

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

**Manejo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)
em milho, *Zea mays* L.: bases para avaliação populacional e controle
biológico utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma atopovirilia*
Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**

Alexandre Moraes Cardoso

Tese apresentada à Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão
Preto-USP, como parte das exigências
para a obtenção do título de Doutor em
Ciências - Área: Entomologia.

RIBEIRÃO PRETO / SP
2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

**Manejo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)
em milho, *Zea mays* L.: bases para avaliação populacional e controle
biológico utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma atopovirilia*
Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**

Alexandre Moraes Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes

Tese apresentada à Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão
Preto-USP, como parte das exigências
para a obtenção do título de Doutor em
Ciências - Área: Entomologia.

RIBEIRÃO PRETO / SP
2004

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Cardoso, Alexandre Moraes

Manejo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho, *Zea mays* L.: bases para avaliação populacional e controle biológico utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ribeirão Preto, 2004.

84 p. : il. ; 30cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Entomologia.

Orientador: Fernandes, Odair A.

1. Milho. 2. *Amaranthus*. 3. *Spodoptera*. 4. *Trichogramma*. 5. Amostragem.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: Alexandre Moraes Cardoso

**Título: Manejo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) em milho, *Zea mays* L.: bases para avaliação populacional e controle biológico utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).**

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências - Área: Entomologia.

Orientador: Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a) _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a) _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a) _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Gostaria de dedicar este trabalho a minha esposa Lara que de maneira incondicional sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me fortalecendo em todas as situações.

Meu Amor, sem você seria impossível...

**A toda minha família,
pelo apoio para realização de mais este sonho e
que desde o início sempre acreditou em mim;
A Maria Helena Calafiori,
com quem tudo começou;
A todas as pessoas que torceram por mim,**

Ofereço este trabalho.

Agradecimentos

A Deus, pelo privilégio de viver.

Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia do Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP/USP), que me acolheu como pós-graduando e acreditou, desde o início, na proposta de trabalho.

Ao corpo docente da USP, campus de Ribeirão Preto, especialmente a Dra. Zilá Luz Paulino Simões (Depto. Genética) que no início do Curso gentilmente contribuiu com a parte Administrativa, e a todos do Programa de Pós-graduação em Entomologia do Departamento de Biologia, pela oportunidade e por todos os ensinamentos transmitidos durante o Curso.

Ao corpo discente do mesmo campus, pelo suporte durante o Curso, e de forma especial a Renata A. de Andrade Cavallari, da Secretaria de Pós-graduação em Entomologia e Biologia Comparada da FFCLRP, que em nenhum momento mediu esforços para que os trabalhos pudessem ser conduzidos da melhor maneira possível.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro para minha sobrevivência e desenvolvimento dos trabalhos.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), campus de Jaboticabal/SP, por permitir o uso de toda sua infra-estrutura para condução dos trabalhos, e de maneira especial ao Dr. Sérgio A. De Bortoli (docente do Depto. de Fitossanidade desta Instituição), que gentilmente cedeu o “Laboratório de Biologia de Insetos” para que parte dos trabalhos iniciais fossem conduzidos.

À Dra. Lúcia M. Xavier Lopes, docente do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (IQ/UNESP), campus de Araraquara/SP, pelo suporte na elaboração e condução do projeto.

Ao Dr. Ivan Cruz (CNPMS/ EMBRAPA, Sete Lagoas, MG) e ao Dr. José R.P. Parra (Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ/USP, Piracicaba, SP) pelo fornecimento de material biológico para realização dos pré-testes de laboratório.

Às Empresas que contribuíram com fornecimento de insumos utilizados durante a condução dos trabalhos:

Basf S.A.

Biocontrole Métodos de Controle de Pragas Ltda.

Bug Agentes Biológicos

Dow AgroSciences Ltda.

Monsanto do Brasil Ltda.

Aos colegas do curso de Pós-graduação em Entomologia da FFCLRP/USP e da Equipe do Laboratório de Ecologia Aplicada (APECOLAB/FCAV), pelos ensinamentos e apoio durante a realização dos trabalhos, pela agradável e harmoniosa convivência e amizade.

À Dionísio Celso de Figueiredo Neto (corpo docente do Depto de Fitossanidade da FCAV) e Thais Tanan (bolsista de aperfeiçoamento do APECOLAB) pelo imprescindível apoio nas atividades de Laboratório.

Agradecimento Especial

Ao Prof. Dr. Odair A. Fernandes que desde o início acreditou em minha hombridade, capacidade e vontade, sempre me transmitindo conhecimentos e proporcionando oportunidades que contribuíram para minha formação profissional e como ser humano. Pela agradável convivência sempre baseada no profissionalismo, confiança, amizade e acima de tudo, pelo respeito.

Sonho que se sonha só
É só um sonho que se sonha só
Mas sonho que se sonha junto é realidade!
(“Prelúdio”: letra e música: Raul Seixas)

Sinto-me honrado e privilegiado por ter participado do seu sonho!

ÍNDICE

Capítulo 1

1	Introdução Geral	1
2	Revisão Bibliográfica	3
2.1	A lagarta-do-cartucho, <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)	3
2.2	Amostragem de <i>Spodoptera frugiperda</i> em agroecossistemas através do uso de armadilhas com feromônio sexual	6
2.3	Ocorrência de agentes de controle biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> , com ênfase aos parasitóides de ovos	9
2.4	O papel dos semioquímicos nas relações tróficas e a influência na capacidade de dispersão de <i>Trichogramma</i> sp.	11

Capítulo 2

Tomada de decisão de controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) utilizando armadilha com feromônio sexual em agroecossistema de milho semente

	Resumo	14
	Abstract	15
1	Introdução	16
2	Material e Métodos	18
3	Resultados	19
4	Discussão	31

Capítulo 3

Influência da fenologia da cultura do milho, *Zea mays* L., sobre a dispersão de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

	Resumo	34
	Abstract	35
1	Introdução	36
2	Material e Métodos	38
3	Resultados	40
4	Discussão	42

Capítulo 4

Atratividade de *Amaranthus* spp. (Amaranthaceae) à *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Implicações em Programas de Controle Biológico

	Resumo	50
	Abstract	51
1	Introdução	52
2	Material e Métodos	53
2.1	Olfatômetro	53
2.1.1	Descrição	53
2.1.2	Regulagem	55
2.2	Obtenção das plantas de <i>Amaranthus</i> spp.	55
2.3	Insetos	55
2.4	Bioensaios.....	56
2.5	Testes preliminares	56
2.6	Análise Estatística	56
3	Resultados	57
3.1	Testes preliminares	57

3.2	Bioensaios	57
4	Discussão	59
4.1	Testes preliminares	59
4.2	Bioensaios	66

Capítulo 5

1	Considerações finais e Conclusões	68
2	Literatura Citada	70

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

- 1 Correlação linear (r) simples entre os diferentes estádios e níveis de injúria causada pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho-semente desconsiderando-se lapso de tempo entre as amostragens. Miguelópolis, SP. 2001/02. 27
- 2 Correlação linear (r) simples entre os diferentes estádios e níveis de injúria causada pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho-semente considerando-se lapso de tempo de 3-5 dias entre as amostragens. Miguelópolis, SP. 2001/02. 28
- 3 Correlação linear (r) simples entre os diferentes estádios e níveis de injúria causada pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho-semente considerando-se lapso de tempo de 7 dias entre as amostragens. Miguelópolis, SP. 2001/02. 29
- 4 Correlação linear (r) simples entre os diferentes estádios e níveis de injúria causada pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho-semente considerando-se lapso de tempo de 10 dias entre as amostragens. Miguelópolis, SP. 2001/02. 30

Capítulo 4

- 1 Tempo de permanência (% \pm EPM) de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* nos quadrantes do olfatômetro de quatro saídas em função da fonte de odor. Jaboticabal, SP. 2002. (n=10) 57

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

- 1 Flutuação populacional de adultos (média \pm EP) de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) capturados por armadilha com feromônio sexual em área MIP (A) e Convencional (B) de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001. 21
- 2 Média (\pm EP) de ocorrência de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas destinadas a produção de sementes (A) e plantas destinadas a produção de pólen (B) em área MIP de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001. (As setas indicam pulverização para controle de lagartas de *S. frugiperda*). 22
- 3 Média (\pm EP) de ocorrência de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas destinadas a produção de sementes (A) e plantas destinadas a produção de pólen (B) em área Convencional de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001. (As setas indicam pulverização para controle de lagartas de *S. frugiperda*). 23
- 4 Média (\pm EP) de plantas-fêmea (A) e plantas-macho (B) injuriadas por lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em área MIP de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001. 25
- 5 Média (\pm EP) de plantas destinadas a produção de sementes (A) e plantas destinadas a produção de pólen (B) injuriadas por lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em área Convencional de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001. 26

Capítulo 3

- 1 Sachê confeccionado com tela filó contendo postura de *Spodoptera*

	<i>frugiperda</i> e envolto com cola (A) fixado próximo a nervura principal da folha de milho (B). Jaboticabal, SP. 2002/03	39
2	Recipiente plástico (A) utilizado para armazenar os adultos recém-emergidos de <i>Trichogramma atopovirilia</i> acondicionado dentro da caixa de papelão (B) sustentada por estacas de madeira a 40 cm da superfície do solo. Jaboticabal, SP. 2002/03.	41
3	Porcentual de massas de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Trichogramma atopovirilia</i> em função da distância do ponto de liberação do parasitóide durante a fase I de desenvolvimento das plantas de milho (4 a 6 folhas). Jaboticabal, SP. 2002/03.	43
4	Porcentual de massas de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Trichogramma atopovirilia</i> em função da distância do ponto de liberação do parasitóide durante a fase II de desenvolvimento das plantas de milho (8 a 10 folhas). Jaboticabal, SP. 2002/03.	44
5	Porcentual de massas de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Trichogramma atopovirilia</i> em função da distância do ponto de liberação do parasitóide durante a fase III de desenvolvimento das plantas de milho (pendoamento). Jaboticabal, SP. 2002/03.	45
6	Porcentual de massas de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Trichogramma atopovirilia</i> em função da distância do ponto de liberação do parasitóide durante as fases de desenvolvimento das plantas de milho consideradas durante o estudo. Jaboticabal, SP. 2002/03.	46
7	Localização das posturas de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas por <i>Trichogramma atopovirilia</i> durante as diferentes fases de desenvolvimento das plantas de milho. Jaboticabal, SP. 2002/03.	47

Capítulo 4

1	Vista da arena do olfatômetro utilizada nos testes de atratividade de plantas de <i>Amaratnhus</i> sp. à fêmeas do parasitóide <i>Trichogramma atopovirilia</i> .
---	---

	Jaboticabal, SP. 2002.	54
2	Resposta de fêmeas de <i>Trichogramma atopovirilia</i> à odores voláteis de <i>Amaranthus</i> sp. em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B). Jaboticabal, SP. 2002. (médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade; n=40).	58
3	Resposta de fêmeas de <i>Trichogramma atopovirilia</i> à odores voláteis de <i>Amaranthus retroflexus</i> e <i>A. viridis</i> em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (** P<0,001%; n=40).	60
4	Resposta de fêmeas de <i>Trichogramma atopovirilia</i> à odores voláteis de <i>Amaranthus retroflexus</i> e <i>A. hybridus</i> em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (** P<0,01%; *** P<0,001%; n=40).	61
5	Resposta de fêmeas de <i>Trichogramma atopovirilia</i> à odores voláteis de <i>Amaranthus retroflexus</i> e <i>A. spinosus</i> em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (*** P<0,001; n=40).	62
6	Resposta de fêmeas de <i>Trichogramma atopovirilia</i> à odores voláteis de <i>Amaranthus viridis</i> e <i>A. hybridus</i> em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (*** P<0,001%, n=40).	63
7	Resposta de fêmeas de <i>Trichogramma atopovirilia</i> à odores voláteis de <i>Amaranthus viridis</i> e <i>A. spinosus</i> em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (*** P<0,001%, n=40).	64
8	Resposta de fêmeas de <i>Trichogramma atopovirilia</i> à odores voláteis de <i>Amaranthus hybridus</i> e <i>A. spinosus</i> em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (* significativo ao nível de 5% de probabilidade).	65

1. Introdução Geral

O milho, *Zea mays* L., é uma gramínea encontrada em vários países do mundo e seu cultivo envolve diversos aspectos econômicos e sociais nas regiões produtoras. Apesar de estar relacionada principalmente a alimentação animal quando é administrada sob as formas de grãos, fubás, farelos, etc., sua produção também é considerada matéria prima de expressiva importância para a indústria de alta tecnologia, como fabricação de adoçantes, amidos, óleos, álcool, etc.

No Brasil, a cultura ocupa uma área aproximada de 13 milhões de ha e a produção da safra 2002/03 ultrapassou 36 milhões de toneladas (Agrianual, 2003). Diante da importância que a cultura representa, é necessário atentar-se para fatores que possam comprometer o desenvolvimento das plantas afetando tanto o rendimento como a qualidade da produção e conseqüentemente, causar impacto econômico.

Nas condições brasileiras, a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada praga-chave da cultura do milho pois com exceção das raízes, estas lagartas se alimentam de todas as outras partes das plantas e suas injúrias são responsáveis por danos que podem variar de 15 a 34% (Carvalho, 1970; Cruz & Turpin, 1982; Cruz *et al.*, 1996) chegando a causar prejuízos econômicos estimados em mais de 400 milhões de dólares (Cruz *et al.*, 1999). Caso as medidas de controle não sejam tomadas, estes insetos podem representar prejuízos de até 100%.

Mas antes de se adotar qualquer medida de controle contra este inseto, primeiramente é necessário constatar sua presença na cultura e mais especificamente, verificar quais são os estádios presentes e seus respectivos níveis de infestação. Uma das formas de se obter estes parâmetros é através da realização de amostragens de insetos realizadas periodicamente no campo. Segundo Farias *et al.* (2001), estas amostragens devem ser baseadas em métodos confiáveis de levantamento populacional que permitam acessar a densidade de insetos. Atualmente, a amostragem deste inseto na cultura do milho é feita através da observação dos indivíduos nos diferentes estádios de seu ciclo de desenvolvimento. Apesar deste método ser muito confiável pois não estima a presença do inseto e sim considera sua presença, vem se mostrando bastante oneroso e dispendioso pois as lagartas se alojam, em sua maioria, entre as folhas da zona de crescimento das plantas denominada de cartucho, tornando muito difícil sua

visualização. Os adultos, por possuírem hábito crepuscular e voarem rapidamente, também são difíceis de serem visualizados durante o dia. Diante desta situação, é necessário o desenvolvimento e aprimoramento de outras técnicas de amostragem que além de serem eficientes, necessariamente precisam ter fácil aplicação e serem menos dispendiosas.

Uma das alternativas existentes para se acessar o nível populacional de insetos adultos no campo é o uso de armadilhas com feromônio sexual, como demonstrado com sucesso por Malo *et al.* (2001). Apesar das armadilhas atraírem e capturarem somente os adultos, é preciso verificar a possibilidade de correlacionar estes resultados com a ocorrência dos diferentes instares larvais do inseto.

Após detectada a necessidade de controle indicada pelos resultados das amostragens de insetos, é importante a escolha do método mais adequado. Atualmente, o controle químico é o método mais utilizado para redução populacional da lagarta-do-cartucho porém, além da necessidade de métodos de controle de pragas menos agressivos ao meio ambiente, é crescente a demanda e a exigência dos consumidores por alimentos produzidos sem o uso de agrotóxicos.

Diante disto, uma das alternativas existentes é o controle biológico realizado através dos agentes de controle biológico, e particularmente, do parasitóide de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Segundo Fernandes *et al.* (1999), estes parasitóides são os mais utilizados e estudados no mundo em programas de liberação inundativa e casos de sucesso podem ser encontrados em diversos países do mundo, inclusive no Brasil (Sá & Parra, 1993).

Considerando-se que as plantas (cultivadas ou não), os insetos herbívoros e seus inimigos naturais interagem nos agroecossistemas, é importante detectar quais são os fatores que mediam e influenciam estas relações. Particularmente, *Trichogramma* apresenta comportamento de busca pelo habitat do seu hospedeiro que é mediada, entre outros fatores, pela presença de substâncias químicas emitidas pelas plantas (Schöller & Prozell, 2002). Segundo Vinson (1976), estas substâncias são capazes de alterar o comportamento destes agentes de controle biológico, direcionando-os ao habitat de seu hospedeiro com possibilidade de incremento do controle biológico, conforme demonstrado por Frenoy *et al.* (1992).

Assim, o presente estudo teve o objetivo de 1) verificar a viabilidade do uso de armadilhas de feromônio sexual no aprimoramento da tomada de decisão para controle da lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*; 2) avaliar a capacidade de dispersão do parasitóide de ovos *T. atopovirilia* em condições de campo e em diferentes fases de desenvolvimento da cultura do milho e 3) investigar efeitos atrativos de diversas espécies de plantas de *Amaranthus* à fêmeas do parasitóide de ovos *T. atopovirilia* e suas implicações em programas de controle biológico.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797), conhecida por lagarta-militar ou lagarta-do-cartucho, é uma espécie nativa de regiões de clima quente das Américas do Norte, Central e Sul, além das Antilhas (Bertels, 1970; Pedigo, 1989). Apesar de ser uma espécie nativa de regiões mais quentes, esta espécie possui ampla distribuição por países da América do Sul e Central, chegando a América do Norte e Canadá (Wiseman *et al.*, 1966; Mitchell, 1979, Maund, 1995).

Apesar de apresentar preferência alimentar por gramíneas, *S. frugiperda* é um inseto polífago pois pode se alimentar em mais de 60 espécies diferentes de plantas, destacando-se além do milho (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*), sorgo (*Sorghum bicolor*), algodão (*Gossypium hirsutum*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), amendoim (*Arachis hypogaea*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) e batata (*Solanum tuberosum*) (Mitchell, 1979; Barfield *et al.*, 1980; Pitre *et al.*, 1983; Cruz *et al.*, 1999; Yu *et al.*, 2003). Em território brasileiro, esta espécie é considerada praga-chave da cultura do milho e pode ser observada em praticamente todas as regiões produtoras pois encontram diversidade de alimento disponível e condições climáticas favoráveis (com temperaturas médias acima de 20^o C) que contribuem para o desenvolvimento de sua população (Cruz, 1995; Cruz, *et al.*, 1999).

Geralmente, as primeiras gerações do inseto ocorrem durante os períodos iniciais de desenvolvimento da cultura quando os adultos, remanescentes de cultivos anteriores ou de outras plantas hospedeiras, se estabelecem e iniciam a oviposição. Estes adultos

são mariposas com aproximadamente 35 mm de envergadura, corpo de coloração cinza com cerca de 15 mm de comprimento. Os machos se diferenciam das fêmeas pois possuem manchas mais claras nas asas anteriores e as asas posteriores de ambos os sexos são de coloração clara (Cruz *et al.*, 1999). Como estes adultos possuem hábito crepuscular, sua maior atividade de vôo se dá ao entardecer porém, os mesmos podem ser vistos ao longo do dia.

De modo geral, os padrões de oviposição e distribuição de posturas destes adultos estão condicionados a algumas características das plantas hospedeiras, como seu estágio fenológico e suas características morfológicas e fisiológicas. Pitre *et al.* (1983) estudaram os efeitos da idade de diferentes espécies de plantas sobre seus padrões de oviposição e observaram que o maior número de posturas e de ovos foram encontrados em gramíneas e nas plantas mais velhas. Estas plantas, por possuírem maior superfície foliar, contribuem para o pousio e tempo de permanência das fêmeas, fatos que consequentemente favorecem o aumento do número de posturas. Alterações no comportamento de oviposição de insetos em relação ao seu hospedeiro também são comentadas por Pashley *et al.* (1995) e Beserra (2000).

Beserra *et al.* (2002) citam que durante a fase de desenvolvimento em que as plantas de milho possuem de 4 a 6 folhas, as posturas se concentram na superfície abaxial das folhas e no terço inferior das plantas. Por outro lado, quando as plantas estão com 8 a 10 e 12 a 14 folhas, este padrão é alterado pois as posturas são realizadas na superfície adaxial e nos terços médio e superior da planta. Em arroz, Meneses *et al.* (1991) observaram que a preferência para oviposição deste inseto esteve relacionada à região e superfície foliar, sendo que a maior preferência é pelas regiões média e apical e superfície abaxial das folhas. Geralmente, os adultos efetuavam as posturas com média de 385,6 ovos distribuídos em mais de uma camada, normalmente duas e três. Ali *et al.* (1989) demonstraram que durante todos os estágios fenológicos da cultura do algodão é possível encontrar posturas de *S. frugiperda*, sendo que as regiões inferior e média da planta e superfície abaxial das folhas foram os locais preferidos pelo inseto, representando mais de 90% do total de oviposições efetuadas. Observaram ainda que a estrutura da planta influencia o comportamento de oviposição do inseto pois o maior número de ovos por postura se localizava na superfície adaxial das folhas.

De maneira geral, no início estas posturas são de coloração verde clara, passando a uma coloração alaranjada após algumas horas e próximo a eclosão das larvas, os ovos mostram-se escurecidos devido à cabeça da larva ser negra. Geralmente, as posturas são formadas por um número variável de ovos distribuídos em camadas (variando de uma a três) que estão sujeitas a sofrer alterações físicas.

Após período de incubação que varia de três a cinco dias, eclodem as lagartas de primeiro ínstar. Neste estágio, as lagartas possuem mais pêlos e sua cabeça é mais larga em relação ao corpo. Apesar de serem muito pequenas (aproximadamente 2 mm de comprimento), neste ínstar já iniciam sua alimentação sobre as plantas porém, as mesmas somente raspam a epiderme e o parênquima das folhas. Além de serem caracterizados pelo aumento progressivo de tamanho (podem ter o comprimento do corpo medindo até cerca de 35 mm), nos cinco ínstars seguintes as lagartas apresentam o corpo de coloração que varia do esbranquiçado ao marrom-escuro, apresentam linhas dorsais e sub-dorsais brancas completamente visíveis (a partir do terceiro ínstar) e no último ínstar, o corpo é cilíndrico e a frente da cabeça é usualmente marcada com um Y invertido (Cruz *et al.*, 1999). Por outro lado, salienta-se que o número de ínstars do estágio larval é variável em função das alterações nutricionais, da temperatura, do sexo, da genética e da forma de criação deste inseto (Parra & Haddad, 1989).

A despeito das interferências que os diferentes estágios de desenvolvimento da cultura também exercem sobre a distribuição das lagartas no dossel das plantas de milho (Labatte, 1993), observa-se que a partir do terceiro e quarto ínstars, as lagartas podem destruir totalmente as plantas mais novas, causar injúrias mais severas em plantas mais velhas e prejudicar seriamente a produção de grãos. Assim, a partir de estudos visando determinar a influência da lagarta-do-cartucho na produção de grãos em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura do milho, Cruz & Turpin (1982) verificaram que apesar de haver uma recuperação das plantas quando as mesmas são atacadas durante os estágios iniciais de desenvolvimento, suas injúrias provocam redução na produtividade que podem chegar até a 18,7%. Perdas consideráveis na produção de grãos também foram verificadas por Cruz & Turpin (1983) e Carnevalli & Florcovski (1995) devido às injúrias provocadas por esta lagarta. Nestas situações, os resultados indicam quedas de até 50%.

Apesar destas lagartas se alimentarem principalmente das folhas das plantas, outras injúrias também podem ser observadas no colmo das plantas, semelhante à broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* Fabr., (Lepidoptera: Crambidae), na região do colo, semelhante à lagarta-rosca, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae), se alimentando do pendão das plantas ou até mesmo das suas raízes adventícias. As espigas também são atingidas por esta espécie e neste caso, as lagartas atacam a região da base da espiga onde ao buscar abrigo e alimento, se desenvolvem impedindo a formação dos grãos. Neste caso particularmente, em determinadas regiões do Brasil onde o milho é cultivado sucessivamente, *S. frugiperda* é considerada uma praga tão ou mais importante quanto a lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae) (Parra *et al.*, 1995).

Após todo o desenvolvimento larval, o inseto penetra no solo onde se transforma em pupa. Nesta fase, possui coloração avermelhada, mede cerca de 15 mm de comprimento e a duração do ciclo é variável, podendo ser de 8 dias (verão) e até 25 dias no inverno. Com o fim do período pupal, surgem os adultos e o ciclo de desenvolvimento da espécie se reinicia.

2.2 Amostragem de *Spodoptera frugiperda* em agroecossistemas através do uso de armadilhas com feromônio sexual

Em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) em agroecossistemas, é imprescindível se estabelecerem estimativas da população dos insetos bem como os níveis de injúrias causados às plantas. De modo geral, há diversas técnicas de amostragens que podem ser empregadas para obter estas estimativas que além de variar conforme a época/estação do ano, também sofrem alterações de acordo com a planta hospedeira e o comportamento alimentar do inseto a ser monitorado. Baseando-se em níveis de controle pré estabelecidos e específicos para cada inseto e cultura, os resultados das amostragens são capazes de indicar a necessidade de controle e o método mais adequado a ser utilizado. Assim, a amostragem é uma técnica que pode e deve ser realizada independente do método de controle a ser adotado.

De acordo com Farias *et al.* (2001), a implementação do manejo racional desta lagarta deverá basear-se na execução de um plano confiável de amostragem que além

de apontar a densidade populacional de lagartas, também deverá ser capaz de classificar suas injúrias às plantas. Entretanto, na maior parte das vezes a amostragem de *S. frugiperda* vem sendo feita baseando-se exclusivamente na observação direta da presença de lagartas nas plantas e/ou na presença de injúrias causadas pelos insetos durante sua fase larval ou ainda, na presença de seus excrementos nas plantas. Tais critérios de amostragem não são capazes de quantificar insetos ou níveis de injúria, tornando-se necessário acessá-los de uma outra forma. Uma maneira mais confiável de se acessar as estimativas dos índices populacionais desta lagarta bem como suas respectivas injúrias às plantas é através da contagem realizada pela observação direta nas plantas. Apesar de ser uma técnica de amostragem que é capaz de quantificar estes parâmetros, trata-se de um processo muito oneroso e dispendioso, gerando a necessidade do aprimoramento de outra técnica de amostragem que seja precisa porém, menos onerosa e dispendiosa.

Uma das técnicas utilizadas para manejo de insetos em agroecossistemas é a armadilha com feromônio sexual (Smith, 1996; Malo *et al.*, 2001). De modo geral, a armadilha é composta por um septo de borracha impregnado com uma mistura de substâncias que compõem o feromônio sexual da espécie envolvida e um recipiente com água, superfície com cola, etc., em que o inseto será aprisionado. As armadilhas são distribuídas de forma abrangente em toda área a ser monitorada e as coletas dos insetos capturados são realizadas periodicamente.

Gross & Carpenter (1991) e Wyat (1998) citam que este equipamento é utilizado com sucesso no monitoramento de diversas espécies de lepidópteros. Para *S. frugiperda*, Mitchell *et al.* (1985) realizaram testes envolvendo diferentes sistemas de liberação do feromônio e observaram que apesar de ter ocorrido diferenças no número de insetos capturados, todos os modelos são capazes de atrair os insetos adultos.

Apesar das armadilhas terem capturado um grande número de insetos que não eram alvo do monitoramento, Adams *et al.* (1989) verificaram a viabilidade de utilizar o equipamento no monitoramento de adultos da lagarta-do-cartucho. Foram testados vários modelos de armadilhas com diferentes formulações do feromônio e os autores observaram que entre os modelos testados não ocorreram diferenças significativas para o número de insetos capturados.

Também testando diferentes formatos de armadilhas contendo diversas formulações do feromônio para o desenvolvimento de um sistema de amostragem de *S. frugiperda*, Malo *et al.* (2001) concluíram que apesar da interação de algumas formulações com alguns formatos de armadilhas, o equipamento captura insetos com eficiência e é capaz de auxiliar os planos de amostragem em programas de manejo deste inseto.

Para captura de *Spodoptera exigua*, López (1998) testou três modelos diferentes de armadilhas e septos de liberação. Além de ter encontrado resultados promissores na captura dos adultos, o autor sugere ainda que seja padronizado o modelo de armadilha a ser utilizado no monitoramento deste inseto.

Como pode ser visto, geralmente os resultados dos estudos envolvendo armadilhas de feromônio sexual indicam a eficiência da captura dos insetos apenas para constatação da presença dos adultos em uma determinada área. Apesar dos excelentes resultados obtidos, pouco se sabe a respeito da correlação desta captura com os diferentes parâmetros avaliados durante a amostragem feita através da observação direta no campo. Considerando-se que o nível de controle desta praga na cultura do milho é feito baseando-se na presença de lagartas nas plantas (Cruz, 1995) e que as armadilhas são de fácil utilização e possuem baixo custo, é importante verificar a possibilidade do seu uso na quantificação destes adultos e a possibilidade de correlação com suas respectivas injúrias, visando tornar a amostragem um processo dinâmico e de fácil interpretação.

Outro fator importante a ser considerado em relação a amostragem deste inseto é a escassez de resultados obtidos especificamente para campos de produção de sementes. O que se observa é que a amostragem nesta situação é realizada baseando-se nos estudos conduzidos em sistema de produção de grãos para beneficiamento. Este fato pode estar gerando o desenvolvimento de técnicas que não são compatíveis e/ou viáveis para os dois sistemas, como a amostragem destrutiva do cartucho das plantas proposta por Farias *et al.* (2001), método totalmente inviável em sistema de produção de sementes. Diante disto, há necessidade de se desenvolver métodos de amostragem que além de serem compatíveis ao sistema de produção de sementes, necessariamente precisam ser confiáveis, rápidos de serem executados e de baixo custo.

2.3 Ocorrência de agentes de controle biológico de *Spodoptera frugiperda*, com ênfase aos parasitóides de ovos

Geralmente observa-se que na cultura do milho ocorre uma grande diversidade de inimigos naturais (entre predadores, parasitóides e patógenos) que possuem potencial de controle de *S. frugiperda* em seus diferentes estágios biológicos (Ashley, 1979; Pair *et al*, 1986).

Fazendo referência somente aos parasitóides, Ashley (1979) relatou que nos países do continente americano há ocorrência de 53 espécies, 43 gêneros e 19 famílias que utilizam larvas de *S. frugiperda* como hospedeiro, onde as famílias Braconidae, Ichneumonidae e Tachinidae ocorrem em 16, 19 e 47% dos gêneros, respectivamente. No Brasil, são descritas 12 espécies parasitando larvas de *S. frugiperda*, destacando-se os gêneros *Campoletis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Chelonus* (Hymenoptera: Braconidae) e *Archytas* (Díptera: Tachinidae), sendo citados *Campoletis flavicincta*, *Chelonus* sp. e *Archytas incertus*.

Ainda em nossas condições, as espécies já catalogadas que parasitam ovos de *S. frugiperda* na cultura do milho são *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983, e *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Zucchi & Monteiro, 1997), conforme observações de parasitismo natural feitas por Sá (1991). Nos levantamentos realizados neste estudo o autor verificou que ocorre parasitismo natural de ovos de *S. frugiperda* por *T. pretiosum* e que o porcentual varia de 0,06 a 98% em função do número de camadas de ovos e da presença de escamas sobre os mesmos.

Apesar de muitos estudos terem sido conduzidos para identificar inimigos naturais com potencial de uso em programas de controle biológico de *S. frugiperda*, Beserra (2000) cita que pouca ênfase tem sido dada aos parasitóides de ovos, especialmente aos pertencentes a família Trichogrammatidae. Estes parasitóides são considerados agentes de controle biológico com grande potencial para exploração em manejo de agroecossistemas pois se alimentam e se reproduzem sobre diversos hospedeiros, principalmente da ordem Lepidoptera onde estão agrupadas muitas espécies de importância agrícola.

A importância do seu uso como inimigo natural pode ser verificada pois os mesmos são amplamente divulgados e utilizados em programas de controle biológico em diversas

culturas como arroz, cana-de-açúcar, algodão, sorgo, soja, tomate, maçã e milho (Li, 1994), cultivadas em mais de 32 milhões de ha (Hassan, 1993) espalhados em países como China, França, Estados Unidos, Rússia, Nicarágua, Colômbia e Brasil (Sá, 1991; Cruz *et al.*, 1999). Sua distribuição ao redor do mundo e a possibilidade de uso em diversas culturas fazem com que seja considerado o agente de controle biológico mais utilizado no mundo em programas de liberação inundativa (Hassan, 1997; Fernandes *et al.*, 1999).

Aliado ao baixo custo de produção que pode lhe conferir preço final mais acessível e competitivo em relação aos produtos químicos, Botelho (1997) aponta outros benefícios que devem ser considerados com o uso de *Trichogramma* para programas de controle biológico, como a vantagem de criá-los em hospedeiros alternativos, a facilidade e a rapidez com que as populações podem ser multiplicadas em laboratório e a possibilidade de controlar a praga antes que sejam causadas injúrias à cultura. Outra consideração não menos importante é a possibilidade de uso destes insetos até mesmo quando as plantas estão bem desenvolvidas, situação que impediria o trânsito de máquinas utilizadas na aplicação de produtos químicos.

Segundo Smith (1996), uma das maneiras do emprego deste parasitóide é através de liberações inundativas realizadas em programas de controle biológico aplicado. Após a produção massal em laboratório, os insetos são liberados no campo simultaneamente ao período de oviposição do hospedeiro visando redução da população da praga, conforme verificado por Yu & Byers (1994) e Wright *et al.* (2002) em milho. Estes autores verificaram que em áreas de liberação inundativa de *Trichogramma brassicae* e *Trichogramma ostriniae*, respectivamente, houve significativa redução dos danos provocados por *Ostrinia nubilalis*.

A partir de liberações inundativas que variaram de 163.000 a 429.000 *T. brassicae*/ha, Mertz *et al.* (1995) também obtiveram reduções significativas de 9 a 17% nos danos causados por *O. nubilalis* nas espigas de milho. Neste mesmo sentido, Losey *et al.* (1995) alcançaram reduções de danos ainda maiores (até 25%) nas áreas com liberação dos parasitóides.

Em liberação de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma minutum* logo após infestação artificial com ovos de *Spodoptera exigua* em algodoeiro, Greenberg *et al.* (1998) verificaram índices de parasitismo de 36,8% e 32,5%, respectivamente.

Conforme observado, existem resultados muito promissores com o uso de espécies de *Trichogramma* em programas de liberação inundativa para controle biológico de pragas agrícolas, tornando necessário o constante aprimoramento das técnicas que envolvem todo o processo.

2.4 O papel dos semioquímicos nas relações tróficas e a Influência na capacidade de dispersão de *Trichogramma* sp.

Os semioquímicos são substâncias químicas não nutritivas que afetam o comportamento interespecífico e são consideradas imprescindíveis em relações tróficas de agroecossistemas (Vinson, 1984; Weelings, 1991). Estas substâncias mediam relações entre organismos (Law & Regnier, 1971) e são divididas em feromônios (quando estão presentes nas relações intraespecíficas) e aleloquímicos (quando ocorrem em relação interespecífica).

De acordo com Whittaker (1970), o termo aleloquímico é definido como aquela substância química importante para que um organismo de uma determinada espécie possa encontrar outra(s) para alimentação. Estes aleloquímicos podem ainda ser divididos em quatro categorias: alomônios, cairomônios, sinomônios e apneumônios. Mas independente da categoria, estes aleloquímicos são capazes de promover alterações comportamentais nos organismos desencadeando mudanças nas relações tróficas presentes em agroecossistemas.

A relação parasitóide-hospedeiro pode ser alterada pois muitos parasitóides localizam o habitat de seus hospedeiros através de mediadores químicos (Laing, 1938; Lewis *et al.*, 1982; Noldus, 1988), sejam eles produzidos pelas plantas (Vinson, 1976; Bar *et al.*, 1979; Vinson, 1984), pelos próprios insetos (Noldus & van Lenteren, 1985; Boo & Yang, 2000) ou ainda, quando introduzidos artificialmente no ambiente (Altieri *et al.*, 1981; Silva, 1998).

Vinson (1997) cita que muitos trabalhos foram realizados com o objetivo de elucidar quais semioquímicos seriam precursores dos estímulos envolvidos na relação

parasitóide-hospedeiro. Estudos relacionando este tipo de comportamento foram conduzidos por Thorpe & Caudle (1938), Sekhar (1957), Streams *et al.* (1968), Read *et al.* (1970), Camors & Payne (1972), Shahjahan & Streams (1973). Em todos eles ficou evidenciado que mediadores químicos são capazes de desencadear estímulos que vão direcionar ou induzir os inimigos naturais a localizarem o habitat de seus hospedeiros. Diante desta situação, o melhor entendimento deste processo pode promover uma maximização do controle biológico realizado por parasitóides, como ocorreu no trabalho realizado por Silva (1998). Este autor verificou que no extrato aquoso (obtido a partir de plantas de *Amaranthus viridis*) havia algum componente atrativo a *Trichogramma pretiosum* pois quando o mesmo foi aplicado sobre ovos de *Sitotroga cerealella*, observou-se incremento de parasitismo em relação a aplicação de água.

Neste contexto, o comportamento de seleção hospedeira dos parasitóides da Ordem Hymenoptera vem sendo objetivo de estudos nos últimos trinta anos (Vinson, 1976, 1985; Vet *et al.*, 1995). Apesar disto, ocorreram muitos resultados confusos pois estes parasitóides respondem a estímulos vindos da planta (Vinson, 1976, 1984;), aos odores das fêmeas do hospedeiro e ainda, às escamas do hospedeiro (Laing, 1937; Lewis *et al.*, 1971, 1975; Beevers *et al.*, 1981; Gardner & van Lenteren, 1986; Shu & Jones, 1988).

A relação do parasitóide de ovos *Trichogramma* sp. com seus hospedeiros tem recebido atenção considerável pois se trata de um dos principais agentes de controle biológico dos lepidópteros pragas (Boo & Yang, 2000). Vinson (1985) descreve que a seleção hospedeira por um parasitóide pode ser dividida em sete etapas: preferência pelo habitat, localização de uma potencial comunidade hospedeira, localização do hospedeiro, examinação do hospedeiro, sondagem com o ovipositor, introdução do ovipositor e oviposição. Conseqüentemente, por ser um processo que não ocorre ao acaso, o sucesso de cada uma destas etapas dependerá muito do próprio hospedeiro, dos fatores químicos, físicos e ambientais. Ainda, que estes fatores químicos são os principais estimulantes no processo de seleção do hospedeiro.

De maneira geral, espécies de *Trichogramma* sp. são insetos que possuem baixa capacidade de dispersão, característica muito importante que influencia diretamente o número de pontos de liberação e conseqüentemente afeta sua eficiência (Botelho, 1997). Assim, Sá *et al.* (1993) verificaram que para controle de *Helicoverpa zea* em milho, *T.*

pretiosum apresentam um raio efetivo de ação que necessita de liberações inundativas em 100 pontos/ ha. Também para a cultura do milho, na China são necessários 30 pontos de liberação (Huffaker, 1977) e entre 50 e 80 pontos/ ha na Alemanha (Neuffer, 1982).

Em relação aos sinomônios produzidos pelas plantas, Price *et al.* (1980) comentam a escassez de estudos envolvendo propriedades de populações de plantas influenciando o terceiro nível trófico. Por outro lado, uma das técnicas utilizadas em estudos visando conhecer as reações de insetos na presença de sinomônios produzidos pelas plantas é a aplicação artificial de extratos vegetais sobre a folhagem das culturas (Titayavan & Altieri, 1990). Neste sentido, Altieri *et al.* (1981) estudaram a interação química de diversas culturas (soja, tomate, algodão e feijão caupi) com o parasitóide *Trichogramma* sp. Estes autores relatam que ocorreu aumento de parasitismo de insetos pragas em campos que foram pulverizados com extratos de plantas daninhas. Este fato pode estar relacionado com a maior diversidade de compostos químicos que a pulverização destes extratos proporcionou à cultura e também, com a interação com níveis tróficos superiores. Entretanto, os autores ressaltam que estudos mais detalhados das substâncias envolvidas devem ser realizados para que os resultados possam ser evidenciados.

Da mesma maneira, Altieri *et al.* (1982) determinaram que o parasitismo de *T. pretiosum* sobre o hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller) foi significativamente maior quando se pulverizou uma solução aquosa contendo extratos de plantas de *Amaranthus retroflexus* sobre os ovos do hospedeiro. Silva (1998) também demonstrou que o extrato de *A. viridis* é atrativo ao *T. pretiosum* e que os índices de parasitismo sobre *Sitotroga cerealella* e *Alabama argillacea* sempre foram superiores nos tratamentos que receberam pulverização deste extrato. Entretanto, é importante ressaltar que, em nenhum destes estudos os autores utilizaram diferentes espécies de *Amaranthus* em fases fenológicas distintas.

Diante disto, diversos programas de Controle Biológico e, particularmente, o controle biológico utilizando *Trichogramma* podem ser beneficiados através do conhecimento do efeito atrativo que extratos vegetais de plantas daninhas, funcionando como sinomônios, exercem sobre agentes de controle biológico. Tais estudos permitirão maior conhecimento sobre a interação multitrófica em agroecossistemas.

TOMADA DE DECISÃO DE CONTROLE DE SPODOPTERA FRUGIPERDA (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) UTILIZANDO ARMADILHA COM FEROMÔNIO SEXUAL EM AGROECOSSISTEMA DE MILHO SEMENTE

Resumo- A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é praga-chave da cultura do milho e a amostragem para estimar sua densidade populacional é indispensável antes de adotar qualquer medida de controle. Com o objetivo de aprimorar a tomada de decisão de controle deste inseto através do uso de armadilhas com feromônio sexual, foram conduzidos estudos em Miguelópolis, SP, durante o ano agrícola 2001/02. Uma das áreas (denominada de MIP) foi constituída de 36,3 ha e 30 pontos de amostragem e a outra (denominada convencional) possuía 10 ha e 10 pontos de amostragem. Foram instaladas armadilhas com feromônio sexual (proporção de uma armadilha/ ha) distribuídas aleatoriamente nas áreas. Durante o desenvolvimento das plantas, foram realizadas duas avaliações por semana e os parâmetros avaliados foram: injúria dos insetos às plantas, número de posturas e de larvas (pequenas, médias e grandes). Os adultos (machos) foram retirados das armadilhas de feromônio também duas vezes por semana. O número de adultos coletados nas armadilhas foi correlacionado com os níveis de injúrias, número de posturas e densidade larval. O número de larvas observadas não apresentou diferença entre áreas e pontos de amostragem. A injúria dos insetos às plantas, número de posturas e de larvas pequenas não apresentaram correlação com os adultos capturados pelas armadilhas. Houve correlação significativa entre o número de larvas grandes (4^o e 5^o ínstars) e o número de plantas apresentando o cartucho furado ou destruído. Não houve correlação da coleta de adultos nas armadilhas com a infestação ou níveis de injúria. Assim, os resultados demonstraram que as larvas ainda precisam ser contadas para determinar o momento do seu controle.

Palavras chave: amostragem, lagarta-do-cartucho, produção de sementes, injúria de inseto

**DECISION MAKING FOR *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J.E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) USING SEXUAL PHEROMONE TRAPS IN SEED CORN**

Abstract- The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, is a key pest of corn and the sampling is required to access its population density before adopting any control method. With the objective to improve decision making by using sexual pheromone traps, a study was carried out at Miguelópolis, SP, during 2001/02 growing season. An IPM area (36,30 ha) had 30 sampling points whereas a Conventional area (10 ha) had 10 sampling points. Each point was composed of 10 sequential plants/point. Pheromone traps were randomly displaced in both sites (ca. 1 trap/ha). Insect injury, egg masses and larval densities (small, median and large) were evaluated twice a week during plant development. The adults (males) were removed from pheromone traps and counted also twice a week. The number of adults collected were correlated with insect injury, egg masses and larval density. The larval occurrence did not show difference between areas and sampling points. The injury levels, egg masses and small larvae densities did not show correlation with adult caught by traps. There was significant correlation between large larvae (4th and 5th instar) and the number of plants showing whorl with holes and/or destroyed whorl. It was not observed correlation between adults caught by traps and insect infestation or injury. Therefore, larvae should still be scouted for pest control.

Key words: sampling, fall armyworm, seed production, insect injury.

1. INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada praga-chave da cultura do milho, *Zea mays* L. Segundo Cruz (1995), sua ocorrência pode ser verificada em todas as regiões do território brasileiro devido às condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento e a diversidade de alimento disponível. Entretanto, sua distribuição também é verificada através da América Central e chega até a América do Norte. Em todas estas regiões, apesar de possuir preferência alimentar por gramíneas, pode se alimentar em mais de 60 espécies diferentes de plantas (Mitchell, 1979).

Com o desenvolvimento das primeiras folhas nas plantas de milho logo após a emergência, é possível se observar as posturas efetuadas pelos adultos deste inseto. Nesta fase inicial de desenvolvimento das plantas, as lagartas de primeiro ínstar iniciam sua alimentação porém as mesmas somente raspam a epiderme e parênquima foliar de um lado da folha, provocando sintomas bem característicos denominados de “folhas raspadas”. A partir do 4^o ínstar (de 8 a 14 dias de idade), as lagartas começam a fazer furos maiores nas folhas e podem destruir totalmente as plantas mais novas. Ainda, a praga pode causar injúrias no colmo (semelhante à broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae), seccionando as plantas na região do colo (semelhante à lagarta rosca, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae), se alimentando do pendão das plantas ou até mesmo atacando a região da base da espiga impedindo a formação dos grãos. Estudos indicam que devido às suas injúrias, os danos na produção podem variar de 15 a 34% (Carvalho, 1970; Cruz & Turpin, 1982; Cruz *et al.*, 1996).

Devido a contribuição da cultura para economia mundial e a queda de produtividade que esse inseto pode ocasionar às plantas de milho, muitos estudos são realizados visando o desenvolvimento e/ou aprimoramento das técnicas de manejo existentes. Particularmente, a amostragem de insetos na cultura é uma técnica de manejo que permite estabelecer a densidade populacional de indivíduos e seus respectivos níveis de injúrias causados às plantas. Além de apontar a necessidade de controle, a amostragem também indica qual o momento mais adequado para iniciá-lo e ainda, qual o método mais adequado a ser utilizado. Entretanto, há escassez de estudos neste sentido feitos

especificamente para o sistema de produção de sementes e a amostragem de insetos nesta situação é realizada baseando-se nos estudos conduzidos em sistema de produção de grãos para beneficiamento. Este fato pode estar gerando o desenvolvimento de técnicas que não são compatíveis e/ou viáveis para os dois sistemas, como a amostragem destrutiva do cartucho das plantas proposta por Farias *et al.* (2001), método totalmente inviável em sistema de produção de sementes pois inviabiliza as plantas. Diante disto, há necessidade de se desenvolver métodos de amostragem que além de serem compatíveis ao sistemas de produção de sementes, necessariamente precisam ser confiáveis, rápidos de serem executados e de baixo custo.

Em muitos casos a amostragem de *S. frugiperda* é feita baseando-se exclusivamente na observação direta da presença de lagartas nas plantas e/ou na presença de injúrias causadas pelos insetos durante sua fase larval. Indubitavelmente, somente a observação destes parâmetros não é suficiente para apontar necessidade de controle pois é imprescindível quantificá-los, conforme sugerido por Farias *et al.* (2001). Estes autores recomendam que a implementação do manejo racional desta lagarta deverá ser feita através de um plano confiável de amostragem que permita estimar sua densidade populacional e classificar suas injúrias e a partir daí, tomar uma decisão de controle.

Uma das técnicas utilizadas para realização da amostragem e manejo de insetos em agroecossistemas é a armadilha com feromônio sexual (Smith, 1996; Malo *et al.*, 2001). De modo geral, a armadilha é composta por um dispositivo (septo) de borracha impregnado com uma substâncias que compõem o feromônio sexual da espécie envolvida e um local em que o inseto será aprisionado (recipiente com água, superfície com cola, etc.). As armadilhas são distribuídas em toda área a ser monitorada e as coletas dos insetos capturados são realizadas periodicamente. Conforme citado por Wyatt (1998), esta técnica é utilizada com sucesso no monitoramento de diversas espécies de lepidópteros, como verificado para *S. frugiperda* (Mitchell *et al.*, 1985; Adams *et al.*, 1989, e Gross & Carpenter, 1991; Malo *et al.*, 2001) e para *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) (López, 1998). Estes estudos envolvendo armadilhas de feromônio sexual evidenciam a eficiência de captura dos insetos apenas para monitoramento dos adultos e, apesar dos excelentes resultados obtidos, pouco se sabe a

respeito da correlação desta captura com os diferentes parâmetros avaliados durante a amostragem feita através da observação direta no campo.

Considerando-se que o nível de controle desta praga na cultura do milho baseia-se na presença de lagartas nas plantas (Cruz, 1995) e que as armadilhas são de fácil utilização e podem ter baixo custo, é importante verificar a possibilidade do seu uso na quantificação destes insetos e a possibilidade de correlação com suas respectivas injúrias, visando tornar a amostragem um processo prático e fácil. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso de armadilhas de feromônio sexual no aprimoramento da tomada de decisão para controle da lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, em agroecossistema de milho destinado a produção de sementes.

2. Material e Métodos

Os estudos foram realizados em duas áreas de milho conduzidas sob pivô central destinados a produção de sementes na Fazenda Consulta, localizada no município de Miguelópolis, SP. Em uma das áreas (36,30 ha) adotou-se práticas de controle baseadas nos conceitos de MIP (área MIP) e na outra (10 ha), o controle foi realizado de acordo com as práticas regionais locais (área Convencional).

Armadilhas de feromônio (Delta Trap Biocontrole[®], Biocontrole Ltda, São Paulo, SP) foram instaladas em pontos aleatórios somente nas linhas destinadas à produção de sementes (denominadas de plantas-fêmea), sendo 10 na área MIP (aos 10 dias após emergência das plantas – DAE) e três na área Convencional (aos 12 DAE). Em cada armadilha foi colocado um dispositivo de liberação de feromônio (septo) impregnado com a substância sexual atrativa composta por Cis-9-tetradecenil acetato, Cis-7-dodecenil acetato e Cis-11-hexadecenil acetato. Este septo era substituído a cada três semanas e a remoção dos adultos capturados era realizada duas vezes por semana.

Também de forma aleatória, foram instalados 30 pontos de amostragem (área MIP) e 10 pontos (área Convencional) e a partir de um raio máximo de 15 metros de cada um destes pontos, eram escolhidas ao acaso 10 plantas-fêmea e 10 plantas destinadas a produção de grão de pólen (denominadas de plantas-macho) dispostas em seqüência na mesma linha de plantio. Nestas plantas foram realizadas avaliações destrutivas duas vezes por semana. Os critérios avaliados foram: presença de massa de ovos de *S.*

frugiperda parasitados ou não, com menor tempo de desenvolvimento embrionário (ovos claros) e com maior tempo de desenvolvimento (ovos escuros); presença de inimigos naturais; presença de lagartas, sendo consideradas pequenas (até 0,5 cm), médias (entre 0,5 e 1,5 cm) e grandes (maiores que 1,5 cm). Os níveis de injúria dos insetos às plantas foram estabelecidos a partir de uma escala visual de notas ligeiramente modificada a partir daquelas inicialmente propostas por Carvalho (1970), variando de 0 a 5, sendo: 0 (folhas sem injúria visível), 1 (folhas com epiderme e parênquima foliar consumido), 2 (folhas com pequenos furos), 3 (folhas com furos grandes e/ou rasgadas), 4 (“folha bandeira” com qualquer tipo de injúria) e 5 (cartucho destruído).

Aos 14 e 30 DAE foram realizadas na área MIP aplicações do inseticida lufenorun (Match[®] 0,250 L/ha) para combate a lagarta-do-cartucho. Na área Convencional, as aplicações de inseticidas visando o combate desta lagarta foram realizadas aos 14, 24, 40 e 47 DAE, sendo lufenorun nas três primeiras aplicações e clorpirifós (Lorsban[®] 0,826 L/ha) na última.

Realizou-se análise de correlação visando obter relação entre o número de adultos coletados nas armadilhas com feromônio e os diversos critérios e índices observados, bem como a presença de lagartas e os níveis de injúria agrupados em duas categorias: 0 e 1 (folhas sem injúria visível e com epiderme e parênquima foliar consumido, respectivamente) e de 2 a 5 (folhas com pequenos furos, folhas com furos grandes e/ou rasgadas, folha bandeira com qualquer tipo de injúria e cartucho destruído). Estas categorias de injúria foram agrupadas de acordo com intensidade e a localização da folha injuriada. Considerando-se que há uma defasagem de tempo entre o momento da amostragem e o momento em que alguns critérios avaliados ocorreram, foi necessário correlacionar os dados com um intervalo (lapso) de tempo de até 10 dias, período máximo de tempo entre as amostragens. Estas análises foram feitas utilizando-se o procedimento PROC CORR (SAS Institute, Cary, NC, EUA).

3. RESULTADOS

Com o decorrer das amostragens, percebe-se que houve uma infestação uniforme de adultos entre as áreas monitoradas pois além da média de insetos capturados por armadilha ter sido muito semelhante, as maiores capturas também ocorreram em

avaliações próximas (Figura 1). As armadilhas com feromônio sexual de *S. frugiperda* instaladas na área MIP (Figura 1A) capturaram 1707 insetos até 51 dias após emergência (DAE) das plantas, com média de 14,23 insetos/armadilha/intervalo de amostragem. A primeira observação de adultos nas armadilhas ocorreu na terceira avaliação aos 15 DAE. As maiores médias de insetos capturados (picos populacionais) ocorreram aos 33 DAE (53,67 insetos), seguida de 15 e 19 (49,33 e 40,22 insetos, respectivamente). Na área Convencional (Figura 1B), 529 insetos foram capturados ao longo das amostragens, com média de 14,69 insetos/armadilha/intervalo de amostragem. A primeira observação de adultos nas armadilhas ocorreu na terceira avaliação aos 17 DAE. Os picos populacionais nesta área foram registrados aos 35, 17 e 21 DAE, quando foram capturados em média, 45,67, 32 e 28,33 adultos, respectivamente. Destaca-se que nas duas áreas os picos populacionais ocorreram exatamente nas mesmas avaliações (8^a, 3^a e 4^a) correspondentes a períodos semelhantes de desenvolvimento das plantas e ainda, que sempre após estas coletas ocorre decréscimo acentuado no número de adultos capturados.

Em relação a ocorrência das lagartas na área MIP (Figura 2), pode-se notar que do início das avaliações até 15 DAE, houve infestação média de aproximadamente 1 lagarta/planta, independente se as plantas eram destinadas a produção de sementes ou grãos de pólen. A partir da avaliação seguinte (19 DAE), a população de lagartas aumentou progressivamente até atingir as maiores médias que se concentraram dos 22 aos 29 DAE. Logo após este período, observa-se que ocorreu decréscimo acentuado de insetos até a última avaliação que foi realizada aos 51 DAE. Nesta área foram realizadas duas aplicações de inseticida para redução populacional a lagarta-do-cartucho aos 14 e 30 DAE. Na área Convencional (Figura 3), a ocorrência de lagartas indicou que as plantas também estavam infestadas com média de 1 lagarta/planta até a segunda avaliação (15 DAE) independente se as plantas produziram semente ou pólen. A partir de 17 DAE, observa-se aumento do número de lagartas até atingir as maiores médias que ocorreram dos 22 aos 24 DAE. Após este período, ocorreu declínio no número de insetos/planta. Foram realizadas quatro aplicações de inseticidas para lagarta-do-cartucho aos 14, 24, 40 e 47 DAE.

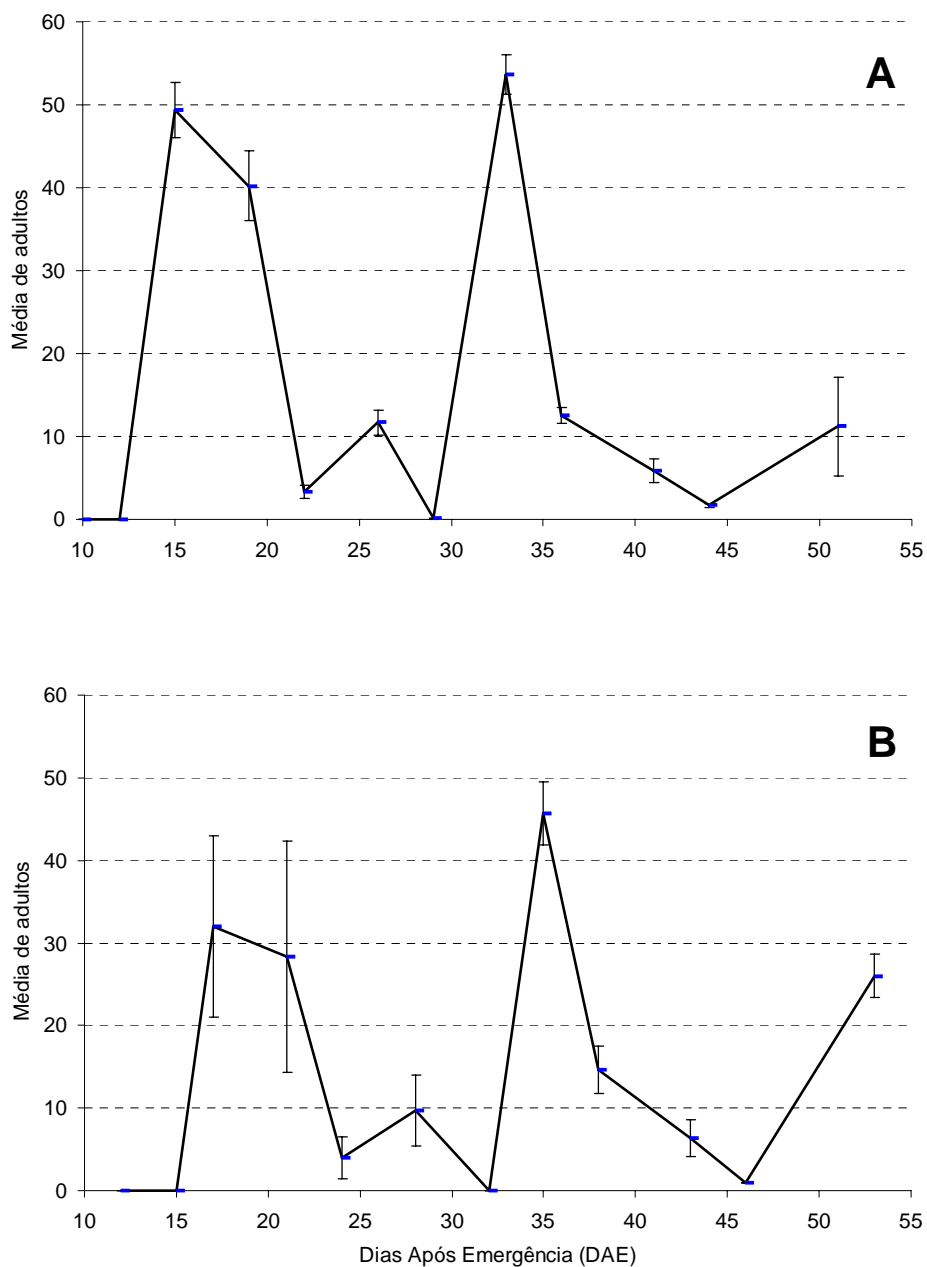


Figura 1: Flutuação populacional de adultos (média \pm EP) de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) capturados por armadilha com feromônio sexual em área MIP (A) e Convencional (B) de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001.

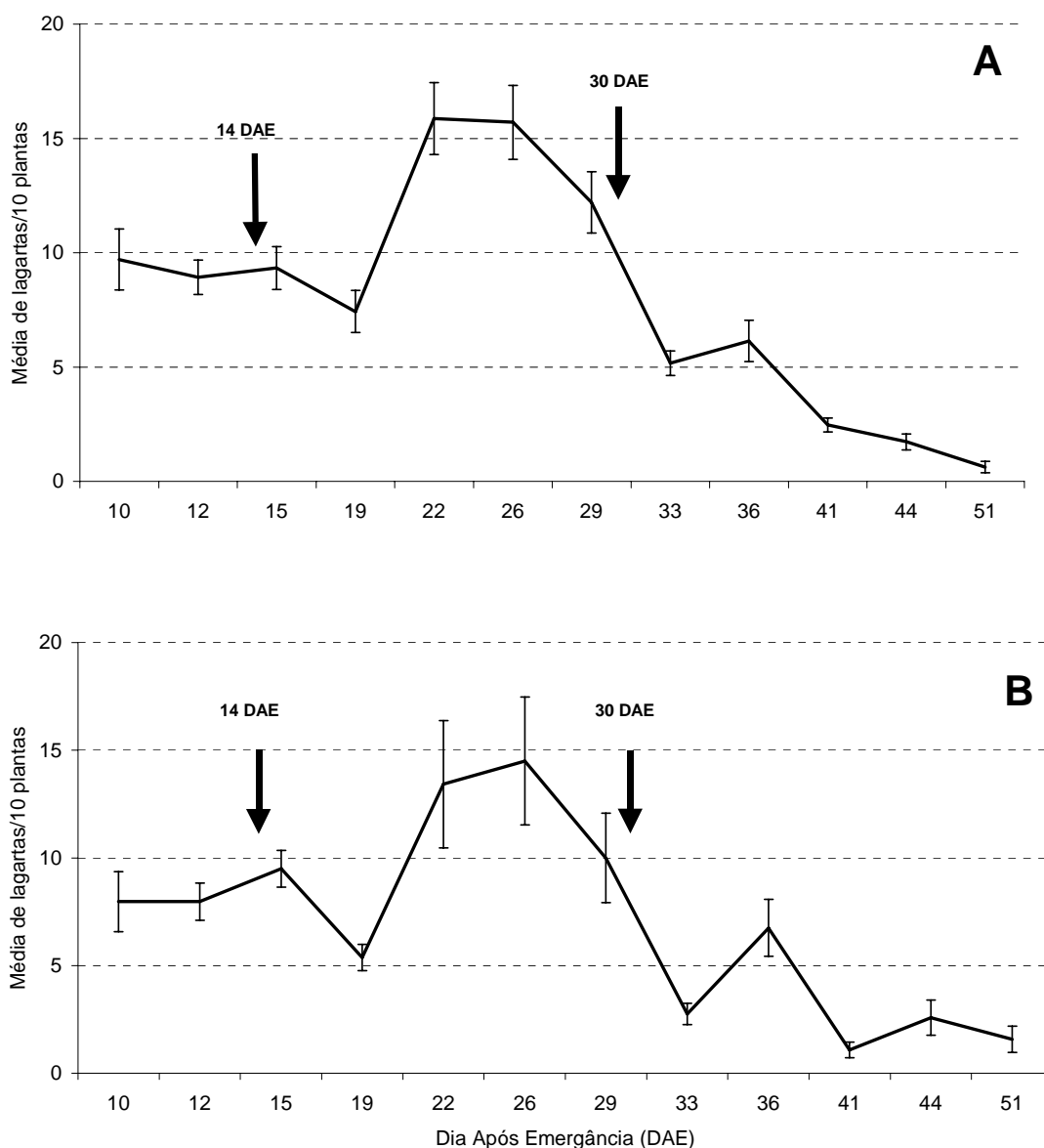


Figura 2: Média (\pm EP) de ocorrência de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas destinadas a produção de sementes (A) e plantas destinadas a produção de pólen (B) em área MIP de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001. (As setas indicam pulverização para controle de lagartas de *S. frugiperda*).

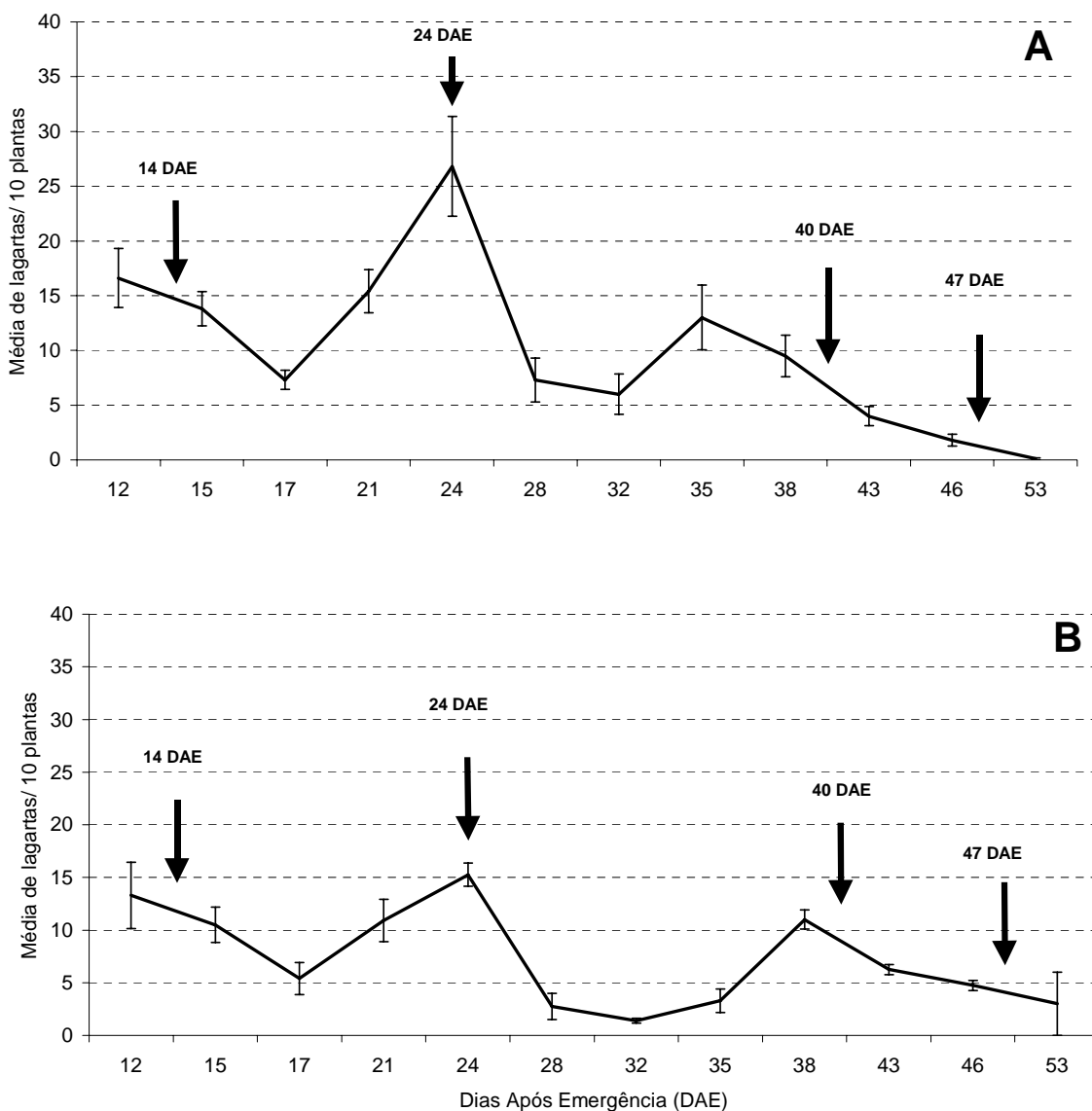


Figura 3: Média (\pm EP) de ocorrência de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas destinadas a produção de sementes (A) e plantas destinadas a produção de pólen (B) em área Convencional de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001. (As setas indicam pulverização para controle de lagartas de *S. frugiperda*).

As proporções das médias de plantas-fêmea da área MIP (Figura 4) que receberam notas de injúria agrupadas de 0 e 1 e de 2 a 5 foram muito semelhantes, principalmente aos 10, 12, 19 DAE e dos 26 aos 36 DAE. Em relação às plantas-macho, esta mesma proporção também é observada nos mesmos períodos de avaliação, exceto aos 33 e 36 DAE. Nesta área, as médias de plantas-fêmea injuriadas com notas 0 e 1 variaram de 2,03 a 8,63 enquanto que para as notas atribuídas as injúrias agrupadas de 2 a 5, as médias variaram de 0,77 a 6,43. Nas plantas-macho nesta mesma área, as médias variaram de 1,40 a 8,33 (notas 0 e 1) e de 1,7 a 7,58 para os níveis de injúria de 2 a 5.

Em relação à área Convencional (Figura 5), proporções semelhantes de plantas com níveis de injúria 0 e 1 e de 2 a 5 ocorreram somente em algumas avaliações, aos 28 e 43 DAE nas plantas-fêmea e aos 21, 24 e 46 DAE nas plantas-macho. As médias de plantas-fêmea que receberam notas de injúria 0 e 1 por ponto de amostragem oscilaram entre 1,40 a 8,70 e as notas 2 a 5 variaram entre 0,30 a 8,2. Nas plantas-macho, as médias variaram entre 1,50 a 9,40 (notas 0 e 1) e de 0,60 a 8,5 para as notas de 2 a 5.

A correlação linear simples entre os adultos capturados pelas armadilhas de feromônio e os diversos estágios de *S. frugiperda* ou os níveis de injúria não foi significativa, independente do intervalo de tempo considerado entre as amostragens (Tabelas 1 a 4). As posturas em início de desenvolvimento embrionário (denominadas de ovos claros) mostraram correlação positiva com aquelas posturas cujos ovos estariam com desenvolvimento embrionário mais avançado (denominados de ovos escuros) em todas as avaliações, exceto na área Convencional com 0, 7 e 10 dias de intervalo entre as amostragens. Ovos escuros mostraram correlação positiva com lagartas médias no lapso de tempo de 3 a 5 dias e níveis de injúria 2-3 nos lapsos de tempo de 3 a 5 e 10 dias. As lagartas pequenas mostraram correlação positiva com lagartas médias e total de lagartas. Somente na área convencional, a correlação foi negativa com lagartas grandes (lapso de tempo de 3-5 e 7 dias) e médias + grandes com lapso de 3-5 dias. Para as lagartas médias, a correlação foi positiva com lagartas grandes, médias + grandes, lagarta total, injúrias 2-5 e 4-5 e negativa somente com lapso de 10 dias para lagarta grande e média + grande. Lagartas grandes mostraram correlação positiva com lagartas médias + grandes, injúrias agrupadas com o níveis 4-5 e 2-5 e lagarta total. As lagartas

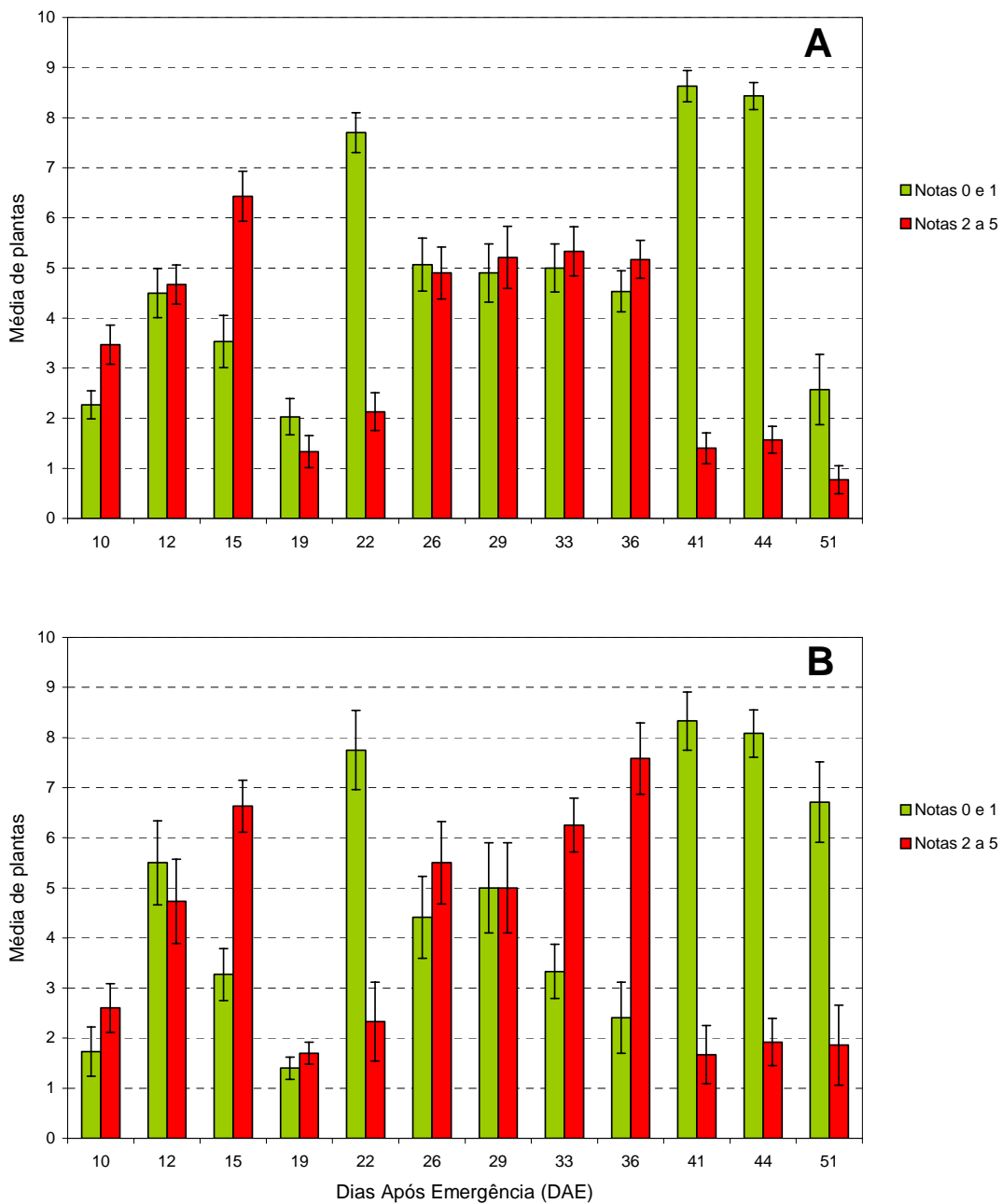


Figura 4: Média (\pm EP) de plantas-fêmea (A) e plantas-macho (B) injuriadas por lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em área MIP de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001.

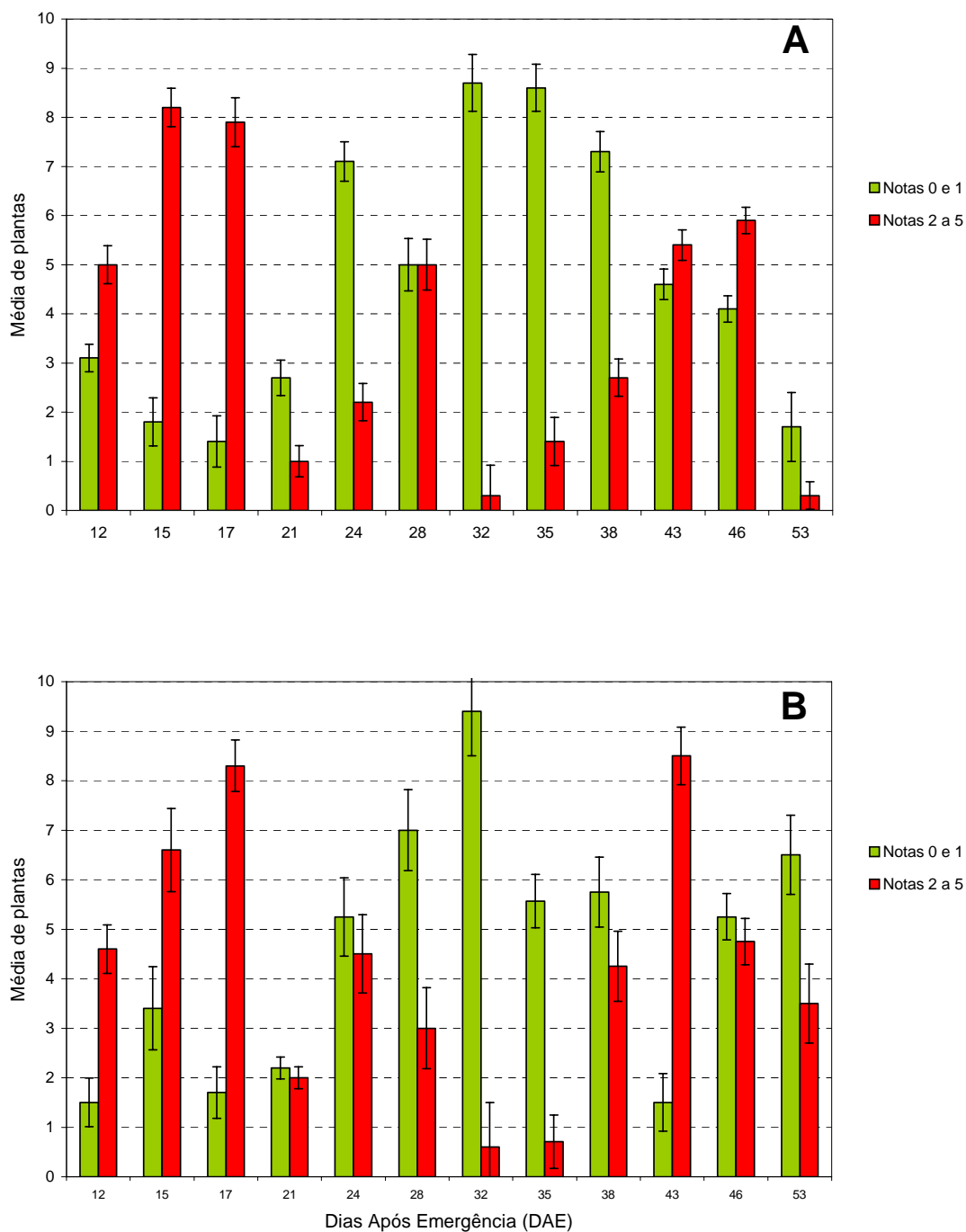


Figura 5: Média (\pm EP) de plantas destinadas a produção de sementes (A) e plantas destinadas a produção de pólen (B) injuriadas por lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em área Convencional de produção de milho-semente. Miguelópolis, SP. 2001.

Tabela 1. Correlação linear (r) simples entre os diferentes estádios e níveis de injúria causada pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho-semente desconsiderando-se lapso de tempo entre as amostragens. Miguelópolis, SP. 2001/02.

Área MIP	Estádios do inseto							Níveis de injúria			
	ovo escuro	lag. peq	lag. média	lag. grande	méd+grande	lagarta	adulto	0-1	2-3	4-5	2-5
ovo claro	0,18*	0,26	-0,01	-0,15	-0,08	-0,01	0,19	0,02	0,48*	-0,06	0,24
ovo escuro		0,30	-0,06	-0,16	-0,12	0,22	-0,05	-0,28	0,45*	-0,16	0,16
lag. peq			0,37*	-0,13	0,18	0,94*	-0,15	-0,14	0,34	-0,10	0,13
lag. média				0,49*	0,90*	0,65*	0,03	-0,02	0,26	0,53	0,50
lag. grande					0,82*	0,19	0,03	0,04	-0,01	0,67*	0,44*
méd+grande						0,52*	0,04	0,01	0,16	0,68*	0,55*
lagarta							-0,12	-0,12	0,36	0,15	0,31
adulto								0,41	-0,06	0,26	0,13
Área Convenc.	ovo escuro	lag. peq	lag. média	lag. grande	méd+grande	lagarta	adulto	0-1	2-3	4-5	2-5
ovo claro	0,02	0,21	0,11*	-0,19	-0,03	0,20	0,05	-0,21	0,28	0,20	0,31
ovo escuro		-0,12	0,25	0,06	0,21	-0,06	0,48	-0,34	0,29	0,35	0,43
lag. peq			-0,01	-0,34	-0,20	0,96*	-0,16	-0,06	0,17	-0,24	-0,10
lag. média				0,22	0,83*	0,24	0,51	0,16	0,10	0,20	0,21
lag. grande					0,73*	-0,13	-0,14	-0,13	0,11	0,57*	0,51*
méd+grande						0,09	0,28	0,04	0,13	0,46*	0,44*
lagarta							-0,08	0,05	0,21	-0,10	0,03
adulto								-0,02	-0,37	-0,15	-0,30

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 2. Correlação linear (r) simples entre os diferentes estádios e níveis de injúria causada pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho-semente considerando-se lapso de tempo de 3-5 dias entre as amostragens. Miguelópolis, SP. 2001/02.

Área MIP	Estádios do inseto							Níveis de injúria			
	ovo escuro	lag. peq	lag. média	lag. grande	méd+grande	lagarta	adulto	0-1	2-3	4-5	2-5
ovo claro	0,04*	0,05	-0,05	0,24	-0,15	0,01	0,45	-0,01	0,38*	-0,21	0,09
ovo escuro		0,34	-0,25*	-0,25	-0,29	0,20	-0,22	-0,17	0,36*	-0,27	0,03
lag. peq			0,11	-0,20	-0,03	0,59*	-0,01	-0,18	0,21	-0,21	-0,01
lag. média				0,38*	0,49*	0,59*	0,48	0,10	0,21	0,19	0,25
lag. grande					0,50*	0,34	0,27	0,01	-0,01	0,45*	0,29
méd+grande						0,56*	0,45*	0,07	0,13	0,35*	0,31
lagarta							0,15	-0,13	0,23	-0,06	0,10
adulto								0,02	0,17	0,17	0,21
Área Convenc.	ovo escuro	lag. peq	lag. média	lag. grande	méd+grande	lagarta	adulto	0-1	2-3	4-5	2-5
ovo claro	0,60*	-0,01	-0,09	-0,21	-0,18	-0,06	0,12	-0,15	0,40*	-0,17	0,07
ovo escuro		0,01	0,45*	-0,04	0,29	0,08	0,21	0,21	0,13	0,36	0,35
lag. peq			-0,26	-0,49*	-0,46*	0,38*	-0,31	-0,22	0,07	-0,17	-0,10
lag. média				-0,18	0,08	0,02	0,08	0,15	0,14	0,11	-0,16
lag. grande					0,41*	-0,16	-0,12	-0,02	0,19	0,13	0,20*
méd+grande						-0,07	-0,01	0,09	0,01	-0,01	0,01
lagarta							-0,32	-0,19	0,07	-0,17	0,10
adulto								0,39	-0,41	0,18	-0,07

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 3. Correlação linear (r) simples entre os diferentes estádios e níveis de injúria causada pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho-semente considerando-se lapso de tempo de 7 dias entre as amostragens. Miguelópolis, SP. 2001/02.

Área MIP	Estádios do inseto							Níveis de injúria			
	ovo escuro	lag. peq	lag. média	lag. grande	méd+grande	lagarta	adulto	0-1	2-3	4-5	2-5
ovo claro	0,55*	0,14	-0,19	-0,26	-0,25	0,03	0,11	-0,19	0,21	-0,32	-0,09
ovo escuro		0,25	-0,07	-0,17	-0,13	0,17	0,09	0,02	0,17	-0,19	-0,03
lag. peq			-0,16	-0,35	-0,28	0,35	-0,11	-0,34	0,01	-0,41*	-0,26
lag. média				-0,29	-0,01	0,58*	0,21	0,09	0,08	-0,13	-0,04
lag. grande					0,55*	0,50*	0,54	0,14	-0,01	0,32	0,21
méd+grande						0,63*	0,41	0,12	0,05	0,08	0,08
lagarta							0,05	-0,25	0,03	-0,33	-0,20
adulto								-0,08	0,19	0,28	0,31
Área Convenc.	ovo escuro	lag. peq	lag. média	lag. grande	méd+grande	lagarta	adulto	0-1	2-3	4-5	2-5
ovo claro	0,06	0,09	0,28	-0,25	0,05	0,11	-0,08	0,12	0,01	-0,05	-0,04
ovo escuro		0,17	0,07	0,01	0,05	0,19	0,39	-0,32	0,31	0,25	0,36
lag. peq			-0,18	-0,38*	-0,34	0,26	-0,26	-0,33	-0,01	-0,18	-0,15
lag. média				-0,30	-0,18	0,07	-0,02	0,12	-0,10	-0,44*	0,40*
lag. grande					0,54*	0,13	-0,06	-0,01	0,04	0,04	0,06
méd+grande						0,12	0,05	0,08	-0,04	-0,28	-0,25
lagarta							-0,28	-0,31	-0,02	-0,26	-0,22
adulto								0,08	-0,03	0,12	0,08

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 4. Correlação linear (r) simples entre os diferentes estádios e níveis de injúria causada pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho-semente considerando-se lapso de tempo de 10 dias entre as amostragens. Miguelópolis, SP. 2001/02.

Área MIP	Estádios do inseto							Níveis de injúria			
	ovo escuro	lag. peq	lag. média	lag. grande	méd+grande	lagarta	adulto	0-1	2-3	4-5	2-5
ovo claro	0,76*	0,21	-0,24	-0,22	-0,27	0,08	0,19	-0,36	0,31	-0,24	0,03
ovo escuro		0,03	-0,11	-0,13	-0,14	-0,02	0,49	-0,18	0,02	-0,19	-0,11
lag. peq			0,01	-0,35	-0,17	0,27	0,21	-0,27	0,09	-0,33	-0,17
lag. média				-0,15	-0,04	0,42*	0,09	0,01	0,03	-0,28	-0,17
lag. grande					0,15	0,33	-0,32	0,14	-0,10	-0,01	-0,07
méd+grande						0,44*	-0,10	0,07	0,03	0,19	-0,15
lagarta							0,15	-0,21	0,07	-0,36	-0,20
adulto								0,37	0,34	0,29	0,30
Área Convenc.	ovo escuro	lag. peq	lag. média	lag. grande	méd+grande	lagarta	adulto	0-1	2-3	4-5	2-5
ovo claro	-0,11	0,07	-0,15	-0,04	-0,13	-0,11	-0,13	0,04	0,04	0,08	0,09
ovo escuro		0,30	-0,25	-0,19	-0,29	-0,22	-0,02	-0,34	0,53*	-0,18	0,13
lag. peq			0,04	-0,27	-0,12	-0,02	-0,09	-0,30	-0,05	0,31	0,23
lag. média				-0,43*	-0,40*	-0,06	-0,35	0,29	0,07	0,41*	-0,30
lag. grande					0,18	-0,19	-0,16	0,24	0,19	-0,25	-0,30
méd+grande						-0,15	-0,33	0,34	-0,06	0,43*	-0,40
lagarta							-0,20	-0,20	-0,06	0,19	0,12
adulto								-0,06	0,17	0,05	0,12

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade

agrupadas com os tamanhos média + grande mostraram correlação positiva com lagarta total, injúrias 4-5 e 2-5. Não foi observada correlação significativa entre a ocorrência de lagartas agrupadas nos tamanhos pequena, média e grandes com nenhum outro parâmetro avaliado.

4. DISCUSSÃO

De maneira geral, nas amostragens que sucederam aquelas com maiores capturas de adultos, houve queda acentuada no número de insetos presentes nas armadilhas. A ocorrência das primeiras mariposas nas duas áreas também é observada em períodos muito próximos, sendo aos 15 e 17 DAE (área MIP e Convencional, respectivamente), iniciando-se a partir da terceira avaliação. Conforme sugerido por Adams *et al.* (1989) e Malo *et al.* (2001), o uso de armadilhas com feromônio sexual é uma prática viável como estratégia complementar de manejo de *S. frugiperda* pois permite monitorar as primeiras ocorrências de adultos na cultura, possibilitando adotar e programar estratégias de controle compatíveis com o estágio de desenvolvimento dos insetos e das próprias plantas.

A flutuação populacional de lagartas (Figuras 2 e 3) indica que exceto aos 12 DAE na área Convencional, as maiores médias coincidem com uma fase do período de desenvolvimento vegetativo da cultura, quando as plantas apresentam de 4 a 6 folhas. Durante este período de desenvolvimento das plantas observa-se maior ocorrência de lagartas pois as mesmas possuem preferência alimentar durante esta fase de desenvolvimento das plantas (Morril & Greene, 1973). Além deste comportamento alimentar, Morrill & Greene (1973) relatam ainda que o maior número de larvas se concentra na região do cartucho das plantas devido a maior proteção à fatores bióticos e abióticos de mortalidade. Apesar de alguns estudos indicarem que as injúrias deste inseto podem ocasionar perdas na produção (Carvalho, 1970; Cruz *et al.*, 1996), Cruz & Turpin (1982) comentam que plantas injuriadas durante este período se recuperam a ponto de não apresentarem redução significativa na produção de grãos. Assim, a injúria severa causada nos estádios iniciais de seu desenvolvimento não implica necessariamente num potencial para redução do rendimento pois a planta de milho possui a capacidade de se

recuperar, indicando que plantas mais novas podem ser mais tolerantes quando comparadas com aquelas mais desenvolvidas.

Os critérios adotados para as aplicações de inseticidas bem como os produtos utilizados seguiram práticas regionais. Observa-se nas duas áreas que logo após a primeira aplicação, houve restabelecimento da população mais rapidamente quando comparamos a mesma aplicação a partir de 28 DAE, fato que possui relação direta com as maiores infestações de lagartas durante esta fase de desenvolvimento das plantas do milho, conforme constatado por Morrill & Greene (1973) e Ghidui & Drake (1989).

Em relação às injúrias que as lagartas provocam às plantas, pode-se notar semelhança na proporção de plantas com notas 0 e 1 com aquelas mais expressivas (2 a 5). Tal fato pode ser explicado devido a infestação média também ter sido muito semelhante entre os pontos de amostragem em ambos materiais. A proporção média de plantas que apresentaram notas 3 (folhas furadas), 4 (cartucho com folhas furadas) e 5 (cartucho destruído) foi de aproximadamente 60 %, independente da área de estudo ou do material (macho ou fêmea). É interessante destacar que apesar da área testemunha ter recebido um número maior de aplicações de inseticida, tanto a população de lagartas como o nível de injúria causado pelo inseto foram muito semelhantes à área MIP. Assim, na área Convencional foram realizadas aplicações desnecessárias de inseticidas. Além de demonstrar a importância da amostragem dos insetos que ocorrem nos agroecossistemas, este fato também ressalta a importância do estabelecimento de níveis de controle dessa praga na cultura do milho para evitar medidas de controle enquanto a população do inseto ainda não atingiu níveis prejudiciais, principalmente em cultivos para fins de produção de sementes.

A correlação linear simples entre os diversos estádios larvais de *S. frugiperda* (Tabelas 1 a 4) indicou que os níveis de injúria mais expressivos demonstraram correlações significativas com a ocorrência de lagartas grandes (maiores que 1,5 cm). Geralmente, as lagartas com este comprimento se encontram nos últimos ínstares larvais e provocam injúrias mais expressivas às plantas pois necessitam de mais alimento para seu metabolismo. Apesar de não terem avaliado a quantidade de alimento ingerido, Tanzini *et al.* (1991), Carnevalli & Florcovski (1995) e Tavares *et al.* (2001) verificaram que

existem diferenças altamente significativas para o peso e comprimento das lagartas de *S. frugiperda* nos diferentes ínstares larvais. Os trabalhos destes autores sugerem que para as lagartas estarem maiores e mais pesadas nos ínstares finais do período larval é necessário um consumo maior de alimento. Para o desenvolvimento larval e considerando-se um lapso de 7 dias (tempo suficiente para que as larvas se desenvolvam até o ínstar seguinte), houve correlação significativa entre todos os tamanhos de lagartas considerados, indicando que durante este intervalo de tempo um ínstar larval possui relação direta com o ínstar seguinte. Estes resultados podem contribuir em programas de amostragem no sentido de poder prever, dentro deste espaço de tempo, a ocorrência do estágio seguinte. Este fato também pode ser observado entre ovos escuros e lagartas médias.

Não foi observada correlação significativa entre os níveis de injúria causados pelas lagartas com as posturas coletadas e os adultos capturados pelas armadilhas de feromônio. Apesar destas armadilhas serem promissoras no manejo de insetos, os resultados indicam que ainda é preciso quantificar os insetos no campo através da contagem das lagartas nas plantas. Ainda, é preciso realizar estudos visando aprimorar os métodos de amostragem deste inseto com vistas a melhorar a tomada de decisão de controle desta praga, independente do método de controle a ser utilizado.

INFLUÊNCIA DA FENOLOGIA DA CULTURA DO MILHO, *ZEA MAYS* L., SOBRE A DISPERSÃO DE *TRICHOGRAMMA ATOPOVIRILIA* OATMAN & PLATNER, 1983 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) PARA CONTROLE BIOLÓGICO DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Resumo- Considerando-se que as plantas afetam o comportamento dos insetos benéficos, estudou-se em condições de campo a capacidade de dispersão de *Trichogramma atopovirilia* como agente de controle biológico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. Os estudos foram conduzidos durante três fases de desenvolvimento das plantas: 4 a 6 folhas, 8 a 10 folhas e pendoamento. Em cada fase foi realizada uma infestação artificial com posturas (até 24 h) de *S. frugiperda* nas plantas localizadas em distâncias que variaram de 6 a 24 m do ponto de liberação. Logo após esta infestação, foi realizada somente uma liberação de adultos do parasitóide para cada fase da cultura e sempre no período mais fresco do dia (manhã ou entardecer). O parasitismo foi permitido durante até 48 horas quando as posturas eram recolhidas e acondicionadas em câmara climatizada até a emergência dos adultos. Os resultados indicaram que as plantas em suas diferentes fases de desenvolvimento afetaram a capacidade de dispersão dos parasitóides. As posturas localizadas nos pontos mais distantes somente foram atingidas pelos parasitóide durante a fase de desenvolvimento da cultura em que as plantas de milho estavam menores (4 a 6 folhas). Nas outras fases, os índices de parasitismo foram maiores naquelas posturas localizadas mais próximas do ponto de liberação.

Palavras-chave: altura da planta, vôo de inseto, parasitismo, infestação artificial

CORN PHENOLOGY INFLUENCE ON THE *TRICHOGRAMMA ATOPOVIRILIA* OATMAN & PLATNER, 1983 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) DISPERSAL TO BIOLOGICAL CONTROL OF *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Abstract- Considering that plants affect the behavior of beneficial insects, the dispersal capacity of the *Trichogramma atopovirilia* was studied in field conditions for biological control of *Spodoptera frugiperda*. Three corn plants development stages were studied: 4 to 6 leaves, 8 to 10 leaves, and tassel. In each stage, plants were artificially infested with egg masses (< 24 h) of *S. frugiperda*. These plants were located 6 to 24 m from a parasitoid releasing point. The parasitoids were released early in the morning or late in the evening immediately after egg infestation. The parasitism was allowed during 48 h. Then, the egg masses were retrieved and taken into climatic chamber until emergence of adults. The results showed that plants affected the parasitoid dispersal. The egg masses placed furthest from the release point were parasited only during the 4 to 6-leaf stage. During the others stages, only egg masses next to the release point were parasited.

Key words: plant height, insect flight, parasitism, artificial infestation

1. Introdução

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lep.: Noctuidae), é o principal inseto desfolhador da cultura do milho no Brasil. Pode ser encontrada em praticamente todo o território brasileiro pois possui hábito polífago e as condições climáticas favorecem seu desenvolvimento (Cruz, 1995).

De modo geral, esta lagarta pode ser observada durante todos os estágios fenológicos da cultura do milho, distribuídas em diferentes partes da planta em busca de abrigo ou alimento. Normalmente, sua presença pode ser constatada no interior do cartucho das plantas mas também é verificada em diversas outras estruturas das plantas, como raízes adventícias, no interior do caule ou ainda, danificando partes reprodutivas como o pendão e as espigas (Cruz *et al.*, 1999). Registros demonstram que os danos causados pelo inseto podem representar perdas na produção que podem variar de 15 a 34% (Carvalho, 1970; Cruz & Turpin, 1982; Cruz *et al.*, 1996), chegando causar prejuízos econômicos estimados em mais de 400 milhões de dólares (Cruz *et al.*, 1999).

O controle químico, através do uso de inseticidas, é atualmente o método mais utilizado no combate a este inseto porém, o uso indiscriminado destes produtos pode favorecer o aparecimento de indivíduos resistentes (Yu *et al.*, 2003) ou ainda, em alguns sistemas de produção, seu emprego é extremamente proibido (produção orgânica) ou inviável (quando a cultura não permite o acesso de máquinas ou sua aplicação não é possível via irrigação), tornando necessário disponibilizar outras alternativas de controle. Diante desta situação, programas de controle biológico (CB) através de liberações inundativas de inimigos naturais são táticas perfeitamente viáveis de serem empregadas em cultivos agrícolas.

Entre os diversos insetos com potencial de uso como agentes de controle biológico estão os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Segundo Fernandes *et al.* (1999), estes insetos estão entre as espécies mais estudadas e utilizadas no mundo para controle de insetos-praga de importância agrícola, com relatos de ocorrência de parasitismo natural (Bleicher & Parra, 1989; Fernandes *et al.*, 1999) e também casos de sucesso em programas de liberações inundativas na Colômbia (Amaya, 1982), China (Huffaker, 1977), Rússia (Beglyarov & Smetnik, 1977), nos Estados Unidos (Ashley *et al.*, 1974; Wright *et al.*, 2001; 2002) e também no Brasil (Sá & Parra, 1993; 1994).

Além da vantagem econômica que a liberação inundativa de *Trichogramma* sp. apresenta em relação ao uso de produtos químicos, Botelho (1997) destaca a

possibilidade de poder criar estes insetos sobre hospedeiros alternativos com extrema facilidade, rapidez e com baixos custos em relação ao hospedeiro natural. Ainda como benefícios, pode-se citar que seu uso é possível até mesmo quando as plantas estão bem desenvolvidas, situação que impediria o trânsito de máquinas utilizadas na aplicação de produtos químicos, e que sua ação é capaz de interromper o ciclo biológico dos seus hospedeiros antes que causem injúrias à cultura.

De acordo com Zucchi & Monteiro (1997), *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner é uma das espécies que parasitam ovos de *S. frugiperda* na cultura do milho no Brasil. Apesar do grande potencial de uso desta espécie em programas de liberação inundativa, informações sobre sua capacidade de dispersão em agroecossistema de milho são incipientes e insuficientes para determinar o número de pontos de liberação que seriam necessários para assegurar boa distribuição dos insetos em sistemas agrícolas de produção.

De modo geral, independente dos diversos ecossistemas onde são encontrados, estes insetos apresentam pequena capacidade de dispersão (Botelho, 1997) que pode ser alterada por fatores climáticos (Keller *et al.*, 1985) ou ainda, por características morfológicas, fisiológicas e estruturais relacionadas a cultura hospedeira (Vinson, 1976, 1984; Thorpe, 1985; Smith, 1996). Todos estes fatores que podem comprometer o desempenho do parasitóide foram estudados por Wang *et al.* (1997). Conforme observado por estes autores, temperaturas abaixo de 17° C, direcionamento das correntes de vento, aumento da área foliar das plantas de milho e o terço da planta em que foi realizada a infestação artificial comprometeram os índices de parasitismo de *Trichogramma ostriniae* Pang & Chen sobre *Ostrinia nubilalis* Hübner.

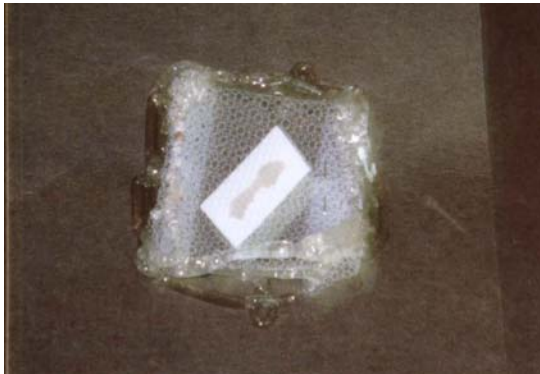
Considerando-se que a capacidade de dispersão dos insetos é um dos fatores que pode interferir na eficácia dos programas de CB que utilizam liberação inundativa de agentes de controle biológico, estudos de dispersão são importantes pois são capazes de demonstrar, em situações distintas, o raio efetivo de ação destes insetos, através dos quais é possível determinar o número ideal de pontos de liberação na área (Lopes *et al.*, 1989; Sá *et al.*, 1993). Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de campo e em diferentes fases de desenvolvimento da cultura do milho, a capacidade de dispersão do parasitóide de ovos *T. atopovirilia* sobre o hospedeiro *S. frugiperda*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de milho (Híbrido 8480, Sementes Dow AgroSciences® Ltda, Cravinhos, SP) foram cultivadas em área experimental do campus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), em Jaboticabal, SP, utilizando-se espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. Estas plantas foram distribuídas em parcelas de 40 m x 40 m, separadas em diferentes estádios de desenvolvimento (ligeiramente modificados a partir de Cruz & Turpin, 1982), sendo: 4 a 6 folhas (fase I), 8 a 10 folhas (fase II) e pendoamento (fase III). Os estudos de dispersão foram desenvolvidos a partir de novembro/2002 com temperatura e precipitação pluviométrica média de 22,3 °C e 125,9 mm, respectivamente. Cada parcela foi dividida em duas áreas por uma linha de plantio central. Em cada área foram consideradas 3 linhas de plantio distantes respectivamente 5, 10 e 15 m desta linha central. Simultaneamente a condução das plantas em cada fase, foi considerada uma área testemunha de 200 m² distante no mínimo 200 m destas parcelas.

Após inspeção de todas as plantas (das parcelas e testemunha) para remoção de posturas realizadas pela população natural de adultos, em cada etapa de desenvolvimento das plantas e em cada linha de plantio considerada, foi realizada infestação artificial com 8 posturas (até 24 h) de *S. frugiperda* contendo 150 ovos cada (Cruz & Turpin, 1982). Estes ovos foram obtidos de criação artificial mantida em laboratório sobre dieta a base de feijão (Kasten *et al.*, 1978). Para conferir proteção a ação de eventuais predadores, estas posturas foram acondicionadas em sachês confeccionados com tela filó medindo aproximadamente 6,0 x 6,0 cm (Figura 1 A). Com grampeador de papel, cada sachê foi fixado próximo a nervura principal da face adaxial de uma folha do terço superior das plantas e a sua volta foi utilizada uma pequena camada de cola tipo “sticky” (Figura 1 B). Na área testemunha, esta infestação artificial foi feita logo após a anterior utilizando-se 20 posturas distribuídas aleatoriamente nas plantas. A fixação e proteção das posturas foram realizadas de maneira idêntica àquela realizada na parcela destinada a liberação.

Logo após a infestação artificial com as posturas, foi realizada a liberação de adultos recém-emergidos de *T. atopovirilia* na proporção de 100 mil/ ha, conforme Sá & Parra (1993). Estes adultos, provenientes de criação sobre ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Bug Agentes Biológicos, Piracicaba, SP) foram acondicionados em um recipiente



A



B

Figura 1. Sachê confeccionado com tela filó contendo postura de *Spodoptera frugiperda* e envolto com cola (A) fixado próximo à nervura principal da folha de milho (B). Jaboticabal, SP. 2002/03.

cilíndrico de plástico com tampa de rosca (diâmetro de 10 cm e altura de 23 cm), cobertos com um pedaço de tela tipo filó (para evitar a entrada de predadores) fixada com elástico (Figura 2 A). Este recipiente foi então acondicionado dentro de uma caixa de papelão de modo que sua abertura coincidissem com um orifício na parte inferior da caixa. Este conjunto ficou então posicionado exatamente no meio da linha de plantio divisória (correspondendo ao centro de cada parcela) e foi fixado no chão com a ajuda de estacas de madeira, ficando a 40 cm do solo (Figura 2 B). Este procedimento foi realizado no horário mais fresco do dia (no final da tarde ou início da manhã). Desta maneira, a distância entre o ponto de liberação destes adultos e posturas variou de 6 a 24 metros, dividida em três faixas: 6 a <12m, 12 a < 18m e 18 a <24 m.

Os ovos de *S. frugiperda* ficaram expostos ao parasitismo durante 48 horas e então, foram recolhidos em placas de Petri e acondicionados em câmara climatizada (temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$, fotofase 12 h) conforme proposta de Sá (1991). A eclosão das larvas de *S. frugiperda* ou emergência de adultos de *T. atopovirilia* foram observadas por 15 dias. Os parasitóides emergidos foram enviados para Dra. Ranyse Barbosa Querino (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA) para confirmação da espécie.

Em cada fase de desenvolvimento das plantas e para as diferentes distâncias, obteve-se o número de adultos de parasitóides emergidos e a porcentagem de parasitismo das posturas de ovos de *S. frugiperda* em relação a infestação inicial. As diferentes respostas de parasitismo em função das distâncias foram determinadas utilizando-se o procedimento PROC REG (SAS Institute, Cary, NC, EUA).

3. Resultados

Todos os parasitóides emergidos dos ovos de *S. frugiperda* foram identificados como *T. atopovirilia*, indicando que nenhuma outra espécie de parasitóide de ovos ocorreu nas áreas durante a condução dos estudos.

Os resultados da relação entre parasitismo e distância apontaram valores não significativos ($P > 0,05$), com R^2 variando de 0,0219 a 0,2006. Considerando-se que estes índices são baixos devido à grande quantidade de posturas que não foram parasitadas ao longo das distâncias consideradas (Yamanaka *et al.*, 2001), foram confeccionados histogramas apenas com as porcentagens de posturas parasitadas em relação a infestação inicial, considerando os três intervalos de distâncias: 6 a <12m, 12 a < 18m e



A



A



B

Figura 2. Recipiente plástico (A) utilizado para armazenar os adultos recém-emergidos de *Trichogramma atopovirilia* acondicionado dentro da caixa de papelão (B) sustentada por estacas de madeira a 40 cm da superfície do solo. Jaboticabal, SP. 2002/03.

18 a <24 m (Figuras 3 a 5). Na Fase I (4 a 6 folhas), houve 35,42% de parasitismo das posturas de *S. frugiperda* colocadas artificialmente nas plantas. Na menor faixa de distância considerada, o parasitismo foi de 29,41% enquanto que nas outras distâncias, os índices foram um pouco maiores (35,29%) porém, idênticos (Figura 3). Na fase II (8 a 10 folhas), somente 8 posturas (aproximadamente 17%) foram parasitadas. Nota-se que 25% de parasitismo ocorreu na menor distância (6 a <12 m) em relação ao ponto de liberação do parasitóide porém, os mesmos ainda atingiram algumas posturas localizadas na maior distância (Figura 4).

Durante o pendoamento das plantas (fase III), ocorreu decréscimo muito acentuado de parasitismo pois apenas 3 posturas (6,25% da infestação artificial inicial) foram atingidas pelo parasitóide (Figura 5). Neste caso, observa-se parasitismo somente para a distância intermediária (12 a < 18 m) em relação ao ponto de liberação.

Analisando-se o percentual de posturas parasitadas em relação às distâncias do ponto de liberação durante a fase I, o índice de parasitismo variou de 29 a 35%. Neste período observa-se que os insetos parasitaram os ovos das posturas localizadas nas maiores distâncias e que os valores são idênticos (Figura 6).

Durante as diferentes fases de desenvolvimento das plantas, a localização das posturas de *S. frugiperda* parasitadas por *T. atopovirilia* indica que os parasitóides se dispersaram em todos os sentidos (Figura 7). Quando as plantas apresentavam 4 a 6 folhas, estas posturas foram observadas de forma mais distribuída na área estudada e nas maiores distâncias em relação ao ponto de liberação. Na fase seguinte (8 a 10 folhas), o número de posturas parasitadas foi menor em relação a fase anterior e foi observada em praticamente todos o sentidos. Durante o pendoamento das plantas, o número de posturas parasitadas foi ainda menor e ocorreu somente em distâncias intermediárias em relação ao ponto de liberação.

4. Discussão

Independente do intervalo de distância, de maneira geral o estágio de desenvolvimento da cultura influenciou a dispersão do parasitóide pois observa-se tendência de relação inversa entre a porcentagem de posturas parasitadas e o desenvolvimento das plantas (Figura 6). Exceto para a distância de 12 a < 18m durante a fase de 8 a 10 folhas para a fase de pendoamento, os parasitóides se deslocavam menos

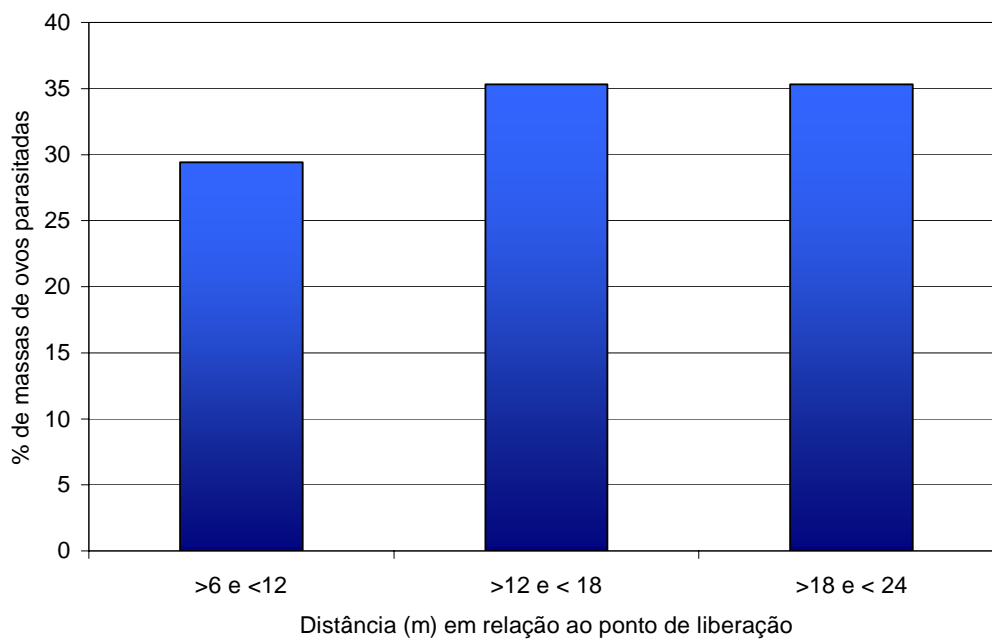


Figura 3. Porcentual de massas de ovos de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Trichogramma atopovirilia* em função da distância do ponto de liberação do parasitóide durante a fase I de desenvolvimento das plantas de milho (4 a 6 folhas). Jaboticabal, SP. 2002/03.

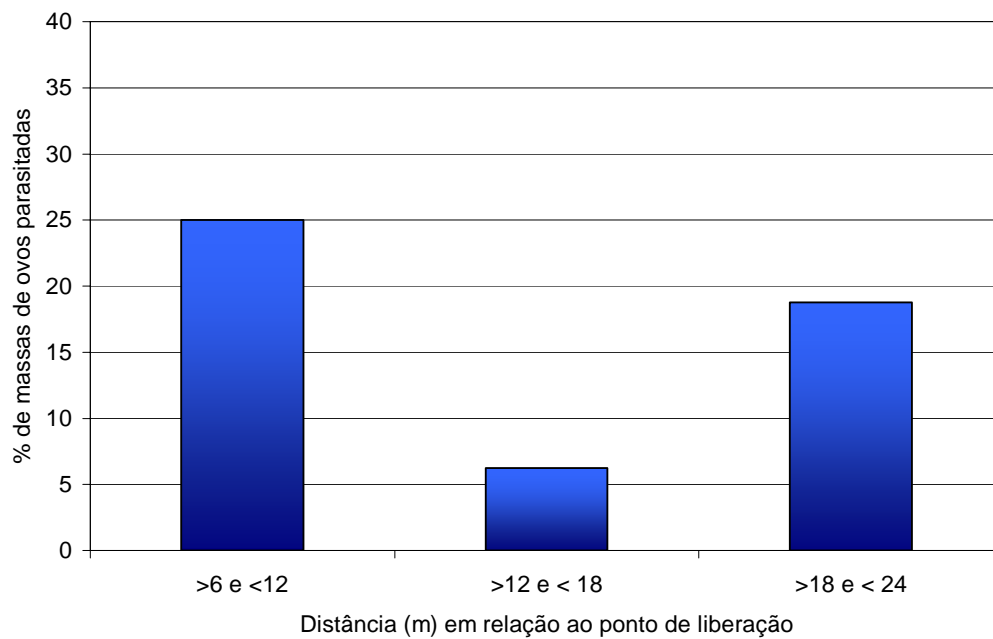


Figura 4. Porcentual de massas de ovos de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Trichogramma atopovirilia* em função da distância do ponto de liberação do parasitóide durante a fase II de desenvolvimento das plantas de milho (8 a 10 folhas). Jaboticabal, SP. 2002/03.

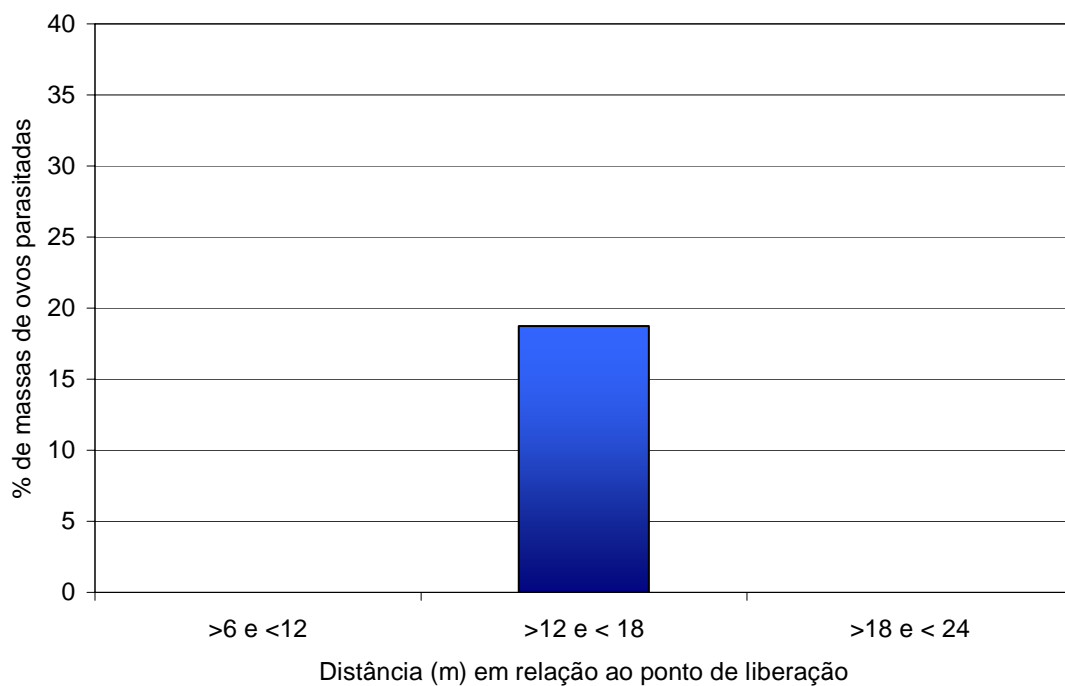


Figura 5. Porcentual de massas de ovos de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Trichogramma atopovirilia* em função da distância do ponto de liberação do parasitóide durante a fase III de desenvolvimento das plantas de milho (pendoamento). Jaboticabal, SP. 2002/03.

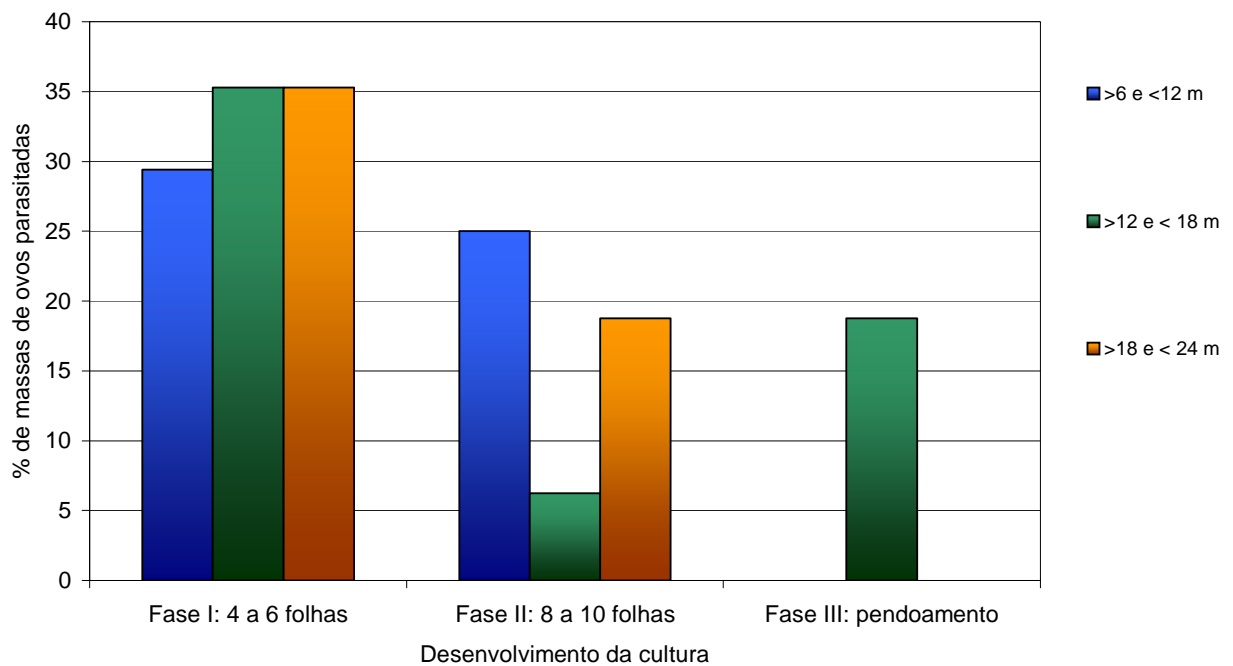


Figura 6. Porcentual de massas de ovos de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Trichogramma atopovirilia* em função da distância do ponto de liberação do parasitóide durante as fases de desenvolvimento das plantas de milho consideradas durante o estudo. Jaboticabal, SP. 2002/03.

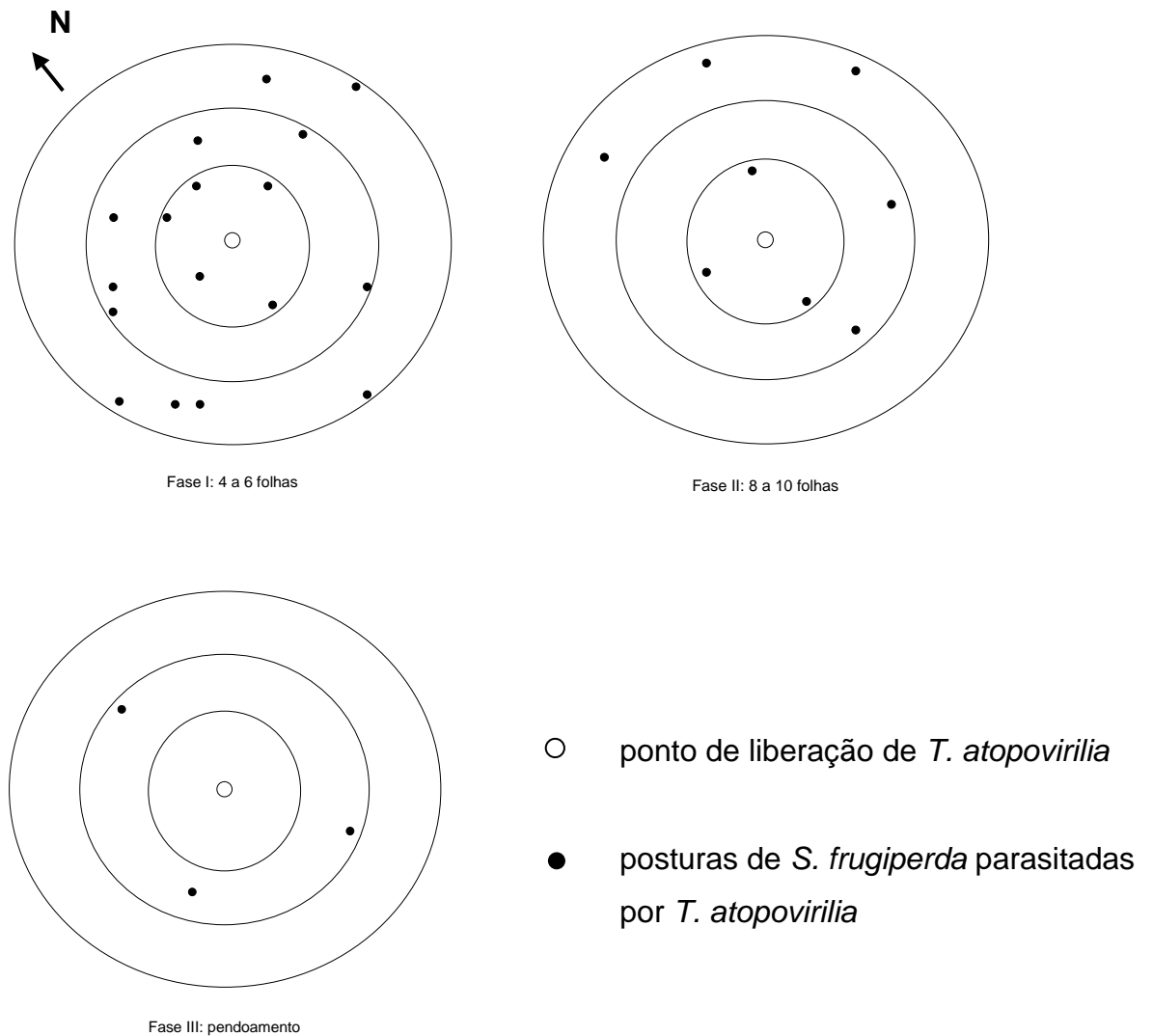


Figura 7. Localização das posturas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por *Trichogramma atopovirilia* durante as diferentes fases de desenvolvimento das plantas de milho. Jaboticabal, SP. 2002/03.

em consequência do desenvolvimento da cultura e os índices de parasitismo decresceram conforme aumentava a distância em relação ao ponto de liberação.

Conforme mencionado por Botelho (1997), além do estágio em que o hospedeiro se encontra, a fenologia das culturas também se relaciona e influencia diretamente tanto a forma de liberação quanto a eficiência de *Trichogramma* sp. para liberação inundativa em programas de CB. A interferência da fenologia da cultura sobre a dispersão do parasitóide foi visível quando se compara o número de posturas parasitadas nas diferentes distâncias nas fases distintas de desenvolvimento das plantas. Durante as fases I, II e III foram parasitadas respectivamente 17, 8 e 3 posturas; então, percebe-se que ocorreu decréscimo de parasitismo de aproximadamente 53% (da fase I para fase II) e de 62% da fase II para fase de pendoamento. Os maiores índices de parasitismo e as maiores distâncias percorridas foram obtidos durante a fase I da cultura, época em que as plantas de milho estão com altura aproximada de 0,5 m possibilitando que os insetos se dispersem até atingirem distâncias maiores em relação ao ponto de liberação. Nas fases II e de pendoamento (épocas em que as plantas estão mais altas), percebe-se índices menores de parasitismo e as menores distâncias percorridas em busca do hospedeiro (Figura 7). Estes resultados estão de acordo com Botelho *et al.* (1995) que também observaram que a altura das plantas influenciou significativamente a eficiência de parasitismo de *Trichogramma galloi* Zucchi sobre *Diatraea saccharalis* Fabr. pois o parasitismo foi menor nas variedades de cana-de-açúcar em que as plantas se desenvolvem mais.

Apesar de não ter sido obtido a área foliar das plantas, é evidente que ao longo do desenvolvimento a cultura apresenta diferenças expressivas tanto para massa quanto para área foliar, fatos que favoreceram as maiores porcentagens de parasitismo durante a fase I. Esta relação inversa entre superfície foliar e porcentagem de parasitismo também foi constatada em milho para *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis (Need & Burbutis, 1979) e *Trichogramma ostrinia* Pang & Chen (Wang *et al.*, 1997) e em pimenta por Burbutis & Koepke (1981). Além de evidenciar que a superfície foliar das plantas interfere nos índices de parasitismo, os autores também propõem que o número de insetos a serem liberados seja diferente entre as distintas fases das plantas pois as mesmas apresentam características fenológicas muito distintas ao longo do seu desenvolvimento.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que somente *T. atopovirilia* ocorreu nas áreas durante o tempo de desenvolvimento dos estudos e que a fenologia da cultura

do milho afetou sua capacidade de dispersão. Conforme ocorre o desenvolvimento da cultura, é necessário aumento do número de pontos de liberação de insetos visando proporcionar sua maior dispersão nas áreas cultivadas.

**ATRATIVIDADE DE *AMARANTHUS* SPP. (AMARANTHACEAE) À
TRICHOGRAMMA ATOPOVIRILIA OATMAN & PLATNER, 1983 (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE): IMPLICAÇÕES EM PROGRAMAS DE CONTROLE BIOLÓGICO**

Resumo- As plantas liberam substâncias químicas voláteis que atuam como sinalizadoras e podem influenciar o comportamento de forrageamento de parasitóides. A atratividade de quatro espécies de *Amaranthus* (*A. retroflexus*, *A. viridis*, *A. hybridus* e *A. spinosus*) à fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* foram avaliadas utilizando-se olfatômetro Peterson. Estas plantas foram testadas em período de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com 40 repetições (considerando-se um inseto/ repetição) e cada inseto foi observado durante o tempo máximo de 600 segundos. As espécies mais atrativas foram *A. viridis* e *A. retroflexus*, nos estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente. Quando testadas simultaneamente, as espécies de plantas não demonstraram atratividade ao parasitóide. Estes resultados sugerem a viabilidade do uso destas plantas ou seus derivados no manejo de habitats de hospedeiros e aumento de parasitismo em programas de manejo integrado de pragas

Palavras-chave: olfatômetro, sinais químicos, comportamento de forrageamento

Attractiveness of *TRICHOGRAMMA ATOPOVIRILIA* OATMAN & PLATNER, 1983 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) BY *AMARANTHUS* SPP. (AMARANTHACEAE): Implications on Biological Control Programs

Abstract- Plants release chemicals which can work as cues and affect insect's foraging behavior of insects parasitoids. This study was aimed at evaluating attractive properties of *Amaranthus retroflexus*, *A. viridis*, *A. hybridus* and *A. spinosus* to *Trichogramma atopovirilia* females. Tests were carried out using Peterson's olfactometer. Plant species were evaluated in both vegetative and reproductive stages. Completely randomized design was adopted and each insect was observed during 600 seconds. The attractively tests were carried out with 40 replications, considering one insect/replication. The species *Amaranthus viridis* and *A. retroflexus* were highly attractive during vegetative and reproductive stage, respectively. When plants were tested simultaneously, the species did not show attractive properties to the parasitoids. The results showed the possibility use of these plants to change host habitat and increase parasitism in biological control in integrated pest management program.

Key words: olfactometer, chemical cues, foraging behavior

1. Introdução

Uma das relações existentes entre os organismos que compõem um agroecossistema é o comportamento de seleção hospedeira pelos parasitóides. De acordo com Vinson (1976), apesar de ocorrerem algumas diferenças específicas, o comportamento geral de seleção por *Trichogramma* pode ser separado em duas partes: primeiro, os insetos localizam o habitat do hospedeiro e após inseridos neste ambiente, os mesmos possuem uma série de comportamentos que levam à oviposição no hospedeiro.

Particularmente, a localização ou preferência pelo habitat do hospedeiro é um processo que envolve vários fatores intrínsecos (internos) e extrínsecos (externos), que podem ser biológicos ou físicos. Entre os fatores físicos, além da luz, do vento, da umidade e da temperatura, a presença de substâncias químicas também influencia a preferência da fêmea pelo habitat do hospedeiro (Vinson, 1991; Vet & Dicke, 1992).

Segundo Vinson (1976), a relação existente entre estes agentes de controle biológico e seus hospedeiros foram muito estudadas no intuito de verificar se substâncias químicas estariam envolvidas para estimular o comportamento de busca pelo habitat do hospedeiro. Os resultados indicam que estas substâncias podem desencadear estímulos que direcionam ou “induzem” os inimigos naturais a localizarem seus hospedeiros e ainda, que as mesmas podem estar relacionadas com o próprio hospedeiro, conforme verificado por Noldus & van Lenteren (1985) entre *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Pieris brassicae* (Linnaeus) e *P. rapae* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pieridae) e Frenoy *et al.* (1992) entre *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Piralidae).

Por outro lado, tais substâncias podem ser liberadas pelas plantas e promover alterações no comportamento destes insetos na busca de hospedeiros (Schöller & Prozell, 2002), seja em consequência da herbivoria (Vet & Dicke, 1992; Turlings & Benrey, 1998; Gouinguéné *et al.*, 2003) ou ainda, serem produzidas por plantas não injuriadas (Takabayashi *et al.*, 1991; Gohole *et al.*, 2003).

Uma das técnicas utilizadas em estudos visando conhecer as reações de insetos na presença de compostos químicos produzidos pelas plantas é a aplicação artificial de extratos vegetais sobre a folhagem das culturas (Titayavan & Altieri, 1990). Neste sentido, Altieri *et al.* (1981) estudaram a interação química de diversas culturas (soja, tomate, algodão e feijão caupi) com o parasitóide *Trichogramma* sp. Estes autores relatam que ocorreu aumento de parasitismo de insetos-praga em campos que foram pulverizados

com extratos de plantas daninhas. Esse fato pode estar relacionado com a maior diversidade de compostos químicos que a pulverização desses extratos proporcionou à cultura e também, com a interação com níveis tróficos superiores. Entretanto, os autores ressaltam que estudos mais detalhados das substâncias envolvidas devem ser realizados para que os resultados possam ser evidenciados.

Da mesma maneira, Altieri *et al.* (1982) determinaram que o parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre o hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Piralidae) foi significativamente maior quando pulverizou-se uma solução aquosa contendo extratos de plantas de *Amaranthus retroflexus* (Amaranthaceae) sobre os ovos do hospedeiro. Silva (1998) também demonstrou que o extrato de *Amaranthus viridis* é atrativo para *T. pretiosum* e que os índices de parasitismo sobre *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) sempre foram superiores nos tratamentos que receberam pulverização deste extrato.

Diante disso, diversos programas de Controle Biológico e, particularmente, o controle biológico utilizando *Trichogramma*, podem ser beneficiados através do conhecimento das alterações que compostos químicos de espécies vegetais possam exercer sobre agentes de controle biológico em agroecossistemas. Assim, o objetivo deste estudo foi de investigar o efeito atrativo de voláteis de diversas espécies de *Amaranthus* à fêmeas do parasitóide de ovos *Trichogramma atopovirilia*.

2. Material e Métodos

2.1 Olfatômetro

2.1.1 Descrição: modificado a partir de Vet *et al.* (1983), o equipamento é composto por uma bomba de vácuo modelo MA 058 (Marconi, Piracicaba, SP) conectada a base de uma câmara de observação denominada de arena (Figura 1). Esta arena, de formato quadrado com 10 cm X 10 cm, é dividida em quatro campos de odor (quadrantes) com saídas independentes. Cada saída é conectada a um reservatório de odor formado por uma caixa acrílica (40 cm de largura X 40 cm de profundidade X 70 cm de altura) ou frasco lavador de gás (250 mL). Este reservatório possui comunicação com um fluxômetro de 16 L/ min (RWR, São Paulo, SP) e um filtro de carvão ativado Dechlorágua[®] (Pozzani, Jundiaí, SP). A bomba de vácuo produz um fluxo de ar que ao ser sugado do ambiente é purificado pelo filtro, passa pelo fluxômetro e através do reservatório de odor



Figura 1: Vista da arena do olfatômetro utilizada nos testes de atratividade de plantas de *Amaranthus* spp. à fêmeas do parasitóide *Trichogramma atopovirilia*. Jaboticabal, SP. 2002.

chega até a arena. Todas as conexões entre os componentes são feitas através de mangueira de silicone inodoro com diâmetro interno de 4 mm. A fonte de luz é uma lâmpada fluorescente TLD 15 W/ 5000 K (Philips, Mauá, SP) que fica situada a 30 cm da borda superior da arena, apoiada sobre uma armação de madeira.

2.1.2 Regulagem: a velocidade do fluxo de ar nos respectivos quadrantes foi regulada pela pressão da bomba (200 mm Hg) e pela abertura do fluxômetro (1,0 L/ min.). Durante a única regulagem, para visualizar o fluxo de ar foram utilizadas varetas de incenso de erva-doce (Govinda Mystic Incenses, Rio de Janeiro, RJ) para produzir fumaça. Após devidamente calibrado e também entre os bioensaios, o equipamento era desmontado e todos seus componentes eram colocados de molho em água com detergente neutro (mínimo de 24 h) e depois lavados com água corrente em abundância.

2.2 Obtenção das plantas de *Amaranthus* spp.: vasos plásticos (5 L de capacidade) foram preenchidos com um composto preparado com a mistura de terra + areia + esterco bovino curtido (proporção de 3:1:1). Logo após a semeadura de *Amaranthus retroflexus* (AMARE), *A. viridis* (AMAVI), *A. hybridus* var. *paniculatus* (AMAPN) e *A. spinosus* (AMASP), as superfícies destes vasos foram cobertas com uma fina camada ($\pm 2,0$ cm) de areia grossa. Estes vasos recebiam regas esporádicas (cada 48 h) somente com água e foram mantidos em casa de vegetação, sob temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR 65% e fotofase 12 horas, até que as plantas atingissem os estádios vegetativo (antes da formação das inflorescências) e reprodutivo (após formação das inflorescências). Os estádios variaram de acordo com a espécie, sendo vegetativo até 57 dias após germinação (DAG) e senescência até 67 DAG.

2.3 Insetos: as populações de *T. atopovirilia* foram adquiridas da Bug Agentes Biológicos, Piracicaba, SP, onde eram multiplicadas sobre ovos de *A. kuehniella* fixados em cartolina com goma arábica. A cartela foi então dividida em pequenas partes e colocadas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro X 8,5 cm de altura) e fechados com filme plástico. Para aguardar a emergência dos parasitóides, estes tubos foram mantidos em câmara climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR 65% e fotofase 12 horas). A separação dos adultos por sexo foi feita baseando-se nas características morfológicas das antenas (Pinto, 1997) sob lupa com aumento de 40 vezes. Eram separadas de cinco a sete fêmeas por vez e as mesmas eram aprisionadas em cápsulas gelatinosas (número 0). Durante os testes, os insetos foram mantidos na mesma BOD e todo seu manuseio era feito cuidadosamente com pincel (número 0) de duas cerdas. Os indivíduos utilizados nos bioensaios tinham no máximo 48 h de vida.

2.4 Bioensaios: foram conduzidos no Laboratório de Ecologia Aplicada (FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP) em condições controladas (temperatura de 25 ± 1 °C, UR 65%, em ambiente escuro) com iluminação direcionada somente sobre a arena do olfatômetro. Antes de serem inseridos no sistema, os vasos (contendo uma planta de cada espécie) foram envolvidos com saco plástico limpo e descartável. A abertura deste saco foi então fechada com auxílio de grampeador, na região do colo da planta, sem ferir seu caule. As plantas eram cuidadosamente vistoriadas com lupa de bolso (aumento de 10 vezes) para certificar a ausência de artrópodes. A base da caixa acrílica era preenchida com aproximadamente um litro de água destilada para garantir a vedação.

Inicialmente, a atratividade das plantas aos insetos foi testada com as quatro espécies simultaneamente presentes no sistema. Na etapa seguinte, foram utilizadas somente duas espécies de plantas e neste caso, os reservatórios de odor das outras duas saídas foram os frascos lavadores de gás. Dentro de cada um era colocado um chumaço de algodão embebido com água destilada e os mesmos foram posicionados em quadrantes adjacentes.

Independente do estágio das plantas e do número de espécies utilizadas, cada bioensaio foi composto de 40 repetições (Romeis *et al.*, 1997) considerando-se um inseto por repetição e sempre foram utilizadas as mesmas plantas no mesmo estágio de desenvolvimento. O inseto foi liberado no centro da arena pela sua parte superior que era imediatamente fechada. O caminhamento foi acompanhado por no máximo 600 segundos (Vet *et al.*, 1983; Meiners & Hilker, 2000) e nos casos em que as fêmeas entravam na tubulação, o tempo restante para completar os 600 segundos foi somado ao gasto naquele quadrante. Fêmeas que passavam mais de 300 segundos sem se movimentar eram descartadas. Entre cada repetição, a arena era limpa com algodão descartável embebido em álcool.

2.5 Testes preliminares: foram realizados quatro bioensaios envolvendo fêmeas do parasitóide *T. atopovirilia* e massas de ovos de *Spodoptera frugiperda* recém colocadas. A cada 10 repetições, a posição do reservatório de odor contendo a massa de ovos era alternada entre as quatro saídas do olfatômetro.

2.6 Análise Estatística: o parâmetro analisado foi o tempo de permanência das fêmeas em um determinado quadrante com a respectiva fonte de odor. Para verificar se houve alguma tendência de atratividade, as médias obtidas foram transformadas em

$\sqrt{x+0,5}$ e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o procedimento pelo PROC GLM (SAS Institute, Cary, NC, EUA).

3. Resultados

3.1 Testes preliminares: observa-se que o tempo de permanência (expresso em porcentagem) das fêmeas do parasitóide nos quadrantes da arena variou de 6,10 a 63,14 (Tabela 1). Analisando-se somente os quadrantes com o fluxo de ar vindo do reservatório de odor contendo massas de ovos de *S. frugiperda*, este tempo variou de 47,61 a 63,14% e independente do bioensaio, este tempo sempre foi significativamente maior ($P < 0,001$) quando comparado com o tempo de permanência das fêmeas nos quadrantes com ar puro.

Tabela 1. Tempo de permanência (% \pm EPM) de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* nos quadrantes do olfatômetro de quatro saídas em função da fonte de odor. Jaboticabal, SP. 2002. (n=10)

Tratamento	Bioensaio			
	A ¹	B ²	C ³	D ⁴
Postura	58,29 \pm 6,91 a	63,14 \pm 7,41 a	60,99 \pm 8,33 a	47,61 \pm 5,80 a
Ar puro	26,69 \pm 5,94 b	11,19 \pm 3,57 b	17,73 \pm 5,06 b	16,64 \pm 3,36 b
Ar puro	6,10 \pm 3,00 b	18,57 \pm 5,68 b	8,57 \pm 3,00 b	18,75 \pm 6,50 b
Ar puro	8,92 \pm 4,30 b	7,10 \pm 2,82 b	12,71 \pm 7,12 b	17,00 \pm 5,89 b

¹ Postura posicionada no Quadrante 1

² Postura posicionada no Quadrante 2

³ Postura posicionada no Quadrante 3

⁴ Postura posicionada no Quadrante 4

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,001$).

3.2 Bioensaios: não houve diferença significativa ($P > 0,05$) na média do tempo de permanência das fêmeas nos quadrantes com fluxo de ar vindo de reservatório de odor contendo plantas de *A. retroflexus* (AMARE), *A. viridis* (AMAVI), *A. hybridus* (AMAPN) e *A. spinosus* (AMASP) em estágio vegetativo ou reprodutivo (Figura 2).

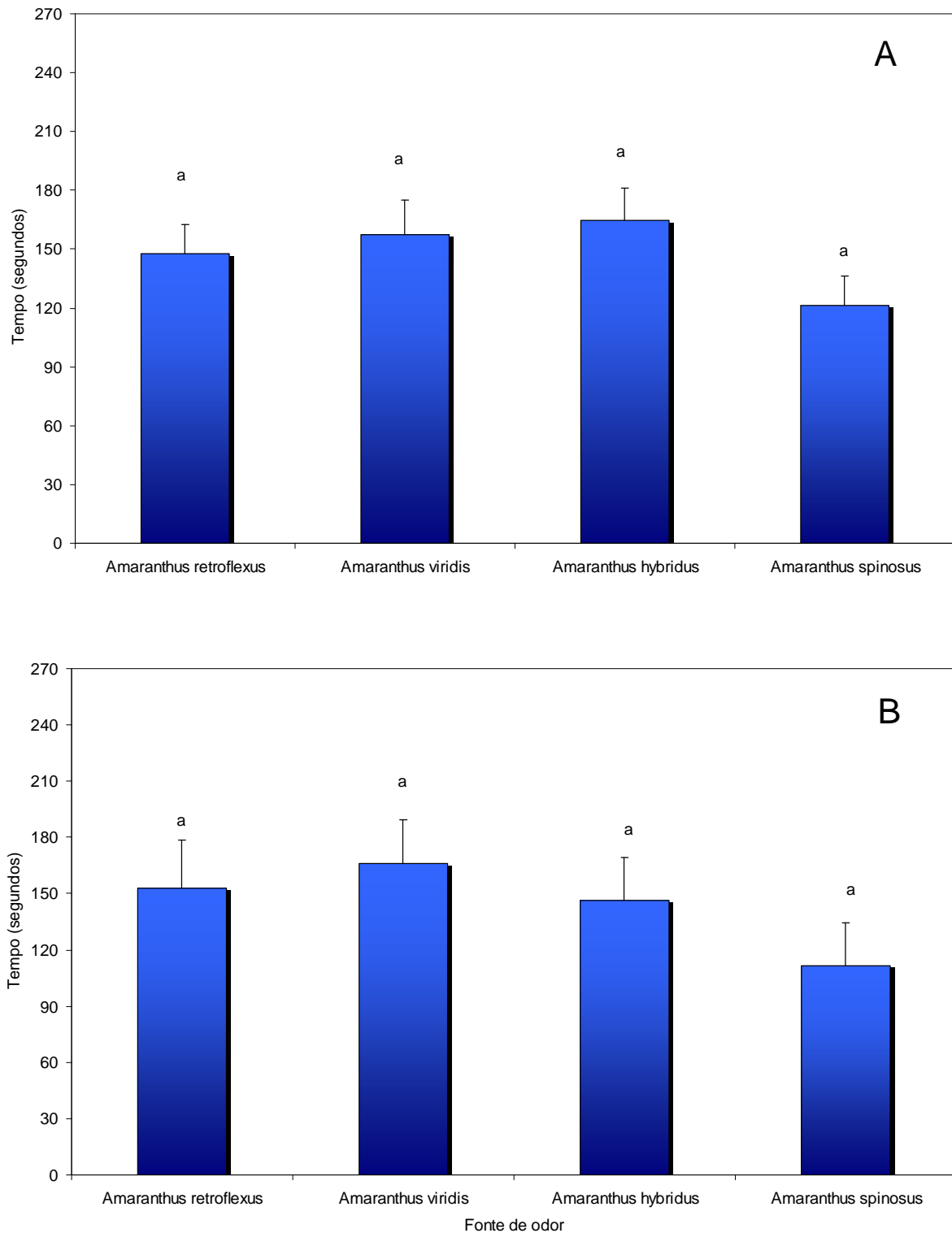


Figura 2. Resposta de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* à odores voláteis de *Amaranthus* sp. em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B). Jaboticabal, SP. 2002. (médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade; n=40).

Quando os insetos são submetidos aos odores de AMARE e AMAVI (Figura 3), AMARE e AMAPN (Figura 4) e AMARE e AMASP (Figura 5), observa-se que no estágio vegetativo não houve diferença ($P>0,05$) em relação ao tempo de permanência das fêmeas nos quadrantes com plantas. Em comparação ao ar puro, esta diferença só ocorre para AMARE e AMAPN (Figura 4). Por outro lado, quando os testes são conduzidos durante o estágio reprodutivo das plantas, as fêmeas permanecem significativamente mais tempo ($P<0,001$) no quadrante com odor de AMARE, independente da outra espécie inserida no sistema.

O bioensaio envolvendo AMAVI e AMAPN (Figura 6) indica que tanto no estágio vegetativo como reprodutivo, há diferença significativa ($P<0,01$ e $P<0,001$, respectivamente) entre os tempos de permanência das fêmeas nos quadrantes com odores vindos destas plantas. Ainda, que este tempo foi maior no quadrante com odor de AMAVI.

Entre AMAVI e AMASP (Figura 7), as fêmeas do parasitóide também foram mais atraídas pelos odores vindos de plantas de *A. viridis* entretanto, este fato só ocorre durante o estágio vegetativo.

Para as espécies AMAPN e AMASP (Figura 8), não foi observada diferença significativa de atração das fêmeas entre os estádios fenológicos das plantas ou entre espécies.

4. Discussão

4.1 Testes preliminares: as fêmeas do parasitóide foram atraídas por odores oriundos da massa de ovos de *S. frugiperda* pois as mesmas permaneceram mais tempo no quadrante cujo fluxo de ar vinha do reservatório de odor com o material (Tabela 1). Em todos os bioensaios o tempo de permanência das fêmeas nos quadrantes com as massas de ovos foram no mínimo 100% superiores aos maiores valores com ar puro. Nos bioensaios B e C, os tempos de permanência nos quadrantes com as massas de ovos foram ainda maiores, chegando a atingir mais que o triplo (300%) de tempo em relação ao ar puro.

De modo geral, parasitóides possuem comportamento de busca no habitat do hospedeiro que pode ser influenciado por fatores ambientais ou até mesmo vinculados as características do próprio hospedeiro. De acordo com Parra *et al.* (1988), parasitóides do gênero *Trichogramma* são organismos altamente especializados pois possuem órgãos sensoriais nas antenas e nas pernas que permitem detectar seus hospedeiros,

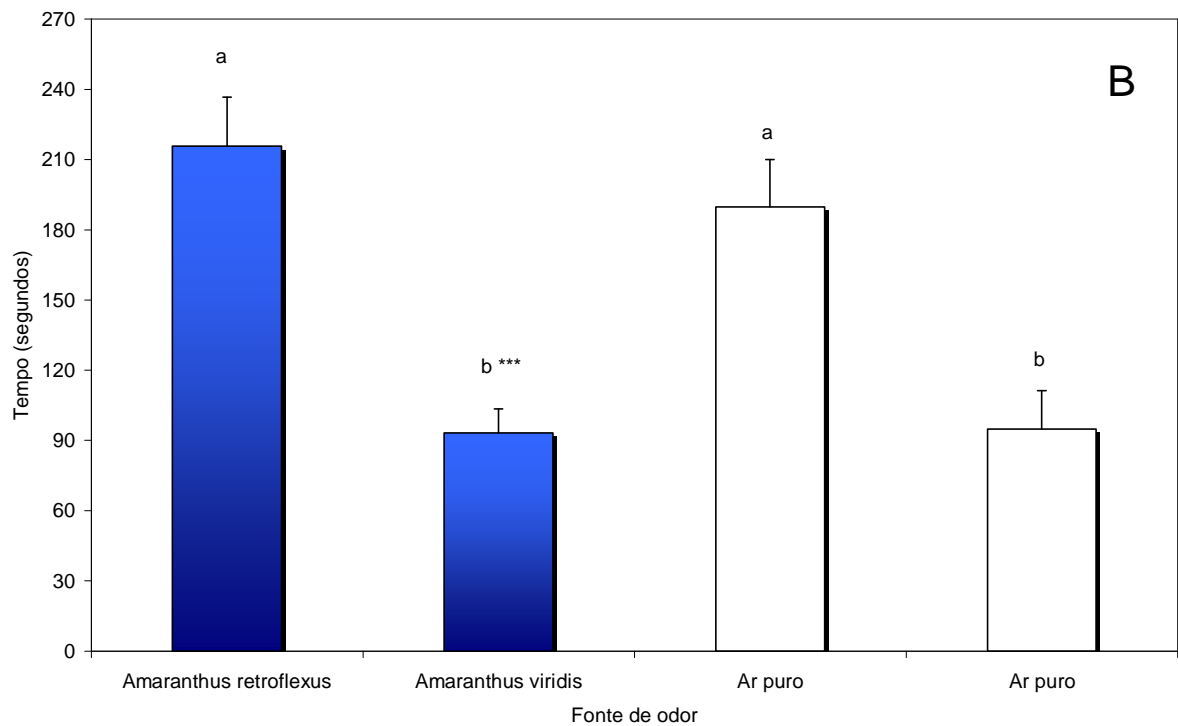
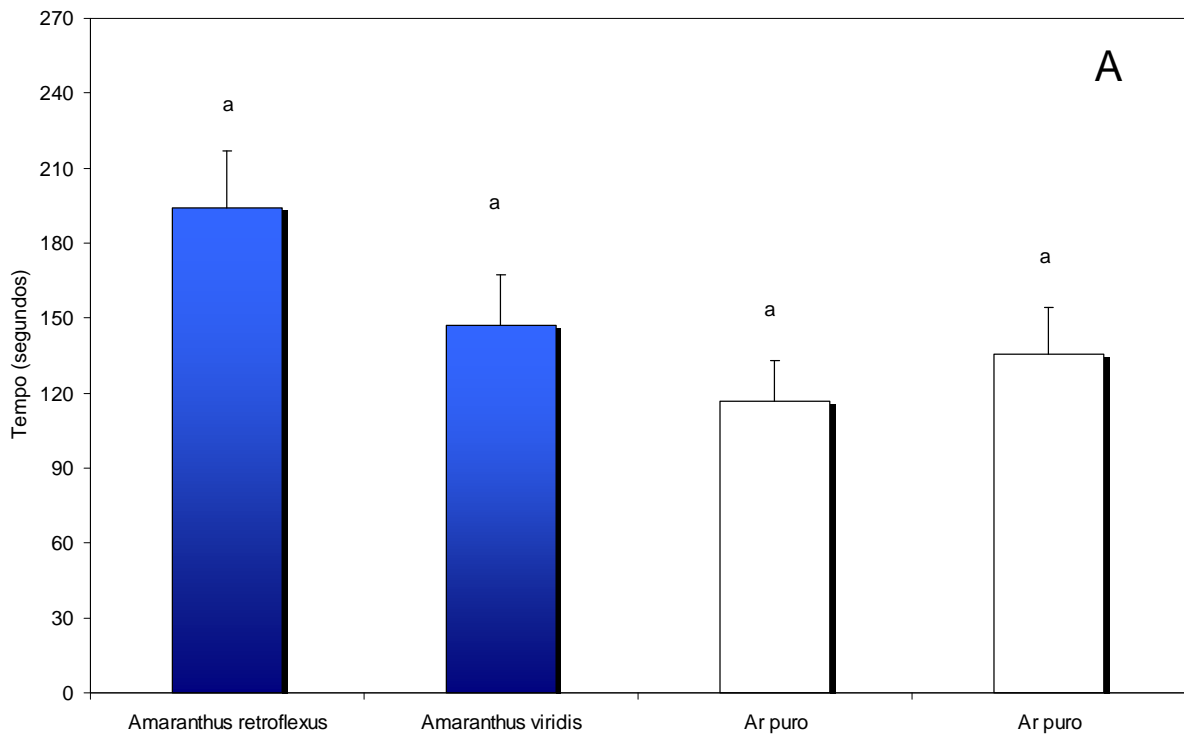


Figura 3. Resposta de fêmeas de *Trichogramma atovirilia* a odores voláteis de *Amaranthus retroflexus* e *A. viridis* em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (***) $P < 0,001\%$; $n=40$).

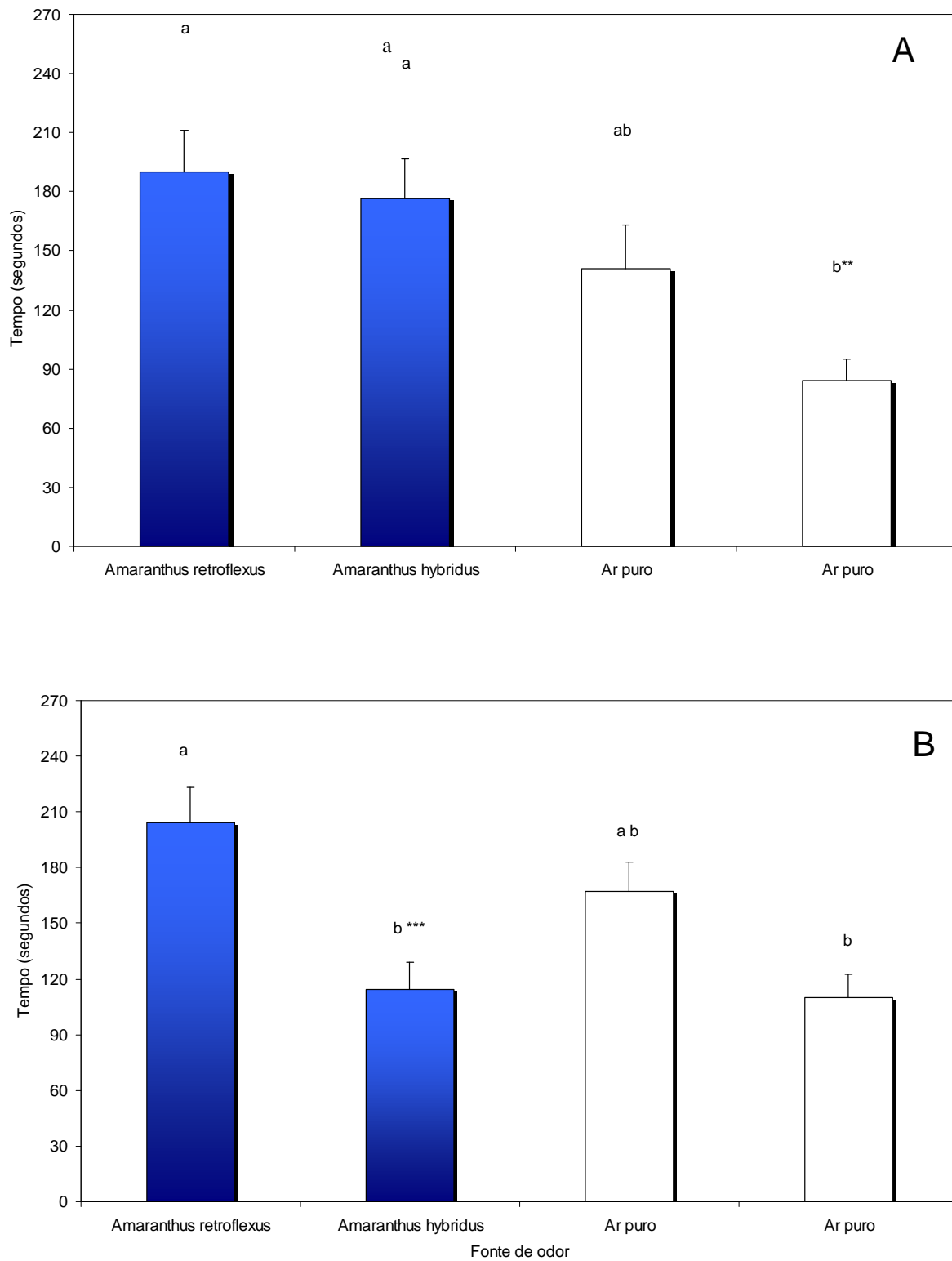


Figura 4. Resposta de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* a odores voláteis de *Amaranthus retroflexus* e *A. hybridus* em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (** P<0,01%; *** P<0,001%; n=40).

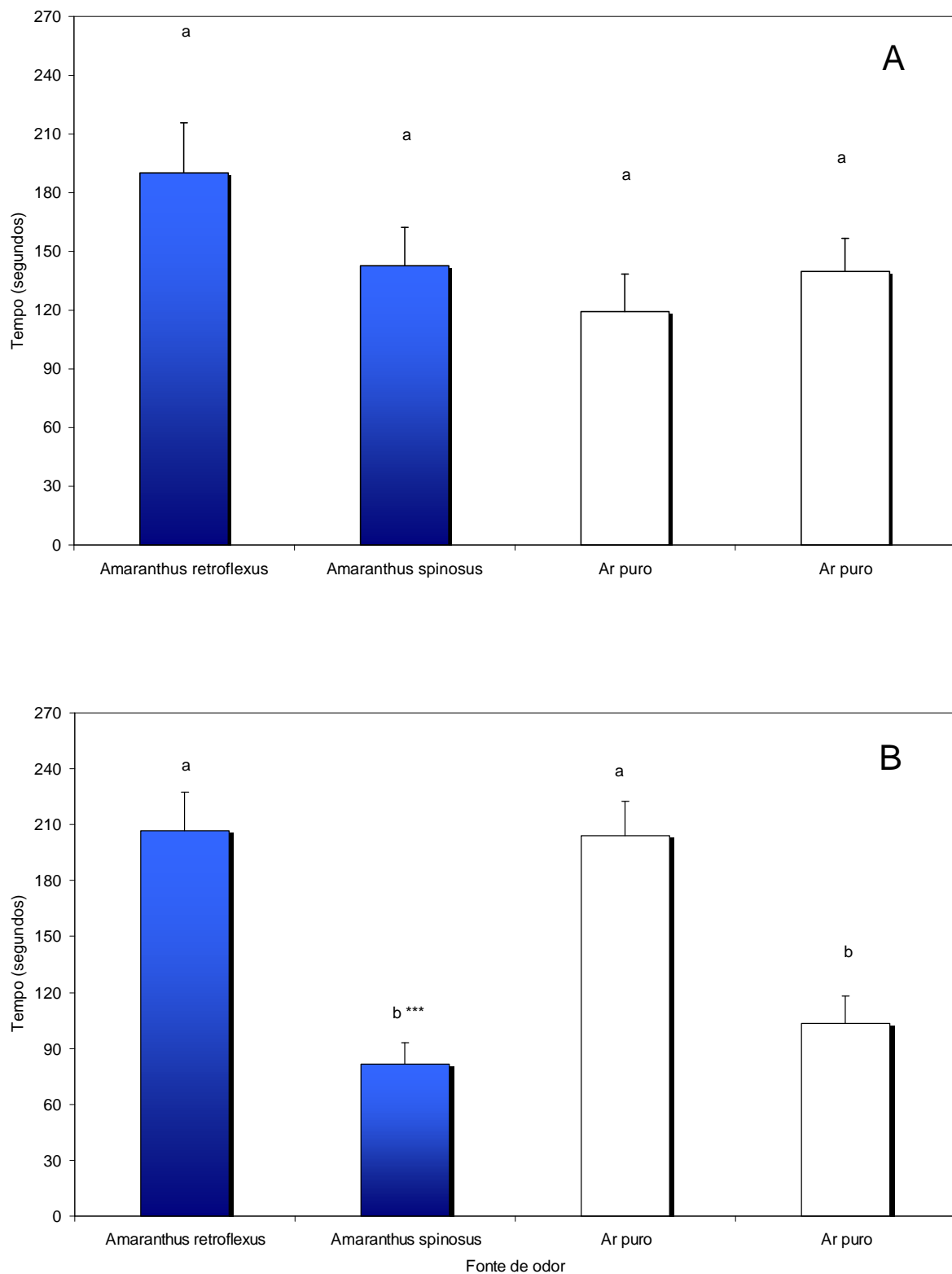


Figura 5. Resposta de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* a odores voláteis de *Amaranthus retroflexus* e *A. spinosus* em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (*** $P < 0,001$; $n = 40$).

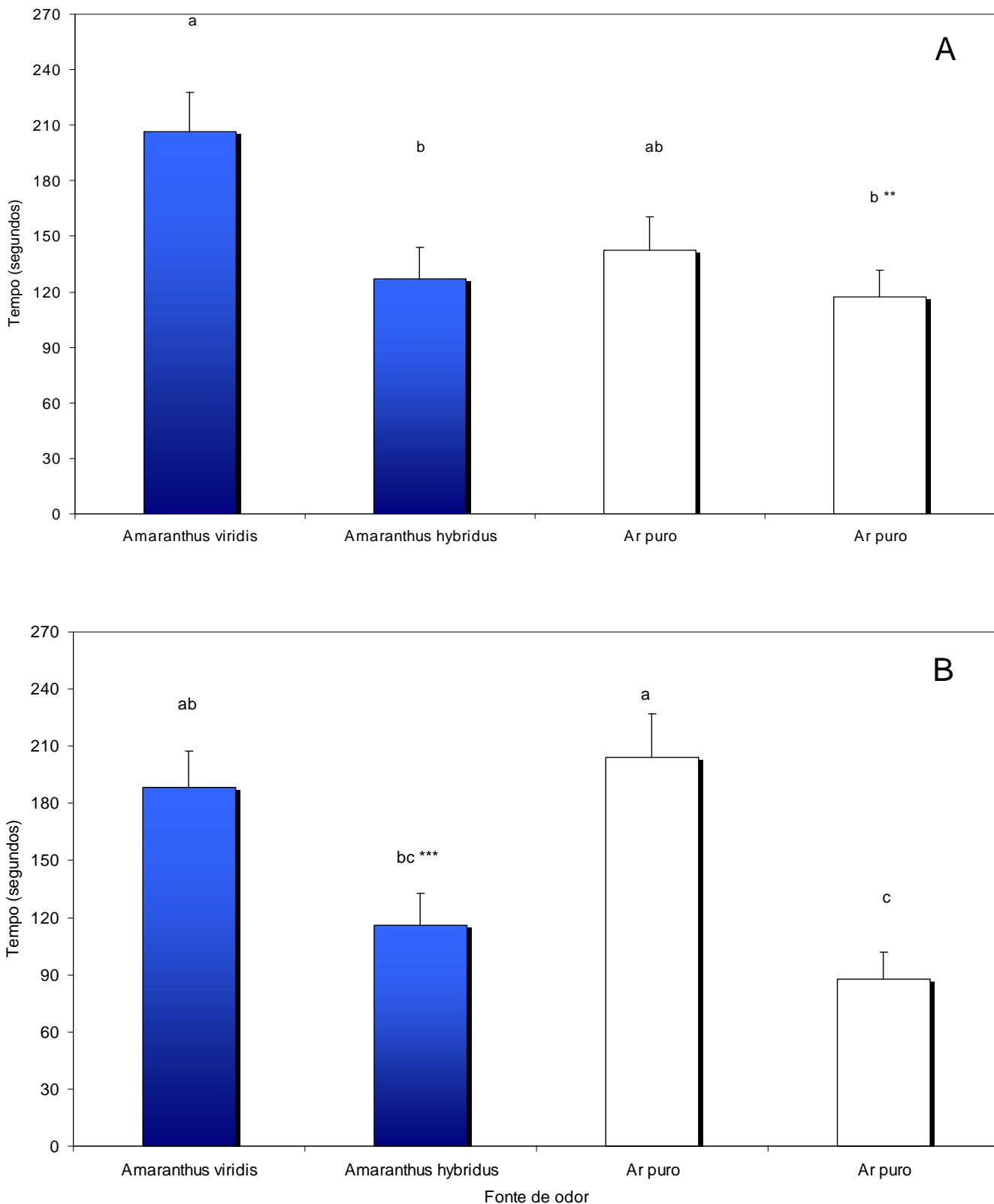


Figura 6. Resposta de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* a odores voláteis de *Amaranthus viridis* e *A. hybridus* em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (*** $P < 0,001\%$, $n=40$).

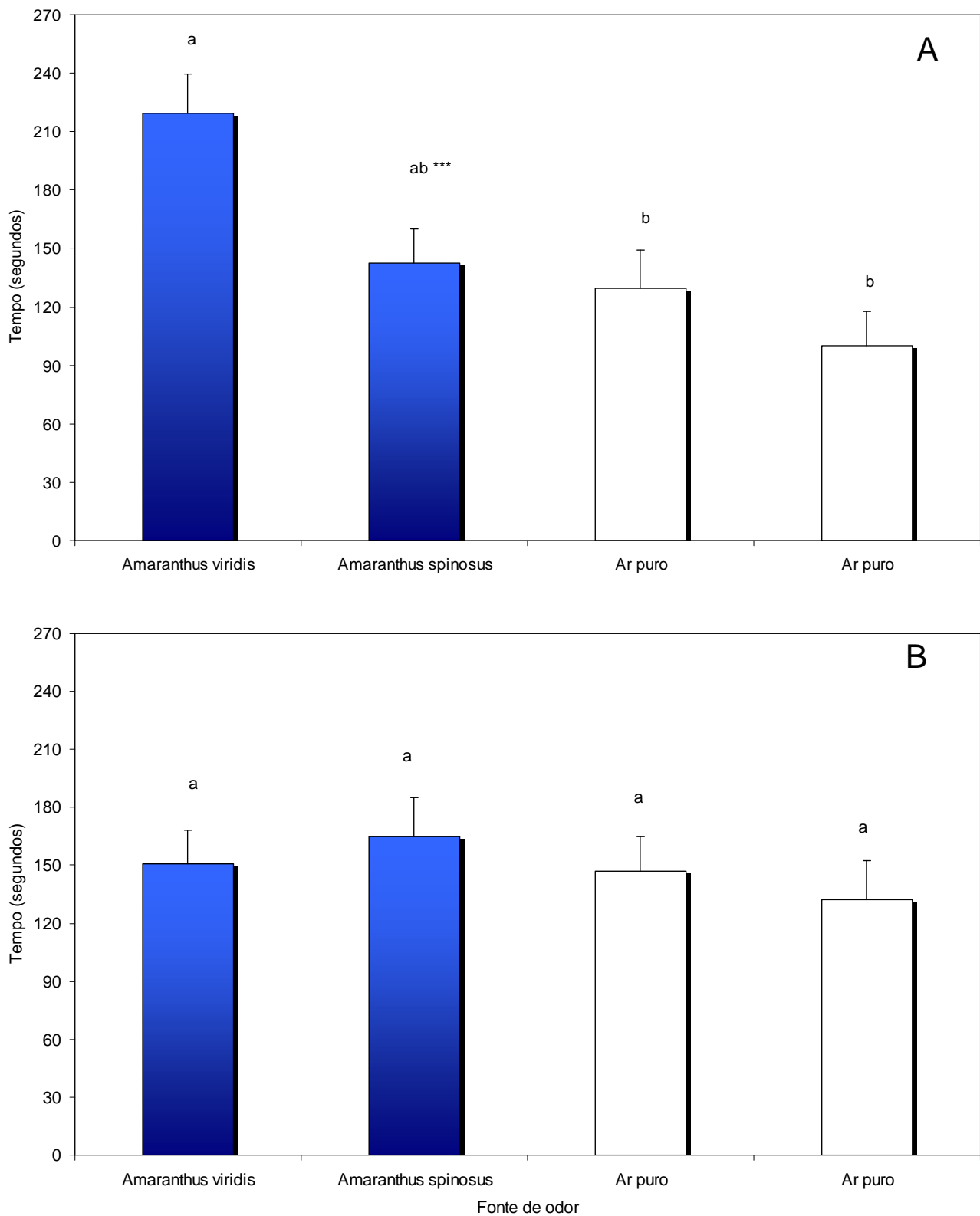


Figura 7. Resposta de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* a odores voláteis de *Amaranthus viridis* e *A. spinosus* em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (*** $P < 0,001\%$, $n=40$).

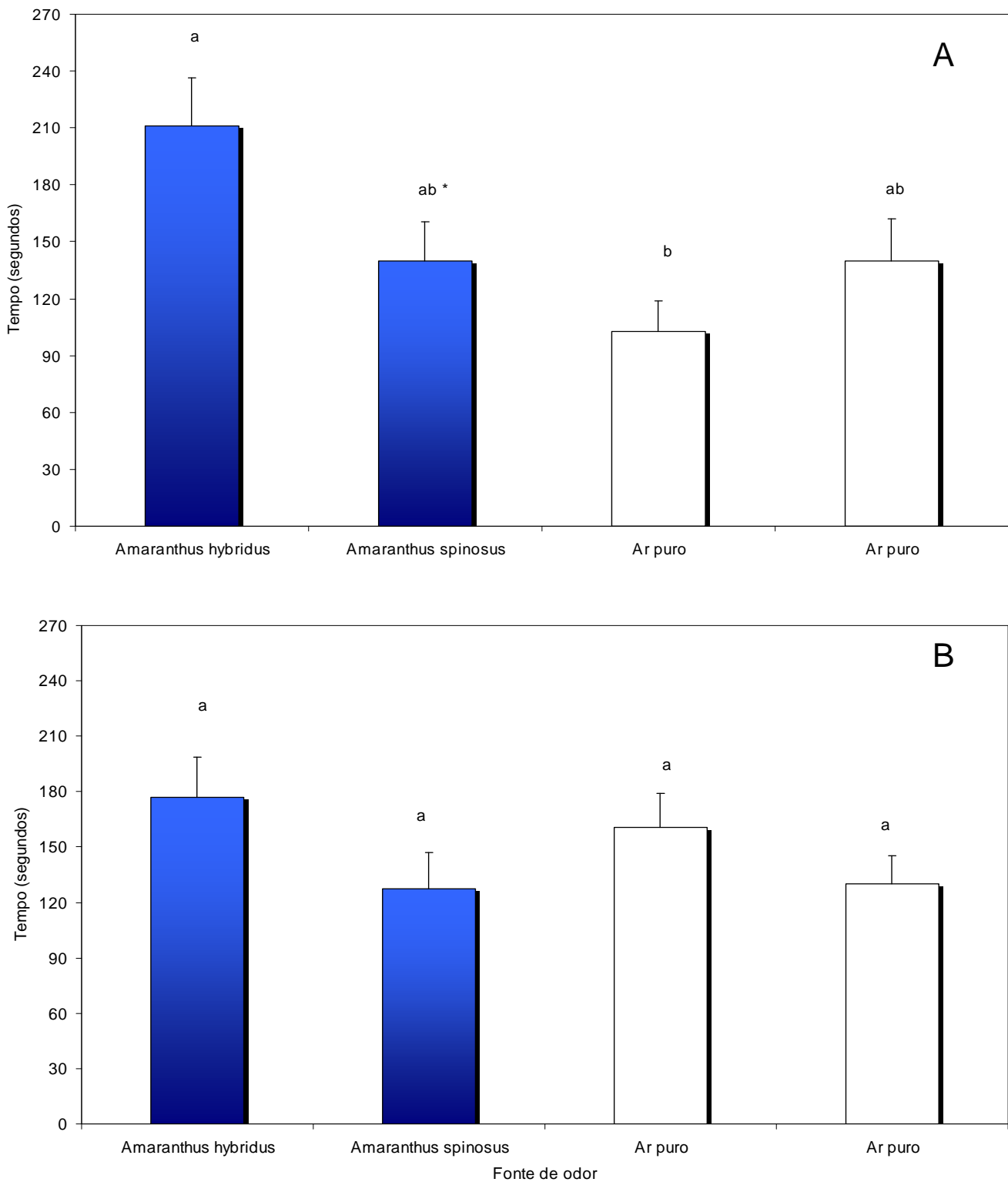


Figura 8. Resposta de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* à odores voláteis de *Amaranthus hybridus* e *A. spinosus* em estágio vegetativo (A) e estágio reprodutivo (B) ou ar puro. Jaboticabal, SP. 2002. (* significativo ao nível de 5% de probabilidade).

principalmente ovos de várias espécies de Lepidoptera. Estes órgãos conferem a estes insetos a capacidade de percepção de substâncias químicas associadas as escamas das asas dos adultos do hospedeiro que ficam depositadas sobre os ovos no momento da oviposição (Lewis & Jones, 1971; Parra & Zucchi, 1986) ou ainda, na presença de caiomônios presentes no feromônio sexual destes adultos (Noldus & van Lenteren, 1985; Frenoy *et al.*, 1992).

Diante destas evidências e dos resultados obtidos, observa-se que massas de ovos recém-colocadas deste lepidóptero possuem componentes atrativos às fêmeas deste parasitóide e que o ar é capaz de transportá-los. Ainda, que esta atratividade não fica comprometida com a troca de posição da fonte de odor entre os quadrantes do olfatômetro, indicando que o equipamento pode ser utilizado em testes de atratividade.

4.2 Bioensaios: nos resultados obtidos, a presença de substâncias atrativas em plantas de *Amaranthus* é observada quando as fêmeas de *T. atopovirilia* permanecem mais tempo nos campos do olfatômetro com odores provenientes de algumas espécies desta planta em relação ao ar puro. Apesar desta atratividade não ser observada quando as quatro espécies de plantas foram inseridas simultaneamente no sistema (Figura 2), quando os testes envolveram apenas duas espécies, esta atratividade é altamente significativa em relação ao ar puro durante os estágios vegetativo (Figura 6) e reprodutivo (Figuras 3 a 5).

Considerando-se que o comportamento de seleção hospedeira dos parasitóides da ordem Hymenoptera é um processo que envolve a localização do habitat do hospedeiro (Vinson, 1997) e que este comportamento é estimulado, entre outros fatores, pela presença de sinais químicos (Nordlund *et al.*, 1988; Vet & Dicke, 1992), os insetos podem ser beneficiados se estas substâncias estiverem presentes no ambiente, independente se oriundas de plantas (Takabayshi *et al.*, 1991) ou de extratos obtidos a partir das mesmas (Nordlund *et al.*, 1984).

Neste sentido, Silva (1998) constatou que plantas de *A. viridis* possuem semioquímicos com propriedades atrativas à *T. pretiosum* pois os insetos foram estimulados a procurar a câmara de parasitismo que continha ovos de *Sitotroga cerealella* pulverizados com extratos aquosos de folhas e sementes desta planta. Em decorrência disto, os índices de parasitismo foram superiores em comparação com aqueles obtidos na câmara cujos ovos receberam aplicação somente de água. Em campo de algodão, o incremento de parasitismo sobre ovos de *A. argillacea* em consequência da

aplicação destes extratos também foi verificado. Altieri *et al.* (1982) pulverizaram extratos aquosos, obtidos a partir de folhas e pecíolos de *A. retroflexus*, sobre ovos de *A. kuehniella* e perceberam que os índices de parasitismo foram maiores quando comparados àqueles pulverizados somente com água.

Apesar das plantas produzirem compostos químicos em pequenas quantidades (Nordlund *et al.*, 1988) e de transportarem informações menos específicas aos parasitóides (Vet *et al.*, 1991), as mesmas são detectadas com maior facilidade e estimulam os insetos a buscarem o habitat do seu hospedeiro pois é um dos recursos utilizados nesta fase do processo. Assim, a inserção de plantas (ou de compostos obtidos a partir das mesmas) em um determinado habitat pode favorecer o desempenho dos parasitóides, como demonstrado por Altieri *et al.* (1981) que observaram que os índices de parasitismo de ovos de *Helicoverpa zea* variaram de acordo com a diversidade da vegetação e da aplicação de extratos de diversas plantas, inclusive *Amaranthus*, em campo de soja.

Diante disto, o uso destas substâncias pode proporcionar aos parasitóides aumento de performance devido à redução de tempo e economia de energia em busca do habitat do hospedeiro. Considerando-se que mais estudos seriam necessários para identificar qual(is) substância(s) seria(m) atrativa(s) ao parasitóide de ovos *T. atopovirilia*, os resultados obtidos com os bioensaios indicam a possibilidade do uso de plantas de *A. viridis* e *A. retroflexus* (ou de seus extratos) para manipular o habitat dos hospedeiros visando incremento de parasitismo em agroecossistemas. Ainda, que é possível utilizar o olfatômetro em testes de atratividade pois o equipamento é capaz de simular situações que ocorrem no campo e é de fácil manuseio.

1. Considerações finais e Conclusões

Considerando-se todos os aspectos econômicos e sociais que envolvem o cultivo da cultura do milho, *Zea mays* L., é imprescindível o constante aprimoramento de todas as técnicas que podem favorecer o incremento de sua produtividade.

Dentre os insetos desfolhadores na cultura, a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, destaca-se como o principal agente causador de prejuízos econômicos. Atualmente, grande parte dos agricultores realiza o controle desta lagarta baseando-se apenas na observação de injúrias que esta praga causa às plantas. Todavia, a tomada de decisão de controle deste inseto deve ser baseada na densidade populacional de lagartas e não exclusivamente nos sintomas apresentados pelas plantas. A amostragem de lagartas no campo é uma prática muito onerosa e dispendiosa devido, principalmente, ao fato de que as lagartas se alimentam principalmente do cartucho das plantas, o que dificulta a visualização e contagem. Diante disto, visando facilitar esta amostragem para estimar a densidade populacional de lagartas no campo, foram utilizadas armadilhas de feromônio sexual na tentativa de correlacionar a captura dos adultos com a ocorrência destas lagartas em seus diversos ínstares, bem como seus respectivos níveis de injúria às plantas de milho. Apesar destas armadilhas serem promissoras em programas de manejo de pragas, os resultados indicaram que estas correlações não se mostraram significativas porém, é necessário enfatizar que novos estudos ainda precisam ser realizados para aprimorar ainda mais o uso destas armadilhas.

O controle biológico de *S. frugiperda*, realizado através de parasitóides de ovos, é um método eficiente de redução populacional de pragas e que pode ser empregado em agroecossistemas. Diante disto, foram estudados alguns aspectos relacionados ao uso de *Trichogramma atopovirilia* visando o aprimoramento do programa de controle biológico. Os resultados indicaram que a dispersão deste inseto é maior quando as plantas de milho se encontram com aproximadamente 50 cm de altura. Com isto, é necessário um ajuste no número de pontos de liberação deste parasitóide nas diferentes fases de desenvolvimento das plantas de milho.

A interação trófica entre plantas de *Amaranthus* spp. e o parasitóide de ovos também foi abordada no estudo. Além de *S. frugiperda*, outros lepidópteros ocorrem sobre estas espécies de plantas e ao longo do processo de co-evolução entre estes

organismos, é possível que as plantas tenham desenvolvido a produção de sinais químicos (sinomônios) como mecanismo de defesa. Estes sinais indicariam ao parasitóide o habitat de seu hospedeiro. Assim, os resultados demonstram que *A. viridis* e *A. retroflexus* possuem em sua composição substâncias atrativas ao parasitóide, indicando que existe viabilidade de uso destas plantas no sentido de incrementar o controle biológico de pragas agrícolas ainda em estágio de ovos, ou seja, antes de causarem prejuízos econômicos. Apesar destes resultados serem promissores, ainda são necessários estudos mais aprofundados no sentido de detectar qual seria esta substância atrativa e ainda, em qual parte da planta pode ser encontrada e qual o método empregado para obtenção da mesma.

2. Literatura Citada

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 Economic Entomology* 82:285-290.

Agriannual. 2003. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 542p.

Ali, A., R.G. Luttrell, H.N. Pitre, & F.M. Davis. 1989. Distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses on cotton. *Environmental Entomology* 18:881-885.

Altieri, M.A., W.J. Lewis, D.A. Nordlund, R.C. Gueldner & J.W Tood. 1981. Chemical interactions between plants and *Trichogramma* wasps in Georgia soybean fields. *Protection Ecology* 3: 259-263.

Altieri, M. A., S. Annamalai, K.P. Katiyar & R.A. Flath. 1982. Effects of plants extracts on the rates of parasitization of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae) eggs by *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) under greenhouse conditions. *Entomophaga* 27:431-438.

Amaya, N.M. 1982. Investigación, utilización y resultados obtenidos en diferentes cultivos com el uso de *Trichogramma*, en Colombia, Sur América. In *Les Trichogrammes*. Antibes, Les Colloques de l'INRA 9:201-207

Ashley, T.R. 1979. Classification and distribution of fall armyworm parasites. *Florida Entomologist* 62:114-123.

Ashley, T.R., J.C. Allen & D. Gonzalez. 1974. Successfull parasitization of *Heliothis zea* and *Trichoplusia ni* eggs by *Trichogramma*. *Environmental Entomology* 3:319-322.

Bar, D., D. Gerling & Y. Rossler. 1979. Bionomics of the principal natural enemies attacking *Heliothis armigera* in cotton fields in Israel. *Environmental Entomology* 8:468-474.

Barfield, C.S., J.W. Smith Jr., C. Carlisle & E.R. Mitchell. 1980. Impact of peanut phenology on select population parameters of fall armyworm. *Environmental Entomology* 9:381-384.

Beevers, M., W.J. Lewis, H.R. Gross Jr. & D.A. Nordlund. 1981. Kairomones and their use for management of entomophagous insects: X. Laboratory studies on manipulation of host-finding behavior of *Trichogramma pretiosum* Riley with a kairomone extracted from *Heliothis zea* (Boddie) moth scales. *Journal Chemical Ecology* 7:635-648.

Beglyarov, G.A. & A.I. Smetnik. 1977. Seasonal colonization of entomophages in the URSS, p.283-329. In Ridgway, R.L. & S.B. Vinson (eds.), *Biological control by augmentation of natural enemies*. New York, Plenum Press, 480p.

Bertels, A. 1970. Estudos da influência da umidade sobre a dinâmica de populações de lipedópteros pragas do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 5:67-79.

Beserra, E.B. 2000. Biologia, etologia e capacidade de dispersão de *Trichogramma* spp. visando ao controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). Piracicaba (Tese de Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 132p.

Beserra, E.B., C.T. dos S. Dias & J.R.P. Parra 2002. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. *Florida Entomologist* 85:588-593.

Bleicher, E. & J.R.P. Parra. 1989. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argellacea* L. Biologia de três populações. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 24:929-940.

Boo, K.S. & J.P. Yang. 2000. Kairomones used by *Trichogramma chilonis* to find *Helicoverpa asulta* eggs. *Journal Chemical Ecology* 26:359-375.

Botelho, P.S.M. 1997. Eficiência de *Trichogramma* em campo, p.303-318. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.

Botelho, P.S.M., J.R.P. Parra, E.A. Magrini, M.L. Haddad & L.C.L. Resende. 1995. Parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) por *Trichogramma galloi* Zucchi, em diferentes variedades de cana-de-açúcar. *Anais Soc. Entomol. Brasil* 24:141-145.

Burbutis, P.P. & C.H. Koepke. 1981. European corn borer control in peppers by *Trichogramma nubilale*. *J. Econ. Entomol.* 74:246-247.

Camors, F. B. Jr. & T.L. Payne, 1972. Response in *Heydenia unica* to *Dendroctonus frontalis* Pheromones and a host-tree terpene. *Annals Entomological Society America* 65:31-33.

Carnevalli, P.C. & J.L. Florcovski. 1995. Efeito de diferentes fontes de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). *Ecosistema* 20:41-49.

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

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

Cruz, I. & F.T. Turpin, 1983. Yield impact of larval infestations of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to midwhorl growth stage corn. *Journal Economic Entomology* 76:1052-1054.

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

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 Sociedade Entomológica Brasil*, 25: 293-297.

Cruz, I., M. de L.C. Figueiredo & M.J.M. Matoso. 1999. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS (Circular Técnica 30), 40p.

Farias, P.R.S., J.C. Barbosa & A.C. Busoli. 2001. Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. *Neotropical Entomology*, 30:681-689.

Fernandes, M.G., A.C. Busoli & P.E. Degrande. 1999. Parasitismo natural de ovos de *Alabama argillacea* Hüb. e *Heliiothis virescens* Fab. (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) em algodoeiros no Mato Grosso do Sul. *Anais Sociedade Entomológica Brasil* 28:695-701.

Frenoy, C., C. Durier & N. Hawlitzky. 1992. Effect of kairomones from egg and female adult stages of *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae) on *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) female kinesis. *Journal Chemical Ecology* 18: 761-773.

Gardner, S.M. & J.C. van Lenteren. 1986. Characterisation of the arrestment responses of *Trichogramma evanescens*. *Oecologia* 68: 265-270.

Ghidiu, G.M. & G.E. Drake. 1989. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) damage relative to infestation level and stage of sweet corn development. *Journal Economic Entomology*, 82(4): 1197-1200.

Gohole, L.S., W.A. Overholt, Z.R. Khan, J.A. Pickett & L.E.M. Vet, 2003. Effects of molasses grass, *Melinis minutiflora* volatiles on the foraging behavior of the cereal stemborer parasitoid, *Cotesia sesamiae*. *Journal Chemical Ecology* 29: 731-745.

Gouinguéné, S., H Alborn & T.C.J. Turlings. 2003. Induction of volatile emissions in maize by different larval instars of *Spodoptera littoralis*. *Journal Chemical Ecology* 29:145-162.

Greenberg, S.M., K.R. Summy, J.R. Raulston & D.A. Nordlund. 1998. Parasitism of beet armyworm by *T. pretiosum* and *T. minutum* under laboratory and field conditions. *Southwestern Entomologist* 23:183-188.

Gross, H.R. & J.E. Carpenter. 1991. Role of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) pheromone and other factors in the capture of bumblebees (Hymenoptera: Apidae) by universal moth traps. *Environmental Entomology* 20:377-381.

Hassan, S.A. 1993. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. *Pesticide Science* 37:387-391.

Hassan, S.A. 1997. Seleção de espécies de *Trichogramma* para uso em programas de controle biológico, p.183-206. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.

Huffaker, C.B. 1977. Augmentation of natural enemies in the people's republic of China, p.329-339. In Ridgway, R.L. & S.B. Vinson (eds.), *Biological control by augmentation of natural enemies*. New York, Plenum Press, 480p.

J.D. López Jr. 1998. Evaluation of some commercially available traps designs and sex pheromones lures for *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal Economic Entomology* 91:517-521.

Kasten Jr., P., A.A.C.M. Precetti & J.R.P. Parra. 1978. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. *Revista Agricultura* 53:68-78.

Keller, M.A., W.J. Lewis & R.E. Stinner. 1985. Biological and practical significance of movement by *Trichogramma* species: a review. *Southwest. Entomologist* 8:138-155.

Labatte, J.M. 1993. Within-plant distribution of fall-armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on corn during whorl-stage infestation. *Florida Entomologist* 76:437-446.

Laing, J. 1937. Host-finding by insects parasites. I. Observations on the finding of host by *Alysia manducator*, *Mormoniella vitripennis* and *Trichogramma evanescens*. *Journal Animal Ecology* 6:298-317.

Laing, J. 1938. Host-finding by insects parasites. II. The chance of *Trichogramma evanescens* finding its hosts. *Journal Experimental Biology* 15:281-302.

Law, J.H. & F.E. Regnier. 1971. Pheromones. *Annual Review Entomology* 40: 533-548.

Lewis, W.J. & R.L. Jones. 1971. Substance that stimulates host-seeking by *Microplitis croceipes* (Hym.: Braconidae), a parasite of *Heliothis* species. *Annals Entomological Society America* 64:471-473.

Lewis, W.J., A.N. Sparks, L.M. Redlinger. 1971. Moth odor: A method of host-finding by *Trichogramma evanescens*. *Journal Economic Entomology* 64:557-558.

Lewis, W.J., R.L. Jones, D.A. Nordlund & H.R.J. Gross. 1975. Kairomones and their use for management of entomophagous insects: II. Mechanisms causing increase in rate of parasitization by *Trichogramma* spp. *Journal Chemical Ecology* 1:349-360.

Lewis, W.J., D.A. Nordlund, R.C. Gueldner, P.E.A. Teal & J.N. Tumlinson. 1982. Kairomones and their use for management of entomophagous insects XIII. Kairomonal activity for *Trichogramma* spp. of abdominal tips, excretion, and a synthetic sex pheromone blend of *Heliothis zea* (Boddie) moths. *Journal Chemical Ecology* 8:1323-1331.

Li, Y.L. 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey, p.37-54. In E. Wajnberg & S.A. Hassan (eds.), *Biological control with egg parasitoids*. Wallingford, CAB International, 286p.

Lopes, J.R.S., J.R.P. Parra, J. Justi Jr. & N.H. Oliveira. 1989. Metodologia para infestação artificial de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) em cana-de-açúcar visando estudos com *Trichogramma* spp. *Anais Escola Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* 46:373-390.

López Jr, J.D. 1998. Evaluation of some commercially available traps designs and sex pheromones lures for *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology* 91:517-521.

Losey, J.E., S.J. Fleischer, D.D. Calvin, W.L. Harkness & T. Leahy. 1995. Evaluation of *Trichogramma nubilalis* and *Bacillus thuringiensis* in management of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in sweet corn. *Environmental Entomology* 24:436-445.

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

Maund, C.M. 1995. Pheromone trap results (1995) for sweet corn insect pests: corn earworm, *Helicoverpa zea*, (Boddie); fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). New Noveau Brunswick, Adaptative Research Report 17:203-212.

Meiners, T. & M. Hilker. 2000. Induction of plant synomones by oviposition of a phytophagous insect. *Journal Chemical Ecology* 26: 221-232.

Meneses, R., V. Cordero & I. Sanches. 1991. Oviposición de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) en dos variedades de arroz. *Cultivos Agroindustriales* 2/3:91-93.

Mertz, B.P., S.J. Fleischer, D. Calvin & R.L. Ridgway. 1995. Field assessment of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera:Trichogrammatidae) and *Bacillus thuringiensis* for control of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in sweet corn. *Journal Economic Entomology* 88:1616-1625

Mitchell, E.R. 1979. Migration by *Spodoptera exigua* and *S. frugiperda*, North America style, p.386-393. In R.L. Rabb & G.G. Kennedy (eds.), *Movement of highly mobile insects: concepts and methodology in research*. University Graphics. North Carolina State University, Raleigh, N. Carolina. 456p.

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 Economic Entomology* 78:1364-1369.

Morril, W.L. & G.L. Greene. 1973. Distribution of fall armyworm larvae. 1. Regions of field corn plants infested by larvae. *Environmental Entomology*, 2(2): 195-198.

Need, J.T. & P.P Burbutis. 1979. Searching efficiency of *Trichogramma nubilale*. *Environ. Entomol.* 8:224-227.

Neuffer, G. 1982. The use of *Trichogramma evanescens* Westw. in sweetcorn fields. A contribution to the biological control of the european corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. in south west Germany. Les Colloques de l'INRA 9:231-237.

Noldus, L.P.J.J. & J.C. van Lenteren. 1985. Kairomones for the egg parasite *Trichogramma evanescens* Westwood. I. Effect of volatile substances released by two of its hosts, *Pieris brassicae* L. and *Mamestra brassicae*, L. Journal Chemical Ecology 11:781-791.

Noldus, L.P.J.J. 1988. Response of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* to the sex pheromone of its hosts *Heliothis zea*. Entomologia Experimentallis Applicata 48:293-300.

Nordlund, D.A., R.B. Chalfant & W.J. Lewis. 1984. Response of *Trichogramma pretiosum* females to extracts of two plants attacked by *Heliothis zea*. Agricultural, Ecosystems Environmental 12: 127-133.

Nordlund, D.A., W.J. Lewis & M.A. Altieri. 1988. Influences of plant-produced allelochemicals on the host/prey selection behavior of entomophagous insects, p. 65-90. In P. Barbosa & D.K. Letourneau (eds.), Novel aspects of insect-plant interactions. Wiley, New York, 362p.

Pair, S.D., J.R. Raulston, A.N. Sparks & P.B. Martin. 1986. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids: differential spring distribution and incidence on corn and sorghum in the southern United States and Northeastern Mexico. Environmental Entomology 15:342-348.

Parra, J. R. P., R.A. Zucchi & S. Silveira Neto. 1988. Controle Biológico de insetos-pragas através dos parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* ou Trichogrammatoidea, p. 43-61. In Controle Biológico de Insetos:, Anais 2. Sociedade Entomológica do Brasil. Campinas.

Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi. 1986. Uso de *Trichogramma* no controle de pragas, p. 54-75. In O. Nakano, S. Silveira Neto, J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), Atualização sobre métodos de controle de pragas. Piracicaba, FEALQ.

Parra, J.R.P. & M.L. Haddad. 1989. Determinação do número de ínstaes de insetos. Piracicaba, FEALQ, 49p.

Parra, J.R.P., R.A. Zucchi & J.R.S. Lopes . 1995. Pragas do milho e seu controle, p.81-87. In J.A. Osuna & J.R. Moro (eds.), Produção e melhoramento do milho. Jaboticabal, FUNEP, 176p.

Pashley, D.P., T.N. Hardy & A.M. Hammond. 1995. Host effects on developmental and reproductive traits in fall armyworm strains (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals Entomological Society America* 88:748-755.

Pedigo, L.P. 1989. Entomology and pest management. New York, MacMillan, 646p.

Pinto, J.D. 1987. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera, p. 13-40. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.

Pitre, H.N., J.E. Mulrooney & D.B. Hogg. 1983. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: crop preference and egg distribution on plants. *Journal Economic Entomology* 76:463-466.

Price, P.W., C.E. Bouton, P. Gross, B.A. McPheron, J.N. Thmpson & A.E. Weis. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review Ecology System* 11: 41-65.

Read, D.P., P.P. Feeny & R.B. Root. 1970. Habitat selection by the aphid parasite *Diaeretiella rapae*. *Canadian Entomologist* 102:1567-1578.

Romeis, J., T.G. Shanower & C.P.W. Zebitz. 1997. Volatile plant infochemicals mediate plant preference of *Trichogramma chilonis*. *Journal Chemical Ecology* 23: 2455-2465.

SÁ, L.A.N. de, 1991. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, visando avaliar o seu potencial para controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. Piracicaba, ESALQ (Tese de Doutorado), 107p.

Sá, L.A.N. de & J.R.P. Parra. 1993. Efeito do número e intervalo entre liberações de *Trichogramma pretiosum* Riley no parasitismo e controle de *Helicoverpa zea* (Boddie), em milho. *Scientia Agricola* 50:355-359.

Sá, L.A.N. de & J.R.P. Parra. 1994. Natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in corn by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. *Florida Entomologist* 77:185-188.

Schöller, M. & S. Prozell. 2002. Response of *Trichogramma evanescens* to the main sex pheromone component of *Ephestis* spp. and *Plodia interpunctella*, (Z,E)-9,12-tetradecadenyl acetate (ZETA). *Journal Stored Products Research* 38: 177-184.

Sekhar, P.S. 1957. Mating, oviposition and discrimination of hosts by *Aphidius testaceipes* (Cresson) and *Praon aguti* Smith, primary parasites of aphids. *Annals Entomological Society America* 50:370-375.

Shahjahan, M. & F.A. Streams. 1973. Plant effects on host-finding by *Leiophron pseudopallipes*, a parasitoid of the tarnished plant bug. *Environmental Entomology* 2:921-926.

Shu, S.Q. & R.L. Jones. 1988. Laboratory studies of the host-seeking behavior of a parasitoid, *Trichogramma nubilale* and a kairomone from its host, *Ostrinia nubilale*. *Les Colloques de l'INRA* 43:249-265.

Silva, C.A.D. da. 1998. Efeito do extrato de *Amaranthus viridis* no comportamento parasítico do *Trichogramma*. Revista Oleaginosas e Fibras 2:171-176.

Smith, S.M.. 1996. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. Annual Review Entomology 41:375-406.

Streams, F.A., M. Shahjahan & H.G. Le Masurier. 1968. Influence of plants on the parasitization of the tarnished plant bug by *Leiophron pallipes*. Journal Economic Entomology 61:996-999.

Takabayashi, J., T. Noda & S. Takahasi. 1991. Plants produce attractants for *Apanteles kariyai*, a parasitoid of *Pseudaletia separata*; cases of “communication” and “misunderstanding” in parasitoid-plant interactions. App. Entomol. Zool. 26: 237-243

Tanzini, M.R., M.H. Calafiori & N.T. Teixeira. 1991. Efeito de fósforo no milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). Ecosystema 16:60-68.

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). Ecosystema 26:139-142.

Thorpe, K.W. 1985. Effects of height and habitat type on egg parasitism by *Trichogramma minutum* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Agriculture, Ecosystems and Environmental 12: 117-126.

Thorpe, W.H. & H.B. Caudle. 1938. A study of the olfactory responses of insect parasites to the food plant of their host. Parasitology 30:523-528.

Titayavan, M. & M.A. Altieri. 1990. Synomone-mediated interactions between the parasitoid *Diaeretiella rapae* and *Brevicoryne brassicae* under field conditions. *Entomophaga* 35:499-507.

Turlings, T.C.J. & Benrey. 1998. Effects of plant metabolites on the behavior and development of parasitic wasps. *Ecoscience* 5: 321-333.

Vet, L.E.M., J.C. van Lenteren, M. Heymans & E. Meelis. 1983. An airflow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. *Physiological Entomology* 8: 97-106.

Vet, L.E.M., F.L. Wäckers & M. Dicke. 1991. How to hunt for hiding hosts: the reliability-detectability problem in foraging parasitoids. *Netherlands Journal Zoology* 41: 202-213.

Vet, L.E.M. & M. Dicke. 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review Entomology* 37: 141-172.

Vet, L.E.M., W.J. Lewis & R.T. Cardé. 1995. Parasitoid foraging and learning, p.65-101. In R.T. Cardé & W.J. Bell (eds.), *Chemical Ecology of Insects 2*. Chapman and Hall, New York, 433p.

Vinson, S.B. 1976. Host selection by insects parasitoids. *Annual Review Entomology* 21:109-133.

Vinson, S.B. 1984. Parasitoid-host relationship, p.205-233. In W.J. Bell & R.T. Cardé (eds.), *Chemical ecology of insects*. Chapman and Hall, New York, 524p.

Vinson, S.B. 1985. The behavior of parasitoids, p.417-469. In G.A. Kerkut & L.I. Gilbert (eds.), *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology*. New York, Pergamon Press.

Vinson, S.B. 1991. Chemical signals used by insect parasitoids. *Redia* 124: 15-42.

Vinson, S.B. 1997. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p.67-119. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.

Wang, B.D., D.N. Ferro & D.W. Hosmer. 1997. Importance of plant size, distribution of egg masses and weather conditions on egg parasitism of the european corn borer, *Ostrinia nubilalis* by *Trichogramma ostriniae* in sweet corn. *Entomologia Experimentalis Applicata* 83:337-345.

Weelings, P.W. 1991. Host location and oviposition on animals, p. 75-107. In J. Ridsdill-Smith & W.J. Bailey (eds.), *Reproductive behaviour of insects: individuals and populations*. London, Chapman & Hall, 339p.

Whittaker, R.H. 1970. The biochemical ecology of higher plants, p.43-70. In E. Sondheimer & J.B. Simeone (eds.), *Chemical Ecology*, New York, Academic Press, 336p.

Wiseman, B.R., R.H. Painter & C.E. Wassom. 1966. Detecting corn seedling differences in the greenhouse by visual classification of damage by the fall armyworm. *Journal Economic Entomology* 59: 211-1214.

Wright, M.G., M.P. Hoffmann, S.A. Chenus & J. Gardner. 2001. Dispersal behavior of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in sweet corn field: implications for augmentative releases against *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Biological Control* 22:29-37.

Wright, M.G., T.P. Kuhar, M.P. Hoffmann & S.A. Chenus. 2002. Effect of inoculative releases of *Trichogramma ostriniae* on populations of *Ostrinia nubilalis* and damage to sweet corn and field corn. *Biological Control* 23:149-155.

Wyat, T.D. 1998. Putting pheromones to work: paths forward for direct control, p. 445-459. In R.T. Cardé & A.K. Minks (eds.), *Insect pheromone research: new directions*. New York, Chapman & Hall, 684p.

Yamanaka, T., S. Tatsuki & M. Shimada. 2001. Flight characteristics and dispersal patterns of fall webworm (Lepidoptera: Arctiidae) males. *Environmental Entomology* 30:1150-1157.

Yu, D.S. & J.R. Byers. 1994. Inundative release of *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for control of European corn borer in sweet corn. *Canadian Entomologist* 126:291-301.

Yu, S.J., S.N. Nguyen & G.E. Abdo-Elghar. 2003. Biochemical characteristics on insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 77:01-11.

Zucchi, R.A. & R.C. Monteiro. 1997. O Gênero *Trichogramma* na América do Sul, p.41-66. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.