armadilhas adesivas saturavam-se, o que não acontecia com os modelos com água. Na presente pesquisa foi percebido este fato da armadilha adesiva poder tornar-se saturada (mariposas cobrindo toda a superfície com o adesivo) devido sua capacidade de captura.

Os resultados obtidos na quarta evidenciam que esta época foi a que apresentou as menores médias de captura, demonstrando que em baixos níveis populacionais a armadilha Delta também foi melhor, apresentando diferença estatística em relação aos outros modelos testados. Este resultado se assemelha aos obtidos por Mitchell *et al.* (1985) e Pair *et al.* (1989) nos quais os autores evidenciaram o melhor desempenho da armadilha adesiva quando o nível populacional de mariposas era baixo.

No que se refere ao efeito das épocas, observa-se que as mesmas potencializam efeito das armadilhas. Na 2ª época, quando o nível populacional foi alto, todas os modelos de armadilhas foram estatisticamente semelhantes, o que evidenciou que o problema de saturação, descrito por Mitchell *et al.* (1985) e Pair *et al.* (1989), pode ser resolvido diminuindo o intervalo entre as coletas. Já na 4ª época quando a densidade populacional foi baixa, apenas o modelo Delta foi eficiente.

Dentre os tipos de armadilhas estudados, o mais prático, fácil de manejar e que permite a contagem e identificação das mariposas de forma mais ágil é o modelo Delta. O

maior número de mariposas capturadas em uma única armadilha foi observado no modelo Balde seguido pela armadilha Pet e Delta, respectivamente.

Sendo assim, dependendo da densidade populacional de mariposas e do intervalo entre avaliações, principalmente no que se refere aos modelos adesivos que perde sua eficiência pela saturação com mariposas capturadas ou até mesmo pelo excesso de poeira, o resultado poderá ser diferenciado, o que explica a grande diversidade e discordância de resultados na literatura mundial.

4.1.1 Análise de Custo

Para analisar a viabilidade econômica das armadilhas foram cotados, na segunda quinzena de novembro de 2004, na moeda nacional (Real), os custos de cada armadilha (Tabela 2).

A armadilha Pet apresentou um custo de R\$ 40,00, com relação a este modelo, pode-se ressaltar a questão ambiental, já que, apesar de não se estar reciclando, estaria sendo dado uma maior vida útil a um material que teoricamente seria lixo, pois, no Brasil, apenas 45% destas embalagens são recicladas (Cempre 2004). Apesar do baixo custo, quando a densidade populacional foi muito baixo este modelo não foi eficaz.

O modelo Balde apresentou um baixo custo, porém não é um modelo eficiente para a captura de adultos de *S. frugiperda*.

O custo da armadilha Delta foi alto devido as trocas dos pisos, que foram realizadas a cada avaliação. Este custo pode ser menor em uma situação na qual não se exija uma troca tão freqüente.

Baseado nos resultados anteriormente discutidos e nos custos, apesar de não apresentar o menor custo, a melhor armadilha utilizada para o monitoramento da *S. frugiperda* foi o modelo Delta.

Tabela 2 – Custos dos diferentes modelos de armadilhas (Dourados-MS, 2004).

Modelo	Preço (R\$)	Estaca de madeira (R\$)	Sachês de feromônio (R\$)	Piso adesivo(R\$)	Valor Total(R\$)
Delta	4,50	2,50	37,50*	75,00**	119,50
Balde	0	2,50	37,50	0	40,00
Pet	0	2,50	37,50	0	40,00

*Valor referente a 5 iscas de feromônio com custo de R\$ 7,50 cada;

** Valor referente a 50 pisos adesivos com o custo de R\$ 1,50 cada.

4.2 Eficiência e período de atração das iscas de feromônio sexual

O mesmo comportamento populacional relatado no experimento anterior, também foi observado neste estudo (Tabela 3). Agora, porém o pico populacional ocorreu na 1ª época, isto porque o experimento foi implantado no 22º dia após a emergência das plantas sendo a primeira avaliação realizada no 25º dia após a emergência. O pico populacional também coincidiu com o estágio de desenvolvimento da planta mais suscetível ao ataque da praga, já discutido no experimento anterior. Nas duas épocas posteriores há uma redução populacional, o que também foi observado anteriormente e pode estar relacionado a senescência da planta.

Tabela 3 – Número médio de machos de *S. frugiperda* capturados em armadilhas Delta iscada com feromônio sexual em cada época, em área sob cultivo de milho (Dourados-MS, 2003/2004).

	1ª Época	2ª Época	3ª Época	Média/Tratamento
Sem isca	0,3506*A ⁽¹⁾ b ⁽²⁾	0,0549 A c	0,0219 A b	0,1344
Isca p/ 30 dias	23,6042 A a	14,8445 B a	9,9957 C a	15,6773
Isca p/ 90 dias	24,7577 A a	8,6434 B b	0,0556 C b	8,0943
Média /Época	16,2375	7,8476	3,3577	

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

⁽²⁾Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

* Médias oriundas de 10 avaliações em 9 armadilhas, n= 90.

Nas armadilhas que não receberam feromônio a captura ocorreu ao acaso, como era esperado, já que as armadilhas sem feromônio não atraem os insetos (Vilela & Della Lucia 2001). Na verdade, os modelos podem influenciar no formato da pluma de feromônio (Howse *et al.* 1998).

Analisando os tratamentos que receberam as iscas de feromônio sexual, na 1ª época observa-se que não houve diferenças significativas entre os mesmos, o que era esperado já que eles são tratamentos iguais até a 10ª avaliação (trinta dias) (Tabela 3). Já na segunda época houve diferenças significativas entre os três tratamentos, demonstrando uma diminuição da captura na armadilha que não havia sido realizada a troca da isca. No entanto, houve diferença significativa em relação ao tratamento sem feromônio (Tabela 3). Este resultado revela a importância de se recolher os sachês de feromônios quando são realizadas as trocas, porque se os mesmos forem deixados no campo poderão continuar atraindo os adultos, mesmo que de forma menos eficiente, o que poderia afetar de forma negativa a captura nas armadilhas e até mesmo prejudicar um programa de monitoramento.

Na terceira época, a armadilha na qual foi realizada a troca das iscas a cada trinta dias apresentou uma média de captura significativamente maior que aquela dos demais tratamentos. A armadilha que recebeu o sachê de feromônio apenas no início do experimento, apresentou média de captura semelhante à da armadilha sem feromônio, mostrando que já não há mais eficiência na atração de mariposas por parte desta isca (Tabela 3).

Para quantificar em que momento o feromônio diminuiu sua eficiência, ou seja, a partir de qual avaliação passou a existir diferença entre as armadilhas iscadas com feromônio, analisou-se cada avaliação, dentro da segunda época na qual houve diferenças entre os dois tratamentos, separadamente como um experimento em blocos (Figura 5).

Assim, constatou-se que na 11^a e 12^a avaliação as médias de captura entre os tratamentos, que continham as iscas, ainda foram estatisticamente semelhantes e somente a partir da 13^a avaliação, após aproximadamente 40 dias no campo, na armadilha em que não havia sido realizada a troca da isca foi significativamente diferente, portanto menos eficiente.

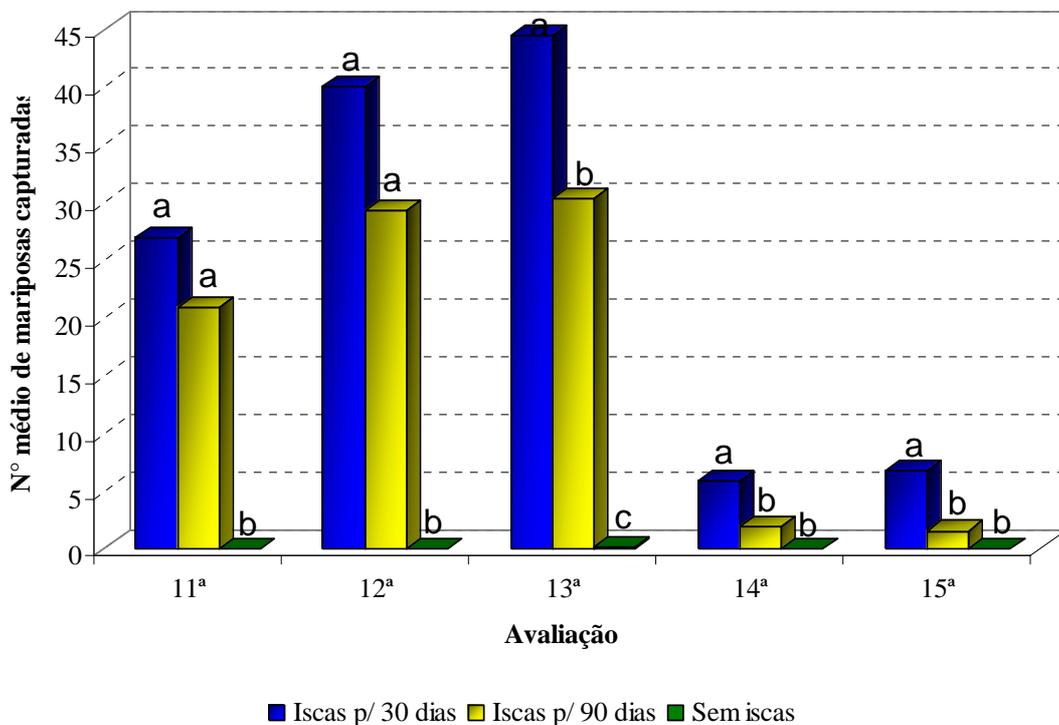


Figura 5: Adultos de *S. frugiperda* capturados em armadilhas Delta com iscas de feromônio sexual trocadas em diferentes períodos, durante a 2^a época de avaliação (Dourados-MS, 2003/2004).

4.3 Altura da armadilha em relação ao nível do solo

Do total de 1396 mariposas de *S. frugiperda* capturadas durante este experimento, apenas 25 eram fêmeas, o que representou aproximadamente 2% do total, demonstrando que o feromônio atrai realmente apenas os machos e que as fêmeas são capturadas ao acaso.

A média de captura não foi influenciada significativamente pela altura da armadilha (Figura 6). Este resultado corrobora com as informações publicadas por Tingle & Mitchell (1979) que também não encontraram diferenças significativas na captura de adultos de *S. frugiperda* quando a altura da planta de milho foi menor ou igual à altura da armadilha. De acordo com Vilela & Della Lucia (2001), é importante evitar efeitos de obstruções que podem modificar o formato e a qualidade da pluma de feromônio.

Nas condições em que o experimento foi conduzido, as armadilhas sempre estiveram acima do ápice das plantas, não houve diferenças estatísticas entre as alturas; talvez a altura possa influenciar se a altura da planta for maior que da armadilha, interferindo na formação da pluma, pelo fato de impedir o efeito das correntes de vento.

Salas (2003) reportou o efeito da altura de armadilhas de feromônio sexual na captura de adultos de *S. frugiperda*. No entanto, em seu estudo, as armadilhas estavam dispostas a 0, 25 e 50 centímetros do nível do solo. O autor ainda sugeriu, devido as capturas a 0 e 25 cm serem estatisticamente inferiores, que altura de vôo deste inseto esteja acima dos 25 cm em relação ao solo.

Apesar de não significativa, a maior média de captura foi detectada a altura de 1,5 metros (Figura 6). Malo *et al.* (2004) testando os modelos “Scentry Heliothis” e “Bucket” nas alturas de 1,0, 1,5 e 2,0 metros, constataram que a captura não foi afetada pela altura quando

se utilizou o modelo “Bucket”. Em contraste, a captura com o modelo “Scentry Heliothis” a 1,5 metro de altura foi significativamente superior aos demais tratamentos.

Devido à praticidade de manuseio e aos inúmeros experimentos conduzidos com *S. frugiperda*, em que as armadilhas são dispostas à altura de aproximadamente 1,5 metro (Tingle & Mitchell 1979, Mitchell *et al.* 1985, Adams *et al.* 1989, Malo *et al.* 2004), pode-se afirmar que esta é a melhor altura para manter suspensas as armadilhas.

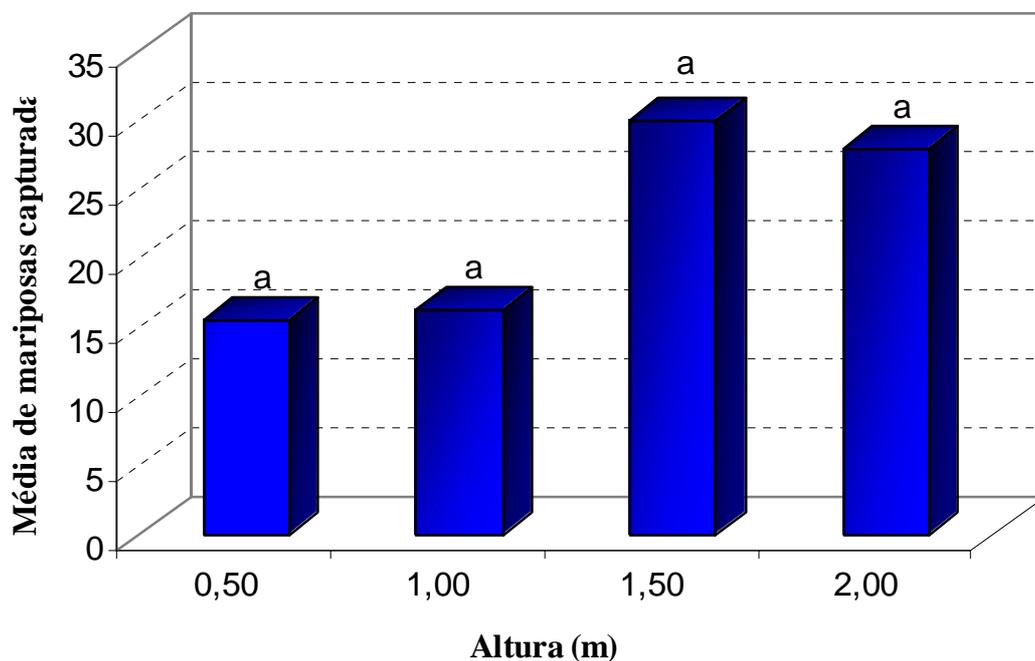


Figura 6: Médias de machos de *S. frugiperda* capturados em armadilhas iscadas com feromônio sexual em diferentes alturas (Dourados-MS, 2004).

4.4 Ritmo circadiano de atração sexual dos machos

Pelos resultados obtidos referentes aos modelos de armadilhas utilizados nos testes dos dias 25, 26 e 28/03/04 não se detectou diferença estatística entre os modelos Delta e Metálica (Figura 7), o que difere dos resultados obtidos por Pair *et al.* (1989) que relatam a melhor

performance do modelo Hartstack em relação aos modelos adesivos. Provavelmente, as maiores dimensões do modelo Hartstack lhe conferem maior capacidade de captura, já os modelos adesivos estão sujeitos ao problema de saturação. Neste estudo os pisos das armadilhas foram tocados a cada hora, por este motivo este problema não existiu.

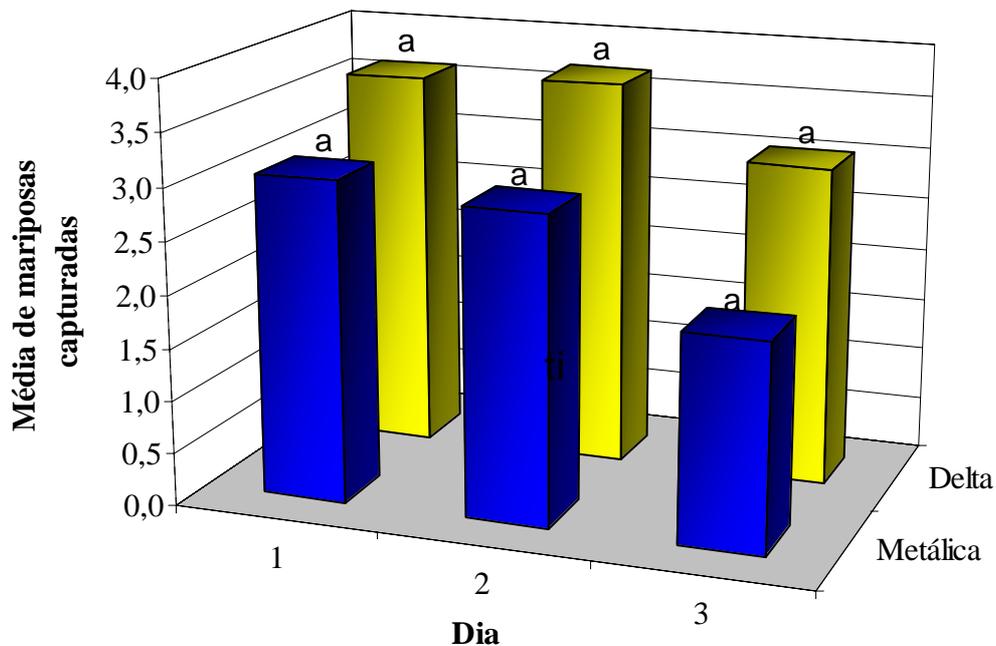


Figura 7: Média de captura de machos de *S. frugiperda* em diferentes modelos de armadilhas iscadas com feromônio sexual na cultura do milho (Dourados-MS, 2004).

O modelo Metálico além de apresentar o maior custo, é de difícil manuseio e com uma eficiência semelhante ao Delta, o que não justificaria seu uso. Pair *et al.* (1989) também reportou o alto custo e dificuldade no manuseio deste modelo.

Tabela 4 – Custos dos diferentes modelos de armadilhas com feromônio para a captura de *S. frugiperda* na cultura do milho (Dourados-MS, 2004).

Modelo	Preço (R\$)	Estaca de Madeira (R\$)	Saches de Feromônio (R\$)	Piso Adesivo (R\$)	Valor Total (R\$)
Metálico	122,50	0	7,50	0	130,00
Delta	4,50	2,50	7,50	63,00*	35,50

* Foram 14 pisos por dia, dando 72 pisos a R\$ 1,50.

No experimento realizado no dia 07/10/2004 foram quantificadas as fêmeas capturadas, e do total de 336 mariposas capturadas 6 foram fêmeas, as quais também representaram aproximadamente apenas 2% do total de mariposas capturadas. No que se refere a altura, também não houve efeito da altura das armadilhas na captura de adultos de *S. frugiperda*. Figura 7

Nos quatro experimentos não houve captura de mariposas durante o dia, entre as 06:00 e as 17:00 horas (Figura 8 e 9). Segundo Atkins (1980), citado por Vilela & Della Lucia (2001), a maioria dos insetos tem suas atividades comportamentais divididas em períodos de 24 horas (ritmo circadiano); este mecanismo funciona como um relógio intrínseco que fornece uma organização temporal modulada pela periodicidade do ambiente, fazendo com que os ritmos de atividades destes insetos sejam definidos. Ou seja, mesmo que o feromônio esteja sendo liberado na área de ocorrência de uma determinada espécie de inseto, este só responderá em determinadas horas do dia ou da noite.

Fernandes (1988) estudou a atividade sexual circadiana de *P. gossypiella* e observou que a captura da praga foi maior entre 01:00 e 03:00 horas da manhã. Barros *et al.* (2003) também estudando *P. gossypiella* observaram a mesma atividade sexual circadiana.

Uchoa-Fernandes *et al.* (1995) relataram que a atração e a captura de *Tuta absoluta* (como *Scrobipalpuloides absoluta*) (Meirick, 1917) nas armadilhas ocorriam durante a manhã, obedecendo a um ritmo circadiano. Já Carvalho *et al.* (1994) não detectaram um ritmo para o comportamento sexual do predador generalista *Podisus connexivus* (Bergroth, 1891).

Com relação à captura de machos de *S. frugiperda* nesta pesquisa (dias 25, 26 e 28/03/2004), verificou-se que a atividade iniciava-se próximo de 2 horas depois do pôr do sol, com a ocorrência de um pico 19:00; depois a atividade diminuía, e aproximadamente 9-10 horas depois do pôr do sol, em torno de 3:00h, a atividade se intensificava novamente quando foi observado um outro pico (Figura 8 e 9).

Sparks (1979) observou no campo que as mariposas iniciavam suas atividades 2-3 horas após o por do sol e durava até aproximadamente a meia-noite, sem relatar um segundo pico de atividade.

No experimento realizado no dia 07/10/2004 constatou-se a mesma atividade comportamental, porém um pouco mais tarde e com os picos mais próximos, o que pode estar relacionado ao fotoperíodo já que nesta época as noites já estavam se tornando mais curtas e os dias mais longos (Figura 9).

Com base nestes resultados pode-se afirmar que a pulverização de iscas tóxicas a serem aspergidas nas plantas para o controle de adultos desta espécie, deve ser realizada no início da noite para aumentar a possibilidade de que os adultos entrem em contato com a superfície tratada.

O conhecimento dos padrões do comportamento, tais como a periodicidade de captura dos machos de *S. frugiperda* em armadilhas observada neste estudo, pode agilizar o seu monitoramento com o uso do feromônio sexual sintético, com instalação das armadilhas à tarde e avaliação das mesmas na manhã do dia seguinte. Isto permite diagnosticar a situação de uma determinada região, seja de forma qualitativa: se há ou não a espécie; ou de forma quantitativa: mensurar a densidade populacional.

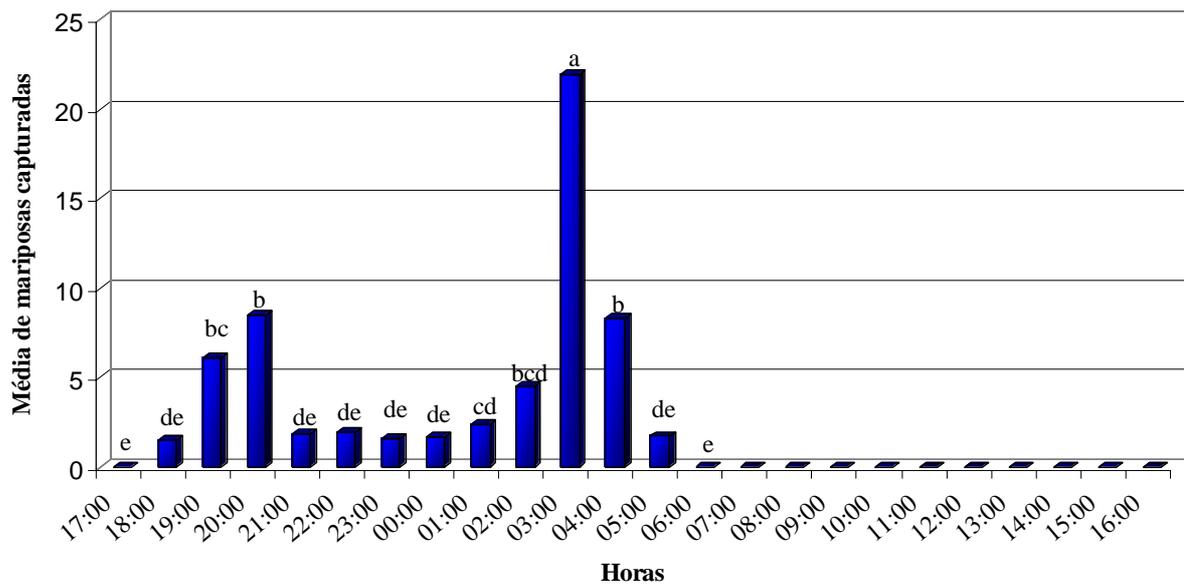


Figura 8. Média de adultos de *S. frugiperda* capturados por hora em armadilhas com feromônio sexual na cultura do milho nos dias 25, 26 e 28/03/2004 (Dourados-MS).

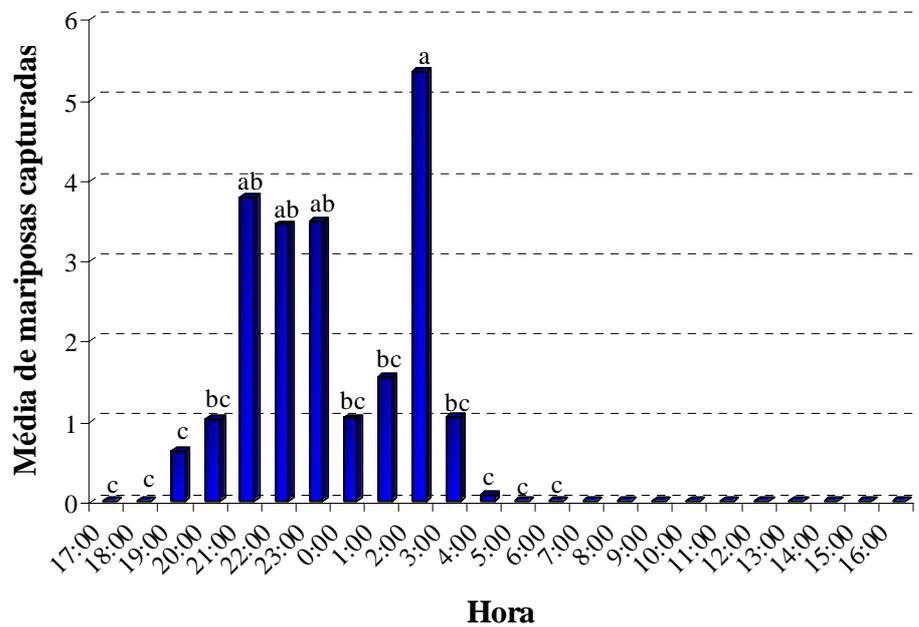


Figura 9. Média de adultos de *S. frugiperda* capturados por hora em armadilhas com feromônio sexual na cultura do milho no dia 07/10/2004 (Dourados-MS).

4.5 Relação entre adultos de *S. frugiperda* capturados e nível de infestação de plantas por lagartas

A população de lagartas de *S. frugiperda* atingiu elevados índices na área amostral durante o período de avaliação (Figura 10, 11 e 12). Esses altos níveis de infestação observados, chegando a 70% de plantas infestadas com pelo menos uma lagarta, podem estar relacionados ao fato de que as áreas vizinhas aos campos de avaliação desses experimentos haviam sido cultivadas com milho no verão e, também, por não ter sido utilizada nenhuma medida de controle na área amostral durante o período da realização das amostragens. Outro fator que pode ter contribuído para o significativo aumento populacional, refere-se à questão da instalação da cultura na área em estudo, a qual se deu após um longo período de estiagem, o que, segundo Bianco (1991), favorece o desenvolvimento da praga.

Foram observadas, ainda, acentuadas variações no número total de plantas atacadas nas áreas amostradas, o que refletem as oscilações populacionais comumente esperadas para esta espécie na cultura do milho. Segundo Carvalho (1970), citado por Siloto (2002), após a chegada dos primeiros indivíduos adultos na área, a população permanece pequena por um curto período, aumentando rapidamente em seguida até atingir o tamanho máximo, e permanecendo assim até próximo do final do ciclo da cultura.

Este padrão típico de crescimento populacional de *S. frugiperda* foi observado em todos os campos estudados. No Campo I, por exemplo, a percentagem de infestação foi crescente desde a primeira amostragem, quando apresentou 3,25% de plantas infestadas, até a sexta que apresentou o maior índice de infestação observado em todo o período de amostragem, atingindo 48,70% (Figura 10). Já na sétima amostragem a infestação diminuiu bastante, provavelmente, por questões intrínsecas à biologia da praga como, por exemplo, o seu ciclo de vida (Silva 1999). No Campo II, a variação no tamanho populacional da praga foi

mais abrupta, haja vista que a percentagem de infestação foi bastante baixa até a terceira amostragem quando foram detectados 4,09% de infestação, passando para mais de 50% de plantas infestadas na semana seguinte, permanecendo alta até o final do período de monitoramento (Figura 11). O mesmo padrão de variação no tamanho populacional de *S. frugiperda* foi observado no Campo III, onde as primeiras avaliações indicaram baixa infestação e a partir da terceira data de amostragem a percentagem de plantas atacadas variou de 21,52 a 50,30% (Figura 12).

Devido ao comportamento populacional de lagartas, em que altos índices de infestação foram observados ainda no início do desenvolvimento das plantas, constatou-se que, para a região de Dourados, medidas de controle como o tratamento de sementes deve ser adotado para o controle desta praga.

As populações de adultos de *S. frugiperda* coletadas nas armadilhas indicaram variação bastante intensa entre a população de lagartas e de mariposas, o que concorda com os resultados de Malo *et al.* (2004) em que os autores também detectaram grandes variações entre os picos de danos e os de captura. Como os experimentos foram instalados após a emergência das plantas, é provável que esta grande variação entre os níveis de infestação e as capturas, esteja relacionado à presença de postura na área antes do início da captura de adultos. Isto mostra que seria ideal iniciar o monitoramento antes da implantação da cultura, para se saber como está a densidade populacional da praga na área antes da semeadura.

Neste estudo não foi possível estabelecer uma relação entre captura de adultos e índice de infestação, porém em uma densidade populacional menor ou utilizando-se um maior número de armadilhas por hectare, ou ainda iniciando o monitoramento das mariposas antes da implantação da cultura esta relação talvez possa ser determinada.

Segundo Silvain (1986), a correlação de lagartas e a captura de adultos não é confiável para uma mesma semana. Todavia, o autor relata que a captura de mariposas pode ser usada

de forma segura na predição larval da semana posterior, mostrando que existe uma correlação entre adultos capturados nas armadilhas e lagartas na planta.

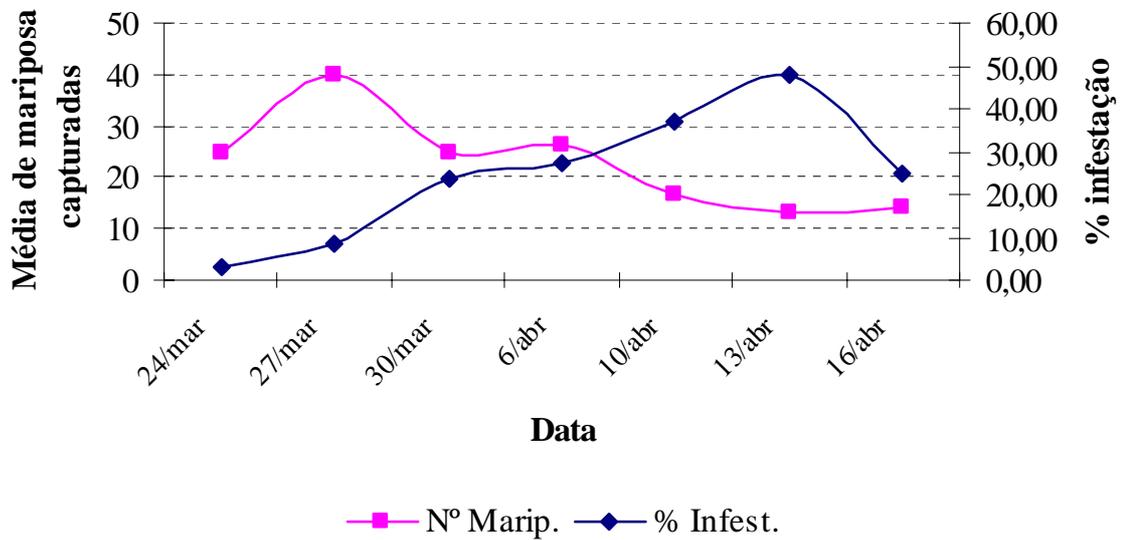


Figura 10: Número de machos de *S. frugiperda* capturados em armadilhas com feromônio sexual e infestação de lagartas em plantas de milho no Campo I (Dourados – MS, 2004).

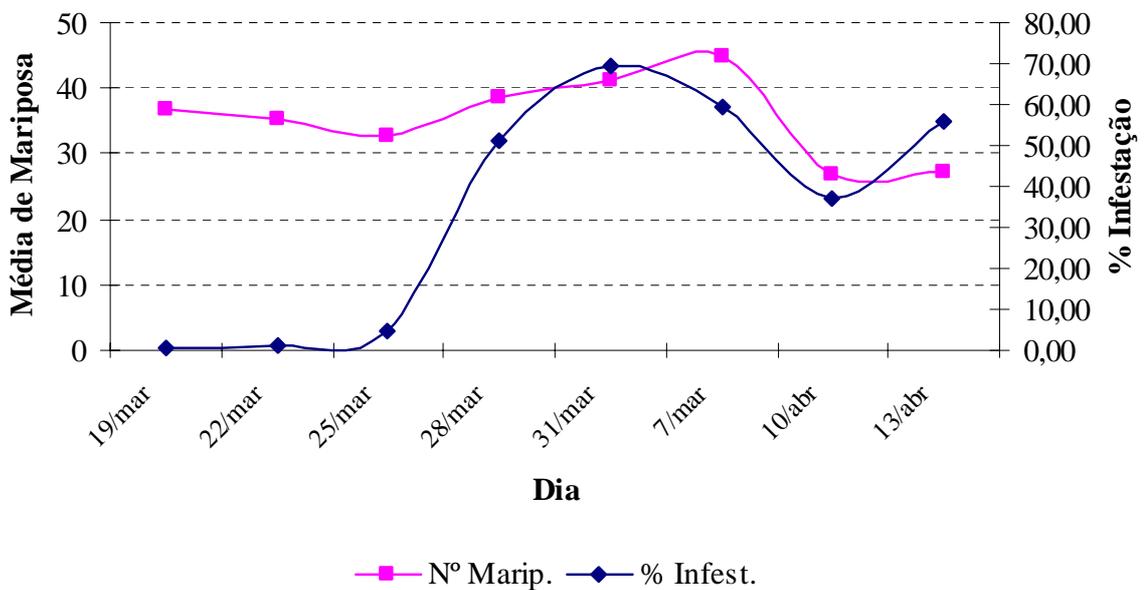


Figura 11: Número de machos de *S. frugiperda* capturados em armadilhas com feromônio sexual e infestação de lagartas em plantas de milho no Campo II (Dourados – MS, 2004).

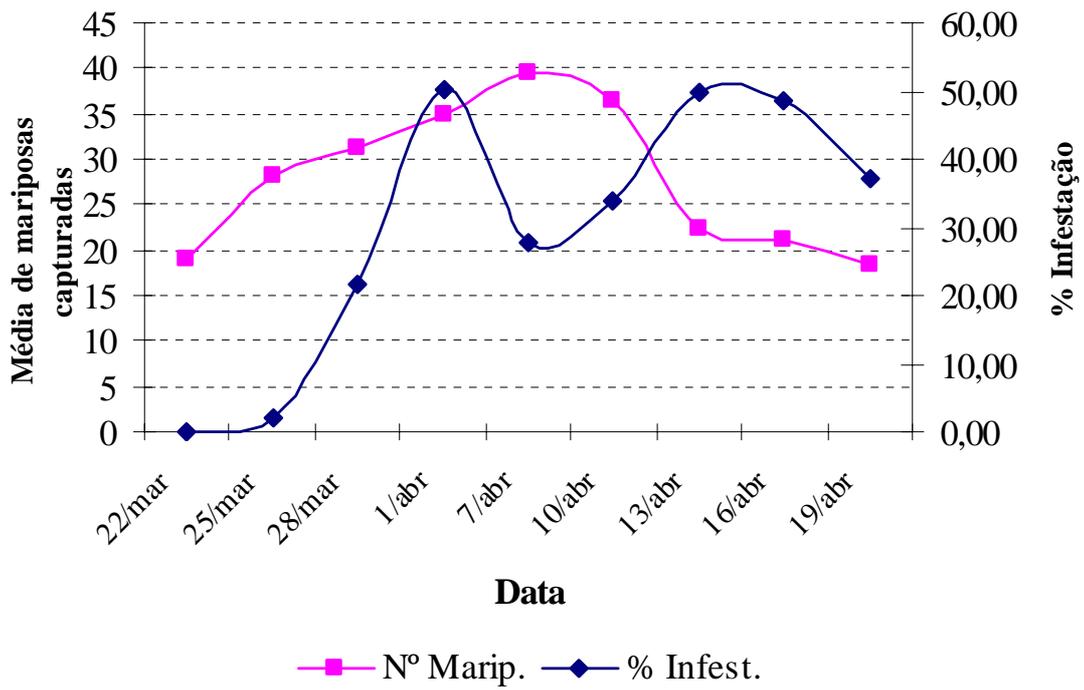


Figura 12: Número de machos de *S. frugiperda* capturados em armadilhas com feromônio sexual e infestação de lagartas em plantas de milho no Campo III (Dourados – MS, 2004).

5 CONCLUSÕES

Nas condições estudadas houve diferença entre as armadilhas quanto ao número de mariposas capturadas, sendo que o modelo Delta é o mais eficiente no monitoramento de *S. frugiperda*.

As iscas de feromônio diminuem sua atração após 40 dias no campo e aos 60 dias não possuem efeito nenhum na atração de adultos.

Não houve efeito significativo da altura da armadilha nas alturas testadas, sendo que a 1,5 m apresentou-se como a mais prática e com maior média de captura.

As mariposas possuem atividade sexual somente no período da noite, com um pico de atividade próximo de 2 horas após o pôr do sol e um segundo pico próximo às 3 horas da manhã.

6 REFERÊNCIAS

Adams, R. G., K. D. Murray & L. M. Los 1989. Effectiveness and selectivity of sex pheromone lures and traps for monitoring fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) adults in Connecticut sweet corn. *Journal of Economic Entomology*. 82: 285-290.

Andrade, R., C Rodriguez & A.C. Oehlschlager. 2000. Optimization of a Pheromone Lure for *Spodoptera frugiperda* (Smith) in Central America. *Journal Brazilian Chemical Society*. 11: 609-613.

Andrews, K. L. 1980. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and neighboring areas. *Florida Entomologist*. 63: 456-467.

Andrews, K.L. 1988. Latin American researcher on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*. 71: 630-653.

Arthur, V., J.A.D. Aguilar & P.B. Arthur. 2002. Esterilização de adultos de *Spodoptera frugiperda* a partir de pupas irradiadas. *Arquivo Instituto Biológico*. 69: 75-77.

Ashley, T.R., B.R. Wiseman, F.M. Davis & K.L. Adrews. 1989. The fall armyworm: a bibliography. *Florida Entomologist*. 72: 152-197.

Ávila, C. J., P. E. Degrande & S. A. Gomez, 1997. Insetos-praga: reconhecimento, comportamento, danos e controle. In: EMBRAPA. Milho informações técnicas. Dourados. p. 157-180.

Barros, R., R.F. Nogueira, J.F. Ribeiro, G.A. Sanches, F.M. Oliveira & P.E. Degrande 2003. Armadilhamento e comportamento sexual circadiano de adultos de *Pectinophora gossypiella*. Resumo Anais IV Congresso Brasileiro de Algodão, Goiânia-Goiás-Brasil.

Bianco, R. 1991. Pragas e seu controle. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A cultura do milho no Paraná. Londrina IAPAR. (IAPAR. Circular Técnica, 68).p.187-221

Bianco, R. 1995. Construção e validação de planos de amostragem para o manejo da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. Tese de doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, 113p.

Boaretto, M.A.C & A.L.S. Brandão. 2003. Utilização de Feromônios no Controle de Pragas. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Disponível em: <<http://www.uesb.br/entomologia/ferom.html>>. Acesso em: 20 de jul 2003.

Busato, G.R, A.D. Grützmacher, M.S. Garcia, P.G. Fabrizio & A.F. Martins. 2002. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. Neotropical Entomology. 31: 525-529.

Busoli, AC. 1984. Eficiência de tipos de armadilhas de armadilhas associados a doses do feromônio sexual (Z)-9-dodecen-1-ol-acetato na captura de *S. frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Anais da sociedade Entomológica do Brasil. 13: 131-140.

Capinera, J.L. 2003. Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). University of Florida. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/IN255>>. Acesso em: 20 de jul. 2003.

Carvalho, R.B., M.M. Tristão, E. Giacón, M.H. Calafiori, N.T. Teixeira, & B.F. Bueno. 1995. Estudo de diferentes dosagens de potássio em milho (*Zea mays* L.) influenciando sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797). Ecosystema. 9: 95-100.

Carvalho, R.S., E.F. Vilela, M. Borges & J.C. Zanuncio. 1994. Ritmo do comportamento de acasalamento e atividade sexual de *Podisus connexivus* Bergroth (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 23: 197-201.

Cempre. 2004. Pet – mercado de reciclagem. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas_pet.php>. Acesso em: 24 nov. 2004.

Clavijo, S.A., A. Fernández-Badillo, A.A. Ramírez, A. Delgado & J.M. Lathullerie. 1992. Influencia de la temperatura sobre el desarrollo de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Agronomia Tropical 41: 245-256.

Cruz, I. & F.T Turpin. 1982. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios da cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 17: 355-359.

Cruz, I. 1993. Recomendações técnicas para o cultivo do milho: principais pragas e seu controle. Brasília: EMBRAPA-SPI, documentos, 204p.

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

Cruz, I. 1998. Influência do equipamento de aplicação e do estágio de desenvolvimento da planta na eficiência de inseticidas para o controle de lagartas de *Spodoptera frugiperda*. Folheto PA n° 30, 6p.

Cruz, I. 1999. A Lagarta do cartucho: enfrente o principal inimigo do milho. Revista Cultivar. 21, 68p.

Cruz, I., M.L.C.Figueiredo, E.P. Gonçalves, D.A.N. Lima & E.E. Diniz. 1997. Efeito da idade das lagartas *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no desempenho do parasitóide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e consumo foliar por lagartas parasitadas e não-parasitadas. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 26: 229-234.

Cruz, I., L.J. Oliveira, A.C. Oliveira & C.A. Vasconcelos. 1996. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em milho. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 25: 293-297.

Dequech, S. T. B., R. F. P. Silva & L.M. Fiúza. 2004. Ocorrência de parasitóides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)(Lep., Noctuidae) em lavouras de milho em Cachoeirinha, RS. Ciência Rural. 34: 1235-1237.

Eppo. 2004. European and Mediterranean Plant Protection Organization Quarantine pest. Disponível em: <<http://www.eppo.org/QUARENTINE/insects/Spodoptera-frugiperda/laphfrds.pdf> 2004>. Acesso em: 25 nov. 2004.

Escribano, A., T. Williams, D. Goulson, R.D. Cave & P. Caballero. 2000. Parasitoid-pathogen-pest interactions of *Chelonus insularis*, *Campoletis sonorensis*, and a Nucleopolyhedrovirus in *Spodoptera frugiperda* larvae. Biological Control. 19: 265-273.

Farias, P.R.S., J.C. Barbosa & A.C. Busoli. 2001. Amostragem seqüencial (presença-ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. Neotropical Entomology. 30: 691-695.

Fernandes, W.D. 1988. Atividade sexual circadiana de *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1843) (Lepidoptera: Gelechiidae). Revista Científica Cultura. 3: 21-25.

Ferreira, J.T.B. & P.H.G. Zarbin. 1998. A comunicação química entre os insetos. Química Nova na Escola. 7: 25-28.

Fnp. 2004. Consultorias & Agroinformativos. Agriannual 2004: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 496 p.

Gallo, D.; O. Nakano, S.S. Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. de Batista,; E.B. Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002. Entomologia Agrícola. Piracicaba: FEALQ. 920p.

Garcia, F.R.M. 2002. Zoologia Agrícola: manejo ecológico de pragas. 2 ed. Porto Alegre: Rígel. 248p.

Goussain, M.M., J.C. Moraes, J.G. Carvalho, N.L. Nogueira & M.L. Rossi. 2002. Efeito da Aplicação de Silício em Plantas de Milho no Desenvolvimento Biológico da Lagarta-do-Cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Neotropical Entomology. 31: 305-310.

Grützmacher, A.D., O. Nakano, J. F. da S. Martins, D.D. Grützmacher & A.E. Loeck. 1999. Danos de *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDE) e seus efeitos sobre a produção de grãos na cultivar de arroz irrigado EMBRAPA 6-CHUÍ. Revista Brasileira de Agrociência. 5: 135-141.

Howse, P.E.; O.T. Jones & I.D.R. Stevens. 1998. Insect pheromones and their use in pest management. London: Chapman & Hall. 369p.

Johnson, D.R. 1983. Relationship between tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) catches when using pheromone traps and egg counts in cotton. Journal of Economic Entomology. 76: 182-183.

Lucas, M.B., C.A. Silveira, A.L. Buiatti & R.V. Lucas. 1998. Estudo da eficiência agronômica de novos inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDE), na cultura do milho. In: Anais XVII Congresso Brasileiro de Entomologia, Rio de Janeiro, RJ, p. 342.

Luginbill, P.A. 1928. The fall armyworm. Washington, USDA. (USDA. Technical Bulletin, 34). 91p.

Luginbill, P.A. 1950. Habits and control of the fall armyworm. USDA Farmer's Bull. 1990. U.S. Gov. Print Office.

Malo, E.A., F. Bahena, M.A. Miranda & J. Valle-Mora. 2004. Factores affecting the trapping of males of *Spodoptera frugiperda* (Lepdoptera: Noctuidae) with pheromones in Mexico. Florida Entomologist. 87: 288-293.

Malo, E.A.L. Cruz-López, J. Valle-Mora, A. Virgem, J.A. Sanchez & J.C. Rojas. 2001. Evaluation of commercial pheromone lures and traps for monitoring male fall armyworm (Lepdoptera: Noctuidae) in the coastal region of Chiapas, Mexico. Florida Entomologist. 84: 659-664.

Malo, E.A., N. Medina-Hernández, A. Virgem, L. Cruz-López & J.C. Rojas. 2002. Electroantennogram and field responses of *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) to plant volatiles and sex pheromone. Folia Entomologist Mexicana. 41: 329-338.

Mato Grosso do Sul. 2000. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Fundação Estadual de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Divisão Centro de Controle Ambiental. Microbacia Hidrográfica do Rio Dourados: diagnóstico e implantação da rede básica de monitoramento da qualidade das águas. Campo Grande, MS. 78 p.

Meagher Jr., R.L. 2001. Trapping Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) adults on traps baited with pheromone and a synthetic floral volatile compound. Florida Entomologist. 84: 288-292.

Meagher Jr., R.L. & E.R. Mitchell. 2001. Collection of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) using selected pheromone lure and trap designs. Journal Entomology Scienc. 36: 135-142.

Meagher Jr., R.L. & E.R. Mitchell. 1998. Phenylacetaldehyde enhances upwind flight of male Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to its sex pheromone. Florida Entomologist. 81: 556-559.

Mendez, W.A., J. Valle, J.E. Ibarra, J. Cisneros, D.I. Penagos & T. Williams. 2002. Spinosad and nucleopolyhedrovirus mixtures for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. Biological Control. 25: 195-206.

Mitchell, E.R. 1979. Monitoring adult populations of the fall armyworm. Florida Entologist. 62: 91-97.

Mitchell, E.R. 1986. Pheromones: as the glamour and glitter fade-the real work begins. Florida Entomologist. 69: 132-139.

Mitchell, E. R., H. R. Agee & R. R. Heath. 1989. Influence of pheromone trap color and design on the capture of male velvetbean caterpillar and fall armyworm moths (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Chemical Ecology*. 15: 1775-1784.

Mitchell, E.R., J.H. Tumlinson & J.N. Mcneil. 1985. Field evaluation of commercial pheromone formulations and traps using a more effective sex pheromone blend for the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) *Journal of Economic Entomology*. 78: 1364-1369.

Mitchell, E.R & R.E. Doolittle. 1976. Sex pheromone of *Spodoptera exigua*, *S. eridania*, and *S. frugiperda*: bioassay for field activity *Journal of Economic Entomology*. 69: 324-326.

Molina-Ochoa, J., J.E. Carpenter, E.A. Heinrichs & J.E. Foster. 2003. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean Basin: an inventory. *Florida Entomologist*. 86: 254-289.

Monstebravo, E.P. 2004. Control Biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith em maiz Disponível em: <<http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/05-Agrarias/A-061.pdf> 2004>. Acesso em: 14 nov. 2004.

Navarro, D.M.A.F., M.M. Murta, A.G. Duarte, I.S. Lima, R.R. Nascimento & A.E.G.S. Ana. 2002. Espectos práticos relacionados ao uso do Rincoforol, o feromônio de agregação da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleóptera: Curculionidae) no controle de pragas do coqueiro, análise de sua eficiência em campo. *Química Nova*. 25: 32-36.

Pair, S.D., J.R. Raulston, A.N. Sparks, S.R. Sims, R.K. Sprenkel, G. K. Douce & J.E. Carpenter. 1989. Pheromone traps for monitoring fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), populations. *Journal of Entomological Science*. 24: 34-39.

Pasley, D.P. 1988. Current status of fall armyworm host strains. *Florida Entomologist*. 71: 227-234.

Pérez, E., E. Piedra & E. Blanco. 1997. *Spodoptera frugiperda* en maíz *Boletín Técnico*, n° 2 Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (Cuba). 71p.

Ritchie, S.W., J. J. Hanway & G.O. Benson. 2003. Como a planta de milho se desenvolve. *Informações agrônomicas Potafos*. Arquivo do agrônomo. n° 15, 20p.

Roberts, P.M. e J.N. All. 1993. Harzad for fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation of maize in double-cropping systems using sustainable agricultural practices. Florida Entomologist. 76: 276-283.

Salas, J. 2001. Capturade *Spodoptera frugiperda* en trampa con feromona. Revista Manejo Integrado de Plagas. 59: 48-51.

Salas, J. 2003. Evaluación de diseños de trampa, altura de colocación y tamaño de dispensadores de feromona en la captura de adultos de *Spodoptera frugiperda* Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 70: 50-54.

Sarmiento, R.A., R.W.S. Aguiar, R.A.S.S. Aguiar, S.M.J. Vieira, H.G. Oliveira & A.M. Holtz. 2002. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho no Brasil. Bioscienc Journal. 18: 41-48.

Sekul, A.A. & A.N. Sparks. 1967. Sex pheromone of the fall armyworm moth: isolation, identificacion, and synthesis. Journal of Economic Entomology. 60: 1270-1272.

Siloto, R.C. 2002. Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. Dissertação de mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba. 92p.

Silva, D.M.P. 1995. Identificação de fontes de resistência em milho a *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de casa-de-vegetação e campo. Dissertação de mestrado, UFRP, Recife, 95p.

Silva, F.M.A., H.G. Fowler & R.N.S. Lemos. 1997. Parasitismo em lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), na região do Triângulo Mineiro, MG. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 26: 235-241.

Silva, M.T.B. 1999. Fatores que afetam a eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* Smith em milho. Ciência Rural. 29: 383-387.

Silvain, J. F. 1986. Use of pheromone traps as a waring system against attacks of *Spodoptera frugiperda* larvae in French Guiana. Florida Entomologist. 69: 139-147.

Simmons, A.L. & B.R. Wiseman. 1993. James Edward Smith – Taxonomic Author of the fall armyworm. Florida Entomogist. 76: 271-276.

Sosa, M. A. 2004. Daño por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santafesino. Disponível em: <http://www.inta.gov.ar/reconquista/info/documentos/agricultura/agric_extension/art_Spodoptera_frugiperda_Smith.htm 2004>. Acesso em: 13 nov. 2004.

Sparks, A.N. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. Florida Entomologist. 62: 82-87.

Sparks, A.N. 1980. Pheromones: potencial for use in monitoring and managing populations of the fall armyworm. Florida Entomologist. 63: 406-410.

Tavares, M.A.G.C., M. Schiavetto, J.L. Florcovski & M.H. Calafiori. 2001. Influência de diferentes níveis de fósforo em diferentes variedades de milho (*Zea mays* L.) no desenvolvimento da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797). Revista Ecosistema. 26: 139-142.

Tingle, F.C. & E.R. Mitchell. 1975. Capture of *Spodoptera frugiperda* and *S. exigua* in pheromone traps. Journal of Economic Entomology. 68: 613-615.

Tingle, F.C. & E.R. Mitchell. 1979. *Spodoptera frugiperda* : Factors Affecting Pheromone Trap Catches in Corn and Peanuts. Environmental Entomology. 8: 989-992.

Todd, E.L. 1964. A change in the scientific name of the fall armyworm. Coop. Econ. Insect Rep., Plant Pest Control Div. Res. Serv. U.S. Dept. Agr. 14: 1254.

Todd, E.L. & R.W. Poole. 1980. Keys and illustrations for the armyworm moths of the noctuid genus *Spodoptera* Guinée from the Western Hemisphere. Annals of the Entomological Society of America. 73: 722-738.

Tumlinson, J. H., E.R. Mitchell, P.E.A. Teal, R.R. Heath & L.J. Mengelkoch. 1986. Sex pheromone of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), identification of components critical to attraction in the field. Journal of Chemical Ecology. 12: 1909-1926.

Uchôa-Fernandes, M.A., E.F. Vilela & T.M.C. Della Lucia. 1995. Ritmo diário de atração sexual em *Scrobipalpaloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). Revista Brasileira de Biologia. 55: 67-73.

Valicente, F.H. & M.R. Barreto. 1999. Levantamento dos inimigos naturais da lagarta do cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na região de Cascavel, PR. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 28: 333-337.

Valicente, F. H. & M. R. Barreto. 2003. *Bacillus thuringiensis* Survey in Brazil: Geographical Distribution and Insecticidal Activity Against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Neotropical Entomology. 32: 639-644.

Van Steenwyk, R.A., E.R. Oatman, J.A. Wyman. 1983. Density treatment level for tomato pinworm (Lepidoptera: Gelechiidae) based on pheromone trap catches. Journal Economic Entomology. 76: 440-445.

Veloso, V. da R.S. & O. Nakano. 1983. Determinação do número de estruturas frutíferas do algodoeiro danificadas por lagartas de *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDE) em diferentes épocas de desenvolvimento da cultura . Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária. 13: 117-126.

Veloso, V. da R.S. & O. Nakano. 1986. Avaliação de danos de *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDE) no algodoeiro cultivar IAC-17. Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária. 16: 87-96.

Vilela, E.F. & T.M.C. Della Lucia. 2001. Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ. 206p.

Waquil, J.M. & F.M.F. Vilella. 2003. Gene bom. Revista Cultivar. 49: 22-26.

Watanabe, M.A. & A.H.N. Maia. 2003. Efeito do Núcleopoliedrovírus de *Spodoptera frugiperda* sobre a lagarta-do-cartucho. Científica. 31: 151-155.

Zarbin, P. H. G., J. T. B. Ferreira & L. S. Walter. 1999. Metodologias gerais empregadas no isolamento e identificação estrutural de feromônios de insetos. Química Nova. 22: 263-268.

Zucchi, R.A., S.S. Neto, & O. Nakano. 1993. Guia de identificação de pragas agrícolas. Piracicaba, FEALQ. 139p.